

Stationswattmeter mit LCD-Display
2 LED Zeilen mit Peak@Hold
Messbereich 1 mWatt - 1500 Watt
2x AD8307 im Messkopf
Beschreibung der Firmware

(c) DL4JAL

13. März 2024



Anzeige bei 654 Watt Leistung.



Anzeige bei 264 mWatt Leistung. Return Loss und SWV bleibt fast gleich.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	4
2	Software Beschreibung	5
2.1	SETUP	6
2.1.1	[0] Abbruch	6
2.1.2	[1] Uvor kalibrieren, im Messkopf AD8307 (1)	6
2.1.3	[2] Urueck kalib., im Messkopf AD8307 (2)	11
2.1.4	[3] Richtkoppler, Auskoppeldaeempf. Windungszahl	11
2.1.5	[4] LCD Anzeigezeit, der Werte PEP, Pr, SWV und RL	11
2.1.6	[5] LED Bargraph, Peak&Hold Zeit und Punkt&Hold	11
2.1.7	[6] View Messk-Vor, ADC1,2 und mkx mky Werte	12
2.1.8	[7] View Messk-Rueck, ADC1,2 und mkx mky Werte	12
2.1.9	[8] Relais-Mode, TRX, Antenne oder ohne Relais	12
2.1.10	[9] Relais Anzahl, tatsaechlich vorhandene Rel.	13
2.1.11	[10] LED/PWM Test, LED Zeile 1/2 und PWM 1/2	13
2.1.12	[11] Drehgebertyp, verschiedene Typen und Drehrichtung	14
2.1.13	[12] Abruf der Max-Werte, Speicherdauer und CLR ein/aus	14
2.1.14	[13] Manuell MKvor, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator	15
2.1.15	[14] Manuell MKrueck, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator	15
2.1.16	[15] PWM Einstellung, Zeigertraegheit PEP Peak&Hold	15
2.1.17	[16] SWV-Anzeige-LED, Anzeigebereich einstellen	16
2.1.18	[17] SWV-Anzeige-PWM, Anzeigebereich einstellen	16
2.1.19	[18] Relais invers, Relais invers schalten EIN/AUS	16
2.1.20	[19] PIC-Watchdog, Restarts gezaehlt!!	16
2.1.21	[20] Kursortyp, Art des Cursors einstellen	17
2.1.22	[21] PEP Avergage, Zeitliches Mittel einstellen	17
2.1.23	[22] V.R. Avergage, Zeitliches Mittel einstellen	18
2.1.24	[23] MK-Return Loss, Messkopf RLoss abgleichen	19
2.1.25	[24] Korrektur der Leistungsmesskurve, manuell	19
2.2	Normalbetrieb	22
2.2.1	Menue	22
2.2.1.1	[1] Abruf Max-Werte, der letzten x Min	23
2.2.1.2	[2] LCD Mode Display, ADC, dBm und Leistung	23
2.2.1.3	[3] LED Bar1 links, PEP und Pvor	27
2.2.1.4	[4] LED Bar2 rechts, Ret Loss, RLoss inv, SWV, Pr, Pr-10/-20dB	28
2.2.1.5	[5] PWM1-Ausgabe, PEP und Pvor	29

2.2.1.6	[6] PWM2-Ausgabe, Ret Loss, RLoss inv, SWV, Pr, Pr-10/-20dB	30
2.2.1.7	[7] TRX Ausgang / Antenne Eingang, welches Relais	31
2.2.2	LED-Zeile Leistung einstellen	31
2.2.3	Wechsel zum 2. Messkopf	31
2.3	Messung und Berechnung SWV, Leistung	32
2.3.1	Betrachtung zum ADC-Wandler im PIC18F45(46)K22	32
2.3.2	Berechnung der Leistung	32
2.3.3	Messung der PEP Leistung	33
2.3.4	Berechnung der Rückflussdämpfung (Return Loss)	34
2.3.5	Berechnung des SWV	34
2.4	Abschätzung der Messgenauigkeit	34
2.5	Funktionstest der PEP Funktion mit Gleichspannung	35
2.6	History der Firmware	36
3	Schlusswort	38

Kapitel 1

Vorwort

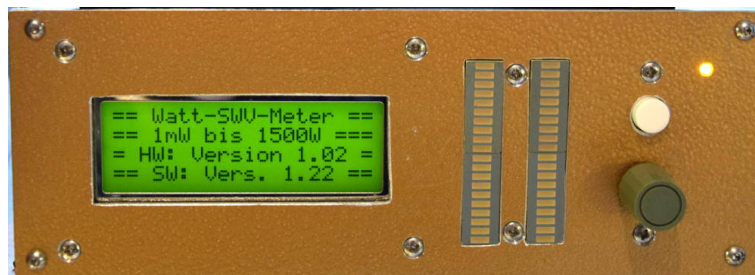
Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

Kapitel 2

Software Beschreibung

Die neueste Softwareversion ist die Version 1.22. Ab FW 1.04 und einem HW Update auf größer HW 1.02 sind 2 analoge Ausgabekanäle vorhanden. Gedacht ist das für den Anschluss von Drehspulinstrumenten mit Kreuzzeiger, wie z.B. das „Daiwa CN801“. Mit einem kleinen Umschalter und einer Klinkenbuchse 3,5mm kann man die Anschlüsse der Drehspulinstrumente nach außen führen.

Die Firmware gibt es grundsätzlich immer in 2 Varianten, eine für HW 1.01 (nur 1 D/A-Wandler) und eine für HW größer 1.02 (mit 2 D/A-Wandler Ausgängen). In der FW 1.22 hat das SETUP 23 Funktionen.



Das ist ein Foto von „Power ON“. Zu sehen ist kurz die aktuellen FW-Version.

Die Software für den PIC18F45K22/PIC18F46K22 wurde in Assembler geschrieben und optimiert auf Geschwindigkeit. Für die mathematischen Berechnungen verwende ich ein selbst geschriebenes Gleitpunktpaket mit erhöhter Genauigkeit, was ebenfalls in Assembler entwickelt wurde. Die Mantisse hat eine Länge von 4 Byte anstatt der üblichen 3 Byte. Der Exponent hat eine Länge von einem Byte. Somit hat eine Zahl im Gleitpunktdarstellung eine Länge von 5 Byte. Damit erreiche in etwa die Rechengenauigkeit eines wissenschaftlichen Taschenrechners.

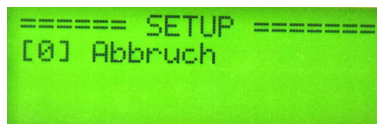
Zur Firmware 1.22 Ab der Firmware 1.19 ist es notwendig den PIC18F46K22 einzusetzen. Die Firmware passt nicht mehr in den Flashspeicher des PIC18F45K22 (Rom nur 32k). Die FW 1.22 hat eine Größe von 34767 Byte. Der PIC18F46K22 hat einen Flashspeicher von 64 kByte. Somit ist genug Platz im Flashspeicher, auch für die Zukunft.

2.1 SETUP

Durch „langes Drücken“ der Einzeltaste kommen wir in das SETUP (den Grundeinstellungen). Die Einzeltaste drücken wir so lange bis im Display „SETUP->“ erscheint. Mit dem Drehgeber wählen wir die Entsprechende SETUP-Funktion aus. **Generell werden immer 2 Schritte am Drehgeber benötigt um einen Menüpunkt weiter zu kommen. Das habe ich absichtlich so programmiert, weil es sehr schlecht funktionierende mechanische Drehgeber gibt.**

2.1.1 [0] Abbruch

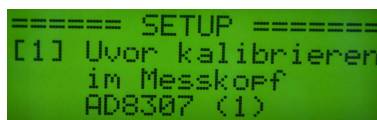
Hier kann die SETUP-Funktion wieder abgebrochen werden. Abgebrochen werden kann auch mit einem „langen Tastendruck“, aus jeder beliebigen SETUP-Auswahl.



```
=====  
===== SETUP =====  
[0] Abbruch
```

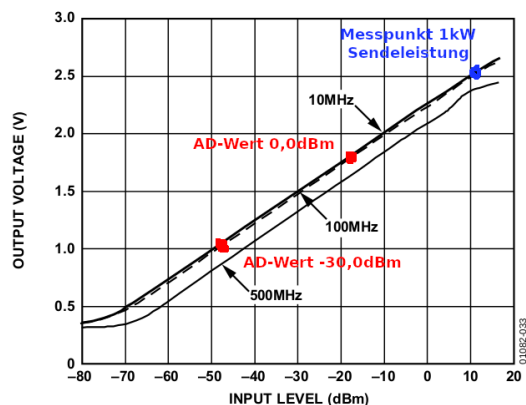
2.1.2 [1] Uvor kalibrieren, im Messkopf AD8307 (1)

Ab Firmware 1.04 ist es möglich 2 Messköpfe an das Wattmeter anzuschließen. Werden 2 Messköpfe benutzt muss auch 2 mal kalibriert werden. Einmal mit aktiven „Messkopf 1“ und einmal mit aktiven „Messkopf 2“. **Es wird immer der grade aktivierte Messkopf kalibriert.**



```
=====  
===== SETUP =====  
[1] Uvor kalibrieren  
im Messkopf  
AD8307 (1)
```

Im Messkopf des Wattmeters habe ich 2x AD8307 eingesetzt. Je einen für den Vorlauf und einen für den Rücklauf. Dieser IC-Typ von Analog-Devices wandelt ein HF-Eingangssignal in eine Gleichspannung um. Dabei wird die logarithmische Funktion des Eingangspegel, gemessen in dBm, in eine lineare Funktion der Spannung umgewandelt. Die Ausgangsspannung des AD8307 steigt um etwa 25 mV pro dB an. Der Messbereich des Eingangspegel geht von -75dBm bis +17dBm. Das ist ein sehr großer Dynamikbereich von 92dB. Die Funktion HF-Pegel zur Gleichspannung sehen wir im folgenden Bild.



In der Funktion habe ich die 2 Kalibrierpegel als rote Punkte dargestellt.

Einmal AD-Wert für 0dBm und AD-Wert für -30dBm. Da die Dämpfungsbeschaltung am Eingang des AD8307 (etwa 18dB) mit eingerechnet werden muss, liegen die beiden Messpunkte weiter unten. Es ist im linearen Bereich der Funktion. **Das ist wichtig für die Genauigkeit unseres Stationswattmeters.** Als blauen Punkt habe ich eingezeichnet wenn am Richtkoppler 1000 Watt anliegen. Auch das ist noch im linearen Bereich.

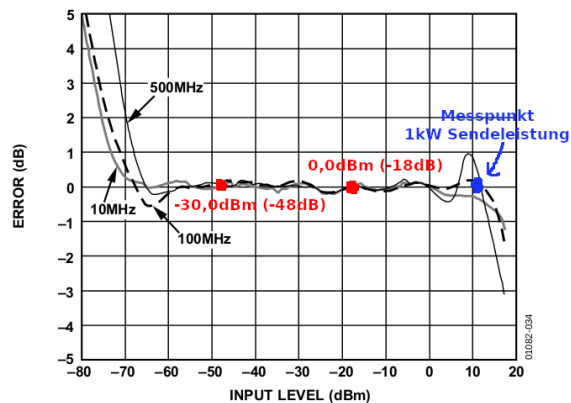


Figure 34. Logarithmic Law Conformance at 10 MHz, 100 MHz, and 500 MHz

Im Datenblatt des AD8307 ist noch ein Diagramm mit der Angabe der Abweichungen bei den verschiedenen Pegel. Die roten Punkte sind wieder die Kalibrierpunkte und blau ist wieder 1kW Sendeleistung am Richtkoppler.

Dargestellt wird die lineare Funktion zwischen Eingangspegel und Ausgangsspannung. Die Neigung (mkx) und Verschiebung auf der Y-Achse (mky) wird durch das Kalibrieren berechnet. Zum Kalibrieren verwenden wir die zwei genannten Pegel von 0dBm und -30dBm. Den Pegel von 0dBm erzeugt bei mir ein Kalibriergenerator „Marke Eigenbau“. Es eignet sich aber auch jede andere Pegelquelle von 0dBm.

Kalibriergenerator 0,0 dBm Eigenbau

<http://www.dl4jal.eu/mwattmeter/mwattmeter.html> - ganz unten auf der Seite

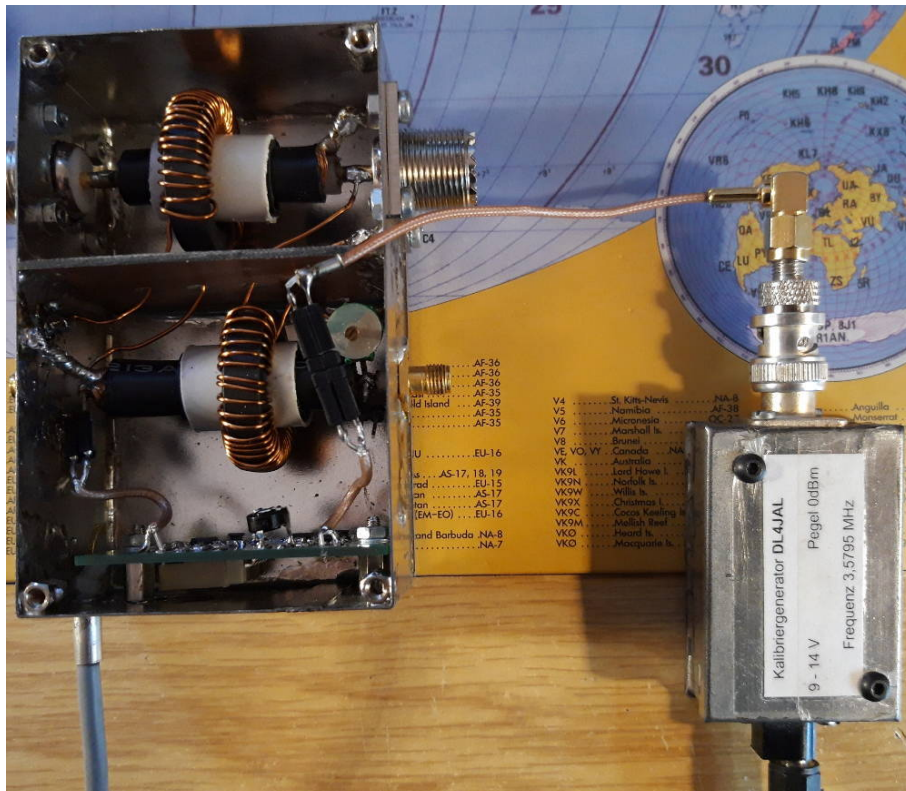
ATTIS Bausatz AS600, Kalibriergenerator 0,0 dBm

https://www.aatis.de/content/bausatz/AS600_0-dBm-Generator

Dämpfungsglieder 30dB, SMA oder BNC

Erhältlich beim „Funkamateuer“, „Box73“

<https://www.box73.de/>



Zuerst Trennen wir das Kabel zum Richtkoppler ab und speisen einen Pegel von 0dBm an *Uvor* ein.

Zuerst beginnen wir mit dem Pegel 0dBm. Der Pegel 0dBm wird direkt an der Platine im Messkopf per Koaxkabel angeschlossen. Jetzt warten wir, bis im Display der Wert ruhig steht. Wir sehen im Display den Wert Zahlenwert von „ADCUvor“. Den „ADCUpep-Wert“ zeige ich nicht mehr mit an, da nur *ADCUvor* für die Berechnungen verwendet wird.

```
ADCUvor : 4109
Pegel1: 0dBm
kurz=OK lang=Abbruch
```

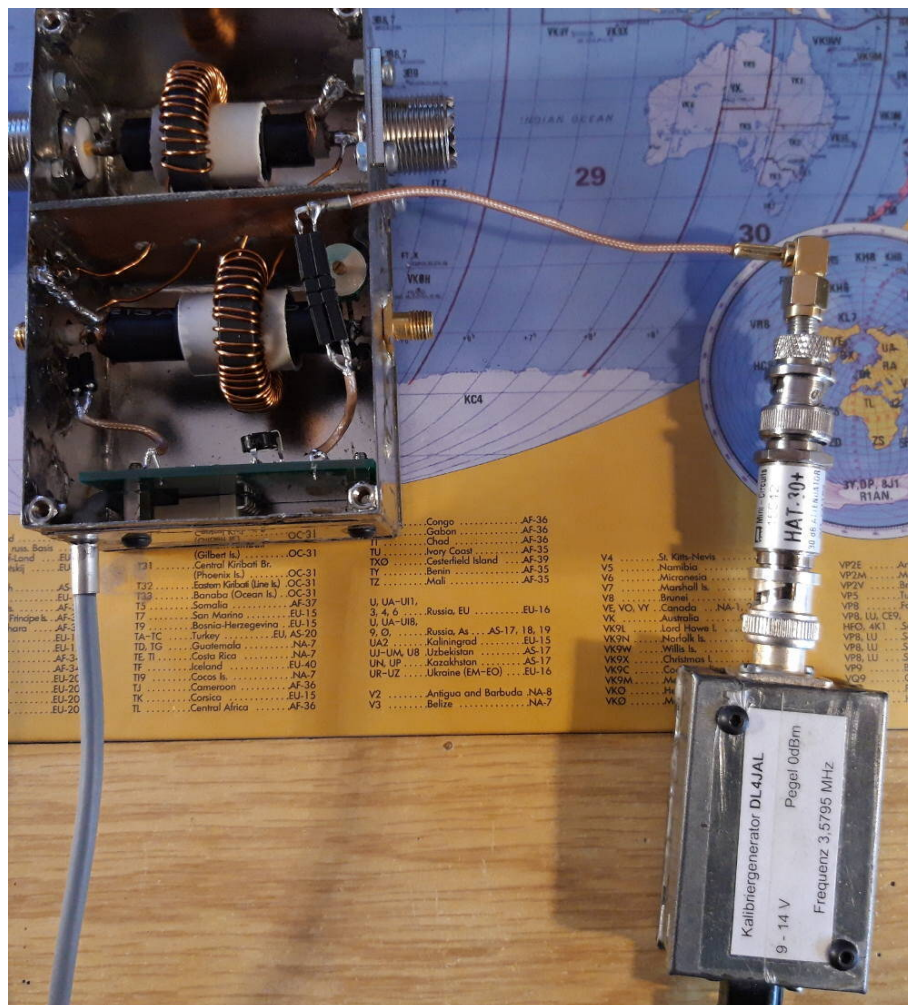
Mit der Einzeltaste bestätigen wir den ADC-Wert, durch „kurzes Drücken“. Jetzt schleifen wir zwischen der 0dBm-Quelle und der Platine im Messkopf ein Dämpfungsglied von 30dB ein. Wieder warten bis die Anzeige ruhig steht und abschließend bestätigen mit kurzem Tastendruck. Aus den beiden ADC-Werten errechnet der PIC die Werte „mkx, mky“ für die Funktion $ADC \rightarrow dBm$.

```

ADCUvor : 2204
Pegel2: -30dBm
kurz=OK lang=Abbruch

```

Wir warten wieder bis sich die Anzeige im Display beruhigt hat. Die ADC-Werte ändern sich langsam. Ich habe einen Software-Tiefpass in der Zeitachse eingebaut, damit eine ruhige Anzeige entsteht und nicht laufend hin und her springt.



Im Bild sehen wir den 0dBm Kalibriergenerator mit dem aufgesteckten 30dB Dämpfungsglied vom FA. Jetzt liegt der Pegel -30dBm an.

Nach dieser Prozedur kommt ein Hinweis das die beiden **ADC-Werte** für „0dBm“ und „-30dBm“ archiviert werden sollen. Diese beiden Zahlen sind wichtig für die Restaurierung der Kalibrierdaten nach einem **Firmware-Update**. Dazu ist die **SETUP-Funktion** [13/14] gedacht. Die beiden Werte werden als erstes angezeigt und sind auf alle Fälle zu notieren. Zum Abschluss werden die beiden Werte Mx und Mky im Display angezeigt.

Abschließend, durch bestätigen mit kurzem Tastendruck, werden die beiden Werte im Eeprom des PIC18F45(46)K22 abgespeichert.

```
===== Hinweis =====
Bitte die folgenden
2 ADC-Werte notieren
und archivieren!!
```

Die beiden Werte bitte für spätere FW-Updates notieren. Nachträglich sieht man die beiden ADC-Werte auch noch einmal in SETUP „View Messk-Vor/Rueck“.

```
== AD8307 Vorlauf ==      == AD8307 Vorlauf ==
mkx: +1,5789473685e-2      mkx: 3C8158ED23
mky: -6,4847368411e+1      mky: C281B1DA46
kurz=OK lang=Abbruch      kurz=OK lang=Abbruch
```

Die beiden Kalibrierwerte „mkx, mky“ als Gleitpunktzahl und im HEX-Format.

Berechnungen der Kalibrierung:

Wer sich für die Berechnungen der Kalibrierdaten interessiert folgt eine Erläuterung. Zuerst wird der Faktor für den Anstieg „Mkx“ berechnet und anschließend mit „Mky“ die Verschiebung auf der Y-Achse.

Im Vorfeld eine Erklärung der verwendeten Bezeichnungen in den Formeln:

Bezeichner	Erklärung
dbmpegel1	Messpegel1 in dBm
dbmpegel2	Messpegel2 in dBm
adcwertpunkt1	Werte des AD Wandlers im PIC beim Pegel 1
adcwertpunkt2	Werte des AD Wandlers im PIC beim Pegel 2
mkx	Wert X der linearen Funktion
mky	Wert Y der linearen Funktion

$$\text{Formel 1: } mkx = \frac{dbmpegel1 - dbmpegel2}{adcwertpunkt1 - adcwertpunkt2}$$

$$\text{Formel 2: } mky = (adcwertpunkt1 * mkx * -1) + dbmpegel1$$

Da der erste Pegel 0dBm beträgt, vereinfacht sich die Formel etwas.

$$\text{Formel 1: } mkx = \frac{30dBm}{adcwertpunkt1 - adcwertpunkt2}$$

$$\text{Formel 2: } mky = adcwertpunkt1 * mkx * -1$$

Mit diesen beiden Werten aus der Berechnung der Kalibrierung können wir aus der Integer-Zahl des ADC-Wertes (0..1023) den Pegel in dBm berechnen. Die Formel für die Berechnung des HF-Pegels in dBm ist einfach und lautet:

$$Pegel(dBm) = ADCWert * mkx + mky$$

So einfach ist es mit „Mkx“ und „Mky“ aus dem Wert des ADC-Wandlers den

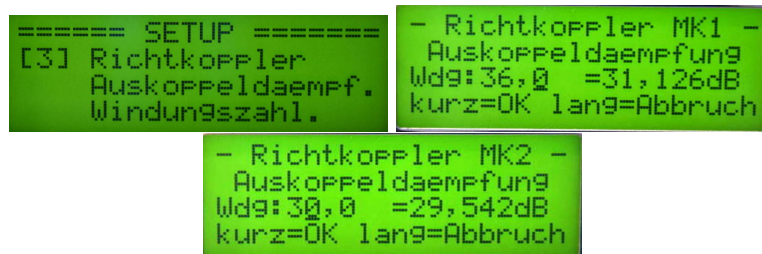
Pegel in dBm zu errechnen. Der ADC-Wert in den Bildern ist höher als max. 1023, da ich mehrere Messungen hintereinander addieren und dabei verschachtelt messe. In der Reihenfolge *Uvor*, *Upep*, *Urück* und anschließend wieder von vorn. Das ergibt genauere Werte bei der SWV-Berechnung.

2.1.3 [2] Urueck kalib., im Messkopf AD8307 (2)

Ab Firmware 1.04 ist es möglich 2 Messköpfe an das Wattmeter anzuschließen. Werden 2 Messköpfe benutzt muss auch 2 mal kalibriert werden. Einmal mit aktiven „Messkopf 1“ und einmal mit aktiven „Messkopf 2“.

Die Kalibrierung des AD8307 für den Rücklaufpegel wird genau so durchgeführt wie „Uvor kalibrieren“, nur das jetzt im Display „ADCUrueck:“ steht.

2.1.4 [3] Richtkoppler, Auskoppeldämpf. Windungszahl



The image shows three screenshots of a green LCD display. The first screenshot shows a menu with the title "===== SETUP =====" and options: "[3] Richtkoppler", "Auskoppeldämpf.", and "Windungszahl.". The second screenshot shows the calibration data for "Richtkoppler MK1": "Auskoppeldämpfung", "Wdg:36,0 =31,126dB", and "kurz=OK lang=Abbruch". The third screenshot shows the calibration data for "Richtkoppler MK2": "Auskoppeldämpfung", "Wdg:30,0 =29,542dB", and "kurz=OK lang=Abbruch".

Mit dem Drehgeber wird die Windungszahl in zehntel oder einer Schritten verstellt. Die Windungszahl wird automatisch in die Auskoppeldämpfung umgerechnet. Mit dem Drehgeber-Taster kurz gedrückt, wird die Schrittweite verstellt. Zu sehen ist die Einstellung für Messkopf 1 und Messkopf 2.

Wird der beschriebene Messkoppler verwendet, braucht man an diesem Parameter nichts zu verstellen. Interessant wird die Auskoppeldämpfung aber, wenn man einen anderen Messkopf einsetzt. Was allerdings unbedingt erforderlich ist, zwei IC's für die Messwertermittlung, die eine ähnliche Funktion wie der AD8307 haben. Da gibt es ja einige IC's, die auch für höhere Frequenzen geeignet sind. Deshalb habe ich die Auskoppeldämpfung einstellbar gemacht.

Ab der Firmware 1.14 kann die Auskoppeldämpfung getrennt für Messkopf 1 oder Messkopf 2 eingestellt werden. Welche Auskoppeldämpfung eingestellt wird ist im LCD-Display zu sehen. Es wird immer die Auskoppeldämpfung des aktiven Messkopfes ausgewählt und angezeigt.

2.1.5 [4] LCD Anzeigezeit, der Werte PEP, Pr, SWV und RL

Die Dauer der Anzeige von Ppep, Pr, SWV und RL (Return Loss) bestimmt dieser Timer. Der Timer läuft ab dem letzten PEP-Maximum.

2.1.6 [5] LED Bargraph, Peak&Hold Zeit und Punkt&Hold

Für die Anzeige der Leistung mit der LED-Zeile wird eine „Baranzeige“ mit „Peak&Hold“ verwendet. Wie lange die oberste LED stehen bleiben soll bestimmt dieser Timer. Die zweite Einstellung ist „Punkt-Peak“ EIN/AUS. Be-

deutet, dass auch bei der Punktanzeige die „Hold-Zeit“ wirkt und die LED nicht sofort erlischt.

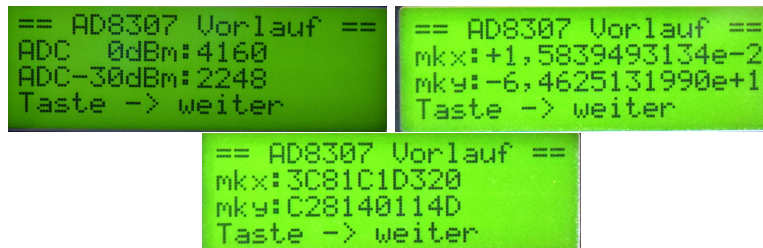


Die „Hold-Zeit“ wirkt auch bei der Punktanzeige.

2.1.7 [6] View Messk-Vor, ADC1,2 und mkx mky Werte

Ab Firmware 1.04 ist es möglich 2 Messköpfe an das Wattmeter anzuschließen. Also vorher den entsprechenden Messkopf aktivieren.

Zuerst werden die beiden ADC-Werte für 0dBm und -30dBm aufgelistet. Dann folgen die beiden Werte für „mkx + mky“ als Gleitpunkt und als Hexadezimal.



Es werden die ADC Werte und die beiden Variablen Mkx und Mky angezeigt.

Die HEX-Darstellung wird nur für den Programmierer gebraucht HI.

Möchte man die Kalibrierwerte des Messkopfes noch einmal anschauen, benutzt man diese Funktion. Die 2 ADC-Werte können für das Kalibrieren ohne HF-Generator verwendet werden. Siehe Kapitel 2.1.14 auf Seite 15.

2.1.8 [7] View Messk-Rueck, ADC1,2 und mkx mky Werte

Ab Firmware 1.04 ist es möglich 2 Messköpfe an das Wattmeter anzuschließen. Also vorher den entsprechenden Messkopf aktivieren.

Ablauf siehe Funktion „[6] View Messk-Vor“.

Die beiden ADC-Werte werden für die Kalibrierung ohne HF-Generator gebraucht. Siehe Kapitel 2.1.15 auf Seite 15.

2.1.9 [8] Relais-Mode, TRX, Antenne oder ohne Relais

Ob Relais geschaltet werden können für eine Umschaltung von mehreren TRX oder Antennen, wird hier eingestellt. Folgende Einstellungen sind möglich:

keine Relais Es werden keine Relais umgeschaltet. Auf dem Display in Zeile 3 sehen wir auch nichts. Die Zeile beginnt mit „Mode“, als Hinweis, dass in den eckigen Klammern die Modes für LED Zeile 1/2 und PWM 1/2 angezeigt wird.

TRX Umschaltung Es werden Relais umgeschaltet. Auf dem Display in Zeile 3 sehen wir den geschalteten TRX.

Antennen Umsch. Es werden Relais umgeschaltet. Auf dem Display in Zeile 3 sehen wir die geschaltete Antenne.

Wie die Relais verwendet werden ist jedem selbst überlassen. Ich habe deshalb auch keine Platine dafür vorgesehen um nicht die Herstellungskosten der Platinen in die Höhe zu treiben. Meine TRX-Umschaltung habe ich wieder mit eine Laborplatine realisieren.

Wichtig!! Ab der Firmware 1.04 können 2 Messköpfe angesteuert werden. Für die Umschaltung wird das Relais 8 benutzt. Der Relaisanschluss #8 kann also nur dafür verwendet werden.

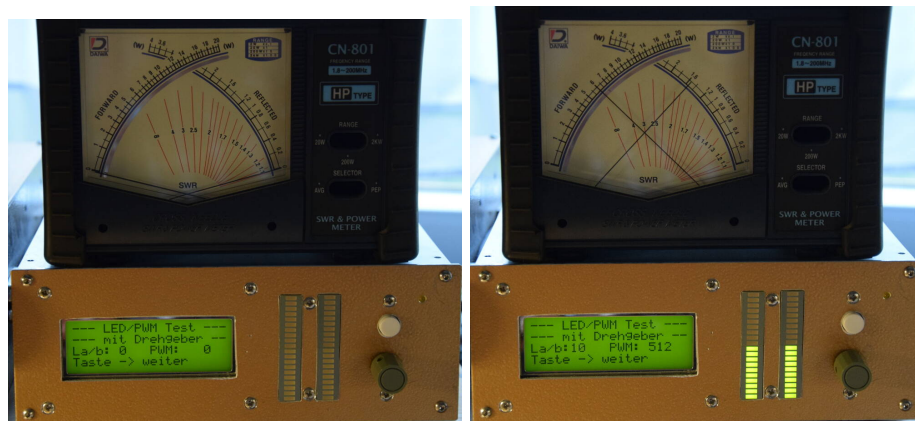
2.1.10 [9] Relais Anzahl, tatsaechlich vorhandene Rel.

Falls die Umschaltung der Relais aktiviert wurde, stellt man hier die Anzahl der angeschlossenen Relais ein [0..7].

2.1.11 [10] LED/PWM Test, LED Zeile 1/2 und PWM 1/2

Diese Funktion ermöglicht das Testen der beiden LED-Zeilen 0..20. Mit dem Drehgeber werden die LEDs ein/aus geschaltet. Gleichzeitig werden die beiden PWM1/2 mit angesteuert Wertebereich 0..1023. Je nach Innenwiderstand des analoges Messinstrumentes, wird mit dieser Funktion beim Wert 1023 (entspricht 5 Volt) der Vollausschlag des Drehspulinstrumentes mittels Vorwiderstand fest eingestellt.

Wichtig!! Der Wert 1023 entspricht dann dem Maximalausschlag des Drehspulinstrumentes. Diese Funktion eignet sich also auch für das Einstellen des Drehspulinstrumentes. **Man sollte unbedingt mit Einstellungswert 1023 den Vorwiderstand auf maximalen Ausschlag der Zeigers einstellen!**





In den 3 Bilder ist der Test mit Wertebereich 0, 10 und 20 der LED-Zeile zu sehen. Im Kreuzzeigerinstrument der entsprechende passende PWM-Wert 0, 512 und 1023. Diese Funktion ist gut zum Testen geeignet.

2.1.12 [11] Drehgebertyp, verschiedene Typen und Drehrichtung

Es gibt verschieden mechanische Drehgeber von unterschiedlichen Herstellern. Um das ein wenig anzupassen, habe ich diese Setup-Funktion programmiert.

Rast2, Step1 Hier kann man Drehgeber anpassen, die pro Umdrehung 30 Rastschritte habe, aber nur pro Umdrehung 15 Schritte ausführen. Wird dieses BIT aktiviert, werden bei 30 Rastungen auch 30 Schritte ausgeführt.

Drehumkehr Funktioniert der Drehgeber verkehrt herum, wird mit diesem Kreuz die Drehrichtung umgekehrt. **Wichtig!! Funktioniert der Drehgeber verkehrt herum, ist es besser die Drähte zu tauschen als diese Funktion zu aktivieren.**

Mit dem Taster im Drehgeber schaltet man zwischen den beiden Punkten hin und her. Drehen am Drehgeber setzt oder entfernt das Kreuz.



2.1.13 [12] Abruf der Max-Werte, Speicherdauer und CLR ein/aus

In diesem Punkt werden die Parameter des „Abruf der Max-Werte“ eingestellt.

Haltezeit Die Haltezeit bestimmt die Dauer wie lange der letzte Maximalwert im Speicher bleiben soll. Eingestellt sind 5 Minuten. Die Zeit lässt sich im Bereich von 1 Minute bis 10 Minuten einstellen.

View dann CLR Hier wird aktiviert/deaktiviert, dass nach dem Anschauen des letzten Maximalwertes der Speicher gelöscht wird oder auch nicht.

Die Werte werden mit dem Drehgeber eingestellt. Die Einstellpunkte wechselt man mit dem Taster im Drehgeber oder „langer Tastendruck“.

```
SET Abruf Max-Werte
Haltezeit: 5,0Min <
View dann CLR [x]
kurz=OK lang=Wechsel
```

2.1.14 [13] Manuell MKvor, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator

Der Punkt [13] und [14] ist für die Restaurierung der Kalibrierwerte der beiden AD8307 im Messkopf, ohne erneut mit dem 0dBm Generator zu kalibrieren. Hat man sich beim Kalibrieren die beiden ADC-Werte für „0dBm“ und „-30dBm“ aufgeschrieben, kann man in dieser Funktion die beiden ADC-Werte wieder mittels Drehgeber einstellen und so die Berechnung von „mkx“ und „mky“ anstoßen. Das bei einem Update der Firmware sehr hilfreich. Die Kalibrierdaten werden errechnet ohne komplizierten Messaufbau.

```
===== SETUP =====
[13] Manuell MKvor
Kalibrieren ohne
HF-Pegel-Generator

----- ADC 0dBm -----
Wert: 4100
TasteDreh=Step
Taste -> weiter

----- ADC -30dBm -----
Wert: 2300
TasteDreh=Step
Taste -> weiter
```

Die beiden Zahlen sind die Vorgabe. Mit dem Drehgeber werden die beiden Werte eingestellt, die man sich beim Kalibrieren notiert hat. Der Taster im Drehgeber ändert die Schrittweite. Es werden anschließend genau die gleichen Kalibrierdaten errechnet wie beim richtigen Kalibrieren mit dem HF-Pegel. Die beiden Menüpunkte sind somit eine große Hilfe und Vereinfachung nach einem Update der Firmware.

Auch hier ist wieder zu beachten, ab FW 1.04 sind 2 Messköpfe anschließbar. Welcher Messkopf aktiv ist, bitte vorher festlegen.

2.1.15 [14] Manuell MKrueck, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator

Hier gilt das Gleiche wie beim vorherigen Punkt. Die ADC-Werte für den Messkopf-Urueck werden eingegeben und die Berechnung erfolgt.

2.1.16 [15] PWM Einstellung, Zeigertraegheit PEP Peak&Hold

Mit der „Taste im Drehgeber“ oder ein „Tastendruck lang“ wechselt zwischen den beiden Parametern. Zu sehen am Cursor Wechsel. Die „Taste im Drehgeber lang“ führt zum Abbruch der Funktion. „Tastendruck kurz“ speichert die Einstellung.

Zeigerträgheit

Mit diesem Timer wird analoge Ausgabe an die Trägheit des Instrumentenzeigers angepasst. Da die Spannung etwa 50 mal pro Sekunde ausgerechnet wird und an die PWM ausgegeben wird, kann der Zeiger des Instrumentes nicht so schnell folgen. Mit der Anzeigezeit kann man das etwas anpassen (default = 0,5 Sekunden).

PEP, Peak&Hold long

Dieses Bit schaltet die analoge PEP-Anzeige um auf eine Art der Hängeregung. Es wird immer die maximale PEP-Leistung für die Dauer einer Sekunde angezeigt. Anschließend geht der Zeiger langsam zurück. Dieser Art der Anzeige verhindert ein ständiges hin und her des Zeigers, zum Beispiel während eines CW-QSOs.

2.1.17 [16] SWV-Anzeige-LED, Anzeigebereich einstellen

Benutzt man die rechte LED-Zeile als SWV-Anzeige ist es vorteilhaft den Anzeigebereich variabel zu gestalten. Die Anzeige beginnt immer mit SWV 1,0 (keine LED leuchtet). Die Vollaussteuerung kann als geringster Wert SWV 1,5 sein, aber auch das Maximum von SWV 10,0 ist möglich.

2.1.18 [17] SWV-Anzeige-PWM, Anzeigebereich einstellen

Benutzt man ein analoges Messinstrument als SWV-Anzeige ist es vorteilhaft den Anzeigebereich je nach Größe des Messinstrumentes einen Wert für die Vollaussteuerung einzustellen. So hat man einen guten Überblick. Auch hier geht der Einstellbereich für den Vollausschlag von SWV 1,5 bis SWV 10,0.

Ich habe zum Beispiel als Versuch einmal den Vollausschlag auf SWV 1,5 eingestellt. Das hat auch seine Vorteile. Wenn ich die Anpassung der Antenne korrigiere, sehe ich sofort das SWV Minimum. Auch bei sehr kleinen Werten. Aber das muss jeder selbst ausprobieren.

2.1.19 [18] Relais invers, Relais invers schalten EIN/AUS

Es bestand der Wunsch die „TRX/Antenne“ Auswahl alle Schaltvorgänge zu invertieren. Also alle Relais sind angezogen, nur das ausgewählte Relais ist abgefallen. Diese Funktion kann mit dem Drehgeber in Uhrzeiger-Richtung „EIN“ bzw. „AUS“ geschaltet werden. Diese Funktion wird wohl ganz selten Verwendung finden.

2.1.20 [19] PIC-Watchdog, Restarts gezaehlt!!

Ich habe ab Firmware Version 1.14 den „Watchdog“ im PIC aktiviert. Der „Watchdog“ wird in der „Config“ des PICs aktiviert und ist nicht unterbrechbar. Die Zeit habe ich auf etwa 1 Minute fest eingestellt. Wird der „Watchdog“ in dieser Zeit nicht zurück gesetzt, startet die Firmware neu mit einem Warmstart. Das kann passieren, wenn die Firmware in einer Endlosschleife fest hängt (HF-Einstrahlung oder defektes Display). Der Inhalt des RAM bleibt erhalten und

ein Zähler für die Restarts wird um eins erhöht. Steht der Zähler auf 0 ist alles OK. In diesem Menü kann dieser Zähler abgefragt werden.

2.1.21 [20] Kursortyp, Art des Cursors einstellen

Je nach LCD-Anzeige muss eventuell einen anderen Cursor einstellen. Dazu ist diese Funktion gedacht. Mit der Einzeltaste wird die Einstellung gespeichert.

2.1.22 [21] PEP Avergage, Zeitliches Mittel einstellen

Vereinzelte Stationswattmeter zeigen zu hohe PEP-Spitzen an. Woher diese Spitzen kommen ist noch nicht geklärt.

Ich habe deshalb eine Avergage-Funktion programmiert. Die Auswertung der PEP-Hüllkurve wird per Hardware gemacht. Die Avergage-Funktion hat darauf keinen negativen Einfluss. Das kann man gut mit einem Zweiten kontrollieren. Der Spitzenwert der Hüllkurve wird angezeigt.

Wissen sollte man noch, alle 3 AD-Eingänge werden in einer Sekunden so etwa 50 bis 100 mal abgefragt. Das ist ganz schön schnell. Dabei überprüft die Software ob der neue Messwert höher als der alte Messwert ist. Somit werden alle Messspitzen erfasst und auch im Display dargestellt. Die Aufgabe einer Avergage ist es einzelne Spitzen in den vielen Messungen etwas zu glätten. Dabei bedeutet **AVG=0 Avergage ausgeschaltet**.

Die PEP-Avergage hat 4 Stufen:

AVG=0 Die AVG ist deaktiviert. Jeder neue Messwert überschreibt den alten Messwert, wenn er im Pegel höher ist. Formel dazu:

$$\text{neuerMesswert}(dBm) = \text{neueMessung}$$

Ist zum Beispiel der *alte Messwerte 35 dBm* und der *neue Messwert 40 dBm*, beträgt der *neue Messwert = 40 dBm*, also genau der Spitzenwert der Messreihe.

AVG=1 Diese Einstellung ist der geringste Wert der Avergage. Die Formel dazu lautet:

$$\text{neuerMesswert}(dBm) = \frac{\text{alterMesswert} + \text{neueMessung}}{2}$$

Ist zum Beispiel der *alte Messwerte 35 dBm* und der *neue Messwert 40 dBm*, beträgt der *neue Messwert 37,5 dBm*. Die AVG=1 unterdrückt die Messspitzen etwas.

AVG=2 Jetzt wir noch mehr geglättet. Die Formel dazu lautet:

$$\text{neuerMesswert}(dBm) = \frac{(\text{alterMesswert} * 3 + \text{neueMessung})}{4}$$

Ist zum Beispiel der *alte Messwerte 35 dBm* und der *neue Messwert 40 dBm*, beträgt der *neue Messwert 36,25 dBm*. Jetzt werden dBm-Spitzen noch etwas mehr *ausgebremst*.

AVG=3 Das ist die höchste Stufe. Die Formel dazu lautet:

$$\text{Spitzenwert}(dBm) = \frac{(\text{alterSpitzenwert} * 7 + \text{neueMessung})}{8}$$

Ist zum Beispiel der *alte Messwerte 35 dBm* und der *neue Messwert 40 dBm*, beträgt der *neue Messwert 35,625 dBm*. Jetzt werden dBm-Spitzen maximal *unterdrückt*. Die PEP-Anzeige steigt jetzt aber langsamer an. Das ist dabei zu beachten.

Für mein Wattmeter ist die beste Einstellung AVG=1. Das hat sich für mich als optimal erwiesen. Ist die AVG aktiv (1..3) wird dieser Wert im Display als Information folgendermaßen angezeigt (nur im Ruhezustand!):

AVG=1 Im Display Zeile 1 an Stelle von „Pp=“ steht „P1=“.

AVG=2 Im Display Zeile 1 an Stelle von „Pp=“ steht „P2=“.

AVG=3 Im Display Zeile 1 an Stelle von „Pp=“ steht „P3=“.

Dabei ist es so, dass diese **Information der AVG nur im Ruhezustand, bei Leistung „0,000mW“** angezeigt wird. Sobald Sendeleistung anliegt ändert sich die Anzeige wieder in „Pp=“.

P1=0,000mW SWV= 0,00	Pp=179,4mW SWV= 1,26
Pr=0,000mW RL= 0,0dB	Pr=2,428mW RL=18,6dB
TRX[1] [Pp,RL,Pp,SW]	TRX[1] [Pp,RL,Pp,SW]
LED=56,5dBm [447W]	LED=56,5dBm [447W]

Links Wattmeter in Ruhe. AVG Stufe 1 für Power(PEP) ist eingestellt. Sobald die geringste Sendeleistung anliegt ändert sich die Displayanzeige wieder in die PEP-Anzeige „Pp=“, Bild rechts.

2.1.23 [22] V.R. Avergage, Zeitliches Mittel einstellen

Auch für die Messung der Vorwärts- und Rückwärtsleistung habe ich eine gemeinsame Avergage-Funktion programmiert. Die Avergage-Funktion soll die SWV und Return Loss Anzeige etwas beruhigen. Die AVG wirkt auf das Messergebnis von Vorlauf und Rücklauf gleichzeitig.

Die Abstufungen sind genau so wie im vorherigen Kapitel schon erklärt wurde. **Ich habe AVG=0 eingestellt, also deaktiviert. Höher als AVG=1 sollte man aber nicht einstellen**, sonst sind die Verzögerungen der Spannungsänderungen zu groß.

Ist die AVG aktiv (1..3) wird dieser wert im Display als Information ein bisschen anders angezeigt als bei „Pvor“:

AVG=1 Im Display Zeile 2 an Stelle von „Pr=“ steht „R1=“.

AVG=2 Im Display Zeile 2 an Stelle von „Pr=“ steht „R2=“.

AVG=3 Im Display Zeile 2 an Stelle von „Pr=“ steht „R3=“.

Dabei ist es so, dass diese **Information der AVG nur im Ruhezustand, bei Leistung „0,000mW“** angezeigt wird. Sobald Sendeleistung anliegt ändert sich die Anzeige wieder in „Pr=“.

2.1.24 [23] MK-Return Loss, Messkopf RLoss abgleichen

Ich habe eine neue Funktion geschrieben für den bessern Abgleich der Richtschärfe des Richtkopplers. R19 auf der Messplatine und der Trimmer 22pF im Richtkoppler lassen sich so besser einstellen. Ich denke das ist die beste Variante den Messkopf auf die höchste Rückflußdämpfung zu trimmen. Genaue Beschreibung in der PDF „messkopf_mit_ad8307“ im Kapitel „Messungen am Richtkoppler“.

<pre>-- MK-Messwerte -- ADCv:3816 dBmv:+25,7 ADCr: 566 dBmr:-27,3 RL:+52,96 SWV: 1,005</pre>	<pre>-- MK-Messwerte -- ADCv:3759 dBmv:+24,8 ADCr:1784 dBmr:- 7,7 RL:+32,49 SWV: 1,049</pre>
--	--

Links der Abgleich von R19 auf der Messplatine bei einer Sendefrequenz von 3,6 MHz und etwa 300mW Sendeleistung. Rechts im Bild der Abgleich bei der Sendefrequenz von 28 MHz mit dem Trimmer 22pF im Richtkoppler.

```
-- MK-Messwerte --
ADCv:3808 dBmv:+25,5
ADCr: 511 dBmr:-28,2
RL:+53,72 SWV: 1,004
```

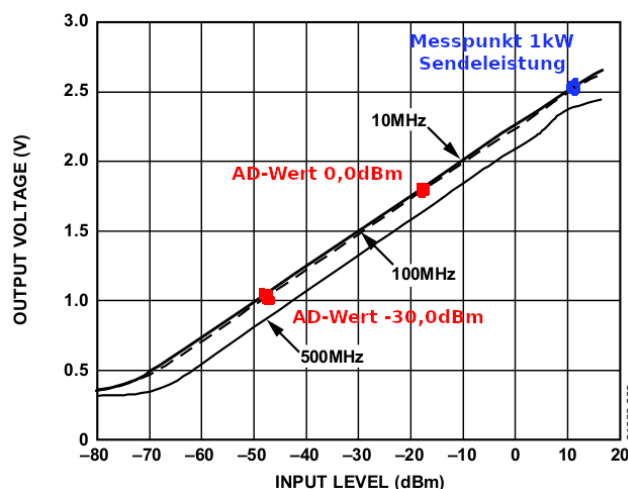
Hier noch die Kontrolle bei 10 MHz und 300mW Sendeleistung. Besser geht es nicht.

Mit dieser Funktion wird der Abgleich der Richtschärfe optimal durchgeführt. Diese Abgleichfunktion schließt alle Abweichungen, die durch lange Messleitungen oder andere HF-Einflüsse entstehen, aus.

2.1.25 [24] Korrektur der Leistungsmesskurve, manuell

Bevor diese Funktion benutzt wird, die Werte für ADC0dBm und ADC-30dBm mit der Funktion SETUP[6] auslesen. Mit diesen beiden Werten kann mit der Funktion SETUP[13] die alte Messkurve wieder hergestellt werden.

Wir haben ja gelernt, dass die Messkurve des AD8307 eine lineare Funktion ist. Hier noch einmal das Bild aus dem Datenblatt des Ad8307.



Wir sehen die beiden Kalibrierpunkte (in rot eingezeichnet) auf der geraden Funktionslinie. Gibt es an den beiden roten Kalibrierpunkten eine kleinere Abweichung, so wirkt sich das negativ auf die Genauigkeit der Leistungsmessung nahe dem 1kW-Bereich aus. Zusätzlich fällt der Messpegel über 0dBm bei der Frequenz von 10 MHz doch etwas ab. Zu sehen in der nächsten Grafik.

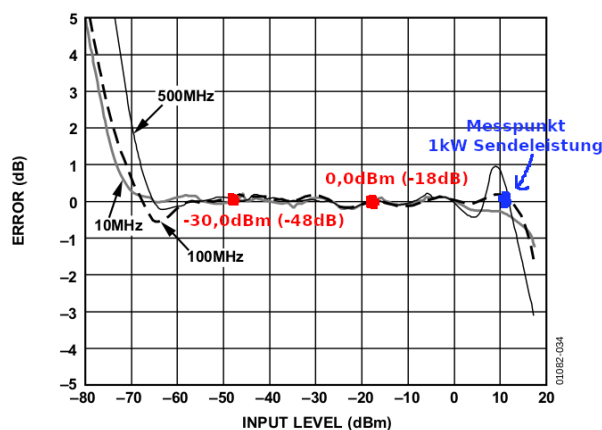


Figure 34. Logarithmic Law Conformance at 10 MHz, 100 MHz, and 500 MHz

Die graue dB-Errorlinie (10MHz) zeigt den Abfall bei sehr hohem Pegel über 0dBm am AD8307-Eingang. Siehe Messpunkt in blau bei etwa 1kW.

Die Tabelle zeigt die Abweichung der Leistung in Watt bei den verschiedenen Messpegel. Bei hohem Pegel ist die Abweichung in Watt enorm. Das habe ich mal ausgerechnet, damit ein ein Gefühl bekommt welche Abweichungen der Leistungsanzeige entstehen in Bezug auf die dB-Werte. **dB-Werte unterliegen dem Logarithmus** und sind nicht linear ansteigend.

Pegel	Leistung	Abweichung -1dB	Abweichung -0,5dB
10,0dBm	10mW	7,9mW	8,9mW
30,0dBm	1W	0,794W	0,89W
46,99dBm	50 W	39,72W	44,57W
50,0dBm	100 W	79,4W	89,1W
54,77dBm	300 W	238,2W	267,3W
56,99dBm	500 W	397W	446W
58,75dBm	750 W	595,66W	668W
60,0dBm	1000 W	794W	891W

Nun zur eigentlichen Funktion. **Wir brauchen für die mathematische Korrektur immer zwei Messpunkte, die möglichst einen großen dB-Abstand haben.**

Die Funktion der beiden Tasten

Taste	kurz gedrückt	lange gedrückt
Einzeltaste	Berechnung startet	Abbruch der Funktion
Taste im Drehgeber	Kursor eine Stelle weiter	zum nächsten Wert

Die Funktion erläutere ich an einem praktischen Beispiel. Wollen wir den 0,0dBm Punkt noch einmal kontrollieren schalten wir die LCD-Anzeige auf „dBm-Anzeige“ um „Menu[2], LCD Mode Display“ und schließen an den Messkopf/Richtkoppler eine Kalibriergenerator 0,0dBm an. Mein Wattmeter zeigt +0,1dBm an. Das ist der erste Messwert den wir uns merken. Die Abweichung ist klein und fällt kaum ins Gewicht.

Wir können auch den ersten Messpunkt bei 0,0dBm belassen.

Der zweite Messpunkt wird bei hoher Sendeleistung ermittelt. In diesem Beispiel hat ein mir bekannter OM mit einem Abschlusswiderstand, der mehr als 1kW aushält und einem genauen effektiv-Voltmeter, nachgemessen. Die PA wurde auf genau 1kW Sendeleistung eingestellt und mit einem industriellen Effektiv-Voltmeter die HF-Spannung kontrolliert, so dass man sicher ist, es sind 1000W. Das Stationswattmeter ist mit eingeschleift und zeigt aber nur 820W an. Die 820W sind der zweite Messpunkt, den wir für unsere Korrektur-Funktion brauchen. Rechnerisch beträgt die Abweichung nur -0,86dB. Das liegt eigentlich noch innerhalb des Messfehlers des AD8307. Das können wir im Datenblatt des AD8307 nachlesen. *Die neue Korrektur-Funktion kann aber diesen Messfehler weitestgehend ausgleichen.*

Wir gehen mit einem langen Tastendruck der Einzeltaste in das „SETUP“. Mit dem Drehgeber suchen wir die neue Funktion „[24] Korrektur der Leistungsmesskurve“. Mit der Einzeltaste rufen wir die Funktion auf.

<pre>===== SETUP ===== [24] Korrektur der Leistungs messkurve manuelle Korrektur</pre>	<pre>Istwert - Sollwert. dBm+ 0,00-->+ 0,00 dBm+50,00-->+50,00 100,0W 100,0W</pre>
--	--

Die Vorgaben der zwei Messpunkte sind 0,00dBm (1mW) und 50,00dBm (100W).

Links in der Spalte „Istwert“ tragen wir unsere zwei Messwerte ein. Den ersten Messwert belassen bei +0,00dBm. Mit der Tastenfunktion im Drehgeber rücken wird den Cursor weiter bis auf Zeile 3 links der Cursor auf +50,00dBm steht. Wir stellen 59,14dBm ein, das entspricht der Sendeleistung von 820,4W.

<pre>Istwert - Sollwert. dBm+ 0,00-->+ 0,00 dBm+59,14-->+60,00 820,4W 1000W</pre>	<pre>== AD8307 Vorlauf == mkx:+1,5987210231e-2 mky:-6,5626449659e+1 Taste -> weiter</pre>
---	--

Wir müssen nur den zweiten Messpunkt korrigieren von 59,14dBm auf 60,00dBm. Mit der Einzeltaste wird die neue Berechnung von mkx und mky gestartet und angezeigt. **Ein langer Tastendruck der Einzeltaste bricht die Funktion ab.**

Den Cursor rücken wird weiter. Rechts tragen wir ein, was in Zukunft das Wattmeter anzeigen soll. In unserem Beispiel sollen 1000W angezeigt werden. Mit dem Drehgeber stellen wir entsprechend 60,00dBm ein. Das ist alles. **Mit der Einzeltaste starten wir die Berechnung der Korrektur.** Es werden alle neuen Messwerte „mkx“ und „mky“ berechnet und angezeigt.

<pre>===== Hinweis ===== Bitte die folgenden 2 ADC-Werte notieren Taste -> weiter</pre>	<pre>== AD8307 Vorlauf == ADC 0dBm:4105 ADC-30dBm:2228 kurz=Save lang=Abbr.</pre>
--	---

Die neuen ADC-Werte für 0dBm und -30dBm werden zum Schluss noch angezeigt. **Diese beiden Werte bitte notieren.** Diese Werte brauchen wir nach einem Wechsel der Firmware für die manuelle Eingabe im „SETUP[13], Manuell MKvor kalibrieren“. **Zuletzt werden mit einem kurzen Tastendruck der Einzeltaste die neuen Werte abgespeichert.** Ein langer Tastendruck führt wieder zum Abbruch der Funktion.

Nach der Korrektur der Anzeigefunktion werden die 1000W auch auf dem Stationswattmeter angezeigt.

2.2 Normalbetrieb

Aus dem normalen Betrieb des Wattmeters kommt man mit einen „kurzen Tastendruck“ der Einzeltaste in das „**Menue**“. Hier befinden sich alle Einstellungen, die oft benutzt werden. Die seltener benutzten Grundeinstellungen befinden sich im „SETUP“.

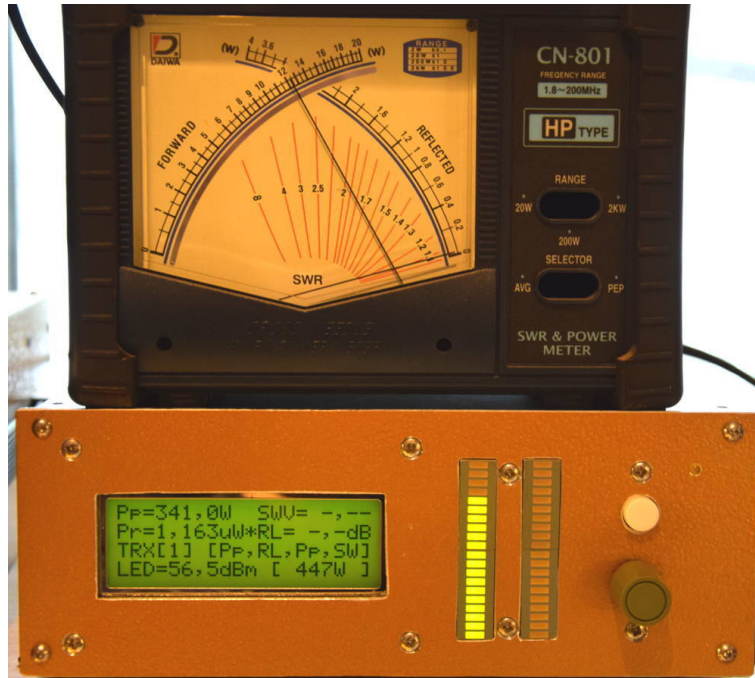
2.2.1 Menue

In diesem Menü kann man sich Infos anzeigen lassen, Parameter einstellen oder TRX/Antenne (Relais) umschalten. Eine Auswahl der Funktion „Abbruch“ gibt es hier nicht, sie ist aber im Hintergrund vorhanden. Möchte man nichts verstellen/einstellen, kann man das „Menue“ mit einem „**Tastendruck lang**“, der Einzeltaste, abbrechen. Mit dem Drehgeber werden die Menüpunkte gewechselt.

Wurde im SETUP die Nutzung der Relaisumschaltung für Antenne oder TRX aktiviert, wird als der erster Menüpunkt immer die Relaisumschaltung [7] angezeigt. Ist die Relaisumschaltung nicht aktiv wird als erster Menüpunkt [1] *Abruf Max-Werte, der letzten x Min* angezeigt.

Auch hier ist es so. Es werden immer 2 Schritte am Drehgeber benötigt um einen Menüpunkt weiter zu kommen. Das habe ich absichtlich so programmiert, weil es sehr schlecht funktionierende mechanische Drehgeber gibt.

2.2.1.1 [1] Abruf Max-Werte, der letzten x Min

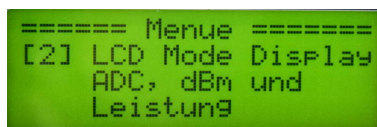


Die letzten maximalen Werte. Die LED-Zeile stehen auf „PEP-Leistung“. SWV und Return Loss wird nicht angezeigt, da bei der Momentaufnahme diese Werte manchmal sehr abweichen.

Dieser Menüpunkt erscheint immer als erstes, wenn die Relaisumschaltung nicht aktiviert wurde. Im Hintergrund der Software merkt sich die Software immer die höchste PEP-Leistung der letzten Minuten (Default-Einstellung 5 Min). Die Software merkt sich aber nicht nur die höchste PEP-Leistung, sondern alle momentanen ADC-Messungen. Aus denen lässt sich alles berechnen (PowerPEP, PowerVOR, PowerRück). Nach Abruf werden alle Daten wie „Online“ auf dem Display und LED-Zeilen maximal 10 Sekunden lang dargestellt. Nur SWV und RL wird nicht berechnet, da die Werte oft unrealistisch sind. Vorheriger Abbruch ist mit „Einzeltaste kurz“ möglich. Zur Information, dass die Funktion „Abruf Max-Werte“ aktiviert wurde, blinkt im Sekundenrhythmus in der Mitte Zeile 1 und Zeile 2 wechselseitig der Stern „*“. Nach dem Beenden dieser Funktion wird der Hintergrundspeicher gelöscht (Voreinstellung im SETUP).

2.2.1.2 [2] LCD Mode Display, ADC, dBm und Leistung

Hier kann man die Anzeigevариante im Display auswählen. Normal ist die Leistungsanzeige in „Watt“. Es geht aber auch die direkt die ADC-Werte anzuzeigen oder die Leistung in „dBm“.



- 0 Anzeige in ADC** Bei der Inbetriebnahme der Baugruppe ist es manchmal hilfreich den Wert der ADC-Wandler auf dem Display anzuzeigen. Der ADC-Wandler hat eine Wandler-Breite von 10 Bit. Eine Messung besteht in der FW aus 8 Einzelmessungen die addiert werden. Also ist der Wertebereich nicht 0..1023 wie bei 10 Bit ADC-Wandler-Breite üblich sondern zählt von 0 bis 8184.

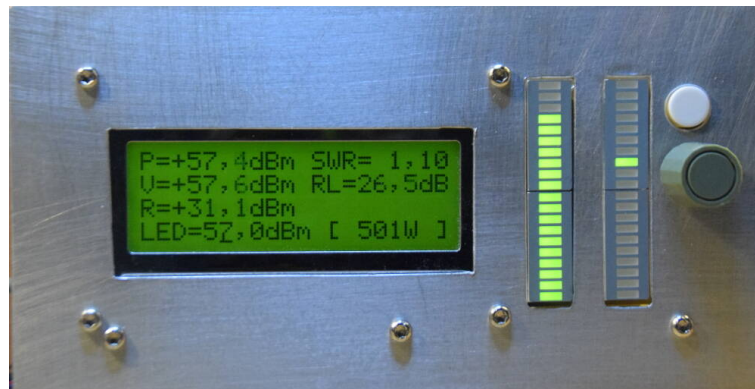
ADCP= 365	SWR= 0,00	ADCP=5742	SWR= 1,10
ADCv= 363	RL= 0,0dB	ADCv=5749	RL=26,6dB
ADCr= 456		ADCr=4107	
LED=52,0dBm [501W]		LED=52,0dBm [501W]	

Links 0 Watt und rechts 550 Watt von meiner LDMOS-PA.

- 1 Anzeige in dBm** P_{pep}, P_{vor} und P_{ueck} werden in dBm angezeigt. Es gibt keine Beschränkung. Es werden auch negative dBm-Werte angezeigt.

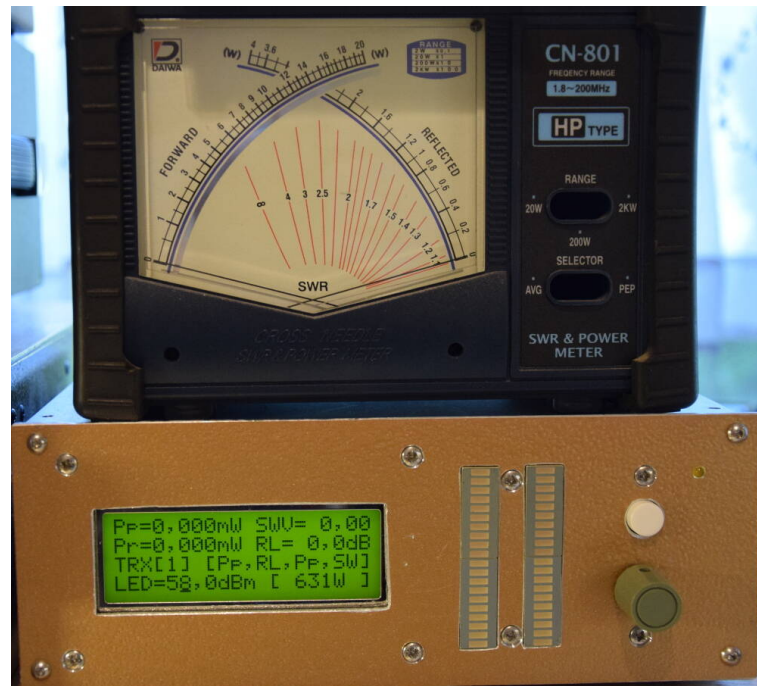


245 mWatt aus meiner Hermesbaugruppe mit der Anzeige der beiden LED-Zeilen. Links PEP rechts Return Loss.

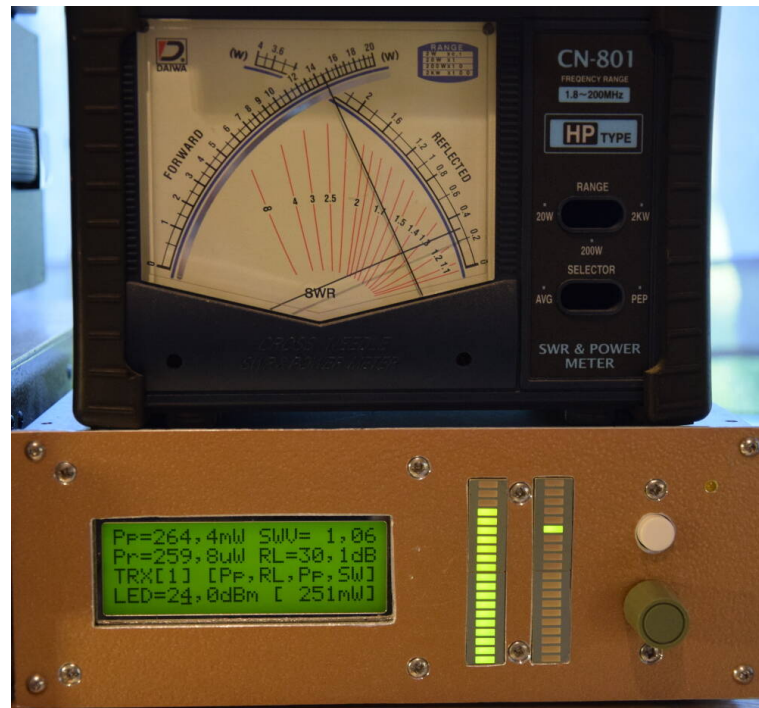


550 Watt aus meiner LMOS-PA mit der Anzeige der beiden LED-Zeilen. Links PEP rechts Return Loss.

- 2 Anzeige in Watt** Das ist die normale Anzeige. Bei PowerPEP kleiner 0dBm werden alle Leistungen mit „0,0 mWatt“ im Display angezeigt.



Sinkt die Leistung unter 0dBm (1mW) wird 0,0 mWatt angezeigt. In Zeile 3 links sehen wir welcher TRX ausgewählt wurde (Relaisumschaltung). Rechts daneben sehen wir die Zuordnung der Funktionen der Reihe nach (LED links = PEP, LED rechts = ReturnLoss, PWM1 (Kreuzzeiger Vorlauf) = PEP und PWM2 (Kreuzzeiger Reflected) = SWV).



245 mWatt aus meiner Hermesbaugruppe mit der Anzeige der beiden LED-Zeilen. Links PEP rechts Return Loss. Im Drehspulinstrument sehen wir auch die PEP-Leistung und bei „Reflected“ sehen wir eine Zeigerausschlag SWV=1,06, da der Vollausschlag auf SWV=1,5 eingestellt wurde. Die Vollaussteuerung LED/PWM wurde mit dem Drehgeber angepasst.



654 Watt aus meiner LMOS-PA mit der Anzeige der beiden LED-Zeilen und PWM. Links PEP rechts Return Loss und auch wieder die beiden PWM Ausgänge mit PEP und SWV. Mit dem Drehgeber wurde immer die Aussteuerung der LED-Zeilen und PWM angepasst, Vollaussteuerung 17 LEDs. Zu sehen in Zeile 4 des Displays.5

2.2.1.3 [3] LED Bar1 links, PEP und Pvor

Die linke LED-Zeile ist dem „Vorlauf“ zugeordnet. Es gibt 2 Auswahlpunkte PEP und Pvor.

0 Power PEP Es wird die PEP-Leistung zur Anzeige gebracht. Die PEP-Leistung ist der Punkt der maximalen Leistung (Spannung) in der Hüllkurve. Es gilt als maximale dBm-Aussteuerung der dBm-Wert im LCD-Display Zeile 4. Das sind 17 grüne LED bei Vollaussteuerung. Die 3 obersten roten LEDs zeigen die Übersteuerung an.

```

== LED Bar1 links ==
=====
0 Power PEP
Huellkurve Spitze

```

1 Power Vorlauf Es wird die Vorlauf-Leistung zur Anzeige benutzt. Normalerweise ist das die mittlere Leistung, aber die Anzeige ist etwas höher, da ich keine Mittelwertfunktion in der Software installiert habe. Im Sinne eine ruhigen Anzeige werden immer die Spitzenmesswerte in einem bestimmten Zeitraum verwendet werden. Es gilt als maximale dBm-Aussteuerung der dBm-Wert im LCD-Display Zeile 4. Das sind 17 grüne LED bei Vollaussteuerung. Die 3 obersten roten LEDs zeigen die Übersteuerung an.

```

== LED Bar1 links ==
=====
1 Power Vorauf
  etwa Mittelwert

```

Ab FW 1.05 wird der dBm-Wert für beide Messköpfe getrennt eingestellt und gespeichert.

2.2.1.4 [4] LED Bar2 rechts, Ret Loss, RLoss inv, SWV, Pr, Pr-10/-20dB

Die rechte LED-Zeile hat mehr Auswahlmöglichkeiten. Sie ist dem „Rücklauf“ zugeordnet.

0 Return Loss Wird in der LED-Zeile als Punktanzeige angezeigt. Return Loss 0dB (totale Fehlanpassung) bedeutet es leuchtet keine LED. Return Loss 40dB (fast ideale Anpassung) bedeutet es leuchtet die oberste 20-igste LED. Also pro LED 2dB.

```

== LED Bar2 rechts =
=====
0 Return Loss (db)
  LED 0..20 0..40dB

```

1 RLoss invers Wird in der LED-Zeile als Punktanzeige angezeigt. Return Loss 0dB (totale Fehlanpassung) bedeutet es leuchtet die obere 20.LED. Return Loss 40dB (fast ideale Anpassung) bedeutet es leuchtet kein LED. Die Anzeige ist invers zu „0 Return Loss“.

2 SWV Auch hier wird die Punktanzeige der LED-Zeile benutzt. SWV 1,0 (ideale Anpassung) bedeutet, es leuchtet keine LED. SWVmax (schlechte Anpassung) bedeutet, es leuchtet die oberste LED in der Zeile. Das SWVmax wird im SETUP „[16] SWV-Anzeige-LED, Anzeigebereich“ eingestellt.

```

== LED Bar2 rechts =
=====
2 SWV 1,0 bis x,x
  LED 0..20 1,0..x,x

```

3 Power Rueck Die LED-Zeile arbeitet im Bandbetrieb mit Peak&Hold. Es gilt als maximale dBm-Aussteuerung der dBm-Wert im LCD-Display Zeile 4. Das entspricht 17 grüne LEDs. Die 3 obersten LEDs zeigen die Überschreitung des Pegels an.

```

== LED Bar2 rechts =
=====
2 Power Rueck
  etwa Mittelwert

```


- 4 Prueck -10dB** Die LED-Zeile arbeitet im Bandbetrieb mit Peak&Hold. Die dBm-Aussteuerung ist aber um 10dB empfindlicher als beim vorherigen Punkt. Ist im Display +40dBm (10Watt) als Vollaussteuerung eingestellt reduziert sich die Vollaussteuerung auf +30dBm (1Watt). Das sind 17 grüne LED bei Vollaussteuerung. Die 3 obersten LEDs zeigen die Überschreitung des Pegel an.

```

== LED Bar2 rechts =
=====
3 Prueck -10dB
  etwa Mittelwert

```

- 5 Prueck -20dB** Die LED-Zeile arbeitet auch im Bandbetrieb mit Peak&Hold. Die dBm-Aussteuerung ist jetzt aber um 20dB empfindlicher als der eingestellte Wert im LCD-Display. Ist der eingestellte Wert 40dBm (10Watt), reduziert sich die Vollaussteuerung auf 20dBm (100mWatt). Jetzt ist die PowerRueck-Leistung auch bei guter Anpassung noch in der LED-Zeile zu sehen. Also 17 grüne LEDs bei Vollaussteuerung. Die 3 obersten LEDs zeigen die Überschreitung des Pegels an.

```

== LED Bar2 rechts =
=====
4 Prueck -20dB
  etwa Mittelwert

```

Ab FW 1.05 wird der dBm-Wert, Prueck, für beide Messköpfe getrennt eingestellt und gespeichert. Ab FW 1.10 kommt jetzt noch anschließend die Funktion SWV-Bereich, wenn SWV ausgewählt wurde. Siehe Kapitel [2.1.17](#) auf Seite [16](#)

2.2.1.5 [5] PWM1-Ausgabe, PEP und Pvor

Dieser Ausgabekanal funktioniert erst nach dem Umbau auf HW 1.02 und ab FW 1.04. Die analoge Ausgabe wird mit einer **P**ulse **W**eiten **M**odulation gesteuert. Im Menü sind die gleichen Auswahlpunkte wie bei der „LED Zeile links“. Die Auflösung der Spannungsausgabe beträgt 10 Bit. Das entspricht einer Auflösung von 0 bis 1023. 0 entspricht 0 Volt und 1023 entspricht 5 Volt. Zum Schutz des Ausgabepins des PIC ist ein serieller Widerstand von etwa 470 Ohm vorzusehen, damit bei Kurzschluss der Strom 10mA nicht überschreitet. Eventuell wird es notwendig die Haltezeit „SETUP, [15] PWM Anzeigezeit“ an die Trägheit des Drehspulinstrumentes anzupassen.

- 0 Power PEP** Es wird die PEP-Leistung an PWM1 ausgegeben. Die PEP-Leistung ist der Punkt der maximalen Leistung (Spannung) in der Hüllkurve. Es gilt als maximale dBm-Aussteuerung der dBm-Wert im LCD-Display Zeile 4. Der eingestellte Wert von Zeile 4 ergibt einen Zeigerausschlag von 85%. Zusätzlich ist es günstig in SETUP[15] „*PEP Peak&Hold long*“ zu aktivieren. Diese Funktion wirkt wie eine ALC-Hängereglung.

- 1 Power Vorlauf** Es wird die Vorlauf-Leistung an PWM1 ausgegeben. Normalerweise ist das die mittlere Leistung, aber die Anzeige ist etwas höher, da ich keine Mittelwertfunktion in der Software installiert habe. Im Sinne eine

ruhigen Anzeige werden immer die Spitzenmesswerte in einem bestimmten Zeitraum verwendet werden. Es gilt als maximale dBm-Aussteuerung der dBm-Wert im LCD-Display Zeile 4. Das sind auch wieder 85% Zeiger-Vollausschlag.

Ab FW 1.05 wird der dBm-Wert für beide Messköpfe getrennt eingestellt und gespeichert.

2.2.1.6 [6] PWM2-Ausgabe, Ret Loss, RLoss inv, SWV, Pr, Pr-10/-20dB

Die analoge Ausgabe wird mit einer **Pulse Weiten Modulation** gesteuert. Im Menü sind die gleichen Auswahlpunkte wie bei der „LED Zeile rechts“. Die Auflösung der Spannungsausgabe beträgt 10 Bit. Das entspricht einer Auflösung von 0 bis 1023. 0 entspricht 0 Volt und 1023 entspricht 5 Volt. Zum Schutz des Ausgabepins des PIC ist ein serieller Widerstand von etwa 470 Ohm vorzusehen, damit bei Kurzschluss der Strom 10mA nicht überschreitet.

0 Return Loss Return Loss 0dB (totale Fehlanpassung) entspricht 0 Volt. Return Loss 40dB (fast ideale Anpassung) entspricht 5 Volt.

1 RLoss invers Return Loss 0dB (totale Fehlanpassung) bedeutet es werden 5 Volt ausgegeben. Return Loss 40dB (fast ideale Anpassung) bedeutet die Spannung ist 0 Volt. Die Anzeige ist invers zu „0 Return Loss“.

2 SWV SWV 1,0 (ideale Anpassung) bedeutet, es werden 0 Volt ausgegeben (kein Zeigerausschlag). SWVmax (schlechte Anpassung) bedeutet es werden 5 Volt ausgegeben (Zeiger Vollausschlag). Das SWVmax wird im SETUP „[17] SWV-Anzeige-PWM, Anzeigebereich“ eingestellt.

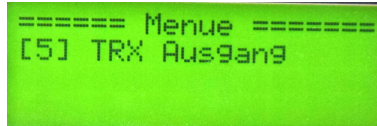
3 Power Rueck Es gilt die dBm-Aussteuerungsgrenze wie im LCD-Display Zeile 4 dargestellt. Der Anzeigebereich beträgt 20dB. Wobei der eingestellte Pegel im Display Zeile 4 einem Zeigerausschlag von 17/20 entspricht. Das sind 85% Vollausschlag.

4 Prueck -10dB Die dBm-Aussteuerungsgrenze ist um 10dB empfindlicher als der Wert im Display Zeile 4. Ist z.B. 40dBm (10Watt) im Display eingestellt, reduziert sich das Maximum auf 30dBm (1Watt). Bei 1 Watt wären dann 85% des Vollausschlag erreicht.

5 Prueck -20dB Die dBm-Aussteuerungsgrenze ist um 20dB empfindlicher für den Vollausschlag. Sind 40dBm (10Watt) eingestellt, reduziert sich hier das Maximum auf 20dBm (100 mWatt). Auch hier ist es so das 85% des Vollausschlages dem eingestellten Wert im Display Zeile 4 entsprechen. Jetzt ist die PowerRueck-Leistung auch bei guter Anpassung noch zu sehen.

Ab FW 1.05 wird der dBm-Wert, Prueck, für beide Messköpfe getrennt eingestellt und gespeichert. Ab FW 1.10 kommt jetzt noch anschließend die Funktion SWV-Bereich, wenn SWV ausgewählt wurde. Siehe Kapitel [2.1.18](#) auf Seite [16](#)

2.2.1.7 [7] TRX Ausgang / Antenne Eingang, welches Relais



Wurden im „SETUP, [8] Relais-Mode“ die TRX-Umschaltung oder Antennen-Umschaltung aktiviert, ist dieser Menüpunkt für die Auswahl des entsprechenden Relais gedacht. Die Anzahl der wählbaren TRX oder Antennen werden im „SETUP, [9] Relais Anzahl“ festgelegt.

Dieser Menü-Punkt wird als erster eingeblendet, wenn die Relaisumschaltung aktiviert wurde „SETUP, [8] Relais-Mode“.

2.2.2 LED-Zeile Leistung einstellen

Die Leistungsanzeige für die LED-Zeile, bis zum Übersteuerungspunkt (LED 1-17) und parallel die PWM-Aussteuerung, wird mit dem Drehgeber eingestellt. Den eingestellten Wert sehen wir im Display Zeile 4. Der geringste einstellbare Wert beträgt +17dBm. LED 1 bis 17 stellt also den Wert +1dBm bis +17dBm dar. Ist der Pegel größer +17,5dBm beginnt die erste rote LED zu leuchten. Im Display, Zeile 4 rechts sehen wir die entsprechende Leistung in „Watt“. Der Bezug für den dBm-Wert ist immer die LED 17 und bei der PWM 85 % des Zeigerausschlages. Leuchtet die erste rote LED, die LED 18, wurde der eingestellte dBm-Wert überschritten. Der Drehgeber besitzt auch eine Tastenfunktion. Damit kann man die Schrittweite von 1dB auf 0,1dB verringern. Der Cursor (ein Unterstrich) wandert an die entsprechende Dezimalstelle. Wird die Einstellung der Leistung nicht mehr benutzt, schaltet die Software nach 10Sek automatisch wieder auf die Schrittweite 1dB, so dass eine zügige Einstellung ermöglicht wird.

Ab FW 1.05 die dBm-Aussteuerungsgrenze für beide Messköpfe getrennt gespeichert. Beim „Messkopf– >WECHSEL“ wechselt auch die dBm-Aussteuerung für die LED-Zeilen und PWM-Analogausgaben.

2.2.3 Wechsel zum 2. Messkopf

Im Drehgeber befindet sich auch eine Taste. Wird diese **Taste lange gedrückt** erscheint im Display „Messkopf– >WECHSEL“ und in Zeile 2 „Messkopf 1“ oder „Messkopf 2“. Bei „Messkopf 2“ zieht das Relais 8 an und es werden zusätzlich aus dem Eeprom die Kalibrierwerte des 2. Messkopfes geladen. Ein erneutes „Drehgeber-Taste-lang“ wechselt wieder zurück zum 1. Messkopf. Als Info, dass der 2. Messkopf aktiv ist erscheint im Display Zeile 3 ein „\$“ Zeichen. Besser ist es jedoch parallel zum Relais 8 eine LED mit Vorwiderstand in der Frontplatte zu installieren. Leuchtet diese LED, ist der Messkopf 2 aktiv.

Werden 2 Messköpfe benutzt muss auch 2 mal Kalibriert werden.

Ab FW 1.05, „Messkopf– >WECHSEL“ wechselt auch die dBm-Aussteuerung für die LED-Zeilen und PWM-Analogausgaben.

2.3 Messung und Berechnung SWV, Leistung

2.3.1 Betrachtung zum ADC-Wandler im PIC18F45(46)K22

Wir schon bei der Kalibrierung kurz erwähnt, wird mit dem ADC-Wandler im PIC18F45(46)K22 die Gleichspannung vom AD8307 gemessen. Da die Spannung nur im Bereich von 0 Volt bis maximal 3 Volt sein kann (Datenblatt AD8307), habe ich die Referenzspannung für den AD-Wandler im PIC18F45(46)K22 auf 3,3 Volt reduziert. Dafür ist die Zenerdiode D1, 3,3V an PIN 5 gedacht. Die Auflösung des AD-Wandler beträgt 10 Bit. 0,0 Volt ist im ADC-Wandler der Wert „0“ und 3,3 Volt entspricht dem ADC-Wert „1023“. Im Vergleich zur Referenzspannung von 5 Volt wird die Auflösung der ADC-Wandlung um den Faktor 1,5 verbessert.

2.3.2 Berechnung der Leistung

Um die Messgenauigkeit noch etwas zu erhöhen, besteht jede Messung aus 8 Einzelmessungen die addiert werden. Angenommen die Summe der 8 Messungen des ADC-Wandlers beträgt 4010. Diesen Wert rechnen wir mit der Formel:

$$Pegel(dBm) = ADCWert * mkx + mky$$

in dBm um. Nach meiner Kalibrierung ist der Wert für $Mkx = 0,015789473685$ und für $Mky = -64,847368411$. In die Formel eingesetzt ist das Ergebnis der Funktion:

$$4010 * 0,015789473685 + -64,847368411 = -1,5316dBm$$

Zu diesem Ergebnis müssen wir die Auskoppeldämpfung des Messkopfes addieren. 36 Windungen auf den beiden Übertrager ergeben eine Auskoppeldämpfung von:

$$Auskoppeldämpfung(dB) = \log_{10}(Windungen) * 20$$

$$\log_{10}(36) * 20 = 31,13dB \text{ Auskoppeldämpfung}$$

Als Ergebnis in dBm erhalten wir:

$$-1,5316dBm + 31,13dB = 29,6dBm$$

Aus dem dBm-Wert lässt sich direkt die Leistung berechnen:

$$Leistung(mWatt) = 10^{(dBm/10)}$$

$$10^{(-29,6/10)} = 912mWatt$$

Das sieht alles kompliziert aus, aber durch die hohe Taktfrequenz von 64 MHz im PIC18F45(46)K22 werden alle Formeln sehr schnell abgearbeitet. Hinzu kommt noch, dass ich meine Gleitpunktarithmetik selbst geschrieben habe (optimiert auf Geschwindigkeit und Speicherbedarf) und die restliche Software auch

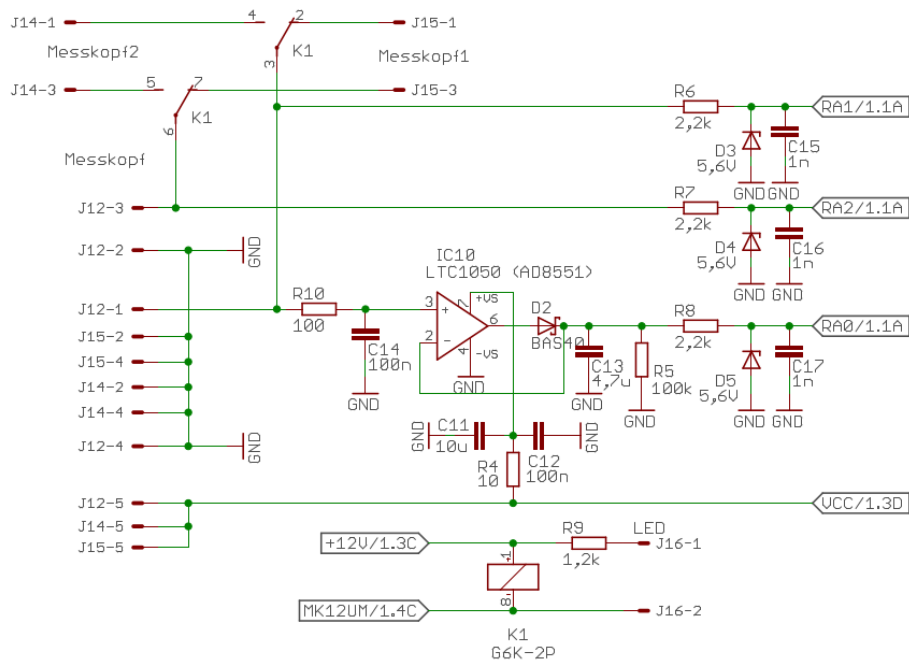
mit Assembler entwickelt wurde. Alle Berechnungen gehen so schnell das man den Eindruck hat, bei der LED Zeile gibt es keine Verzögerung. Die Anzeigen im LCD-Display werden künstlich verzögert, damit die Anzeige nicht unruhig erscheint. Die Berechnungen und Ausgaben für die LED-Zeilen und der beiden PWM-Analogkanäle erfolgt 50 bis 150 mal pro Sekunde, je nach Task-Abarbeitung.

2.3.3 Messung der PEP Leistung

Auf der Platine mit dem Mikrocontroller befindet sich ein Präzisions- Operationsverstärker LTC1050 für die Ermittlung der PEP-Leistung.

Anfangs war ich der Meinung das der AD8351 der besser Operationsverstärker ist. Mit dem AD8351 war der Unterschied zwischen Eintön- und Zweitön- Aussteuerung fast genau 6 dB. So wie es mathematisch richtig ist. Es hat sich aber gezeigt, dass der AD8351 zum überschwingen neigt. Der AD8351 scheint mit der Beschaltung am Ausgang nicht klar zu kommen. Einige OMs klagten über eine viel zu hohe angezeigte PEP-Leistung. Deshalb habe ich wieder den LTC1050 eingesetzt. Dieser OPV macht es viel besser und folgt exakt der SSB-Hüllkurve.

Vom Messkopf kommt die Gleichspannung für die Vorlaufeistung. Ich habe im Messkopf extra kleine Kapazitäten im Tiefpass am AD8307 und am OPV LMC6482 Ausgang eingesetzt, damit die Hüllkurve vollständig zur Hauptplatine übertragen wird. Der OPV auf der Hauptplatine hat nun die Aufgabe aus der Hüllkurve des SSB-Signales das Maximum zu messen. Über die sehr hohe Verstärkung des OPV und der Diode D2 BAS40 wird der Kondensator C13 100nF ständig nachgeladen bis das Maximum der Hüllkurve erreicht ist. Die Spannung an C13 wird anschließend mit einem separaten ADC-Eingang des PIC gemessen, berechnet und zur Anzeige im Display gebracht. Siehe Schaltbild der Hauptplatine.



Mit einem SDR-TRX kann man das sehr gut testen. Die Leistungsanzeige PEP muss bei Eintonaussteuerung und anschließender Zweitonaussteuerung etwa die gleiche Leistung anzeigen. Die Software „PowerSDR“ verringert bei der Zweitonaussteuerung den eingestellten Pegel der 2 Töne genau um 6 dB. Die Pegel der 2 Töne addieren sich im Maximum der Hüllkurve wieder zur vollen Leistung (+6dB) und subtrahiert ergibt sich ein Minimum der Hüllkurve. Im Wattmeter, bei der PEP-Leistungsanzeige, sollte etwa der gleiche Wert angezeigt werden bei Eintonaussteuerung und Zweitonaussteuerung. So ganz wird das nicht gelingen, da die Spitze der Hüllkurve nicht genau analysiert wird. Aber etwas über 5 dB werden mit dem OPV erreicht.

Die Funktion der „Messung der PEP Leistung“ kann mit Gleichspannung getestet werden. Das beschreibe ich im Kapitel 2.5 auf Seite 35.

Die Anzeige der PEP-Leistung kann zusätzlich auf die linke LED-Zeile und auf den analogen Ausgang PWM1 gelegt werden. Im LCD-Display wird die Leistung in Zeile 1 nur als PEP-Leistung dargestellt. Wird die LCD-Anzeige auf „dBm“ umgestellt, sehen wir die PEP-Leistung und die einfache Vorwärts-Leistung gemeinsam, als dBm-Wert.

2.3.4 Berechnung der Rückflusdämpfung (Return Loss)

Diese Berechnung ist ganz einfach. Dazu verwende ich bei der Vorwärtsleistung nicht die PEP-Leistung sondern das einfache Pvor und Prueck. Die Differenz von Pvor und Prueck, als „dBm-Wert“ ergibt direkt die Rückflusdämpfung in „dB“.

$$ReturnLoss(db) = Pvor(dBm) - Prueck(dBm)$$

Ich bevorzuge die Beobachtung der Rückflusdämpfung beim Anpassen der Antenne.

2.3.5 Berechnung des SWV

Jetzt fehlt nur noch die Berechnung des Stehwellenverhältnis. Dazu wird der Wert der Rückflusdämpfung benutzt. Die Formel dazu:

$$SWV = \frac{(1+10^{RL/20})}{(1-10^{RL/20})}$$

Mir persönlich ist die Beobachtung der Rückflusdämpfung beim Anpassen der Impedanz der Antenne am liebsten. Das Stehwellenverhältnis ist in der Nähe vom Wert 1,1 so stark komprimiert, dass man eine Verbesserung der Anpassung kaum noch sehen kann. Die Änderung der Rückflusdämpfung kann man aber noch genau sehen. Ich habe der LED-Zeile 2 rechts die Anzeige der Rückflusdämpfung zugeordnet.

2.4 Abschätzung der Messgenauigkeit

Natürlich misst dieses Wattmeter nicht mit absoluter Genauigkeit. Als erstes schauen wir in die PDF des Datenblattes vom AD8307. Da steht „+/-1 dB Linearity Slope of 25 mV/dB“. Also eine Abweichung von maximal +/-1dB von der Funktion Pegel-dBm am Eingang des AD8307 zur Ausgangsmessspannung

am PIN 4 des AD8307. 1dB Abweichung bei 500W entsprechen etwa 100W Abweichung!!!

Ich kann aber sagen, dass die Abweichung geringer sind. Ich habe 2 Wattmeter aufgebaut. Beide mit dem gleichen Kalibriergenerator 0dBm kalibriert und eine kleine Messreihe über die relative Abweichung in dB und Leistung aufgestellt. Das ist ganz interessant. Wie schon vermutet ist die Funktion dBm zur Ausgangsspannung beim AD8307 nicht ganz linear.

Wattmeter 1	Leistung	Wattmeter 2	Leistung
10,8 dBm	12,02 mW	11,0 dBm	12,59 mW
30,2 dBm	10,5 W	30,1 dBm	10,23 W
37,2 dBm	5,25 W	37,7 dBm	5,89 W
38,5 dBm	7,1 W	39,0 dBm	7,9 W
47,7 dBm	58,9 W	48,2 dBm	66,1 W
50,9 dBm	123 W	51,6 dBm	146 W
55,3 dBm	339 W	55,6 dBm	363 W
56,6 dBm	457 W	56,5 dBm	447 W

Es zeigt sich das Abweichung der beiden Wattmeter maximal 0,7dB beträgt und sonst aber geringer ist. Genauer wird man das nicht hinbekommen.

Die Messgenauigkeit hängt natürlich auch von der Genauigkeit des 0dBm Kalibriergenerators ab. Der Eingenbau meines Generators hat eine Genauigkeit von etwa +/-0,1dB. Das ist für unsere Funkamateure-Ansprüche völlig ausreichend. Eine Aufbauanleitung des Generators findet ihr unter:

<http://www.dl4jal.eu/mwattmeter/mwattmeter.html>

ganz unten auf der Seite.

oder ihr besorgt euch einen Bausatz „Kalibriergenerator AS600 ATTiS“. Suchbegriff in „Google“ eingeben.

Ich will nur in diesem Kapitel darauf hinweisen, dass bei der maximalen erlaubten Leistung von 750 Watt ganz schnell eine Messungenauigkeit von 100 Watt entsteht.

Letztendlich ist dieses Wattmeter genauer als alle anderen Wattmeter mit Zeiger und oder einer Diodengleichrichtung.

2.5 Funktionstest der PEP Funktion mit Gleichspannung

Ist die „Leiterplatte Mikrocontroller“ fertig bestückt, kann die Funktion der PEP-Schaltung getestet werden. Dazu wird die Platine mit 12 Volt Betriebsspannung versorgt und anstelle des Messkopfes testen wir mit Gleichspannung an J12.

Test der PEP-Schaltung An J12, PIN 1 legen wir eine Gleichspannung von etwa 1 Volt an. Am PIC, PIN 2 messen wir 1 Volt. Funktioniert die PEP-Schaltung mit dem OPV messen wir am PIC, PIN 3 auch 1 Volt. Wir können noch die Spannung zwischen 0 Volt und 3 Volt variieren und am PIC PIN 2,3 sollte die Spannung ebenfalls etwa gleich sein.

Jetzt kann man sicher sein das die PEP-Ermittlung funktioniert.

Kontrollieren kann man die parallele Anzeige von *Pvor* und *Ppép* auch indem man im Menü [2] *LCD Mode Display, ADC, dBm und Leistung* „Anzeige in ADC“ einstellt.

2.6 History der Firmware

25.04.2019, Version 1.08 Verbesserung der Berechnung von *Pvor* für die Displayanzeige

Normalerweise bildet *Pvor* einen beliebigen Messpunkt auf der Hüllkurve ab. Das kann im Minimum sein, aber auch im Maximum der Hüllkurve. Für die richtige Displayanzeige im *Modus dBm* wäre es besser einen Mittelwert anzuzeigen. Das habe ich jetzt mit einem mathematischen Tiefpass realisiert.

27.04.2019, Version 1.09 Durch die Mittelwertbildung von *Pvor* hat sich ein kleiner Fehler eingeschlichen. Der erste PEP-Wert wird nicht angezeigt. Fehler behoben. Anzeige reagiert jetzt sofort. Selbst der PTT-Tastendruck ist im Wattmeter als PEP-Anzeige zu sehen.

13.07.2019, Version 1.10 Wurde SWV ausgewählt, kommt anschließend noch die Festlegung des SWV-Bereiches, der angezeigt werden soll. Diese Funktion ist getrennt auch im SETUP noch einmal zu finden.

08.09.2019, Version 1.11 Die FW gibt es jetzt auch mit englischen Texten. Ich hoffe es sind wenig Fehler. Ich habe ein Übersetzungsprogramm „DeepL“ zu Hilfe genommen.

Ich habe versucht die Entprellung des mechanischen Drehgebers per FW zu realisieren. Wird ein Interrupt RB0 ausgelöst, so sperrt ein Timer für 40mSek die RB0 Interrupts. Die Prellungen werden sozusagen ausgeblendet.

13.09.2019, Version 1.12 Ich habe die Entprellung des mechanischen Drehgebers per FW verbessert. Wird ein Interrupt RB0 ausgelöst, so sperrt ein Timer für 40mSek die RB0 Interrupts. Die Prellungen werden sozusagen ausgeblendet. Anschließend wird 20 mal der PORTB eingelesen. Das am häufigsten vorkommende Byte wird dann für die Auswertung verwendet.

Es bestand der Wunsch die Relais für die Auswahl TRX/Antenne invers zu schalten. Alle Relais sind „EIN“, nur das ausgewählte Relais ist „AUS“.

01.12.2019, Version 1.13 In der Menu-Funktion „[1] Abruf Max-Werte“ wurden beim SWV und Returnloss meistens falsche Werte angezeigt. SWV und Returnloss ist jetzt ausgeblendet. Nur die Leistungsanzeigen sind zu sehen.

11.04.2020, Version 1.14 DL1GZW berichtet das die FW hängen bleibt und nur mit Power-OFF. Power-ON wieder zum „Leben“ erweckt wird. Das könnte eine fehlerhaftes Display sein. Ich habe zum Test die Funktion der Bereitschaftsabfrage der LCD ergänzt und verbessert. Weiter habe ich den „Watchdog“ im PIC aktiviert. Tritt ein „Watchdog-Ereignis“ ein wird das

im Display angezeigt. Eine Abfrage „Watchdog-Ereignis“ ist im SETUP Funktion [19] möglich.

ReturnLoss wird im „LCDMODE“ [0] (ADC) und [1] (dBm) jetzt immer angezeigt. Auch wenn dBm-Vor kleiner 0 dBm ist.

Messkopf 1 und Messkopf 2 haben jetzt getrennte Einstellung für die Auskoppeldämpfung, SETUP Funktion „[3] Richtkoppler“. In der Funktion kann man jetzt mit einem kurzen Drehgeber-Tastendruck den Cursor umschalten (Schrittweite der Windungszahl). Die Windungszahl kann so schneller verstellt werden.

05.08.2020, Version 1.15 Sind 2 Messköpfe am Wattmeter angeschlossen ist es günstig für jeden Messkopf getrennt das LCD-Anzeigeformat einzustellen. Jetzt kann man zum Beispiel mit dem Messkopf 1 die LCD-Anzeige auf „Wattanzeige“ einstellen und wenn man auf den Messkopf 2 umschaltet die LCD-Anzeige auf „dBm“ einstellen. Die Einstellung merkt sich die Firmware im Eeprom. Nach PowerON ist der getrennt eingestellte LCD-Mode wieder aktiv.

Dann sind noch einige Quelltextänderungen vorgenommen worden. Der HEX-File ist somit etwas kleiner geworden.

SETUP[15], Bit *PEP Peak&Hold long* hinzu gekommen. PWM-PEP Hänge-reglung.

09.03.2021, Version 1.19 Den Watchdog habe ich aktiviert.

Der Kursortyp kann im SETUP[20] eingestellt werden. Das wird wichtig beim Einsatz eines OLED-Displays.

Für die PEP-Messung wurde eine Average programmiert. Siehe SETUP[21].

Der Quelltext ist jetzt so groß geworden das das HEX-File nur noch in den PIC18F46K22 geladen werden kann.

11.03.2021, Version 1.20 Für die Vor- und Rück-Messungen wurde eine Average programmiert. Siehe SETUP[22].

Durch die AVGs waren noch Fehler in der FW. Vor allem beim Kalibrieren. Fehler beseitigt.

Der Quelltext ist jetzt so groß geworden das das HEX-File nur noch in den PIC18F46K22 geladen werden kann.

16.03.2021, Version 1.21 Bei AVG flackert die LCD. War nur bei OLED so richtig sichtbar. Fehler behoben.

24.06.2022, Version 1.22 neue Funktion: SETUP[23] „Einstellung Richtschärfe“ hinzu programmiert.

Kapitel 3

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