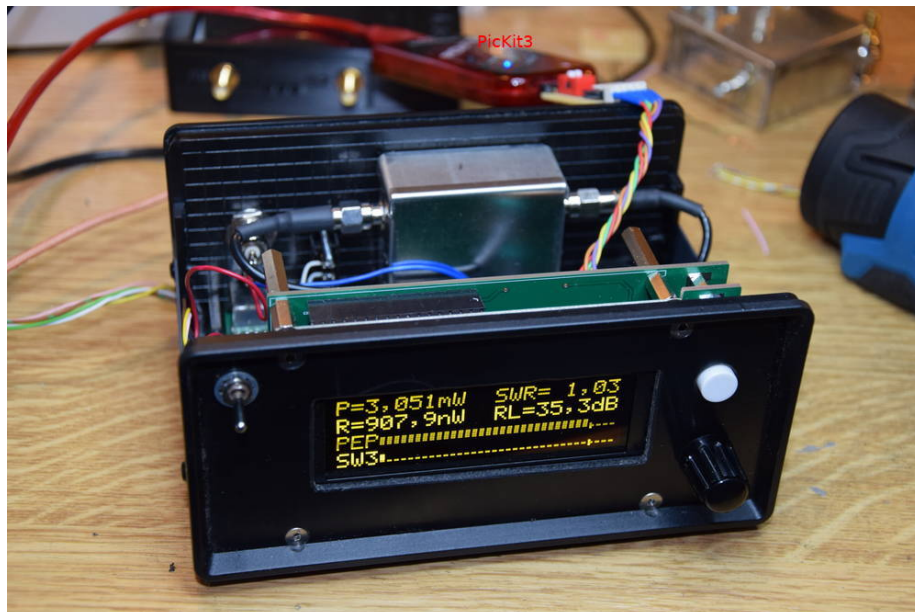


(QRP)Wattmeter
mit OLED-Display 4x20 Zeichen
Messbereich <1 mWatt - 150 Watt
Beschreibung der Firmware

(c) DL4JAL

21. März 2023



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	4
2	Software Beschreibung	5
2.1	Bootloader	5
2.2	Anzeigevarianten im Display	5
2.3	SETUP	7
2.3.1	[0] Abbruch	7
2.3.2	[1] Uvor kalibrieren, Messplatine X2, AD8307 IC2	7
2.3.3	[2] Urueck kalib., Messplatine X1, AD8307 IC1	10
2.3.4	[3] Richtkoppler, Auskoppeldaeempf. Windungszahl	10
2.3.5	[4] LCD Anzeigezeit, der Werte PEP, Pr, SWV und RL	11
2.3.6	[5] Bargraphanzeige, Peak&Hold Zeit	11
2.3.7	[6] View Messk-Vor, ADC1,2 und mkx mky Werte	11
2.3.8	[7] View Messk-Rueck, ADC1,2 und mkx mky Werte	11
2.3.9	[8] BarGr/PWM Test	11
2.3.10	[9] Drehgebertyp, verschiedene Typen	13
2.3.11	[10] Abruf der Max-Werte, Speicherdauer und CLR ein/aus	14
2.3.12	[11] Manuell MKvor, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator	14
2.3.13	[12] Manuell MKrueck, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator	15
2.3.14	[13] PWM Einstellung, Zeigertraegheit PEP Peak&Hold	15
2.3.15	[14] FW-Update	15
2.3.16	[15] SWV-Anzeige-PWM, Anzeigebereich einstellen	15
2.3.17	[16] PIC-Watchdog, Restarts gezaehlt!!	16
2.3.18	[17] Kursortyp	16
2.3.19	[18] Info Firmware, Datum, HW, FW, Infos	16
2.3.20	[19] Display Varianten editieren, einstellen	17
2.3.21	[20] Default Setting, alle Parameter zurück setzen	20
2.3.22	[21] MK-Return Loss, Messkopf RLoss abgleichen	21
2.4	Normalbetrieb	21
2.4.1	Menue	21
2.4.1.1	[1] Abruf Max-Werte, der letzten x Min	21
2.4.1.2	[2] Display Variante, Anzeigevarianten 1..x	22
2.4.1.3	[3] PWM1-Ausgabe, PEP und Pvor	22
2.4.1.4	[4] PWM2-Ausgabe, RL-30dB/60dB 0..5V, SWV, Pr, Pr-10/-20dB	22
2.4.2	Bargraph/PWM maximale Leistung einstellen	23
2.4.3	Die Bargraph Balken/Punkt-Anzeige	24
2.5	Messung und Berechnung SWV, Leistung	25

2.5.1	Betrachtung zum ADC-Wandler im PIC18F26K22	25
2.5.2	Berechnung der Leistung	26
2.5.3	Messung der PEP Leistung	27
2.5.4	Berechnung der Rückflussdämpfung (Return Loss)	27
2.5.5	Berechnung des SWV	27
3	PC-Software QwFWLoader	28
4	History der Firmware/Software	30
5	Schlusswort	32

Kapitel 1

Vorwort

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

Kapitel 2

Software Beschreibung

Nach der Beschreibung der Hardware folgt die Beschreibung der Firmware.

Die Software für den PIC18F26K22 wurde in Assembler geschrieben und optimiert auf Geschwindigkeit. Für die mathematischen Berechnungen verwende ich ein selbst geschriebenes Gleitpunktpaket mit erhöhter Genauigkeit (40 Bit), 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 Gleitpunktzahl eine Länge von 5 Byte. Damit erreiche in etwa die Rechengenauigkeit eines wissenschaftlichen Taschenrechners.

2.1 Bootloader

In dieser Firmware habe ich am Ende des Roms meinen Bootloader implementiert. Über den Menüpunkt [14] *FW-Update* im SETUP wird die Schnittstelle zum PC aktiviert und man braucht nur noch das PC-Programm starten. Das PC-Programm läuft unter Linux und auch Windows.

2.2 Anzeigevarianten im Display

Das Display hat 4 Zeilen mit je 20 Zeichen. In einer Zeile können 2 numerischer Werte angezeigt werden, einer links und einer rechts. Ein numerischer Wert wäre z.B.: die PEP-Leistung in Watt. Folgende Anzeigen der numerischen Werte stehen zur Verfügung:

ADCp ADCpep: Das ist der Wert des A/D Wandlers im PIC an PIN 2. Wobei die Besonderheit ist es werden 8 Messungen addiert. Der Wert dieser Zahl bewegt sich im Bereich 0 .. 8184 (8x 10 Bit Wandlerbreite).

ADCv ADCvor: Das ist der Wert des A/D Wandler im PIC an PIN 3. Wertebereich 0 .. 8184.

ADCr ADCrueck: Das ist der Wert des A/D Wandler im PIC an PIN 4. Wertebereich 0 .. 8184.

P dBmpep: Die PEP-Leistung in dBm.

V dBmvor: Die Pvor-Leistung in dBm.

R dBmruock: Die Prueck-Leistung in dBm.

```
P+ 0,3dBm  ADCP=2665
U+ 0,3dBm  ADCV=2668
R-28,6dBm  ADCr= 653
SW3.....→
```

Hier als Beispiel die Kombination dBm und ADC Anzeige.

P= Wattpep: Die PEP-Leistung in Watt.

V= Wattvor: Die Pvor-Leistung in Watt.

R= Wattrueck: Die Prueck-Leistung in Watt.

SWV SWV: Das Stehwellenverhältnis.

RL Return Loss: Die Rückflussdämpfung in dB.

```
P=1,064mW  SWR= 1,08
R=1,400uW  RL=28,8dB
PEP.....→
SW1.....→
```

Hier die Anzeige in Kombination mit Balkenanzeige für die PEP-Leistung und das SWV als Balkenpunktanzeige mit 1,5 als Endausschlag.

Weiterhin ist es möglich in Zeile 3 und/oder Zeile 4 eine Balkenanzeige einzustellen. Die Bargraph-Anzeige (Balkenanzeige) hat eine Auflösung von 34 Feldern und wird mit einer Pseudografik erzeugt. Nach 30 Feldern ist eine kleine Markierung. Diese Markierung soll die Aussteuerungsgrenze anzeigen. Die Aussteuerungsgrenze, in dBm/Watt, wird mit dem Drehgeber eingestellt. Folgende Bargraphanzeigen für Zeile 3/4 habe ich programmiert:

BG-PEP PEP Anzeige als Balken in dBm. Aussteuerungsgrenze einstellbar von 5 dBm (3,16 mW) bis 52 dBm (158 Watt). 1 dB = 1 Leuchtfeld. Die Anzeige ist logarithmisch.

BG- V Power Vor Anzeige als Balken in dBm. Aussteuerungsgrenze einstellbar von 5 dBm (3,16 mW) bis 52 dBm (158 Watt). 1 dB = 1 Leuchtfeld. Die Anzeige ist logarithmisch.

BG-RL2 Return Loss 2 dB=1 Leuchtfeld. 30 Felder sind also 60 dB Return Loss. Die Anzeige ist logarithmisch.

BG-RL1 Return Loss 1 dB=1 Leuchtfeld. 30 Felder sind also 30 dB Return Loss. Die Anzeige ist logarithmisch.

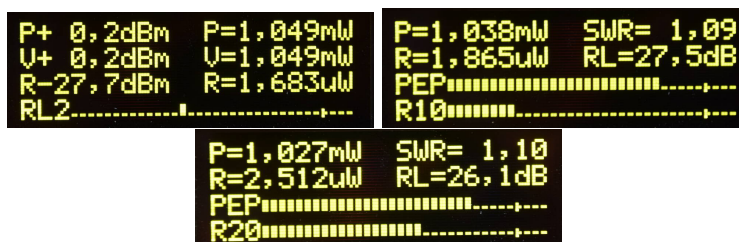
BG-SWx SWV bis x,x. Die Grenze lässt sich einstellen von 1,5 bis 9,0. Entsprechen ändert sich die Bezeichnung. SW1 = bis 1,5, SW2 = bis 2,0 ... SW9 = bis 9,0. Die Anzeige ist linear.

BG- R Power Rücklauf Anzeige als Balken in dBm. 1 dB = 1 Leuchtfeld. Die Anzeige ist logarithmisch.

BG-R10 Power Rücklauf + 10 dB, Anzeige als Balken in dBm + 10 dB. So werden auch kleiner Rücklaufeistungen darstellbar. 1 dB = 1 Leuchtfeld. Die Anzeige ist logarithmisch.

BG-R20 Power Rücklauf + 20 dB, Anzeige als Balken in dBm + 20 dB. So werden auch kleinste Rücklaufeistungen darstellbar. 1 dB = 1 Leuchtfeld. Die Anzeige ist logarithmisch.

Im Eeprom des PIC habe ich 20 verschiedenen Varianten der Displaydarstellung vorab eingestellt. Die Varianten sind über das Menü[2], Kapitel 2.4.1.2, abrufbar und auch über das SETUP[19], Kapitel 2.3.20, änderbar.



Hier noch die Anzeigekombination dBm und Watt, Watt und unterer Balken Rücklaufeistung + 10 dB und Watt und unterer Balken Rücklaufeistung + 20 dB.

2.3 SETUP

Durch „langes Drücken“ der Einzeltaste kommen wir in das SETUP (den Grundeinstellungen). Mit dem Drehgeber wählen wir die entsprechende SETUP-Funktion aus. Bei jedem zweiten Schritt schaltet die Funktionsauswahl weiter. Ich habe das reduziert, da manche Drehgeber nicht exakt arbeiten und ich unkontrollierte Sprünge vermeiden will.

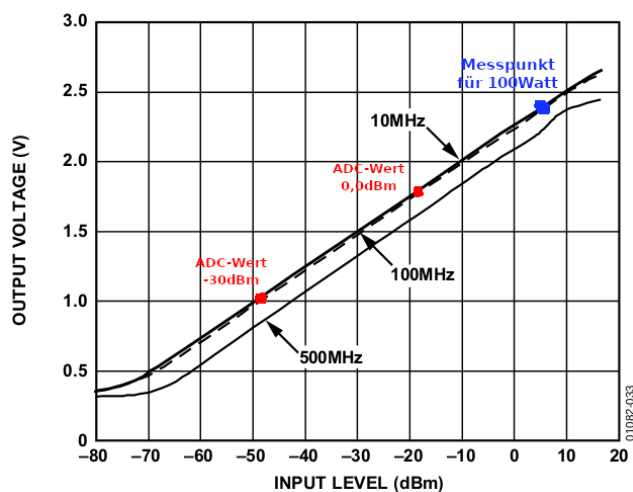
2.3.1 [0] Abbruch

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

2.3.2 [1] Uvor kalibrieren, Messplatine X2, AD8307 IC2

Bevor Kalibriert wird schalten wir die Stromversorgung auf den 12 Volt Eingang um. Somit werden die 5 Volt durch den Spannungsregler stabilisiert. Diese Spannung ist genauer und auch stabiler. **Es ist nicht ratsam mit 5 Volt Stromversorgung über USB zu kalibrieren.** Das habe ich erst im Nachhinein festgestellt.

Auf der Messplatine des Wattmeters befinden sich 2x AD8307. Dieser IC von Analog-Devices wandelt ein HF-Eingangssignal in eine Gleichspannung. Dabei wird die logarithmische Funktion des Eingangspegel als eine lineare Spannungsfunktion dargestellt. Der Messbereich des AD8307 geht von -75 dBm bis +17 dBm. Das ist ein sehr großer Dynamikbereich von 92 dB. Die Funktion HF-Pegel zur Gleichspannung sehen wir im folgenden Bild.



Die beiden Kalibrierpunkte (ROT) mit der eingerechneten Dämpfung des Netzwerkes vor dem AD8307 von etwa 18dB. Bei einer Sendeleistung von 100 Watt ist der Messpunkt der Gleichspannung etwa beim Punkt (BLAU). Die 18dB und die Auskoppeldämpfung des Richtkopplers 26dB wurden berücksichtigt.

Dargestellt wird die lineare Funktion zwischen Eingangspegel und Ausgangsspannung. Die Neigung und Verschiebung auf der Y-Achse wird durch das Kalibrieren berechnet. Zum Kalibrieren verwenden wir die zwei genannten Pegel von 0dBm und -30dBm. Den Pegel von 0 dBm erzeugt bei mir ein Kalibriergenerator „Marke Eigenbau“ oder Bausatz von AATIS (*AS600 0-dBm-Generator*). Es eignet sich aber auch jede andere Pegelquelle von 0 dBm. Für die Absenkung auf -30 dBm verwende ich ein Dämpfungsglied von 30 dB. Erhältlich beim „Funkamateurl“, „Box73“ (<https://www.box73.de/>).

Kalibrieren mit 0 dBm Zuerst beginnen wir mit dem Pegel 0dBm. Der Pegel 0 dBm 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 „ADCUvor:“ und „ADCUvPEP:“. Beide Werte sind etwa gleich groß. Ab FW Version 1.04 erscheint nur noch „ADCUvor:“ in Zeile 1. Mit der Einzeltaste bestätigen wir den gemessenen ADC-Wert, durch „kurzes Drücken“.

Kalibrieren mit -30 dBm Jetzt schleifen wir zwischen der 0 dBm-Quelle und der Platine im Messkopf ein Dämpfungsglied von 30 dB ein. Wieder warten bis die Anzeige ruhig steht und abschließend bestätigen mit kurzem Tastendruck.

Mkx, Mky berechnen Aus den beiden ADC-Werten errechnet der PIC die Werte „mkx, mky“ für die Funktion ADC -- > dBm.

Nach dieser Prozedur kommt ein Hinweis das die beiden **ADC-Werte für „0 dBm“ und „-30 dBm“** archiviert werden sollen. **Diese beiden Zahlen sind wichtig für die Restaurierung der Kalibrierdaten nach einem Firmware-Update oder neuen programmierten PIC.** Die beiden Werte

werden als erstes angezeigt und **sind auf alle Fälle zu notieren**. Zum Abschluss werden die beiden Werte M_{kx} und M_{Ky} im Display angezeigt. Abschließend, durch bestätigen mit kurzem Tastendruck, werden die beiden Werte im Eeprom des PIC18F26K22 abgespeichert. Die Erläuterungen für die Berechnungen der Kalibrierdaten folgen jetzt. Zuerst der Faktor für den Anstieg „M_{kx}“ und anschließend die Verschiebung auf der Y-Achse „M_{Ky}“. 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

$$\text{Formel1: } mkx = \frac{dbmpegel1 - dbmpegel2}{adcwertpunkt1 - adcwertpunkt2}$$

$$\text{Formel2: } mky = (adcwertpunkt1 * mkx * -1) + dbmpegel1$$

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

$$\text{Formel1: } mkx = \frac{30dBm}{adcwertpunkt1 - adcwertpunkt2}$$

$$\text{Formel2: } mky = adcwertpunkt1 * mkx * -1$$

Mit diesen beiden Werten aus der Kalibrierung können wir aus dem gemessenen ADC-Wert den Pegel in dBm berechnen. Die Formel dazu ist einfach und lautet:

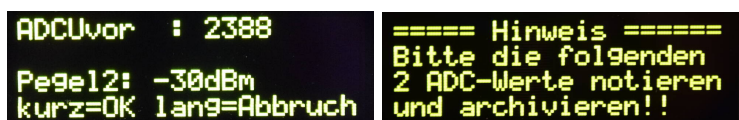
$$Pegel(dBm) = ADCWert * mkx + mky$$

So einfach ist es mit „M_{kx}“ und „M_{Ky}“ aus dem Wert des ADC-Wandlers den Pegel in dBm zu errechnen.

Die Kalibrierung in Bildern



Zuerst die Auswahl im SETUP-Menü. Direkt an die Messplatine Koaxbuchse X2 wird ein Pegel von 0 dBm angelegt. Wir warten bis die Anzeige ruhig steht.



Der zweite Kalibrierpunkt ist ein Pegel von -30 dBm. Es wird einfach ein genaues Dämpfungsglied von 30 dB dazwischen gesteckt. Wieder warten bis die Anzeige ruhig steht. Jetzt kommt ein Hinweis, dass das nächste Displaybild die ADC-Werte anzeigt, die man unbedingt notieren sollte.

```

== AD8307 Vorlauf ==
ADC 0dBm:4323
ADC-30dBm:2387
Taste -> weiter

== AD8307 Vorlauf ==
mkx:+1,5495867766e-2
mky:-6,6988636329e+1
Taste -> weiter

== AD8307 Vorlauf ==
mkx:3C7DE26152
mky:C285FA2E8B
Taste -> weiter

```

Die ADC-Werte der Kalibrierpegel 0 dBm und -30 dBm werden angezeigt. Im SETUP-Menü [6] kann man diese Werte auch noch einmal abfragen. Es folgen als Information noch die Gleitpunktwerte von mkx, mky und die Werte als Hexadezimalzahl.

Das Kalibrieren ist damit beendet.

2.3.3 [2] Urueck kalib., Messplatine X1, AD8307 IC1

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

2.3.4 [3] Richtkoppler, Auskoppeldampf. Windungszahl

Wird der beschriebene Messkoppler/Richtkoppler verwendet, braucht man an diesem Parameter nichts zu verstellen. Voreingestellt ist die Windungszahl von 20 mit der daraus resultierenden Auskopplung von 26,021 dB. Interessant wird die Einstellmöglichkeit der Auskoppeldämpfung aber, wenn man einen anderen Messkopf einsetzt. Deshalb habe ich die Auskoppeldämpfung einstellbar gemacht. Nicht direkt, sondern über die Einstellung der Windungszahl der beiden Übertrager im Stockton-Richtkoppler. Damit lassen sich auch andere Messköpfe an das Wattmeter anpassen.

```

===== SETUP =====
[3] Richtkoppler
    Auskoppeldampf.
    Windungszahl.

--- Richtkoppler ---
Auskoppeldampfung
Wdg:20,0 =26,021dB
kurz=OK lang=Abbruch

```

Die Auskoppeldämpfung wird über die Windungszahl der Übertrager im Richtkoppler festgelegt.

Hier die Formel dazu:

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

Die Übertrager in unserem Richtkoppler haben 20 Windungen.

$$\log_{10}(20Wdg) * 20 = 26,02059991dB$$

2.3.5 [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. Diese Zeitschleife soll die Anzeige ein bisschen beruhigen.

```
=====  
[4] LCD Anzeigezeit  
der Werte PEP  
Pr, SWV und RL  
-- LCD Anzeigezeit -  
(0,5 bis 10 Sek)  
LCDhang: 2,0Sek  
kurz=OK lang=Abbruch
```

Das letzte Maximum wird 2 Sekunden lang angezeigt.

2.3.6 [5] Bargraphanzeige, Peak&Hold Zeit

Für die Anzeige der Leistung wird eine „Bargraphanzeige“ mit „Peak&Hold“ verwendet. Ich habe in Zeile 3 und Zeile 4 eine Balkenanzeige mit Pseudographik programmiert. Wie lange das oberste Leuchtfeld stehen bleiben soll, bestimmt dieser Timer.

```
=====  
[5] Bargraph  
Peak&Hold Zeit  
----- Bargraph -----  
Peak&Hold: 1,00Sek  
kurz=OK lang=Wechsel
```

Das oberste Feld bleibt 1 Sekunde stehen.

2.3.7 [6] View Messk-Vor, ADC1,2 und mkx mky Werte

Zuerst werden die beiden ADC-Werte für 0 dBm und -30 dBm aufgelistet. Dann folgen die beiden Werte für „mkx + mky“ als Gleitpunkt und als Hexadezimal. 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 2.3.12 auf Seite 14.

2.3.8 [7] View Messk-Rueck, ADC1,2 und mkx mky Werte

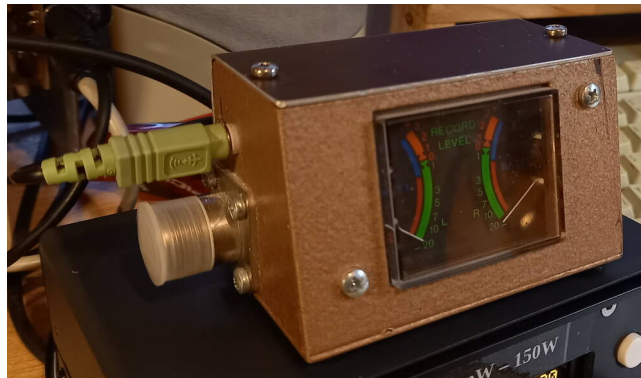
Ablauf siehe Funktion „[6] View Messk-Vor“.

Die beiden ADC-Werte werden für die Kalibrierung ohne HF-Generator gebraucht. Siehe Kapitel 2.3.13 auf Seite 15.

2.3.9 [8] BarGr/PWM Test

Diese Funktion ermöglicht das Testen der beiden Bargraph-Balken in Zeile 3/4. Die Balken laufen nach rechts, wenn man am Drehgeber dreht. In Zeile 3 demonstriert die Bargraph-Balkenanzeige und in Zeile 4 demonstriert die Bargraph-Punktanzeige. 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.

Für das QRP-Wattmeter verwende ich ein kleines Doppelmessinstrument. Der Vorwiderstand für den Vollausschlag ist 18 kOhm. Zufällig passt das genau.



Ich habe ein kleines SWV-Meter mit einem Doppelinstrument. Das SWV-Meter im Doppelinstrument funktioniert erst so richtig ab 5 Watt Sendeleistung. Es arbeitet nur mit Dioden im Richtkoppler, ohne eigene SV.

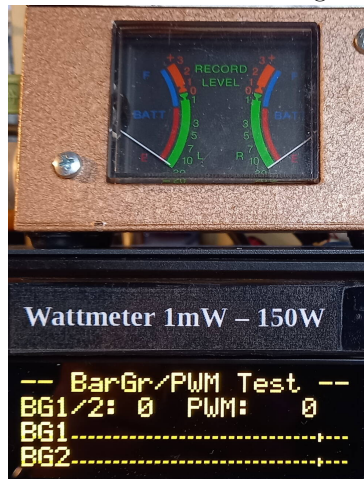
Ich habe für die Ansteuerung des Doppelinstrumentes mit dem QRP-Wattmeter seitlich eine 3,5mm Stereobuchse mit Umschalter eingebaut. Somit kann ich das Zeigerinstrument auch für die PWM-Analogausgabe meines QRP-Wattmeters nutzen.

Wichtig!! Der Wert 1023 entspricht dann dem Maximalausschlag des Drehspulinstrumentes. Das muss unbedingt mit einem Vorwiderstand eingestellt und begrenzt werden.

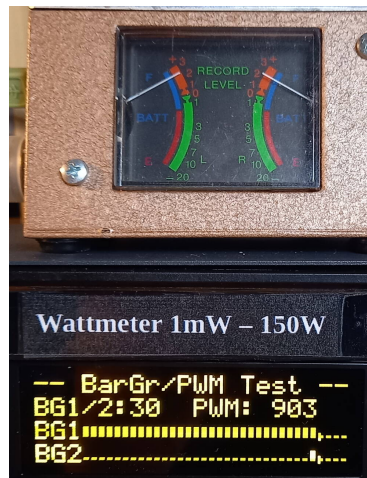
```

===== SETUP =====
[8] BarGr/PWM Test
BarGraph 1/2
und PWM 1/2
  
```

Auswahl der Funktion mit dem Drehgeber SETUP[8].



Mit dem Drehgeber wird ein Bargraph Ausschlag simuliert. Die PWM Ausgabe läuft parallel mit. Bargraph und PWM steht auf Wert 0.



Zur Kontrolle habe ich mit dem Drehgeber Bargrahwert auf 30 gedreht. Das ist die Aussteuerungsgrenze. Das analoge Drehspulinstrument steht auf etwa 90 %, Wert 903.



Die Anzeige in Zeile 3 simuliert eine Balkenanzeige und in Zeile 4 wird eine Punktanzeige simuliert. Bargraph und PWM stehen auf Vollausschlag.

2.3.10 [9] Drehgebertyp, verschiedene Typen

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 Rast Schritte habe, aber nur pro Umdrehung 15 Schritte ausführen. Wird dieses BIT aktiviert, werden bei 30 Rastungen auch 30 Schritte ausgeführt. Die Schritte werden per Software verdoppelt. Es werden die fallenden und steigenden Flanken der Impulse per Interrupt ausgewertet.

Das BIT wirkt sofort. Deshalb stockt die Eingabe etwas wenn das BIT aktiviert wird und der Drehgeber passt nicht dazu. Die Änderung der Drehrichtung habe

ich entfernt. Durch die kleine Zusatzplatine entfällt die Verdrahtung. Es ist keine Verwechslung der Anschlüsse möglich. Die Drehrichtung stimmt.

Mit dem Einzeltaster wird Quittiert.

```
===== SETUP =====  
[9] Drehgebertyp  
    verschiedene Typen  
    und Drehrichtung
```

2.3.11 [10] 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“.

```
===== SETUP =====  
[10] Abruf Max-Werte  
     Speicherdauer und  
     CLR ein/aus
```

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

2.3.12 [11] Manuell MKvor, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator

Der Punkt [11] und [12] ist für die Restaurierung der Kalibrierwerte der beiden AD8307 im Messkopf, ohne erneut mit dem 0 dBm Generator zu kalibrieren. Hat man sich beim Kalibrieren die beiden ADC-Werte für „0 dBm“ und „-30 dBm“ aufgeschrieben, kann man in dieser Funktion die beiden 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 =====  
[11] Manuell MKvor  
     Kalibrieren ohne  
     HF-Pegel.Generator
```

```
----- ADC 0dBm -----  
Wert: 435  
TasteDreh=Step  
Taste -> weiter
```

Im Foto ist die blinkende „1“ bei der Zahl 4351 gerade dunkel.

```
----- ADC -30dBm -----  
Wert: 2413  
TasteDreh=Step  
Taste -> weiter
```

Die Berechnung der Werte mkx und mky ist dann gleich der Kalibrierung mit HF-Generator.

2.3.13 [12] 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.

2.3.14 [13] 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.

```
===== SETUP =====
[13] PWM Einstellung
    Zeigertraegheit
    PEP Peak&Hold

-- PWM Einstellung -
Zeiger: 0,50Sek
PEP,Peak&Ho.long [x]
kurz=OK lang=Wechsel
```

Zeigerträghheit

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.

2.3.15 [14] FW-Update

Das FW-Update wird in einem extra Kapitel 3 auf Seite 28 beschrieben.

```
===== SETUP =====
[14] FW-Update
- in den PIC laden
- mit PC-SW->USB
```

2.3.16 [15] 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 Vollausssteuerung 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.

```

===== SETUP =====
[15] SWV-Anzeige-PWM
Anzeigebereich
einstellen
-- SWV-Anzeige-PWM -
SWV-Anzeigebereich
SWV 1,0 bis 1,5
kurz=OK lang=Abbruch

-- SWV-Anzeige-PWM -
SWV-Anzeigebereich
SWV 1,0 bis 10,0
kurz=OK lang=Abbruch

```

2.3.17 [16] PIC-Watchdog, Restarts gezaehlt!!

Ich habe in der Firmware 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.

```

===== SETUP =====
[16] PIC-Watchdog
Restarts Info !
--- PIC-Watchdog ---
Restarts: 0
Taste -> weiter

```

2.3.18 [17] Kursortyp

Der Typ des Cursor kann hier eingestellt werden. Einmal nur ein Unterstrich oder blinkend mit und ohne Unterstrich. Wie es jeder mag.

2.3.19 [18] Info Firmware, Datum, HW, FW, Infos

Abfrage der Informationen der Firmware usw.

```

===== SETUP =====
[18] Info Firmware
Datum, HW, FW
Infos

== QRP-Watt-Meter ==
=== 1mW bis 150W ===
==== (c) DL4JAL ====
Taste -> weiter

== QRP-Watt-Meter ==
=== 1mW bis 150W ===
= HW: Version 1.xx =
Taste -> weiter

```

Zuerst die beiden Bilder wie bei PowerON.



Display Var Nummer der Display-Variante. Ich habe 20 Displayeinstellungen. Davon wiederholen sich einige. Die Einstellung kann jeder selbst abändern.

Wattminimum Default ist dieses Bit=0. Bit=1 Leistungen als Watt kleiner -15 dBm werden auch dargestellt. -15 dBm ist die untere Grenze. Bit=0: Kleinere Wattzahlen werden als „0,000 mW“ angezeigt.

SWV/RLmin Default ist diese Bit=0: unterhalb von 0 dBm ist SWV=0,00 und RL=0,01. Bit=1: SWV und RL wird immer angezeigt.

Auskopplung Default ist dieses Bit=0: Die Auskoppeldämpfung wird mit in die dBm-Berechnung einbezogen. Das ist der Normalzustand. Bit=1 Wattmeter arbeitet als Messgerät ohne die Richtkopplerauskoppeldämpfung. Es wird der Pegel direkt an den SMA-Buchsen X1 und X2 eingespeist und richtig angezeigt. Die Auskoppeldämpfung ist gleich 0 dB.

BG-SWVmax Dieser Werte ist das maximale SWV bei der Bargraph-Anzeige.

AVG PEP Default ist dieses Bit=0. Die drei AVG Bits bewirken eine Berechnung des Mittelwertes im Zeitbereich. Man kann sich das so vorstellen wie eine R/C Kombination. Der Kondensator wird über den Widerstand geladen und entladen. Es bewirkt eine Dämpfung der schwankenden Anzeigewerte. Dieses Bit sollte man aktivieren, wenn das Messgerät ohne Richtkoppler als reines mW-Meter benutzt wird. Ansonsten das Bit abschalten, wegen der Anzeigegeschwindigkeit der Bargraph-Anzeige.

AVG Pvor Default ist dieses Bit=0. siehe AVG PEP.

AVG Prueck Default ist dieses Bit=0. siehe AVG PEP.

2.3.20 [19] Display Varianten editieren, einstellen

Im Eeprom sind 20 Display Anzeigevarianten gespeichert. Möchte man für sich eine spezielle Anzeige kreieren ist diese Funktion zu benutzen. Ich liste zuerst einmal alle Anzeigevarianten auf.

1. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
2. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL1, ReturnLoss 1dB/1Balken
3. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-SW1, SWV 1,0 bis 1,5

4. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-SW2, SWV 1,0 bis 2,0
5. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-SW3, SWV 1,0 bis 3,0
6. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-SW4, SWV 1,0 bis 4,0
7. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-SW5, SWV 1,0 bis 5,0
8. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-R, Prueck
9. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-R10, Prueck + 10dB
10. Zeile1: Ppep, SWV; Zeile2: Prueck, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-R20, Prueck + 20dB
11. Zeile1: Ppep dBm, ADCpep; Zeile2: Pvor dBm, ADCvor;
Zeile3: Prueck dBm, ADCrueck; Zeile4: BG-SW3, SWV 1,0 bis 3,0
12. Zeile1: Ppep dBm, Ppep Watt; Zeile2: Pvor dBm, Pvor Watt;
Zeile3: Prueck dBm, Prueck Watt; Zeile4: BG-RL2, Return Loss 2dB/1Balken
13. Zeile1: Ppep dBm, Ppep Watt; Zeile2: Pvor dBm, Pvor Watt;
Zeile3: Prueck dBm, Prueck Watt; Zeile4: BG-RL2, Return Loss 2dB/1Balken
(ohne Auskoppeldämpfung)
14. Zeile1: Ppep dBm, Ppep Watt; Zeile2: Pvor dBm, Pvor Watt;
Zeile3: Prueck dBm, Prueck Watt; Zeile4: BG-RL2, Return Loss 2dB/1Balken
**(ohne Auskoppeldämpfung,
AVGpep EIN, AVGvor EIN, AVGrueck EIN)**
15. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
16. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
17. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
18. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
19. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken
20. Zeile1: Ppep Watt, SWV; Zeile2: Prueck Watt, Return Loss;
Zeile3: BG-Pep; Zeile4: BG-RL2, ReturnLoss 2dB/1Balken

Die Varianten 1 bis 14 würde ich so lassen wie sie sind. Die Varianten 15 bis 20 entsprechen der Einstellung Variante 1 und sind nur von mir kopiert. Möchte man eine eigene Anzeige-Variante würde ich die Varianten 15 bis 20 verändern.



Die Funktion gestartet und den Index 15 ausgewählt.

Nun kommen wir zum Editieren der Varianten.

Schritt 1 Auswahl der Anzeigevariante

Mit dem Drehgeber wählen wir den Index der Anzeigevariante aus (Zeile 4 mitte). Die Anzeigevariante 15 wurde eingestellt (siehe Bild). Mit der Einzeltaste schalten wir auf den Editiermodus um.



Schritt 2 Editieren der Anzeigevariante

Das Display schaltet um auf Editieren. Der Cursor wird sichtbar. Mit der Taste im Drehgeber können wir den Cursor weiter schalten und an die Stelle bringen, die mit dem Drehgeber geändert werden soll. Mit dem Drehgeber treffen wir die Auswahl der Anzeige pro Cursor-Stelle. Ist das getan, wird mit der Einzeltaste Quittiert und wir kommen in das nächste Menü.



Der Cursor ist in Zeile1 links. Mit dem Drehgeber lässt sich die Anzeige verstellen.

Schritt 3 Einstellen des BG-SWV Bereiches

Dieses Menü kommt nur, wenn in einem der beiden Bargraphanzeigen Zeile3 oder Zeile4 SWV ausgewählt wurde. Mit der Einzeltaste wird bestätigt.



Wir stellen den Anzeigebereich des SWV-Balkens ein.

Schritt 4 Einstellen der Leistungsmerkmale

Die Leistungsmerkmal sind in einem Byte zusammen gefasst. Es werden alle 8 Bits als 0 oder 1 dargestellt. Die 6 rechten Bit beinhalten die Leistungsmerkmale.

Jede Anzeigevariante hat ihre eigenen Einstellungen der Leistungsmerkmale (6 Bit). Für jedes Leistungsmerkmal ist ein Bit vorgesehen. Mit dem Taster im Drehgeber kann man den Cursor von Bit zu Bit weiter schalten. Der Drehgeber schaltet das Bit auf 0 oder 1. **Die Voreinstellung aller BITS = 0.** Das kann man sich gut merken. Der Cursor steht anfangs unter dem niederwertigsten Bit. Was jedes Bit bedeutet steht in Zeile 3. Die Beschreibung der einzelnen Bits ist in Kapitel 2.3.19 auf Seite 17 zu finden.



Alle 6 Bits kann man verstellen. **Im Normalbetrieb stehen alle Bits auf 0.**

Ist die Einstellung beendet wird wieder mit der Einzeltaste bestätigt. Alle Einstellungen werden im Eeprom abgelegt und das Display bleibt anschließend in dieser Anzeigevariante.

AVG, Mittelwertbildung

Die Mittelwertbildung läuft folgendermaßen ab:

SCHLEIFE

- $ADC\text{-Wert Mittelwert} = ADC\text{-Wert Mittelwert} * 8$
- $neuer\ ADC\text{-Wert} = \text{Messung im AD-Wandler}$
- $Vorheriger\ ADC\text{-Wert} = ADC\text{-Wert Mittelwert} + neuer\ ADC\text{-Wert}$
- $ADC\text{-Wert Mittelwert} = ADC\text{-Wert Mittelwert} / 9$

ENDE

Diese Berechnungen in der Abarbeitungsschleife verhindern ein schnelles hin und her springen der Messwerte. Es wird die Funktion einer R/C Kombination mathematisch nachgebildet.

Die Mittelwertbildung bitte nur aktivieren, wenn das Wattmeter als Leistungsmessgerät ohne Richtkoppler verwendet wird. Die Bargraphanzeige wird etwas zu träge. Vor allem bei den SWV-Anzeigen.

2.3.21 [20] Default Setting, alle Parameter zurück setzen

Dieser Menüpunkt stellt wieder die sogenannte „Werkseinstellung“ wieder her. Alle Daten im Eeprom werden gelöscht und mit den Defaultwerten geladen.

Auch die Kalibrierung wird überschrieben. Deshalb ist es gut wenn man sich die beiden ADC-Werte für 0 dBm und -30 dBm aufgeschrieben hat. Mit den SETUP-Funktionen „[11] Manuell MKvor, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator“ und „[12] Manuell MKrueck, Kalibrieren ohne HF-Pegel-Generator“ stellen wir die ursprüngliche Kalibrierung wieder her.

```

===== SETUP =====
[20] Default Setting
    alle Parameter
    zurueck setzen
-- Default Setting -
    alle Daten werden
    auf default gesetzt
    kurz=OK lang=Abbruch

```

Der PIC macht einen Warmstart.

2.3.22 [21] MK-Return Loss, Messkopf RLoss abgleichen

Ich habe eine neue Funktion geschrieben für den Abgleich von R26 und Trimmer 22pF(im Richtkoppler). Das ist die beste und einfachste Variante den Messkopf auf die höchste Rückflußdämpfung zu trimmen. Genaue Beschreibung in der PDF „grp-wattmeter.hardware.pdf“ im Kapitel „Abgleich R26, Messeingang Vorlauf“.

2.4 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 Grundeinstellungen befinden sich im „SETUP“. In das „SETUP“ gelangt man durch einen „langen Tastendruck“ der im Display angezeigt wird.

2.4.1 Menue

In diesem Menü kann man sich Infos anzeigen lassen, Parameter einstellen. Eine Auswahl der Funktion „Abbruch“ gibt es hier nicht, sie ist aber im Hintergrund vorhanden. Möchte man nicht verstellen/einstellen, kann man das „Menue“ mit einem „Tastendruck lang“ abbrechen.

2.4.1.1 [1] Abruf Max-Werte, der letzten x Min

```

===== Menue =====
[1] Abruf Max-Werte
    der letzten x Min
    Abbruch Tast.-lang

```

Dieser Menüpunkt erscheint immer als erstes. Im Hintergrund merkt sich die Software immer die höchste PEP-Leistung der letzten Minuten (Default 5 Min). Es werden 3 ADC-Werte gemerkt, aus denen sich alles berechnen lässt (PowerPEP, PowerVOR, PowerRück). Alle Daten werden wie „Online“ auf dem Display und LED-Zeilen maximal 10 Sekunden lang dargestellt. Vorheriger Abbruch ist mit „Einzeltaste kurz“ möglich. Zur Information, dass die Funktion „Abruf Max-Werte“ läuft, blinkt im Sekundenrhythmus in der Mitte Zeile1 und Zeile2 wechselseitig der Stern „*“. Nach dem Beenden dieser Funktion wird der

Hintergrundspeicher gelöscht (Voreinstellung im SETUP, Kapitel 2.3.11 Seite 14).

2.4.1.2 [2] Display Variante, Anzeigevarianten 1..x

```
==== Menu =====
[2] Display Variante
    Anzeigevarianten
    1..x
```

Die voreingestellten Varianten der Displayanzeige werden hier selektiert. Im Eeprom sind 20 Varianten abgelegt. Die Varianten sind auch editierbar, siehe Kapitel 2.3.20 auf Seite 17.

2.4.1.3 [3] PWM1-Ausgabe, PEP und Pvor

```
==== Menu =====
[3] PWM1-Ausgabe
    PEP und Pvor
```

Die analoge Ausgabe wird mit einer **Pulse Weiten Modulation** gesteuert. Die Auflösung der Spannungsausgabe beträgt 10 Bit. Das entspricht einer Auflösung von 0 bis 1023. 0 entspricht 0 Volt und 1023 entspricht 5 Volt. Eventuell wird es notwendig die Haltezeit „SETUP, [13] 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 maximaler Zeigerausschlag der dBm-Wert für die Bargraph-Anzeige.

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 maximaler Zeigerausschlag der dBm-Wert für die Bargraph-Anzeige.

2.4.1.4 [4] PWM2-Ausgabe, RL-30dB/60dB 0..5V, SWV, Pr, Pr-10/-20dB

```
==== Menu =====
[4] PWM2-Ausgabe
    RL-30db/60dB 0..5V
    SWV, Pr, Pr-10/20dB
```

Die analoge Ausgabe wird mit einer **Pulse Weiten Modulation** gesteuert. Die Auflösung der Spannungsausgabe beträgt 10 Bit. Das entspricht einer Auflösung von 0 bis 1023. 0 entspricht 0 Volt und 1023 entspricht 5 Volt.

0 Return Loss Return Loss 0 dB entspricht 0 Volt. Return Loss 30 dB (gute Anpassung) entspricht 5 Volt.

- 1 Return Loss** Return Loss 0 dB entspricht 0 Volt. Return Loss 60 dB (nur in der Theorie erreichbar) bedeutet die Spannung ist 5 Volt.
- 2 SWV** SWV 1,0 (ideale Anpassung) bedeutet, es werden 0 Volt ausgegeben (kein Zeigerausschlag). SWVmax bedeutet es werden 5 Volt ausgegeben (Zeiger Vollausschlag). Das SWVmax wird im SETUP „[15] SWV-Anzeige-PWM, Anzeigebereich“ eingestellt.
- 3 Power Rueck** Es gilt die dBm-Aussteuerungsgrenze für die Bargraphanzeige. Der Anzeigebereich beträgt 30dB. Wobei der eingestellte maximale Pegel (analoger Ausgang) Vollausschlag entspricht.
- 4 Prueck -10 dB** Zum dBm-Wert von Prueck werden 10 dB addiert. Der Anzeigebalken wird um 10 Balken größer.
- 5 Prueck -20 dB** Zum dBm-Wert von Prueck werden 10 dB addiert. Der Anzeigebalken wird um 10 Balken größer. Jetzt ist die PowerRueck-Leistung auch bei guter Anpassung noch zu sehen.

2.4.2 Bargraph/PWM maximale Leistung einstellen

```

--- Bargraph/PWM ---
- Aussteuerungsgrenze --
[ 5,0dBm] = [3,16mW]
kurz=OK lang=Abbruch

```

Die Aussteuerungsgrenze beginnt bei +5 dBm (3,16 mW) und endet bei 52 dBm (158 W). Eingestellt ist im Bild 5 dBm. Ein Signal von +5 dBm (3,16 mW) würde den Balken in der Bargraphanzeige bis zur Markierung bringen.

Das sind 30 Leuchtfelder Aussteuerung. Die oberen 4 Felder bleiben frei.

Ist ein Drehspulinstrument am analogen Ausgang angeschlossen, würde das Instrument bis 88% ausschlagen.

Drehen wir am Drehgeber oder betätigen wir die Drehgebertaste, kommen wir in den Dialog der Leistungseinstellung für die Bargraphanzeige und PWM-Aussteuerung. Beides wird parallel verstellt und gilt auch gemeinsam als Aussteuerungsgrenze. Die Aussteuerungsgrenze kann von +5 dBm (3,16 mW) bis +52 dBm (158 Watt) eingestellt werden.

Es folgt eine Tabelle der Aussteuerung und Anzeige im Bargraphbalken.

Aussteuerung Grenze	1 Feld	15 Felder	30 Felder Markierung	34 Felder
5 dBm	-24 dBm 4 uW	-10 dBm 0,1 mW	5 dBm 3,15 mW	9 dBm 8 mW
37 dBm	8 dBm 6,3 mW	8 dBm 158 mW	37 dBm 5 W	41 dBm 12,6 W
50 dBm	21 dBm 125 mW	35 dBm 3,2 W	50 dBm 100 W	54 dBm 251 W
52 dBm	23 dBm 200 mW	37 dBm 5 W	52 dBm 158 W	56 dBm 398 W

Bargraph Zeile Die Aussteuerungsgrenze entspricht einer Aussteuerung bis einschließlich Balken 30. An Balken 31 ist eine kleine Markierung. Diese

Markierung soll die Aussteuerungsgrenze sein. Jedes dB entspricht einem Balken in der Anzeige. Der Balken mit der Markierung und die rechten 3 Balken stellen die Übersteuerung von 4 dB über die Aussteuerungsgrenze dar. Bei einer Aussteuerung von 52 dBm würden 4 dB Übersteuerung 56 dBm (etwa 400 Watt) bedeuten. **Vorsicht der Richtkoppler verträgt eventuell diese hohe Leistung nicht.**


PWM-Ausgabe Wie bei der Bargraphanzeige ist die Aussteuerungsgrenze auch der analogen Ausgabe PWM1 88% ($\frac{30}{34}$) des Vollausschlages des Instrumentenzeigers. Das entspricht 4,4 Volt an J1/PIN1. Das gleiche gilt für den analogen Ausgang PWM2, bei Prück in allen Varianten an J1/PIN2. Der Vollausschlag 100% entspricht bei der Bargraphanzeige 34 Balken/Felder.

Neu ab der Firmware 1.07

Ab dieser FW-Version wird in die Bargraphanzeige, wenn sie auf Leistungsanzeige programmiert wurde, ganz rechts die Aussteuerungsgrenze in Watt eingeblendet. Zum Beispiel „[1000mW]“. Sobald ein Sendesignal anliegt verschwindet die Angabe der Aussteuerungsgrenze. Es startet ein Timer mit 10 Sekunden. Wenn für 10 Sekunden kein Sendesignal anliegt wird die Angabe der Aussteuerungsgrenze wieder in die Bargraphanzeige eingeblendet.

Ich habe so einen besseren Überblick über die eingestellte Aussteuerungsgrenze.

Weiterhin habe ich in dieser FW-Version in der Funktion „Bargraph/PWM maximale Leistung einstellen“ noch einen Timer von 5 Sekunden programmiert. Wird in dieser Zeit keine Änderung vorgenommen, beendet sich die Funktion selbst. Entweder mit einer Speicherung des geänderten dBm-Wertes oder wenn nichts geändert wurde ohne Speicherung des dBm-Wertes.



```
P=0,000mW SWV= 0,00
R=0,000mW RL= 0,0dB
PEP-----[1000mW]
RL2----->-----
```

Wird für 10 Sekunden keine Leistung gemessen erscheint in der Anzeige die Aussteuerungsgrenze in Watt.

2.4.3 Die Bargraph Balken/Punkt-Anzeige

Wie schon mehrfach erwähnt, habe ich die Möglichkeit in Zeile 3 und/oder Zeile 4 ein Bargraphanzeige zu programmieren. Links in der Zeile sind 3 Zeichen, die die Art der Balkenanzeige beschreiben. Es schließt sich eine Pseudographik an die es erlaubt 34 Aussteuerungs-Balken anzuzeigen. Nach dem Balken 30 habe ich eine kleine Markierung implementiert. Diese Markierung soll die Aussteuerungsgrenze markieren. Alle Leistungsanzeigen werden als Balkendiagramm mit Peak&Hold Funktion angezeigt. Die Anzeige von Return Loss wird als Punktdiagramm dargestellt. Auch die Punktanzeige hat eine Peak&Hold Funktion. Der Hold-Balken scrollt aber nicht zurück, wie bei der Balkenanzeige sondern bleibt 1 Sekunde (je nach SETUP-Einstellung) stehen und verlischt dann. Die SWV-Anzeige wird auch als Punktdiagramm angezeigt, aber ohne Peak&Hold. Das würde beim Anpassen der Antenne mit der Matchbox etwas stören.

PEP Die PEP Leistung wird als Bargraph-Balken angezeigt. Jedes dB ist ein Balken.

..V Die Vorwärts Leistung wird als Bargraph-Balken angezeigt. Jedes dB ist ein Balken.

RL2 Return Loss wird als Bargraph-Punkt angezeigt. 2 dB sind ein Balken.

RL1 Return Loss wird als Bargraph-Punkt angezeigt. 1 dB ist ein Balken.

SWV SWV wird als Bargraph-Punkt angezeigt. Aussteuerungsgrenze einstellbar 1,5 bis 9,0.

..R Die Rückwärts Leistung wird als Bargraph-Balken angezeigt. Jedes dB ist ein Balken.

R10 Die Rückwärts Leistung wird als Bargraph-Balken angezeigt. Zum dBm-Wert werden 10 dB addiert. Jedes dB ist ein Balken.

R20 Die Rückwärts Leistung wird als Bargraph-Balken angezeigt. Zum dBm-Wert werden 20 dB addiert. Jedes dB ist ein Balken.

Neu ab der Firmware 1.07

Bei der Leistungsanzeige wird im Ruhezustand rechts die Aussteuerungsgrenze in Watt eingeblendet. Siehe auch vorheriges Kapitel mit Abbildung.

2.5 Messung und Berechnung SWV, Leistung

2.5.1 Betrachtung zum ADC-Wandler im PIC18F26K22

Wie schon bei der Kalibrierung kurz erwähnt, wird mit dem ADC-Wandler im PIC18F26K22 die Gleichspannung vom AD8307 gemessen. Da die Spannung nur im Bereich von 0 Volt bis maximal 3 Volt sein kann (laut Datenblatt AD8307), habe ich die Referenzspannung für den AD-Wandler im PIC18F26K22 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. Zusätzlich habe ich in der Messfunktion eine Softwareschleife implementiert. Es wird 8 mal hintereinander gemessen.

Messfunktion:

ADCvorpep_summe löschen.

ADCvor_summe löschen.

ADCrueck_summe löschen.

SCHLEIFE

- Messen der Spannung an PIN2 = ADCvorpep
- $ADCvorpep_summe = ADCvorpep_summe + ADCvorpep$
- Messen der Spannung an PIN3 = ADCvor
- $ADCvor_summe = ADCvor_summe + ADCvor$

- Messen der Spannung an PIN4 = ADCrueck
- $ADCrueck_summe = ADCrueck_summe + ADCrueck$

ENDE (8x wiederholen)

In dieser Funktion wird verschachtelt gemessen. Alle Messewerte werden zeitlich gesehen fast zeitgleich gemessen. Das ist wichtig für die Auswertung des SWV und Return Loss. Die Hüllkurve des SSB-Signal schwankt ja so stark, dass das Messen von Vorlauf und Rücklauf als getrennte Funktion zu verschiedenen Zeiten passieren würde. Das hätte ein starkes auf und ab des SWV und Return Loss zur Folge. Die Messfunktion, die ich mir ausgedacht habe vermeidet diesen Effekt etwas. Außerdem werden Bitfehler durch das Addieren von 8 Messungen reduziert.

2.5.2 Berechnung der Leistung

Um die Messgenauigkeit noch etwas zu erhöhen, besteht jede Messung aus 8 Einzelmessungen, die addiert werden. Siehe vorheriges Kapitel. Angenommen die Summe der 8 Messungen des **ADC-Wandlers beträgt 5430**. Die Umrechnung vom ADC-Wert zu dBm:

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

Angenommen nach meiner Kalibrierung ist der Wert für $Mkx = 0,016$ und für $Mky = -65$ (Das sind die Default-Werte). In die Formel eingesetzt ist das Ergebnis der Funktion:

$$5430 * 0,016 + -65 = 21,88dBm$$

Zu diesem Ergebnis müssen wir die Auskoppeldämpfung des Messkopfes addieren. 20 Windungen auf den beiden Übertrager ergeben eine Auskoppeldämpfung von:

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

$$\log_{10}(20Wdg) * 20 = 26,02059991dB(Auskoppeldämpfung)$$

Als Ergebnis in dBm erhalten wir:

$$21,88dBm + 26,02dB = 47,9dBm$$

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

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

$$10^{(47,9/10)} = 61659,5mWatt = 61,7Watt$$

Das sieht alles kompliziert aus, aber durch die hohe Taktfrequenz von 64 MHz im PIC18F26K22 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 Bargraph-Zeile gibt es keine Verzögerung. Die Anzeigen der numerischen Werte im OLED-Display werden künstlich verzögert, damit die Anzeige nicht unruhig erscheint. Die Berechnungen und Ausgaben für die Bargraph-Zeilen und der beiden PWM-Analogkanäle erfolgt 50 bis 150 mal pro Sekunde.

2.5.3 Messung der PEP Leistung

Auf der Messplatine befindet sich ein Operationsverstärker LM6484 für die Impedanzwandlung der beiden Messausgänge der beiden AD8307 und für die Ermittlung der PEP-Leistung. Vom AD8307 Vorlauf kommt die Gleichspannung für die Vorlaufeistung. Der OPV auf der Hauptplatine hat nun die Aufgabe aus der Hüllkurve des SSB-Signales das Maximum zu „einzufangen“. Über die sehr hohe Verstärkung des OPV und der Diode D1 BAS40 wird der Kondensator C10 4,7uF ständig nachgeladen bis zum Maximum der Hüllkurve. Die Spannung an C10 wird anschließend mit einem separaten ADC-Eingang des PIC gemessen, berechnet und zur Anzeige im Display gebracht. Kontrollieren kann man die PEP-Anzeige mit einem 2-Tonsignal und 1-Tonsignal mit gleichen dBm-Pegel. Das 2-Tonsignal muss theoretisch 6 dB höher sein als ein eines der beiden Einzelsignale (1-Tonsignal). Die theoretischen 6 dB Unterschied schafft die Schaltung nicht ganz. Wir erreichen etwa 5,5 dB. Das habe ich ausgemessen. Aber das ist doch schon ein guter Wert.

2.5.4 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 ergibt direkt die Rückflusdämpfung in „dB“.

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

Ich bevorzuge die Beobachtung der Rückflusdämpfung beim anpassen der Antenne. Die Auflösung der Rückflusdämpfung im SWV-Bereich nahe 1 ist viel größer.

2.5.5 Berechnung des SWV

Jetzt fehlt nur noch die Berechnung des Stehwellenverhältnis. Dazu wird der Wert der Rückflusdämpfung benutzt.

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

Wie schon erwähnt ist mir persönlich 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 ist aber noch gut sichtbar. Zusätzlich habe in Zeile 4 die Anzeige der Rückflusdämpfung als Bargraph eingestellt.

Kapitel 3

PC-Software QwFWLoader

Wie schon erwähnt ist es möglich die Firmware über den PC per USB-Schnittstelle einzuspielen. Ich habe dazu Software in C++ geschrieben. Durch die Verwendung der QT-Bibliothek ist es möglich die Software auf Linux zu entwickeln und auf Windows zu portieren.

Wie gehen wir vor wenn neue Firmware eingespielt werden soll.

Zuerst gehen wir in das SETUP und wählen den Menüpunkt [14] **FW-Update** und gehen in diese Funktion. Das USB-Kabel muss mit dem PC verbunden sein.

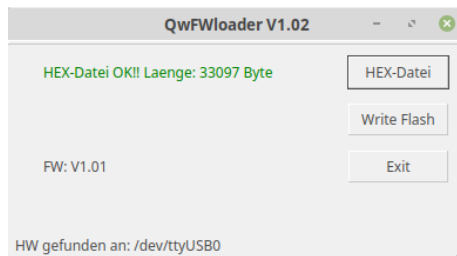
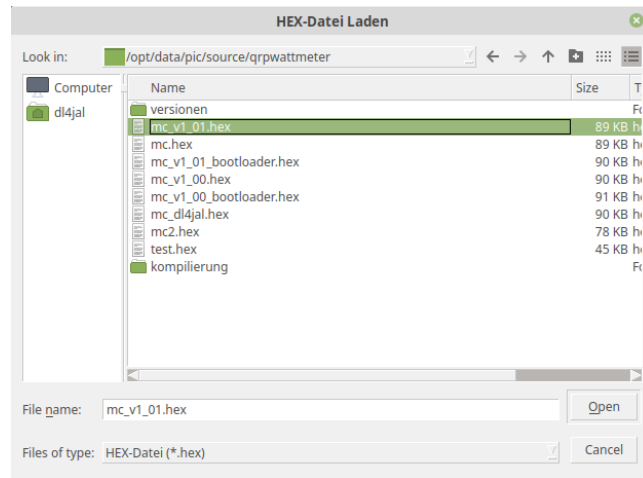
```
==== SETUP =====      ---- FW Update ----
[14] FW-Update           USB-Kabel anstecken!
- in den PIC laden      Bitte PC-SW starten!
- mit PC-SW->USB        Taste -> Abbruch
```

Danach starten wir das PC-Programm *QwFWLoader*. Im Display des Wattmeters und in der PC-Software sehen wir ob das Wattmeter gefunden wurde.

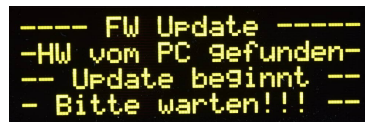


Alles OK. Die HW wurde gefunden.

Wir wählen jetzt die neue HEX-Datei aus.



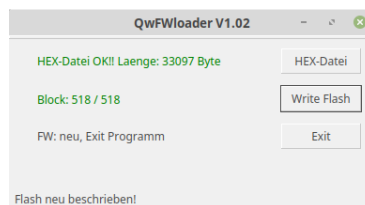
Die Software überprüft die HEX-Datei ob sie als Update geeignet ist. Mit *Write Flash* starten wir das Update.



Das Display ändert seinen Text. ***Jetzt darf die Datenübertragung nicht unterbrochen werden.***



Wir sehen die Übertragung der Blöcke. Ein Block sind 63 Byte. Ist die Übertragung beendet startet das Wattmeter neu mit einem Warmstart.



Die Übertragung ist beendet. Das Programm wird beendet.

Kapitel 4

History der Firmware/Software

[27.10.2020, Version 1.00]

- Start der Firmware

[29.10.2020, Version 1.01]

- Die BG-SWV Anzeige war unruhig. Texte geändert und angepasst.

[06.11.2020, Version 1.03]

- Bei Auswahl der Display-Variante Anzeige der blcdmode BITS als HEX-Zahl.
- SETUP Drehgebertyp, keine Drehumkehr da alles fest verdrahtet ist.

[08.11.2020, Version 1.04]

- Verbesserung der Kalibrierfunktion. Mittelwertberechnung verbessert. Mittelwertberechnung Kalibrieren und Normalbetrieb ist jetzt gleich.
- Fehler im SETUP [6,7] *View Mk*. Es werden falsche ADC-Werte ausgegeben.

[21.11.2020, Version 1.05]

- PWM Leistung Anzeigebereich verändert. Bargraph 30 Felder entspricht etwa 88% Vollausschlag analoge PWM-Ausgabe.
- SETUP[13] PWM Zeigerträgheit. Es ist noch ein BIT *PEP Peak&Hold long* hinzu gekommen. Hängereglung für PWM-PEP Anzeige.

[21.11.2020, Version 1.07]

- Kalibrieren überarbeitet. Jetzt stehen die Werte ruhiger.
- Bargraph Leistungsanzeige wird die Aussteuerungsgrenze als Watt eingeblendet. Sobald Leistung angezeigt wird verschwindet die Einblendung für 10 Sek.

- Einstellen der Aussteuerungsgrenze: 5 Sekunden nichts machen, beendet die Funktion automatisch.

[27.02.2021, Version 1.10]

- Kalibrieren überarbeitet. Es waren noch ein paar Rundungsfehler zu beseitigen.

[06.07.2021, Version 1.11]

- Im SETUP[8] „BarGr/PWM Test“ Fehlerhafte PWM Ausgabe. Fehler korrigiert.

[25.06.2022, Version 1.12]

- Im SETUP[21] „MK-Return Loss“ Neue Funktion zum Abgleich der Richtschärfe im Messkoppler.
- Erweiterung dBm max. bei Bargraph und PWM von 52dBm (158W) auf 60dBm (1kW). Bei Verwendung eines anderen Messkopplers.

Kapitel 5

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