

# Elektronik

## Zusammenbau RoeTest

*Röhrentester von H.Weigl*



## Inhalt

<b>ZUSAMMENBAU ROETEST</b> .....	<b>1</b>
<b>1. VORBEMERKUNGEN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. BESONDERHEITEN</b> .....	<b>3</b>
2.1 Einbau eines x86-SBC .....	3
2.2 Einbau eines LCD mit Touchscreen .....	3
2.3 Aus Platzmangel ein Koffergerät .....	3
<b>3. AUFBAU DER PLATINEN</b> .....	<b>4</b>
3.1 Teilen einer Steckerleiste für die Zusatzstecker der Steckkarten .....	5
3.2 Bestückung der Hauptplatine .....	5
3.3 Zusatzarbeiten für die Hauptplatine .....	7
<b>4. DIE FRONTPLATTE</b> .....	<b>10</b>
<b>5. GEHÄUSERAHMEN UND KOFFER</b> .....	<b>12</b>
<b>6. BAU DER ABGLEICHBOX</b> .....	<b>17</b>
<b>7. "RADXA X4" ALS WINDOWS-RECHNER</b> .....	<b>19</b>
7.1 LCD-Touchscreen-Monitor .....	19
<b>8. VERSUCHE UND ANPASSUNGEN</b> .....	<b>20</b>
8.1 Versuch mit Raspi-5 SBC unter ARM-Linux .....	20
8.2 Mögliche Steckerlösung für Endtransistoren .....	21
8.3 USB-Verbindung über Bluetooth-Seriell-Adapter .....	22

## 1. Vorbemerkungen

Der Röhrentester von Helmut Weigl hatte mich in den Beschreibungen schon beeindruckt, ein Premium-Gerät mit ausgefeilter Software, in der eine ganze Menge know-how über Röhren eingeflossen ist.

In den Beschreibungen der Nachbauten auf der Seite von Hr.Weigl ist der Zusammenbau schon vielfach beschrieben worden, so das hier vor allem die vom Standard abweichenden Besonderheiten beschrieben werden.

Da der Röhrentester in seinem Gehäuseaufbau seine Frontplatte auf der Oberseite hat, anstatt auf der Frontseite, z.B. in einem 19-Zoll-Gehäuse mit Backplane, und in meinem Elektroniklabor nicht so viel Platz ist, erfolgt der Einbau in einem Koffer als Gehäuse.

Hier meinen ganz lieben Dank an Thomas Müller, aus dessen Baubeschreibung ich gute Anregungen übernommen habe und an Michael Müller, der die 3D-Modelle für die Fassungsbox, den Adapter und Halter allgemein zur Verfügung stellt.  
(Baubeschreibungen auf der Seite von Herrn Weigl)

## 2. Besonderheiten

### 2.1 Einbau eines x86-SBC

Der Röhrentester soll standalone nutzbar sein, also ohne zusätzlichen PC, Laptop o.dgl. Dazu wurde letztendlich der Radxa X4 verwendet, ein kleiner Single Board Computer im Raspi-Format, aber für Windows.

Windows-11 als Home-Version reicht vollkommen, eine OEM-Lizenz ist mit ca. 10€ entsprechend günstig.

### 2.2 Einbau eines LCD mit Touchscreen

Als LCD-Screen wurde ein 14"-Modell mit Touchscreen ausgewählt und in den Deckel des Koffers verbaut. Somit spart man sich die Tastatur.

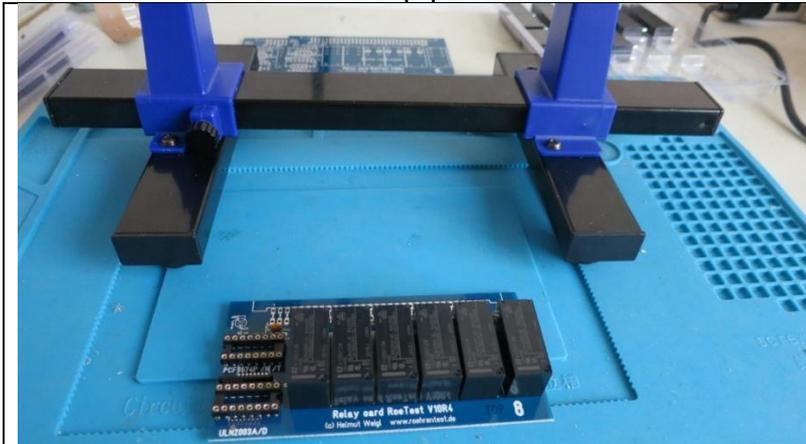
### 2.3 Aus Platzmangel ein Koffergerät

Da es ein Koffergerät wird, wollte ich die Karten nicht hängend einbauen, wie es standardmäßig vorgesehen ist. Die Steckerleisten können nicht miteinander verschraubt werden, so dass der Kontakt mir auf Dauer zu unsicher erschien. Daher wird die Hauptplatine "richtigherum" mit den Bauteilen nach oben eingebaut.

Dies hat allerdings den Nachteil, dass alle Verkabelung mit der Frontplatte steckbar ausgeführt sein müssen. Es war ein ziemlicher Aufwand, den ich so nicht bedacht hatte. Letztendlich hat es aber für alles eine Lösung gegeben.

### 3. Aufbau der Platinen

Die Platinen wurden nach und nach bestückt, zuerst die Relaisplatinen, dann die Steckkarten. Zum Schluß die Hauptplatine.

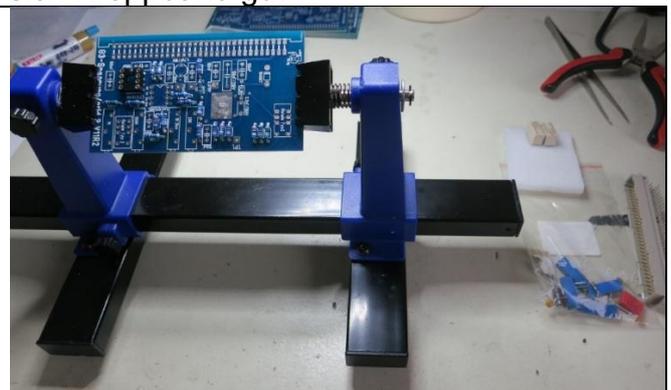
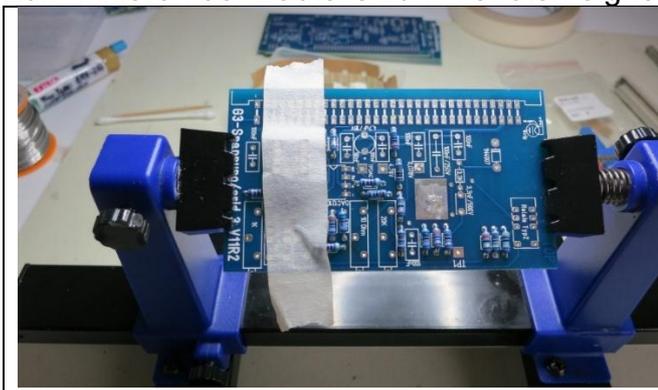


Angefangen wurde mit den Relaisplatinen.  
Alle ICs bekommen Fassungen, ausser die im SMD-Gehäuse



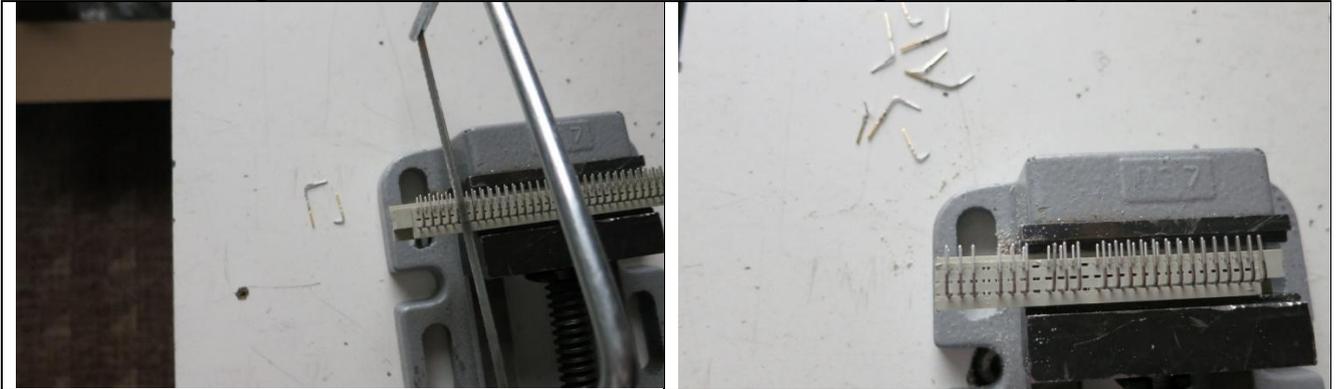
Die Pads für die SMD-ICs werden mit Lötpaste (Solder-Paste) benetzt.  
Zum Verlöten der SMDs wird eine Heißluftpistole verwendet.  
Als Unterstützung zur Erwärmung von unten wird zusätzlich eine spezielle Heizplatte benutzt.  
Sehr hilfreich bei den ICs mit nur 0,65mm Pinabstand.

Zum Fixieren der Bauteile zum Verlöten eignet sich Kreppband gut



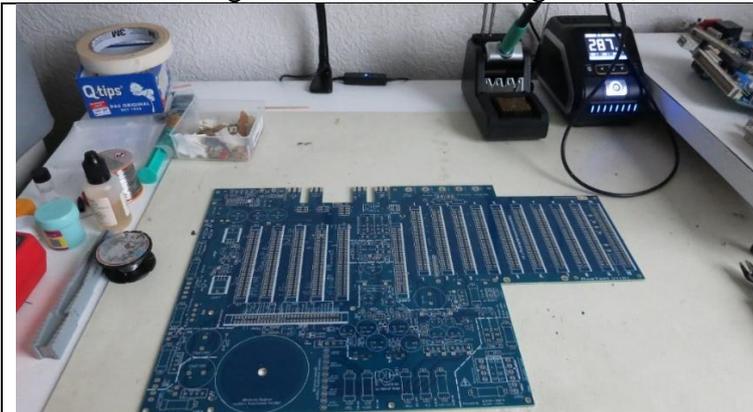
### 3.1 Teilen einer Steckerleiste für die Zusatzstecker der Steckkarten

Zum Aufteilen der Steckerleiste wurden an der zu sägenden Stelle zuerst der betreffende Stift mit einer Zange entfernt und dann dort mit einer Bügelsäge die Leiste getrennt.



### 3.2 Bestückung der Hauptplatine

Alle Verkabelung wurde trennbar ausgeführt, über Schraubklemmen oder Steckerleiste



Begonnen wurde mit den kleinsten und niedrigsten Bauteilen



Für die Testpunkte wurden Testpins eingelötet. Das vereinfacht das Messen beim Abgleich



Die Steckerleisten und weiterer Kleinkram sind bestückt.



Für die Anzeige-LEDs wurde eine Stiftleiste präpariert, so dass auch diese Verbindung steckbar ist.



Eingelötet sieht das dann so aus



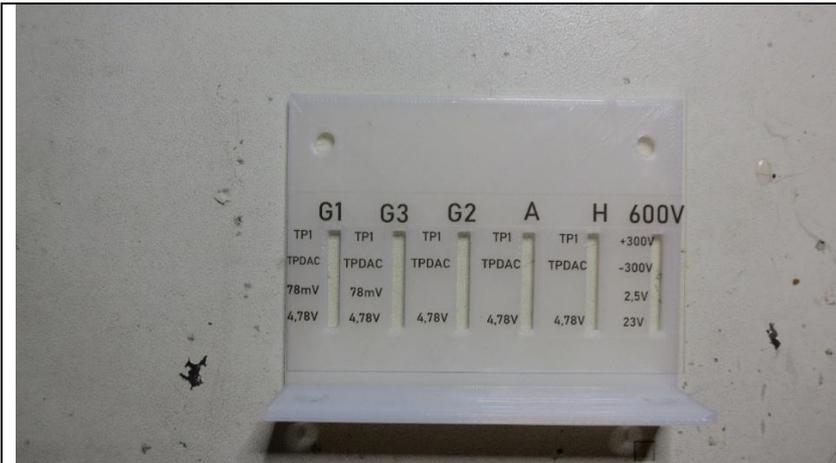
Das Anschlusskabel für die LEDs.  
Durch die geringe lichte Höhe im Gehäuserahmen an den Seiten von max. 4cm wurde nochmals eine steckbare Lösung für die LEDs zur Frontplatte erforderlich. Die LEDs sind dort einzeln steckbar.

Übersicht aller fertig bestückten Steckkarten

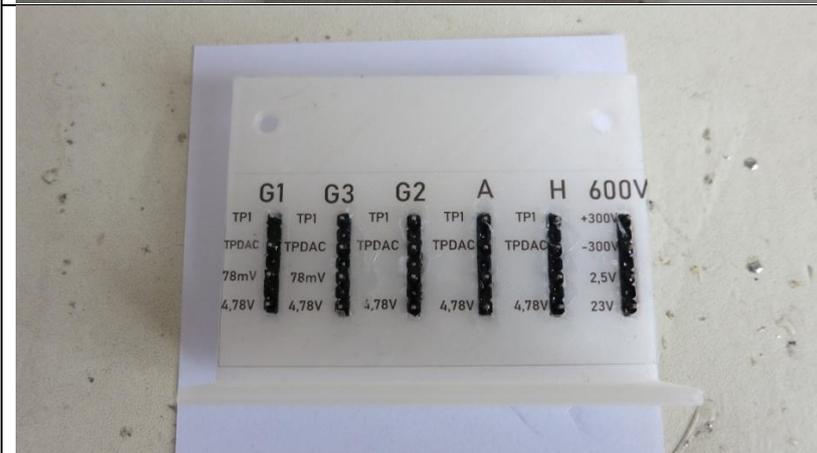


### 3.3 Zusatzarbeiten für die Hauptplatine

	<p>Crimpen und Verkabeln des Temperatursensor</p>
	<p>Die Isolierfolie auf der Unterseite. Diese wurde im Idee-markt vor Ort gekauft.</p>



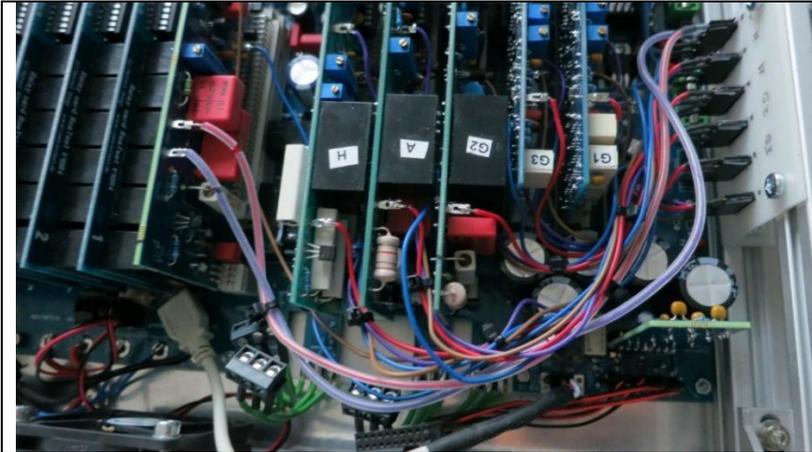
Die Testpunkte wurden über Stiftleisten an der Seite herausgeführt, um auch messen zu können, ohne das Gehäuse auseinanderzuschrauben zu müssen.



Hier mit verklebten Stiftleisten, Ansicht Außenseite  
Die Beschriftung erfolgte mittels Klebefolie für Laserdrucker wie bei der Frontplatte.



Und verbaut im Gehäuse mit zugehörigen Anschlusskabeln.



Überblick der Verkabelung zu den Testpunkten der Steckkarten.  
Die 600V-Leitung wurde zusätzlich mit Siliconschlauch umhüllt

### Einbau ins Gehäuse



Einbau und Verschraubung der Hauptplatine auf der Bodenplatte.



Trafos und Lüfter fertig montiert.

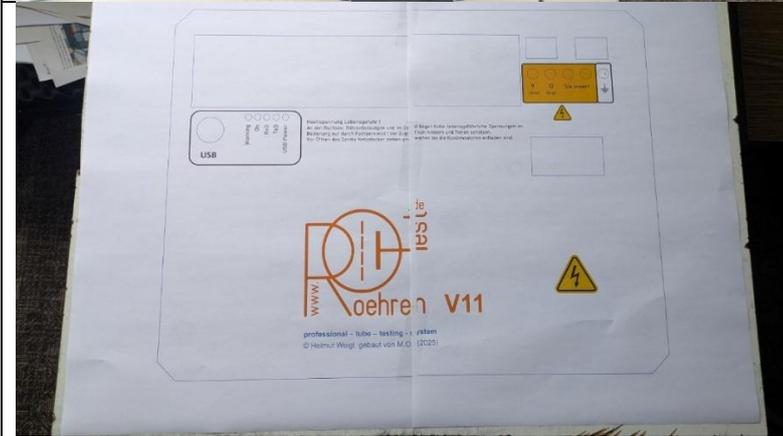
## 4. Die Frontplatte

Die obere Platte hat eine Dicke von 3mm, die untere von 5mm. Da hätte es auch 3mm getan, da das Gehäuse ja von den Profilschienen versteift wird.

Beide Platten wurden vorgeschritten online bestellt. Die Abschrägungen an den Seiten wurden nachträglich erstellt.



Dadurch, dass der Koffer 45-Grad Ecken hat, mussten die Aluplatten entsprechend angepasst werden. Das war mir vor dem Kofferkauf nicht aufgefallen.



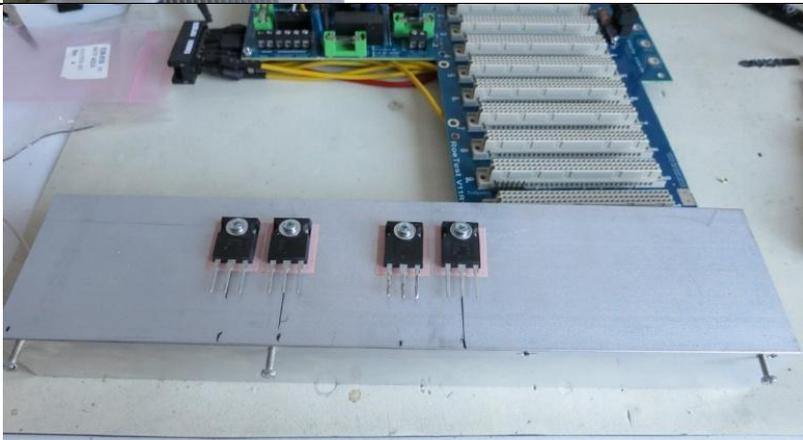
Entwurf Frontplattenbeschriftung mit Hilfe von Powerpoint. Das Programm von Schäffner ist hier ungeeignet, da es sehr umständlich und nur zur Auftragserstellung geeignet ist. Kosten für die Frontplatte wären hier 180€ gewesen, komplett illusorisch. Der Ausdruck erfolgte 1:1 über PDF als poster in 4 Teilen A4, die dann zusammengeklebt wurden.



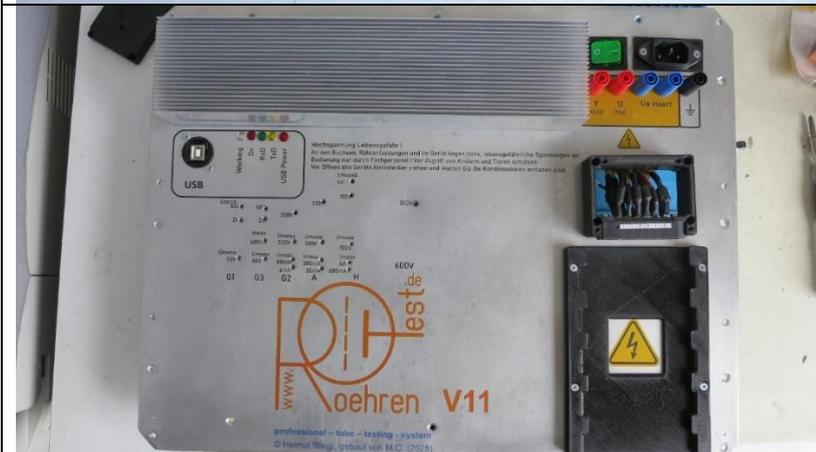
Positionierung des Kühlkörpers



Bedingt durch die geringe Höhe des Kofferdeckels, war kein Platz den Lüfter auf den Kühlkörper zu setzen. Daher mußte eine Aussparung gefräst werden.  
Nicht fein, aber notwendig



Montage der Transistoren. Hier war am Anfang noch geplant, den Kühlkörper senkrecht zu befestigen, daher die Gewindelöcher auf der Unterkante. Das wurde später geändert.

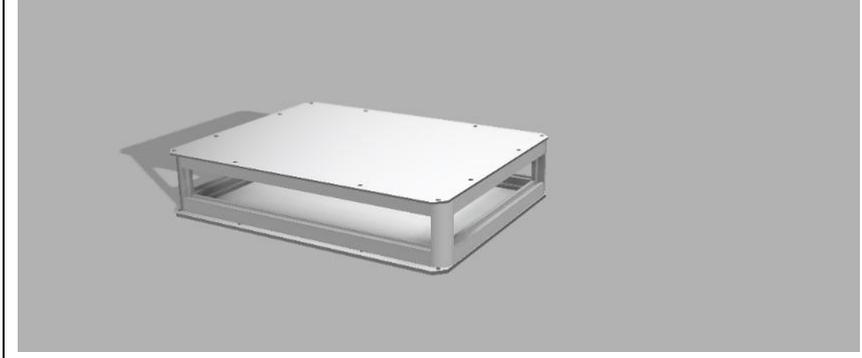
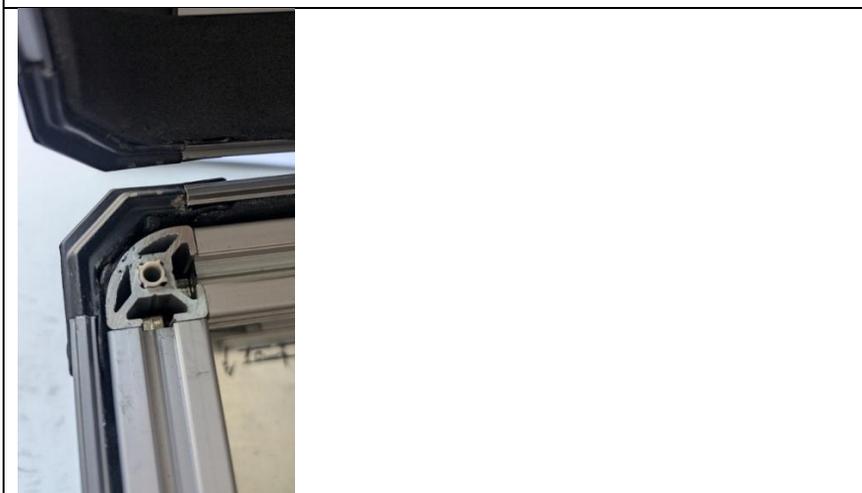


Die folierte und bestückte Frontplatte

## 5. Gehäuserahmen und Koffer

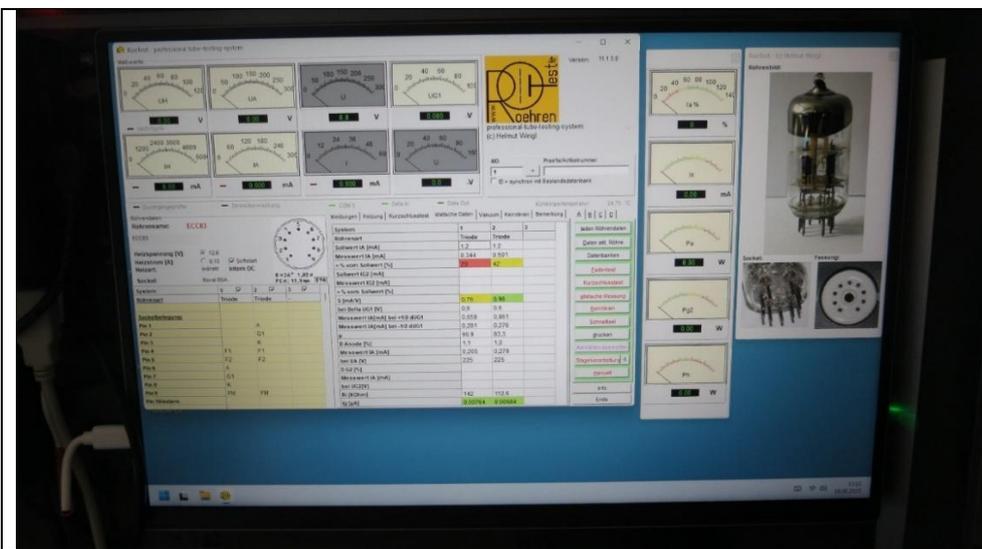
Das Gehäuse besteht aus 20mm Profilschienen, 90grad abgerundeten Eckprofilen und einer Aluplatte oben und unten.

Diese Eckprofile wurden durch die 45-Grad Ecken des Koffers notwendig, sonst hätte der ganze Rahmen nicht in den Koffer gepasst.

	<p>Ein erster Entwurf in Fusion. Durch die Kofferschlösser auf der Vorderseite mussten die Profilschienen vorne etwas nach hinten versetzt werden, da sonst das Gehäuse nicht in den Koffer eingesetzt werden kann. Die Befestigungslöcher vorne müssen auch noch versetzt werden</p>
	<p>Dübel als Justierhilfe für die Position des Profilrahmens auf der Frontplatte. Schließlich muss die Frontplatte genau mit der Oberkante des Kofferrahmens passen und der Rahmen im Koffer ebenso passen</p>
	<p>Das Steckernetzteil für den SBC wurde mit einem angelöteten Netzkabel, steckbar, ausgestattet</p>



Probepositionierung der Baugruppen



Probetrieb des Touchscreens mit der Software



Fertiggestellte Oberseite und Probetrieb mit dem ersten Röhrentest



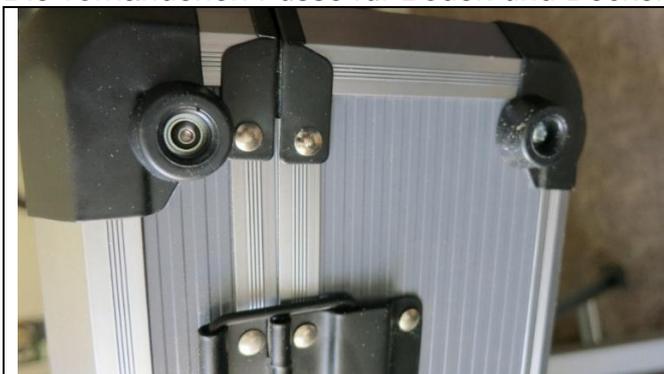
Die Deckelansicht.  
Links oben der SBC.  
Darunter das  
Steckernetzteil

Das Steckernetzteil versorgt den SBC über USB-C.  
Der SBC versorgt über USB-Kabel den Monitor, gleichzeitig übermittelt diese USB-Verbindung die Infos des Touchsensors.



Löcher bohren für den Lüfter.  
Es sind 2 Löcher notwendig, auf der Rückseite der Einlass und auf der Seite der Auslaß für die Luftströmung.  
Aus Platzgründen war ein Lüfter auf der Oberseite nicht möglich. Dazu hätte der Koffer höher sein müssen

Die vorhandenen Füße für Boden und Deckel des Koffers wurden gegen stabile getauscht.





Vorderansicht



Oberseite



Rückseite

Das Gerät fertig im Koffer aufgeklappt.



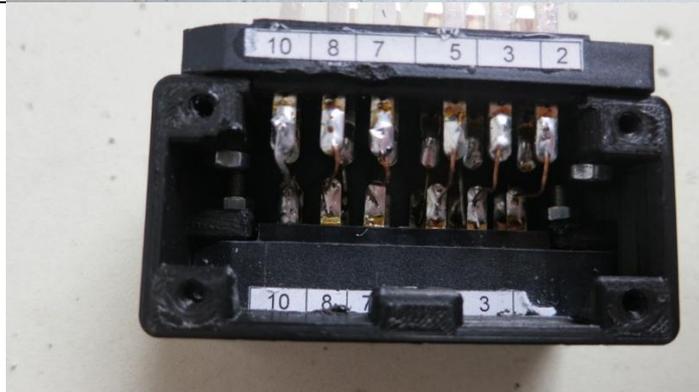
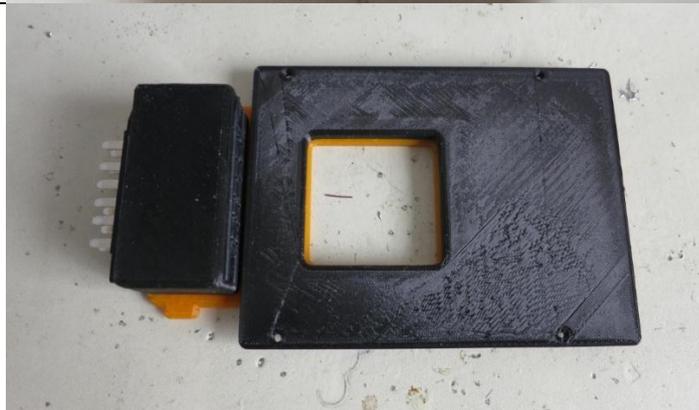
Für die Fassungsboxen ist im Koffer natürlich kein Platz mehr.  
Diese kommen dann in eine eigene Tasche.

Da die Steckkarten nach oben eingebaut sind, befinden sich auch die Abgleichtrimmer auf der Oberseite, ca. 5mm unterhalb der Frontplatte.

Daher wurden Löcher an den Stellen der Potis gebohrt, um einen Abgleich vornehmen zu können, ohne das Gerät demontieren zu müssen. (was in funktionierendem Zustand kaum möglich wäre).

Die Bohrungen wurden mit kleinen Gummipfropfen verschlossen.

## 6. Bau der Abgleichbox

	<p>Eine 3D-gedruckte Bohrschablone soll die Bohrungen für die Widerstände vereinfachen.</p>
	<p>Da diese Variante der Abgleichbox nicht zu der Fassungsbox-Halterung passt, musste ein Adapterkupplung gebastelt werden, um den Höhenunterschied auszugleichen.</p>
	<p>Die Adapterkupplung mit den zwei Halteplatten. Im Prinzip ein Adapter von dem ursprünglichen Haltewinkel des Roetest zu der Variante von Hr.Müller</p>
	<p>Die Abgleichbox von innen</p>

Hier alles komplett zusammengesteckt: Ableichbox in Halterung, Adapter und Fassungsbox



## 7. "Radxa X4" als Windows-Rechner

Dieser SBC wurde als Set bestellt mit Gehäuse, USB-C Kabel, Steckernetzteil.  
Als RAM sind 4GB ausreichend. Das Kit kostete bei aliexpress ca. 95€  
Zusätzlich wird noch eine NVME-SSD mit 265GB benötigt für ca. 40€  
Es wurde versehentlich ein Stecker für Australien mitgeliefert, was aber unerheblich war.  
Da das Steckernetzteil mit einem Netzkabel fest verlötet wird, wird der Adapter nicht benötigt.



Auf dem SBC wurde Windows-11 installiert, die Treiber von der Radxa.Seite zu dem SBC heruntergeladen und ebenso installiert.  
Die Windows-Lizenz ist ein Home-OEM-Lizenz für ca. 10€  
Dann folgt noch die Installation der RoeTest-Software und der Abgleich des Geräts selbst

### 7.1 LCD-Touchscreen-Monitor

Es wurde ein 14" IPS-Monitor mit Auflösung 1920x1200 Auflösung mit Touchscreen gewählt.  
Dieser wurde bei Amazon gekauft für ca. 96€.  
Ein Monitor mit "normaler" HD-Auflösung von 1920x 1080 würde auch noch gehen, dann ist der Platz in der Horizontalen vom Programmfenster her aber voll ausgenutzt.

## 8. Versuche und Anpassungen

### 8.1 Versuch mit Raspi-5 SBC unter ARM-Linux

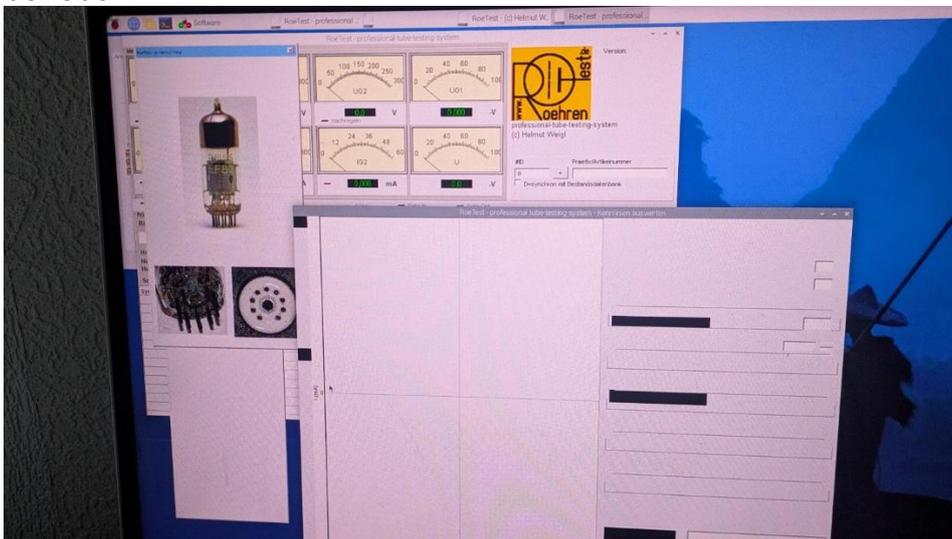
Es wurden verschiedene Linux-Distributionen, die für den ARM zur Verfügung stehen, durchprobiert.

Das Programm läuft, bis auf das Kennlinienmodul. Daher fiel diese Lösung flach und es wurde auf einen x86-SBC ausgewichen.



Sobald das Kennlinienmodul aufgerufen wird, hängt Linux und das Programm selbst. Der Aufbau der Buttons und des Fensters kann nicht abgeschlossen werden.

Ja, das GL-Modul wurde installiert, aber ich habe keine Möglichkeit gefunden, den Fehler zu beheben.



Vermutlich hängt es mit der 32bit der Roetest-Software zusammen. Unter ARM wird 32bit-Windows-Software mit box86 emuliert, egal ob man wine aufruft.

Das mag unter x86-Linux dann anders sein, denn dort soll das Programm ja funktionieren mit Linux.

## 8.2 Mögliche Steckerlösung für Endtransistoren



Da ich auch für die Endtransistoren eine steckbare Lösung brauchte und in einer Nachbau-Beschreibung jemand nachgefragt hatte, hier meine Idee dazu:

Verwendung von Steckern aus der Solarbatterie-Sparte. Diese Stecker sind bis 60A belastbar. Allerdings konnte diese Lösung zum einen aus Platzgründen nicht verwendet werden, und diese Stecker nur sind sehr schwer steckbar, was hier mit nur angelöteten Kabeln keine Option war.

Daher der einfache Weg über vier 3-polige Schraubklemmen. Auf der einen Seite angelötet, auf der anderen Seite wird das Kabel zum Transistor festgeschraubt.

### 8.3 USB-Verbindung über Bluetooth-Seriell-Adapter

Es wurde mit den Modulen HC-05 und HC-06 getestet. Letztlich funktionierten diese Module nicht mit dem Roetest.

	<p>Die Steckerbelegung der RS232-Schnittstelle auf der Hauptplatine ist schon für BT-Module mit dieser Pinbelegung vorbereitet. Dieses würde dann die USB-Platine ersetzen.</p>
	<p>Die beiden Widerstände von 1k und 2k stellen eine Pegelanpassung für RxD dar, also von 5V USB-Level nach 3,3V der BT-Platine.</p>

Der Test war mit beiden Modulen nicht erfolgreich. Das Koppeln mit dem SBC funktionierte zwar. Aber die Roetest-Software konnte die Schnittstelle wohl nicht korrekt erkennen. Trotz Vorgabe des COM-ports in der Datei wurde die Schnittstelle zwar geöffnet, was an der Status-LED des Moduls erkennbar war, aber danach kam keine Kommunikation zustande. Es machte den Eindruck, als wenn das Problem bei TxD liegen würde. Es half auch nicht, im Gerätemanager auf dem SBC die Baudrate des COM-ports fest auf 19200 baud zu stellen, da das RoeTest diese nutzt.

Ein Gegentest des Moduls mit einem Arduino nano als Endgerät, der die seriellen Daten einfach weiterreicht an ein Terminalprogramm auf dem SBC, funktionierte problemlos in beide Richtungen.

Daher mußte die Verbindung von der Frontplatte zum SBC leider über ein USB-Kabel erfolgen.