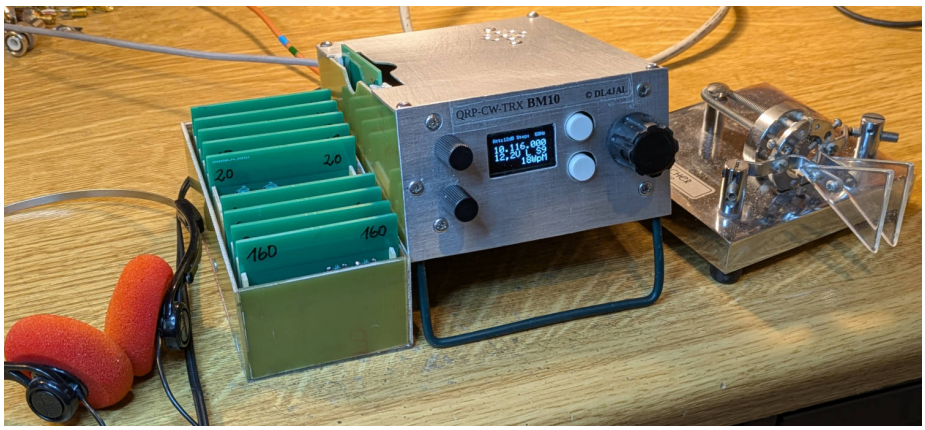
# QRP-CW-TRX BM10
# Hardware 3.00
# Hinweise zum Aufbau

Andreas Lindenau DL4JAL

16. Mai 2025

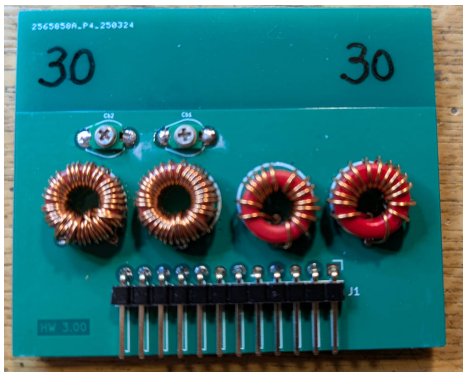
**Zusammenfassung**




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 im Empfänger 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 „RD15HVF“ eingesetzt. Mit diesen Transistoren erreichen wir auf allen Bänder sicher die 5 Watt Ausgangsleistung. Es funktionieren auch RD06... oder RD16HHF.

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 30m-Band. 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 3.00** **2**

1.1 TRX Platine . . . . . 2

1.1.1 TRX Platine, SMD Variante, Bestückungshilfen . . . . . 4

1.2 MC-Platine . . . . . 7

1.2.1 mc Platine, Bestückungshilfen . . . . . 8

1.3 Band-Steckmodule . . . . . 9

1.4 Band-Steckmodule . . . . . 9

1.5 Steckverbindungen . . . . . 15

1.5.1 PSK-Stecker der TRX-Platine und der MC-Platine . . . . 16

1.6 Das Gehäuse des TRX BM10 . . . . . 16

1.6.1 Gehäuse aus FR4 Leiterplattenmaterial für HW 3.00 . . . 16

1.6.2 Ein Aufstellbügel für den BM10 . . . . . 18

**2 Schlusswort** **20**

# Kapitel 1

# Hardware Version 3.00

Die dritte Serie der Platinen ist die Version 3.00. Ich habe mir noch einmal die Mühe gemacht die Steckverbindungen zwischen den Platinen so weit wie möglich zu reduzieren. Das Ergebnis kann sich sehen lassen, zwischen den Platinen TRX und MC ist nur noch eine 3-polige Kabel-Steckverbindung für das geschirmte Diodenkabel nötig (Lautstärke-Reglung). Alle anderen Verbindungen laufen über die 24-polige Steckverbindung zwischen MC-Platine und TRX-Platine. Die Hardware 3.00 besteht jetzt aus zwei Platinen, die aufeinander gesteckt werden und natürlich die Band-Module.

**TRX-Platine** die TRX Grundplatine mit den RX, TX usw...Hinzu gekommen sind die Buchsen für Keyer, Kopfhörer, TRX-CAT für meinen PicATU, Stromversorgung und Koaxbuchse.

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

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

## 1.1 TRX Platine

In der Hardware 3.00 gibt es nur die Variante SMD. Als Bestückungshilfe verwenden wir die von Kicad erzeugten Dateien.

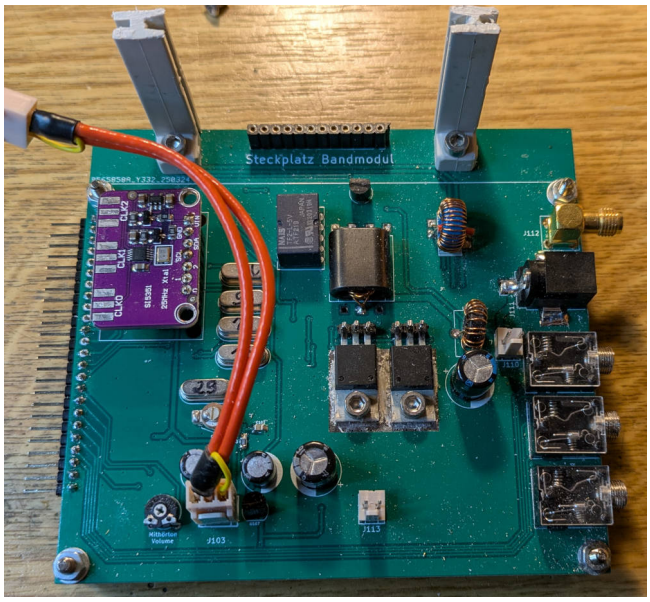



Foto der Platine von oben. Das Verbindungskabel für die Lautstärke ist angesteckt. Links oben das Modul mit dem SI5351. Rechts die Anschluss-Buchsen. In der Mitte die beiden RD15HVF der PA. Oben die Führungschienen zum stecken der Band-Module.

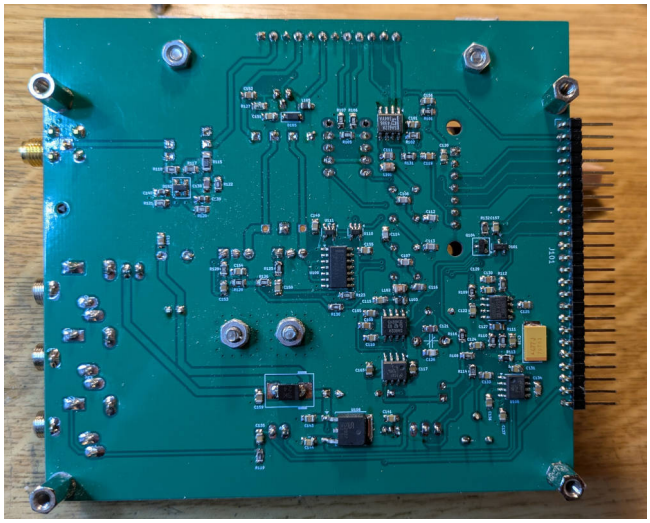
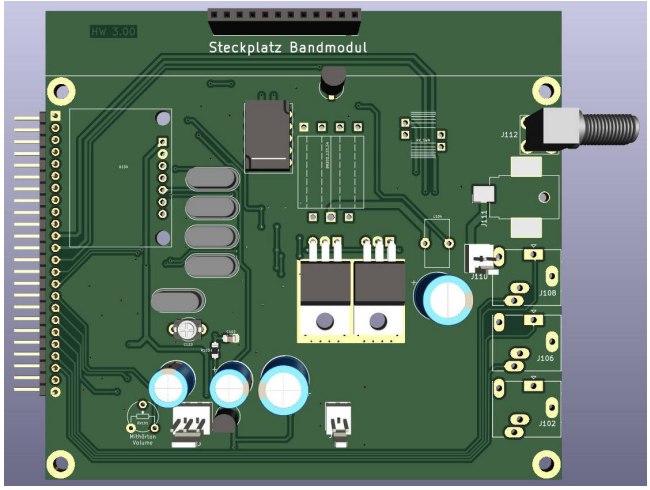
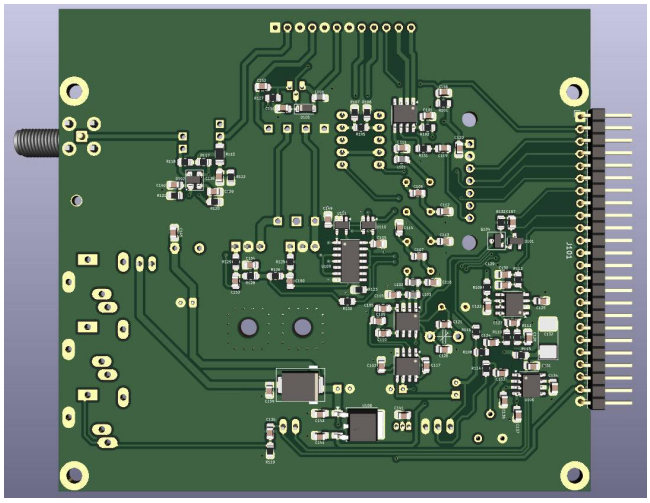


Foto der Platine von unten. **Rechts die 24-polige Steckerleiste ist von unten anzulöten**.

Neu ist die abgewinkelte Stiftleiste. Sie wird von unten angelötet. Dazu noch 2 Bilder aus Kicad.




3d-Ansicht aus Kicad von oben.



3d-Ansicht aus Kicad von unten. die Steckerleiste wird von unten angelötet.

Für die Antennenbuchse habe ich eine stabile SMA-Buchse vorgesehen. Mit einem Adapter kann ich auf BNC oder N wechseln. Je nach Bedarf. Anstelle der SMA-Buchse kann aber auch ein RG174-Koaxkabel direkt angelötet werden.

### 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/hw3_trx_3_00.zip

**Inhalt der ZIP:**

**Verzeichnis production** Hier befindet sich die Gerber-Datei für die Leiterplattenherstellung. Auch BOM-Listen werden mit erzeugt.

**Verzeichnis bom** Schaltbild, **HTML interaktive Bestückungshilfe**, 3D-Ansichten.

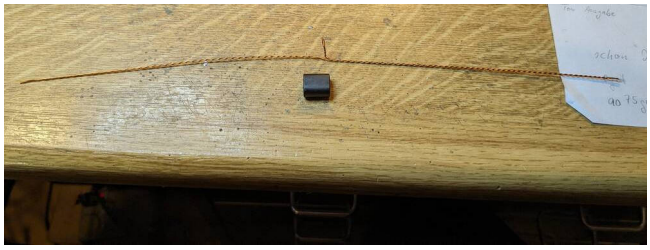
**Verzeichnis plots Neu!** Mit *Bord2Pdf* erzeugte PDF mit Bestückungsansicht. Ich habe aus der PDF noch Bilder als PNG separiert.

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

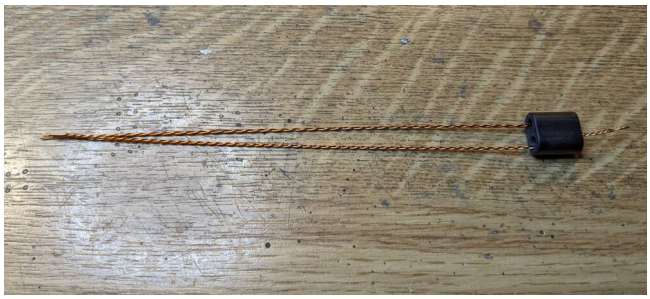
Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

### 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.

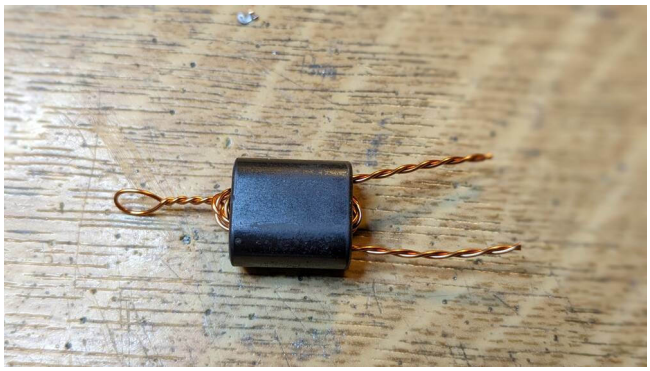


Beide Wicklungen primär und sekundär werden eng miteinander verdrillt. Die kleine Schlaufe ist die Mittelanzapfung.

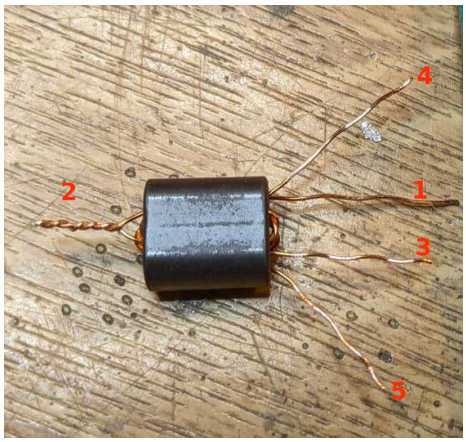


Das Verdrillte wird einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 0.5 Windungen sind geschafft.

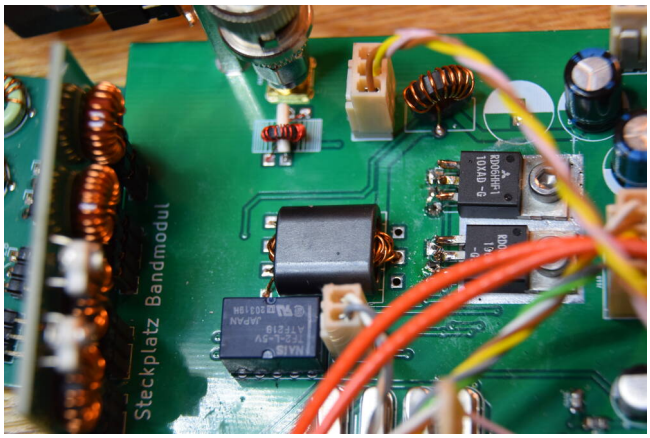
Das Verdrillte wird noch einmal durch den Doppellochkern gesteckt. 2x 1 Windung ist geschafft.



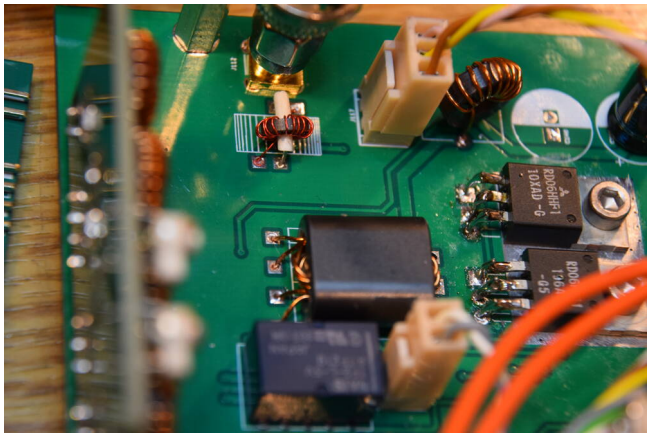
Das Verdrillte wird das dritte mal durch den Doppellochkern gesteckt. Das sind jetzt primär pro Draht 2x 1,5 Windungen und sekundär 3 Windungen.




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.




Wir können den Ausgangsübertrager jetzt einlöten. Die Mittelanzapfung wird in Richtung PA-Transistoren eingelötet. Die anderen 4 Drähte kommen in Richtung Bandmodul, wobei die äußeren zwei Lötpunkte für die sekundäre Wicklung ist.

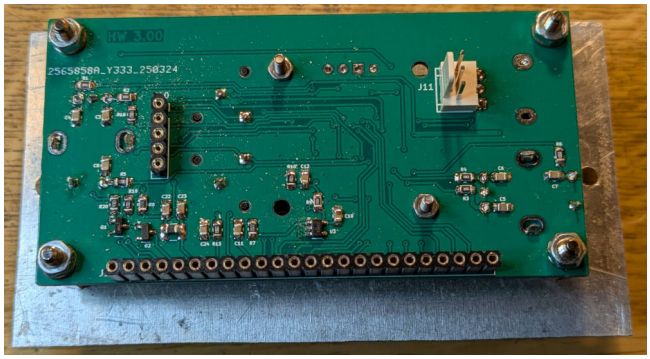



Auf der anderen Seite sind die beiden äußeren Lötpunkte die Sekundär-Wicklung und in der Mitte die Primär-Wicklung, die zu den PA-Transistoren gehen. Auf der Transistor-Seite sind 2 Lötpunkte, die frei bleiben. Im Bild oben sehen wir den Ringkern des Richtkopplers. Ich habe einen FT23-43 verwendet.

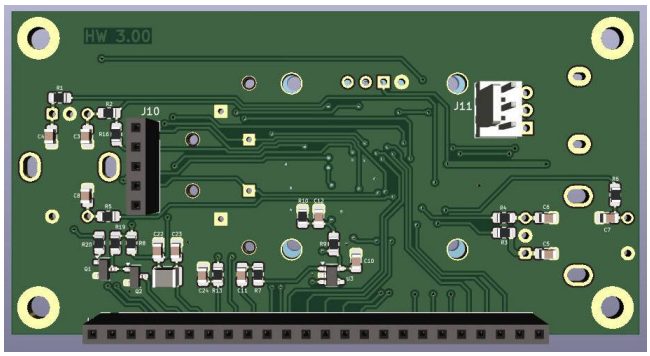
**Ringkern T101 im Richtkoppler** Die größe des Ringkernes ist unkritisch. Ich habe einen ganz kleinen FT23-43 eingesetzt. Für die Auskopplungswicklung habe ich CuL 0,3mm$^2$ 22 Windungen aufgebracht.

Auch ein RIK10(N30) von Reichelt kann benutzt werden. Die Ringkerne funktionieren alle.

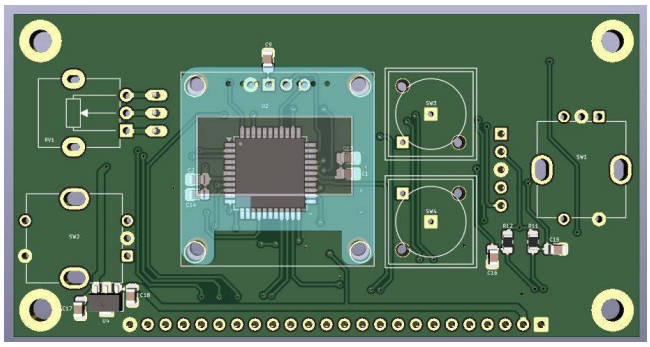
## 1.2 MC-Platine




Die Platine ist mit der Frontplatte aus Aluminium verschraubt. Unten die 24-polige Buchsenleiste.




3D-Darstellung aus Kicad. Unten die 24-polige Buchsenleiste für die Verbindung zur TRX-Platine.



3D-Darstellung aus Kicad. Das OLED-Diplay habe ich transparent dargestellt. Darunter ist der PIC18F46K22 zu sehen.

### 1.2.1 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/hw3_mc_3_00.zip

**Inhalt der ZIP:**

**Verzeichnis production** Hier befindet sich die Gerber-Datei für die Leiterplattenherstellung. Auch BOM-Listen werden mit erzeugt.

**Verzeichnis bom** 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. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

### Das OLED-Display

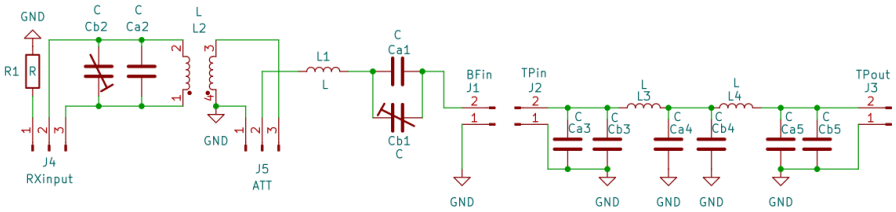
Das OLED-Display wird 1 zu 1 angeschlossen. Ich habe dafür Litzen $0,14mm^2$ genommen. So kann ich den Abstand zur Front des Gehäuses besser einstellen. Das Display habe ich mit M2 Schrauben auf Abstand befestigt.

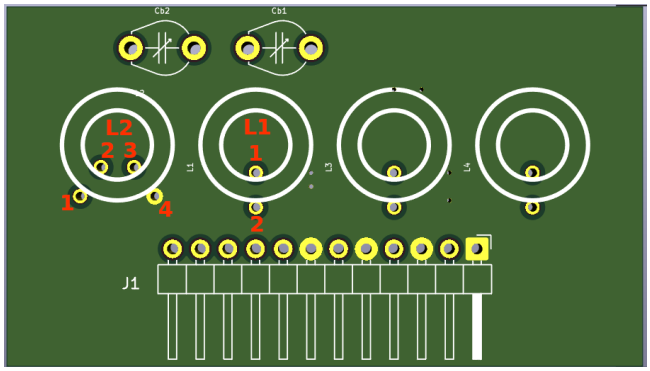
## 1.3 Band-Steckmodule

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.

In der Hardware 3.00 hat sich nicht viel geändert. Ich habe nur die Platinen der Band-Module um 15mm höher gemacht, damit man sie besser stecken und ziehen kann.

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.

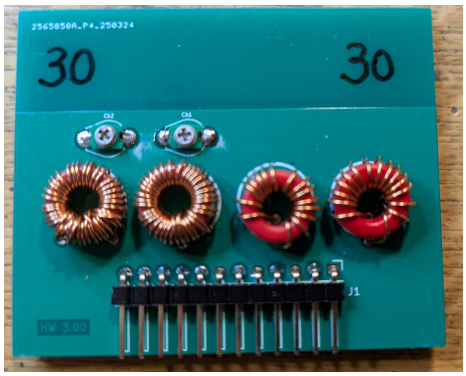


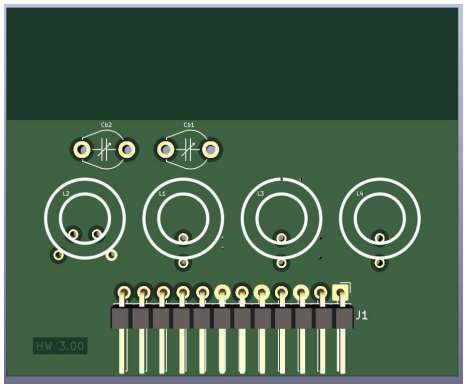

Hier die Pins von L1 und L2. L2 1/2 und L2 3/4 sind 2 getrennte Wicklungen. Wobei L1 und L2 1/2 die gleiche Induktivität bzw. Windungszahl haben. L2 3/4 kann man auch noch aufbringen wenn L2 eingelötet ist. Ich habe das so gemacht.

## 1.4 Band-Steckmodule

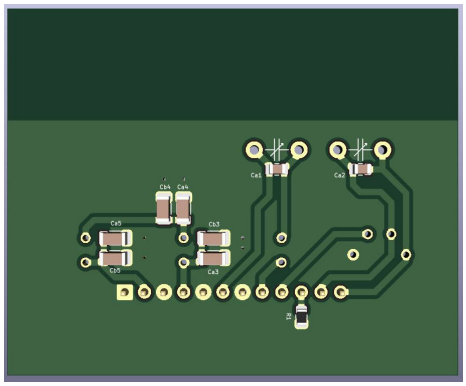
Die Band-Module Hardware 3.00 habe ich etwas höher gemacht. Sie lassen sich so besser handhaben beim Stecken und Ziehen.




Aufgebautes Modul Hardware 3.00 für das 30m-Band.




3D-Darstellung aus Kicad. Leiterplatte von oben.



3D-Darstellung aus Kicad. Leiterplatte von unten.

## 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_2_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.

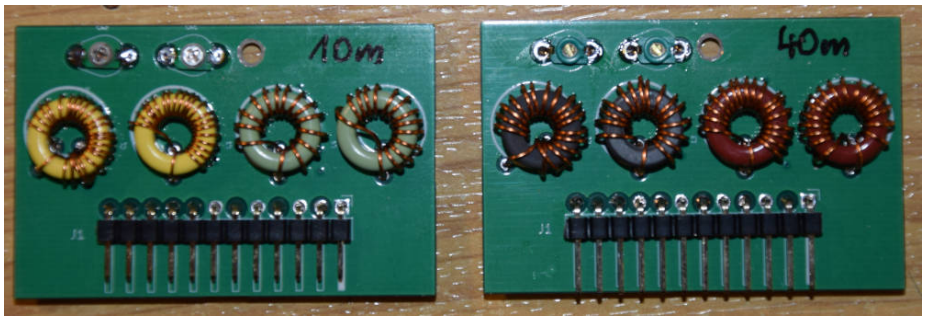
Die Leiterplatte ist möglichst mit der ***ibom.html (interaktive Bestückungshilfe)** zu bestücken. Aber auch die PDF und PNG aus dem Verzeichnis *plots* sind eine gute Hilfe zum Bestücken.

## Die 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.




Das sind noch die alten Band-Module

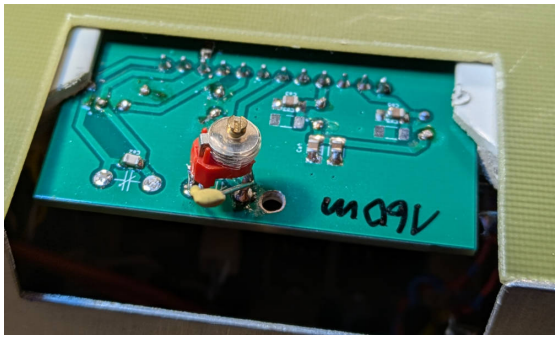
Links das Modul für 10m. Ich habe SMD-Trimmer eingelötet. Die funktionieren auch gut. Rechts das Modul für 40m.

## 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.

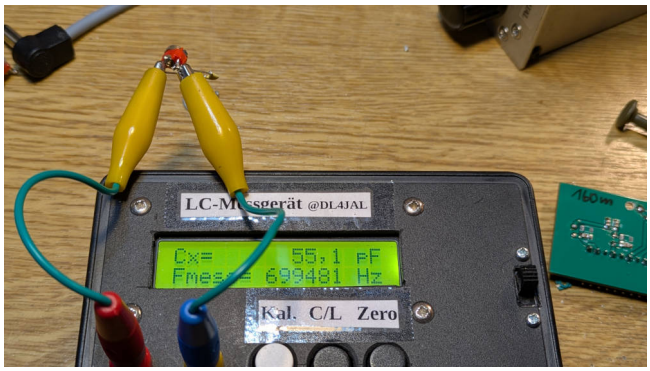
Ein große Hilfe ist hier, mit einem zusätzlichen Trimmer zu arbeiten. Ich habe einen 40pF Trimmer auf der Rückseite angelötet. Als ersten Schritt drehen wir den SMD-Trimmer auf dem Bandmodul auf halbe Kapazität (15pF).

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.

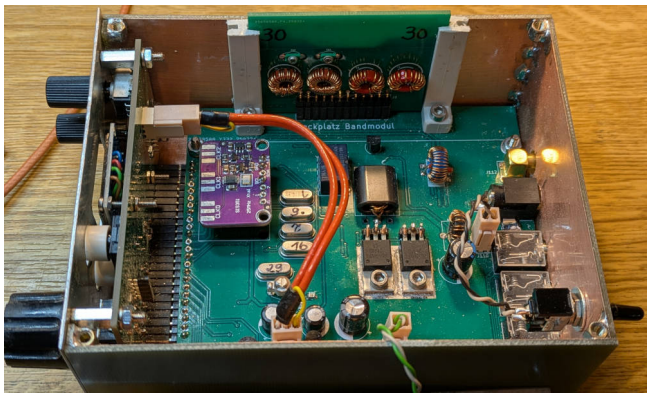
Sind die beiden 56pF eingelötet, kann mit dem SMD-Trimmer noch einmal nachgestimmt werden, auf Rauschmaximum mit angeschlossener Antenne.

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.

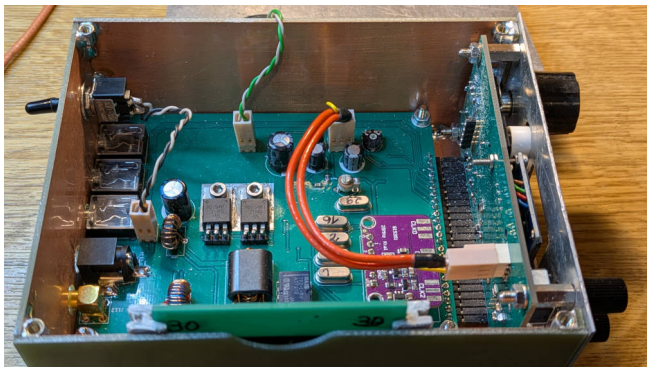
## Führungsschiene für Band-Module

Die Führungsschienen für Leiterplatten sind bei „Reichelt“ erhältlich. Ein Befestigungsfuss muss abgesägt werden. Durch die Führungsschienen entfällt das „fummelige“ einfädeln der Bandmodule. Ich habe im neuen Aufbau die Führungsschienen bündig mit der Aluminiumabdeckung gekürzt.

Bestellnummer bei Reichelt: **KARTENHALTER**.

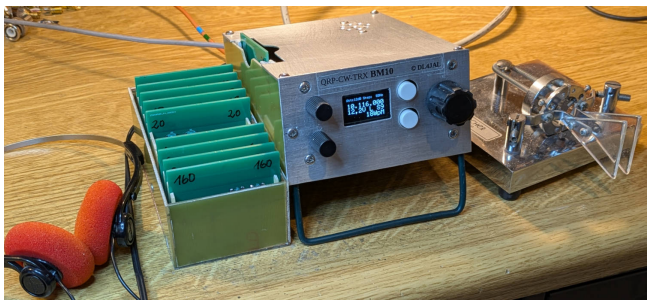


So habe ich die Schienen eingebaut. Die Schienen sind 1 mm höher als die Seitenwand und schließen somit mit der Aluminium-Deckplatte ab.

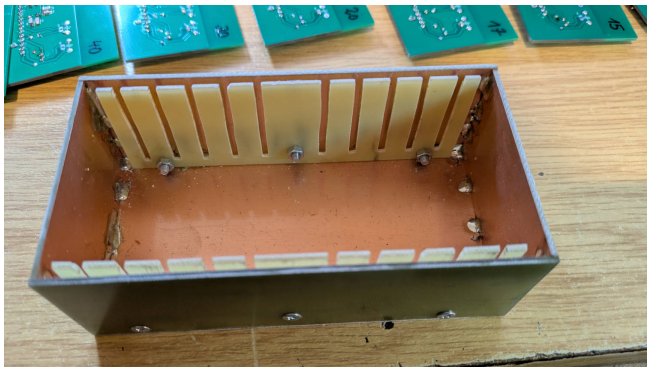


Die Seitenwand am Band-Steckmodul habe ich nur leicht ausgespart. Das Band-Modul lässt sich so gut wechseln. Die Seitenwand schirmt das Band-Modul ab. So ist das besser gelöst.

## Aufbewahrung der Band-Module




Das ist noch einmal die Gesamtansicht des TRX BM10 mit dem Behälter für die Bandmodule. Der Behälter für die Bandmodule ist so sehr platzsparend.



Die Abmaße des Behälters außen:

**Länge** 122 mm

**Breite** 63 mm

**Höhe** 41,5 mm

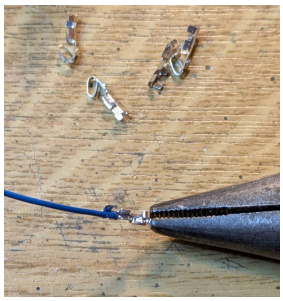
Innen habe ich 2x Platinen mit einem „Kamm“ eingeschraubt. Die „Kammplatine“ sind mit Abstand(etwa 2 mm) zur Seitenplatine angeschraubt. Die Schlitze im „Kamm“ sind 2 mm breit und 32 mm lang. So passen die 10 Bandmodule platzsparend in den Behälter.

Die Band-Modul sind so auch mechanisch gut geschützt. Ich wollte nicht noch einen Schutz pro Modul wie beim „Sierra“.

## 1.5 Steckverbindungen

Es sind nur noch ganz wenige Steckerbuchsen in der Hardware 3.00 notwendig.

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!**

### 1.5.1 PSK-Stecker der TRX-Platine und der MC-Platine

Zwischen beiden Platinen ist nur noch eine Verbindung mit geschirmten Diodenkabel nötig. Alle anderen Verbindungen laufen durch die 24-polige Stecker-Buchsenleiste.

#### Power, J110

Dieser Anschluß ist 2-polig und für den EIN/AUS Schalter der Stromversorgung gedacht.

#### Lautsprecher, J113

Dieser Anschluß ist 2-polig. Hier wird der kleine Mini-Lautsprecher angesteckt. Der Lautsprecher befindet sich in der Aluminium-Abdeckung.

#### 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 |

## 1.6 Das Gehäuse des TRX BM10

### 1.6.1 Gehäuse aus FR4 Leiterplattenmaterial für HW 3.00

Für das Muster der Hardware 3.00 habe ich auch wieder Leiterplattenmaterial „FR4 Kupfer einseitig“ zusammen gelötet. Das Gehäuse muss aber genau in der Länge stimmen, da die Frontplatine mit der Aluminium-Front und die TRX-Platine mit den Klinkenbuchsen und der SV-Buchse ein Einheit ergeben, die in der Länge nicht verändert werden kann.

**Grundplatte** 1x Maße: 104mm x 132mm FR4 einseitig Kupfer.

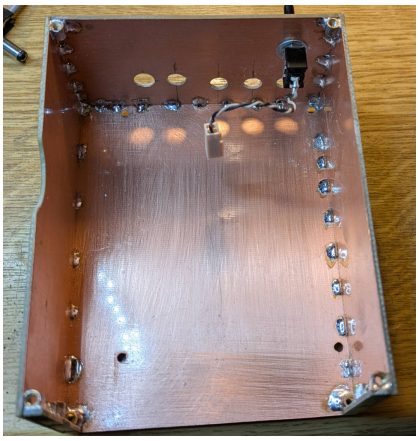
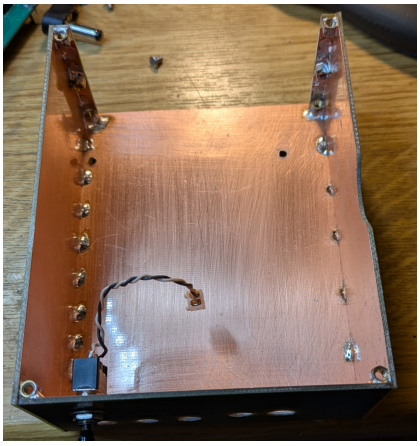
**Rückwand** 1x Maße: 101mm x 53mm FR4 einseitig Kupfer. Für die Buchsen, Ein/Aus Schalter und BNC-Buchse müssen Löcher in die Rückwand. Das muss genau ausgemessen werden, da die Buchsen auf der TRX-Platine fest eingelötet sind.

**Seitenwand** 2x Maße: 132mm x 53mm FR4 einseitig Kupfer.

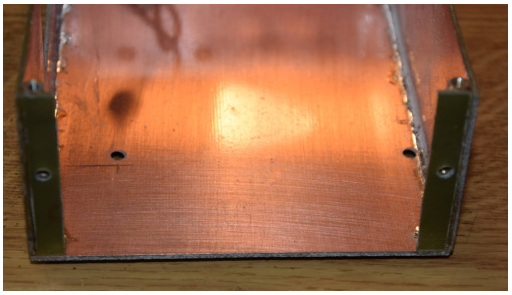
**Frontstreifen rechts und links** 2x Maße: 5mm x 53mm FR4 einseitig Kupfer.

**Deckel** 1x Maße: 104mm x 132mm 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.

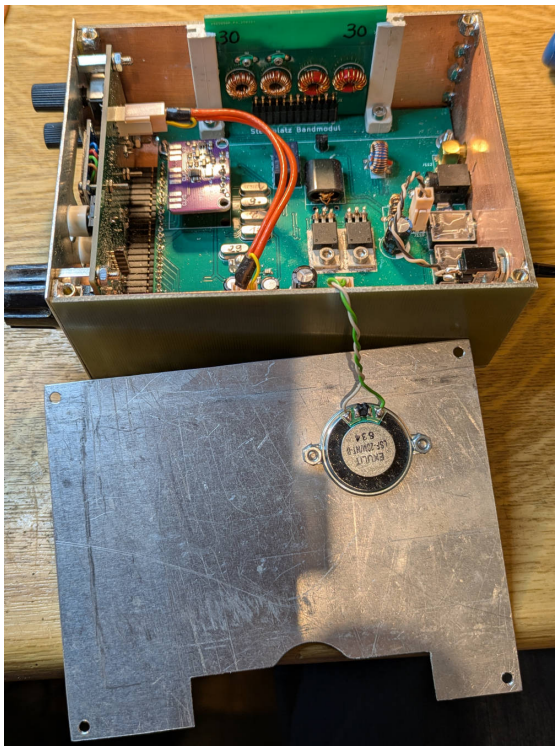
**Frontplatte** 1x Maße: 105mm x 57mm Aluminium 1mm Stärke. Hier müssen noch die Löcher und Ausschnitte für die Bedienelemente und das OLED-Display ausgearbeitet werden.

Ansicht im Gehäuse komplett. Zu sehen ist der Power EIN/AUS-Schalter mit dem 2-poligen Stecker.



Die beiden Frontstreifen 5mm von außen und von innen. Für die Befestigung der Frontplatte und des Aludeckels habe ich Messing-Sechskant-Bolzen von 5mm Länge eingelötet. Am Boden, rechts im Bild der Sechskant-Bolzen, dient der Stabilisieren des Aufstellbügels.

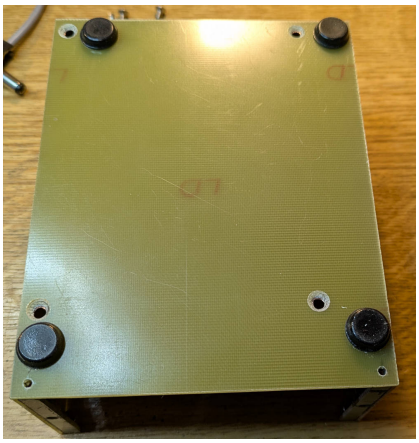
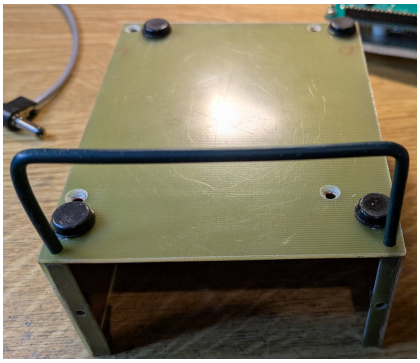


Ansicht mit offenen Gehäuse komplett. Zu sehen ist auch der kleine Lautsprecher. Die Führungsschienen sind 1mm länger in der Höhe und schließen somit mit der Deckplatte bündig ab.

### 1.6.2 Ein Aufstellbügel für den BM10

Ich habe mir einen Aufstellbügel aus **Spanndraht für Gartenzäune 2mm grüne Isolierung** 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.

Ganz vorn am Rand die beiden Löcher 2mm für den Aufstellbügel.

# 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