

# Ersatz des Anzeigeeinstrumentes am UVN BN12003 von R&S



## Lohnt sich eine Reparatur?

Das Messgerät steht und fällt mit dem Anzeigeeinstrument. Ist das nicht mehr zu reparieren, hat der Rest eigentlich keinen Nutzungswert. Allerdings kommt es darauf an, was man mit dem Gerät machen möchte. Immerhin ist es ein Vorverstärker für schwache Signale, die sonst auf dem Oszillografen nicht sichtbar sind. Für den Frequenzbereich bis 1 MHz also ideal einzusetzen. Durch den nachfolgend beschriebenen Ersatz des Drehspulinstrumentes verliert das UVN etwas an Performance. Die Streukapazität übersteigt wegen des isolierten Aufbaus der zusätzlichen Teile den ursprünglichen

Wert von 500 pF. Und die Genauigkeit leidet, weil eine korrekte Nachbildung der Skalen zu aufwändig wäre. Beschränkt man sich aber auf den Einsatz z.B. als Signalverfolger, dann lohnt sich die kleine Bastelarbeit.

## **Genauigkeit**

Die Skala des UVN hat eine Teilung mit 50 Strichen. Der max. Strom durch das Drehspulinstrument ist 100µA. Der Innenwiderstand des Instrumentes ist 2,5 k. Daran entsteht eine max. Spannung von 2,5V. Die Teilstriche sind etwas 1mm voneinander entfernt. Man kann so auch Zwischenwerte bis hinab zur Teilerbreite ablesen. Und dadurch ist die Auflösung der mechanischen Anzeige etwa  $1\text{mm} : 5 = 0,2$  Teile. Da die Anzahl der Teilstriche 50 ist, bildet der Zwischenraum 2% ab. 0,2mm aber entsprechen dann einem Fünftel, also 0,4%.

Unser Arduino kann 5V mit einer Auflösung von 1024 am analogen Input herstellen. Das ist eine Schrittweite von 5mV. Die Skala der mechanischen Anzeige hat die Teilung  $2,5\text{V} / 100 = 50\text{ mV}$ . Ist also 10 mal grober. Die Auflösung von 5mV entspricht einer Genauigkeit von einem Fünftel  $= 50/5 = 2\%/5 = 0,4\%$ . Damit ist die Auflösung hinreichend gegeben, denn bei einer Zeigerbreite von 0,2mm ist auch an der mechanischen Anzeige nichts mehr zu unterscheiden. Aber wir nutzen nur 2,5V statt 5V am analogen Input. Eine weitere Auflösung bringt nichts, wäre aber mit einem besonderen ADC mit 12 Bits möglich.

## **Linearität**

Die mechanische Anzeige hat eine weitgehend lineare Teilung. Allerdings sind bereichsweise geringe Abweichungen. Sollte sich zeigen, dass die Genauigkeit nicht befriedigend ist, müsste ich eine Wertetabelle, ein Array programmieren. Das ist aufwendig und muss durch genaue Messungen erstellt werden. Deshalb werde ich zunächst versuchen, ohne ein Array auszukommen.

## **Zweite Skale**

Es gibt am Original eine 10ner-Skale und eine 3er-Skale. Die 3er-Skale ist am Beginn stärker gedehnt. Und die stufenweise Einstellung am Drehschalter geht von 300V bis 1mV. Die 3er-Skala hat etwas über 30 Striche. Daher muss eine Wandlung der analogen Werte von 500 auf 33 gemacht werden. Bei der 10ner-Skale von 500 auf 100. Sollte das programmtechnisch zu primitiv sein und zu erheblichen Abweichungen vom wahren Wert führen, muss auch hier ein Array angelegt werden. Praktische Messungen werden zeigen, ob das notwendig ist. Denn schließlich fehlt durch den Ausfall der mechanischen Anzeige ein Ersatz, mit dem man

1. einen Trend erkennt und 2.
2. einen hinreichend genauen Messwert ablesen kann.

Für präzise Messungen werde ich im Bedarfsfall ein anderes hochwertiges Messgerät einsetzen.

## **Potentialfrei messen?**

Das UVN ist in dieser Modifikation auch massefrei, wenn man den Zusatz ebenfalls isoliert hält. Das Netzteil ist für die jetzt erheblich gesteigerte Stromversorgung nicht geeignet. Nach dem Einbau eines stärkeren Trafos(10W) ging das jedoch. Die Versorgung des Differenzverstärkers und des Arduinos wird also vom zusätzlichen Netzteil gemacht. Der Nachteil könnte der Einfluss von Störspannungen in den empfindlichen Messbereichen sein.

## **Besondere Eigenschaften des UVN**

Das UVN hat neben der Messfunktion noch den Vorteil, dass es einen Ausgang für das verstärkte Signal hat, an den man einen Oszillografen anschließen kann. Dadurch werden kleine Spannungen über das Eigenrauschen des Oszillografen angehoben und können so besser dargestellt werden. Ebenso vorteilhaft ist es möglich, sehr niedrige Pegel auf ein höheres Niveau für einen Zähler anzuheben. Kommt schließlich als dritte Möglichkeit hinzu, dass man das Gerät getrennt von der Masse vollständig isoliert in einen Messkreis einfügen kann. Es ist also massefrei zu verwenden, wenn man die zuvor beschriebenen Änderungen vornimmt.

Wegen dieser Features habe ich über die weitere Verwendung des schadhaften Gerätes nachgedacht und beschlossen, die defekte Anzeige zu ersetzen. Es ist fast ausgeschlossen, dass man das Messwerk irgendwo in absehbarer Zeit kaufen kann. Ein gebrauchtes UVN wird sehr selten angeboten.

## **dB-Anzeige**

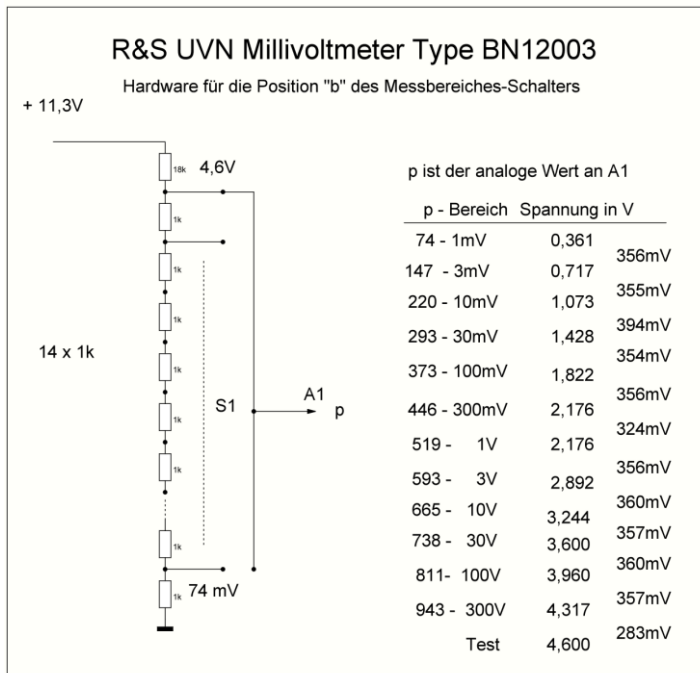
Ob ich sie nachbilde, werde ich noch prüfen. Es ist aufwendig, hier für alle Bereiche eine Berechnung durchzuführen. Und es ist fraglich, ob die Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit zu erfüllen sein werden. Wenn nicht, ist das kein großer Verlust, denn dafür habe ich andere Messgeräte, die speziell darauf abgestimmt sind. Und für Messungen im HF-Bereich steht mir ein URV35 zur Verfügung.

## **TVT321**

Es gibt dieses preiswerte Gerät, dessen Verwendbarkeit ich allerdings nicht bewerten kann. Es kostet bei Aliexpress inkl. Versand ca. 110 EUR. Aber es hat ein Drehspulinstrument mit einer passenden Skale, das man eventuell als Ersatz einsetzen könnte.

## **Hardware**

Da kann man sich viel Arbeit machen. Ich habe versucht, die vorhandenen Teile zu verwenden. Es wird mit einem Spannungsteiler eine Messspannung bereitgestellt, die mit der Software dekodiert wird. Jeder spezifischen Spannung ist ein Bereich zugeordnet. Das Bild zeigt die Teilspannungen, die ich ermittelt habe.



Der Wert „p“ ist derjenige Zahlenwert(integer), der an dem INPUT A0 vom Arduino als analoger Wert( 10 Bit = 1024) eingelesen wird. Jetzt könnte man diesen in eine Spannung umrechnen. Aber die „map“-Funktion, die der Compiler anbietet, ist hier sehr nützlich. Damit wird die Position b(Integer) ermittelt. Die ist mit den Anzeigen(Dimensionen) und den Skalen verknüpft.

## Batterie-Test

Das Drehspulinstrument ist im Original isoliert von der Masse eingebaut. Im Original war es mit einem doppelpoligen Taster sehr einfach möglich, eine Prüfspannung direkt ans Instrument zu legen. Hier geht das jetzt nicht mehr mit diesem Taster. Wer aber alles auf eine gemeinsame Stromversorgung umbaut, kann das wieder machen. Nach dem Einschalten wird die Spannung des Akkus geprüft und für

einige Sekunden angezeigt. Der Taster löst jetzt einen RESET des Arduinos aus, was manchmal sehr nützlich ist.

## **Darstellungsprobleme**

Leider wird der farbige Balken, der dem Signalpegel folgt, stets erst neu gezeichnet, wenn der vorangehende Wert überschrieben wurde. Ich habe keine andere Lösung gefunden, als jeweils mit einem schwarzen Rechteck die alte Darstellung zu überschreiben. Es entsteht aber ein lästiges Blinken, wenn sich der Messwert verändert. Um nun nicht auch noch die Anzeigen des Messbereiches auf dem Display immer mitblinken zu lassen, wird der Messwert erst nach der letzten Änderung der Mess-Spannung dauerhaft angezeigt. Das Display wird dadurch ruhiger. Ändert sich nichts, wird alle 2 Sekunden eine Darstellung automatisch ausgelöst.

## **Stromversorgung**

Zunächst versuchte ich die vorhandene Stromversorgung für die Erweiterungen zu nutzen. Schon bei der Zusatzbelastung mit 23mA durch den Arduino und dem Display sank die Betriebsspannung auf einen zu niedrigen Wert. Die Batterieüberwachung funktionierte auch nicht mehr. Die Betriebsspannung war unter 10 V. Also baute ich versuchsweise noch zwei kleine Schaltnetzteile für +12V ein. Einmal für den Arduino, wobei ich diese Spannung auf 10,7V herunterregeln konnte. Und dann brauchte ich ja für die Messwertverstärkung eine negative Hilfsspannung von -12V für die OPs. Letztlich funktionierte das alles. Aber es stellte

sich heraus, dass die Schaltnetzteile Störspannungen erzeugten, die nicht zu beseitigen waren. Also nochmal eine Umstellung auf ein Netzteil mit einem Trafo. Danach war Ruhe in der Versorgung. Der 10W-Printtrafo wird handwarm.

Die Schaltnetzteile zogen beim Einschalten immer wieder einen Impuls, der meinen FI-Schutzschalter(10mA) auslöste. Ich saß also zu oft im Dunkeln in meinem Kellershack. An einer anderen Steckdose trat dieser Mangel nicht auf. Man muss mit solchen Problem rechnen. Nie zuvor hatte ich das erlebt. Denn mein PC und einige Funkgeräte machen da keine Blackouts. Nach dem Einbau des Trafo-Netzteils war der Spuk jedoch verschwunden.

## **Die Software**

...werde ich als .ino-Datei extra verlinken. Es macht wenig Sinn, die Bibliotheken zu dokumentieren. Da ändert sich viel zu schnell die Situation. Die IDE und die Bibliotheken werden ständig geupdatet. Deshalb hat diese Nachbauhilfe nur einen zeitlich begrenzten Wert. In den nächsten drei Jahren sollten da allerdings keine Probleme entstehen.

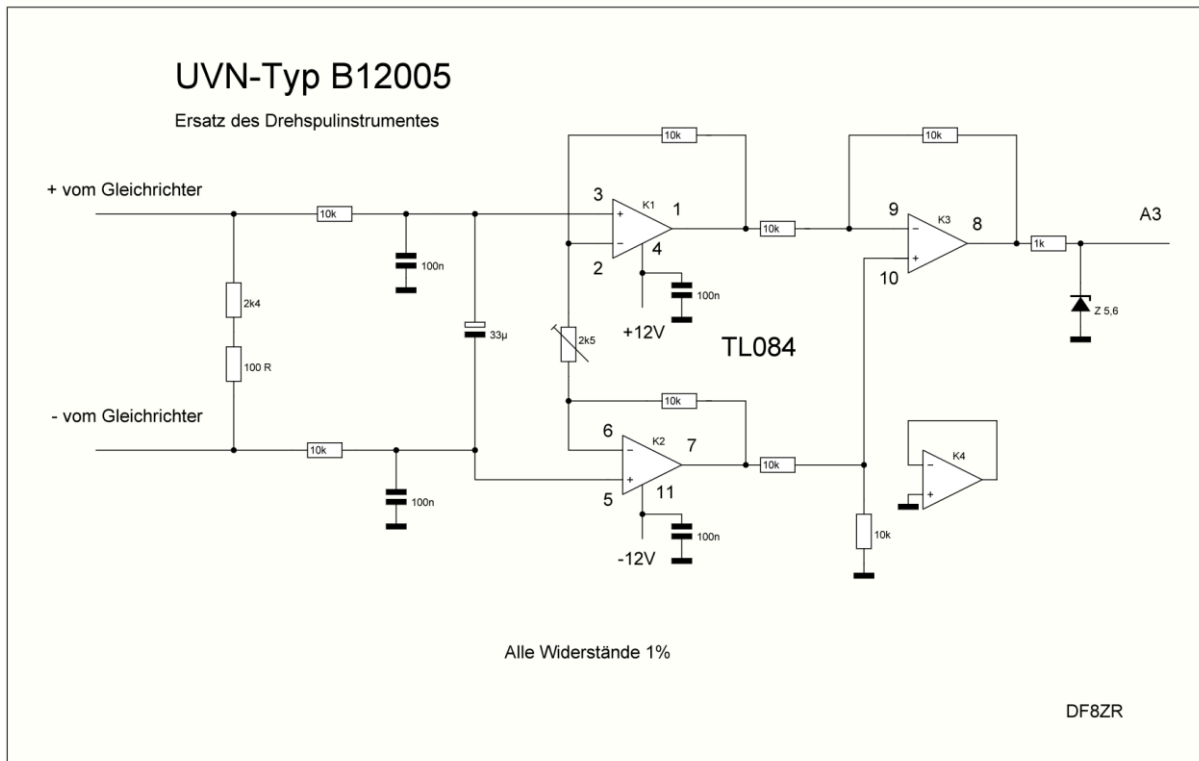
Ich habe die Codierung weitgehend durch Bemerkungen dokumentiert. Grundsätzlich besteht immer noch das Problem mit dem Flimmern der Darstellung. Es entsteht durch das Überschreiben mit schwarzen Rechtecken in den einzelnen Bereichen des Displays. Der Anzeigebalken und die Ziffern der Messwerte werden spätestens alle 2 Sekunden neu eingeschrieben. Ansonsten folgt die Erneuerung in einer akzeptablen Geschwindigkeit ohne große Verzögerungen. Ich

habe schaltungstechnisch in der Hardware mit Tiefpässen gearbeitet, um die Trägheit des Masse-Systems Drehspule und Zeiger nachzubilden. Und eine Drehspule stört sich auch nicht an der Restwelligkeit des Gleichrichters. Der analoge Input des Arduinos muss aber eine saubere Gleichspannung abfragen. Hier wurden Tiefpässe vorgeschaltet. Und ein großer Ladeelko sorgt dafür, dass die Restwelligkeit bei tiefen Frequenzen unter 1mV bleibt. Dadurch muss man in Kauf nehmen, dass der Wert der Anzeige erst nach 1 s korrekt ist.

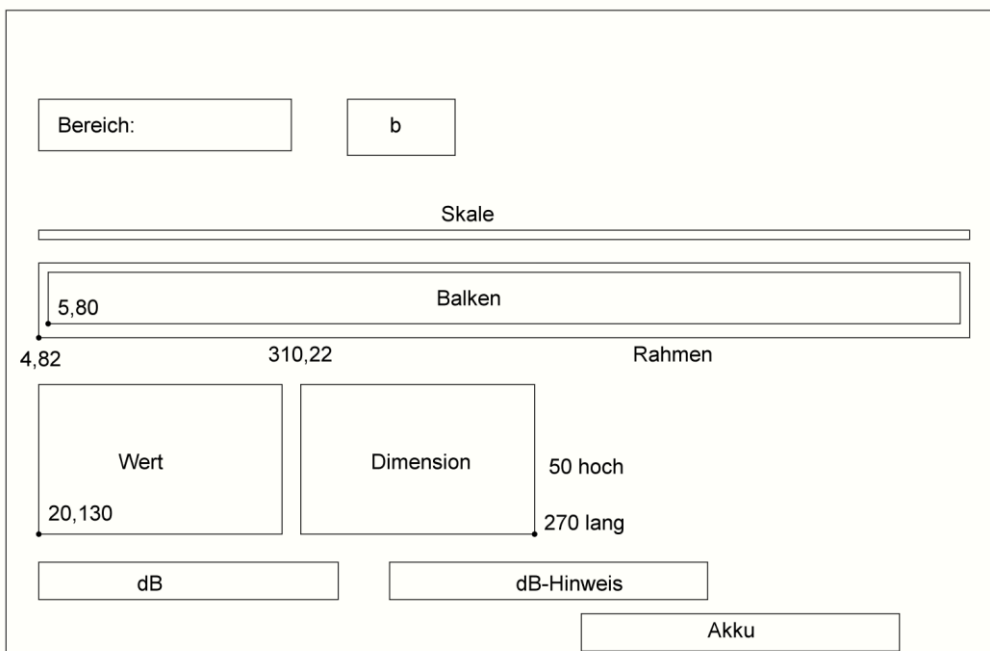
Im Original ist die Teilung der Skalen nicht ganz linear. Um Anzeigefehler mit dem linear angesteuerten Balken zu kompensieren, habe ich bei den 3er-Skalen eine Korrektur in der Software vorgenommen. Die Faktoren wurden empirisch ermittelt.

## **Hardware**

Neben der üblichen Realisierung der Ansteuerung des Displays muss man noch einen Anzeigeverstärker bauen. Der Gleichrichter mit zwei GE-Dioden wurde nicht angetastet. Er liegt ja auch in einer Gegenkopplungsschaltung, die für die Linearisierung sorgt. Das Signal wird „schwebend“ ausgegeben. Daher baute ich einen Instrumentalverstärker. Einen Differenzverstärker, der zu gleich auch das Signal von 250mV auf + 5 V anhebt. Es wird am A3 des Arduinos eingelesen. Die Arduinos aus China haben unterschiedliche Eigenschaften(Genauigkeit) an den PINs. Meiner brachte am A3 die besten Werte.



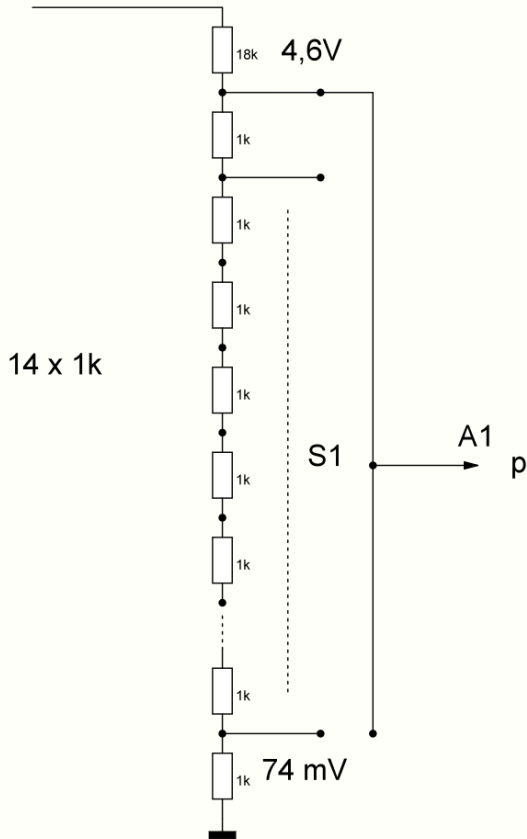
Die Verstärkung wird mit dem 2k5-Trimpoti so eingestellt, dass der Balken im Betrieb „Test“ genau 0,775 V anzeigt. Voraussetzung ist aber ein zuvor durchgeführter Abgleich des Signalverstärkers nach Vorschrift von R&S. Denn sonst wird die Anzeige nicht korrekt über alle Bereiche sein.



# R&S UVN Millivoltmeter Type BN12003

Hardware für die Position "b" des Messbereiches-Schalters

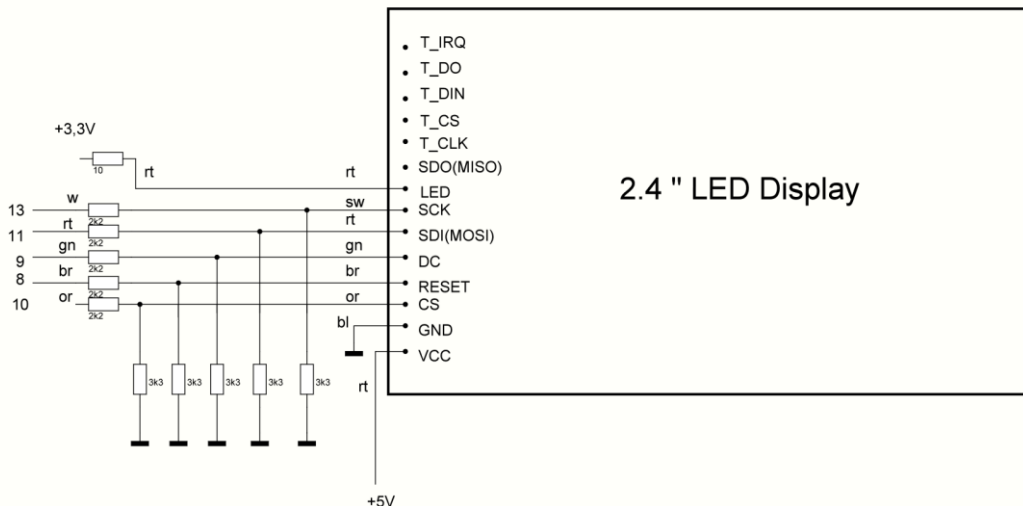
+ 11,3V



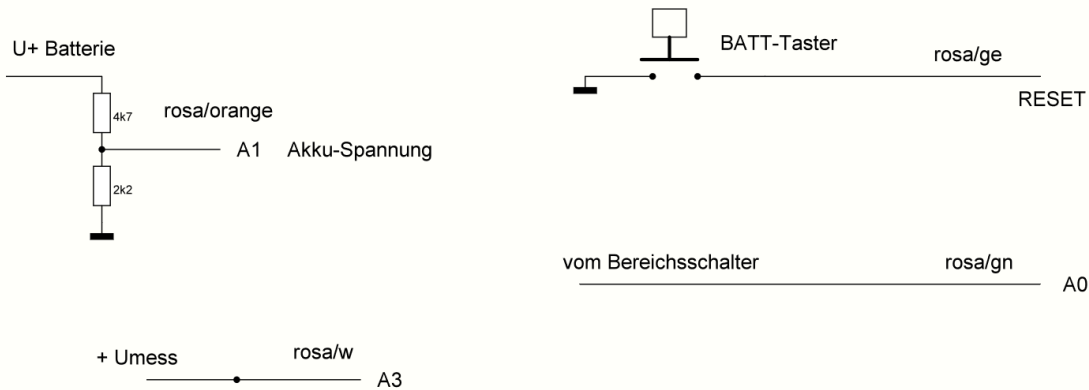
p ist der analoge Wert an A1

p - Bereich	Spannung in V	
74 - 1mV	0,361	356mV
147 - 3mV	0,717	355mV
220 - 10mV	1,073	394mV
293 - 30mV	1,428	354mV
373 - 100mV	1,822	356mV
446 - 300mV	2,176	324mV
519 - 1V	2,176	356mV
593 - 3V	2,892	360mV
665 - 10V	3,244	357mV
738 - 30V	3,600	360mV
811- 100V	3,960	357mV
943 - 300V	4,317	283mV
Test	4,600	

# R&S UVN Millivoltmeter Type BN12003



## R&S UVN Millivoltmeter Type BN12003



### Batteriebetrieb

Ich habe einen Block mit Lipo-Akkus 12V/3,5Ah bestellt. Der Akku wird an die +12V-Versorgung angeschlossen. Daher ist in der Software bereits diese Spannung maßgebend für die Überwachung. Da der Spannungsteiler auch an der +12V-Versorgung angeschlossen ist, musste hier eine Anpassung vorgenommen werden. In der Software wird +12V ausgewertet, nicht 11,3V! Die zuvor gezeigte Tabelle stimmt nicht mehr.

### Fazit

Es ist mir gelungen, mit wenig Aufwand aber viel Arbeit den Ersatz zu installieren. Der Nachbau sollte jedoch nur von einem erfahrenen Bastler gemacht werden. Die Isolation (erdfreier Aufbau) ist erst auf den zweiten Blick zu erkennen

und muss sorgfältig beachtet werden, denn sonst treten Messfehler auf. Im Gerät wird es eng, wenn ein Akkupack hinzukommt. Im empfindlichsten Messbereich(1mV) können Störspannungen die Anzeige beeinflussen. Eventuell muss man die wesentlichen Leitungen abschirmen. Es folgt noch ggf. ein Film bei YouTube.

Viel Spaß!

DF8ZR, im März 2025