

Baugruppe für SWR-Leistungsanzeige und  
Schutzfunktionen zum Einbau in Eigenbau-PA

Firmware 2.03

(c) DL4JAL

14. Januar 2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Hardware</b>	<b>6</b>
2.1	Hardwareversion	6
2.2	Die Beschreibung der Hardware	6
2.2.1	LCD Display	7
2.2.2	OLED Display	8
2.2.3	Anschlüsse auf der Baugruppe	8
2.2.3.1	J1 Trigger 3	8
2.2.3.2	J2 Stromfühler	9
2.2.3.3	J3 Sensoren	9
2.2.3.4	J4 Programmer ICSP	10
2.2.3.5	J5 Abschaltung	10
2.2.3.6	J6 Relais	10
2.2.3.7	J7 SWR	10
2.2.3.8	J8 Taste	11
2.2.3.9	J9 LED Zeile 1	11
2.2.3.10	J10 LED/Taste/SV	11
2.2.3.11	J11 (alt LED Zeile 2) neu Lüfter-BG	11
2.2.3.12	J12 RS232	12
2.2.3.13	SV1 Brücke	12
2.2.3.14	CON1 12V	12
2.2.4	Die ICs auf der Platine	12
2.2.4.1	IC1 4044	12
2.2.4.2	IC2 4002	13
2.2.4.3	IC3 alt PIC18F4520, neu PIC18F45K22	13
2.2.4.4	IC4 ULN2003	13
2.2.4.5	IC5 LMC6484	13
2.2.4.6	U\$1 LT1761ES5-5 oder TS2940CP50	13
2.2.4.7	OK1 SFH615	13
2.2.5	Umbau der alten HW auf neue HW V2.07, Nutzung der RS232	14
<b>3</b>	<b>Software Version 2.xx</b>	<b>17</b>
3.1	SETUP	18
3.1.1	„0 Abbruch“	18
3.1.2	„1 List Einstellungen“	18
3.1.3	„2 Kalibrieren Power“	18

3.1.4	„3 Koppel Faktor“	19
3.1.5	„4 Temperaturtest“	20
3.1.6	„5 Prueck Trigger“	20
3.1.7	„6 Ub Faktor“	21
3.1.8	„7 Temp. Luefter 1“	21
3.1.9	„8 Temp. Luefter 2“	21
3.1.10	„9 Netzteil Timer 1“	21
3.1.11	„10 Netzteil Timer 2“	22
3.1.12	„11 Hangtimer PEP“	22
3.1.13	„12 Hangtimer SWR“	22
3.1.14	„13 SET Wert R6“	22
3.1.15	„14 SET Bargraph-Typ“	23
3.1.16	„15 SET I-Null“	24
3.1.17	„16 SET BG-PEP“	24
3.1.18	„17 SET BG-Pr“	25
3.1.19	„18 Hangtimer Strom“	25
3.1.20	„19 SET Strom-IC“	25
3.2	Normaler Betrieb	26
3.2.1	Funktionen der Taste	26
3.2.1.1	Umschalten auf „Tunen“	27
3.2.1.2	Umschalten in das „SETUP“	27
3.2.1.3	Anzeige aller Temperaturen und Lüfteransteuerung	27
3.2.2	Messung und Berechnung SWR, Leistung	28
3.2.3	Die genaue Kalibrierung eines bestimmten Leistungsreiches	29
3.2.4	RS232-Abfrage der Daten von der Lüfterbaugruppe	29
3.3	Schutzschaltungen	30
3.3.1	Temperaturüberwachung Hauptbaugruppe	30
3.3.2	Temperaturüberwachung von der Lüfterbaugruppe ab SW Version 2.xx	30
3.3.3	Überwachung der Rücklaufleistung	31
3.3.4	Überwachung des Stromes	31
3.3.5	Frei verfügbarer Triggereingang	31
<b>4</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>33</b>

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Ansicht auf die Oberseite der Leiterplatte. Neu kommt jetzt der <b>PIC18F45K22</b> zu Einsatz . . . . .	7
2.2	Ansicht der SMD-Bestückung. Das Display ist abgezogen. . . . .	7
2.3	Ein Beispiel mit LCD-Anzeige . . . . .	8
2.4	Hier ist die OLED-Anzeige zu sehen. Der Kontrast ist sehr stark und die Zeichen sind aus jedem Winkel sichtbar. . . . .	9
2.5	So sieht die Leiterplatte HW alt aus. . . . .	14
2.6	Die 2 Leiterzüge auftrennen. Die 2 C's 27pF entfernen und den Quarz auslöten. . . . .	15
2.7	2 Drahtbrücken von den Leiterzügen an der LCD zu den PIN's des ehemaligen Quarzes oder direkt an die PIC-PIN's . . . . .	15
2.8	Mit 3 Drahtbrücken und etwas Isolierschlauch wird jetzt der RS232 Buchsenstecker angelötet. RC7 ist RX und RC6 ist TX. . . . .	16
3.1	Der Start neue FW und anschließender Normalbetrieb mit Anzeige der Sendeleistung (PEP) erzeugt mit meiner Simulator, den ich für die Entwicklung der SW benötige. Die Zeile 3 ändert sich, sobald eine Lüfterbaugruppe erkannt wurde. Die maximale Temperatur ist an Sensor 1 auf der Hauptplatine und der Lüfter läuft mit 7% PWM-Ansteuerung . . . . .	18
3.2	Der Aufruf des SETUP Menü . . . . .	18
3.3	Es werden alle wichtigen Einstellungen aufgelistet. So kann man sich einen Überblick verschaffen. . . . .	19
3.4	Alle 3 Messwerte der ADC-Wandler sind hier auf einmal zu sehen.	19
3.5	Einstellung des Koppelfaktors . . . . .	19
3.6	Der Temperaturhochlauf ist hier als Simulation zu verfolgen. . . . .	20
3.7	Anzeige der rücklaufenden Leistung, bei Überschreitung wird die Schutzschaltung aktiv. . . . .	20
3.8	Einschaltpunkt des Lüfterrelais 2 . . . . .	21
3.9	Netzteil Timer 1 Einstellung. Es wurde die Einstellung 3 Minuten ausgewählt. . . . .	21
3.10	Verschiedene R6 Einstellungen . . . . .	22
3.11	Hier die Auswahl mit der Bargraphanzeige der Rücklaufleistung in Normalbetrieb . . . . .	23
3.12	Und die LCD Anzeige dazu. Schalten wir auf „TUNEN“ wird wieder das SWR als Balken angezeigt. . . . .	23
3.13	Korrektur des I-Nullpunktes von -0,147 Ampere zu 0,0 Ampere . . . . .	25
3.14	Einstellung auf 50A IC von ACS . . . . .	26

3.15	Die neue Firmware: Links nach PowerON, es ist die Variante 3 (mit RS232). Rechts mit Anzeige der maximalen Temperatur an Sensor 5 auf der Lüfterplatine 1. Die Anzeige auf Zeile 3 hat sich automatisch geändert, weil eine Lüfterbaugruppen erkannt wurden. Der Lüfter läuft mit 18%. . . . .	26
3.16	Hier mit Anzeige hoher Leistung. Erzeugt mit meinem Testsimulator. . . . .	26
3.17	Baugruppe im Modus „TUNEN“. Die Ausschrift „swr“ ist jetzt mit kleinen Buchstaben und hinter dem Wert ist noch ein Stern(„*“) . . . . .	27
3.18	Baugruppe im Modus „SETUP“, Punkt „Abbrechen“ . . . . .	27
3.19	Alle Temperaturen im Überblick. Ist kein Sensor angeschlossen wird ein Strich dargestellt. Wie sehen, es sind 2 Lüfterbaugruppen angeschlossen. . . . .	28
3.20	Geht die Meldeleitung auf LOW. löst sofort die Schutzschaltung in der SW aus, Bild links. Ist die Temperatur wieder gesunken wird die Anzeige geändert wie Bild rechts. Erst jetzt kann der Taster die „Resetfunktion“ der Schutzschaltung einleiten. . . . .	31

# Kapitel 1

## Vorwort

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

## Kapitel 2

# Hardware

Diese Baugruppe kann in die verschiedensten PAs, meist mit Halbleitern bestückt, eingebaut werden. Die Baugruppe wurde von mir neu entworfen und hat verbesserte Schutzfunktionen. Alle zeitkritischen Schutzfunktionen werden nicht über die SW gesteuert, sondern jede Schutzfunktion hat eine eigene Hardware für die Abschaltung. Die Schaltzeiten für die Abschaltung der PA konnten dadurch enorm verringert werden. Die Baugruppe ist dadurch allerdings nicht mehr tolerant bei zeitlich falschen Schaltsequenzen der S/E-Relais in der PA.

### 2.1 Hardwareversion

Benutzt wird die HW Version 2.07. Die Platine hat etwa die gleiche Größe wie die Vorgängerbaugruppe.

### 2.2 Die Beschreibung der Hardware

Die Ansicht der LCD-Anzeige von hinten sieht man auf der Abbildung [2.1](#) Seite [7](#). Eine Ansicht auf die SMD-Bestückung ist nur mit abgezogenen LCD-Display möglich, zu sehen auf der Abbildung [2.2](#) Seite [7](#).

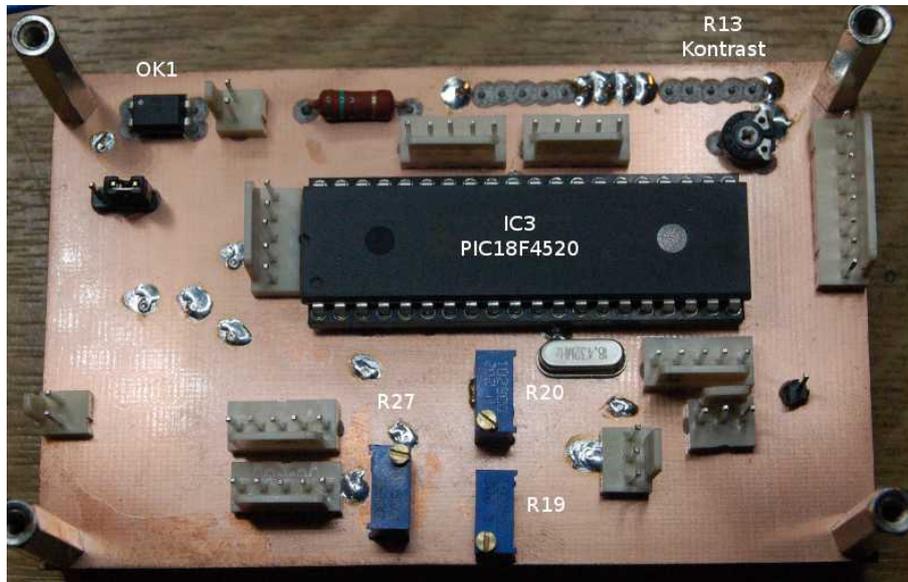


Abbildung 2.1: Ansicht auf die Oberseite der Leiterplatte. Neu kommt jetzt der PIC18F45K22 zu Einsatz

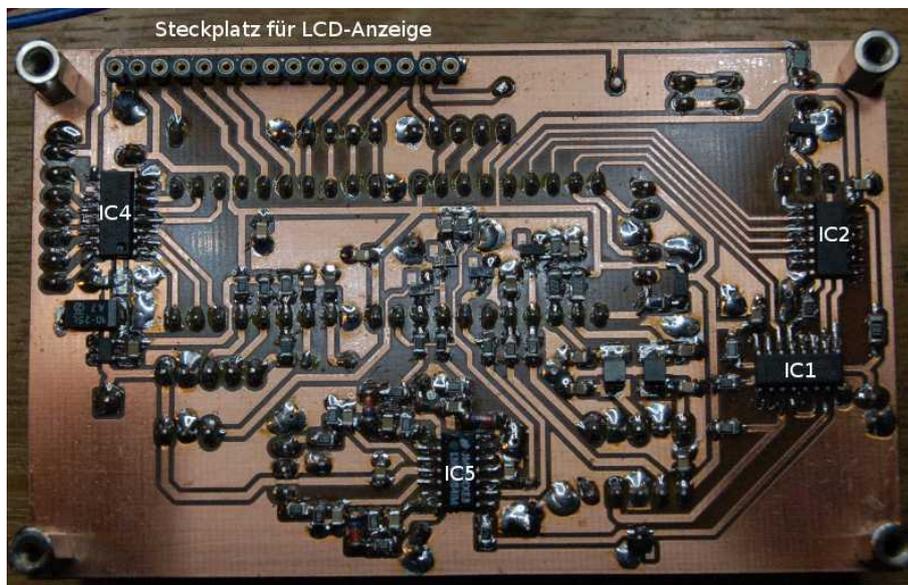


Abbildung 2.2: Ansicht der SMD-Bestückung. Das Display ist abgezogen.

### 2.2.1 LCD Display

Das preisgünstigste Display ist ein LCD Display mit 4 x 20 Zeichen, erhältlich bei Reichelt. Siehe Abbildung 2.3 Seite 8.

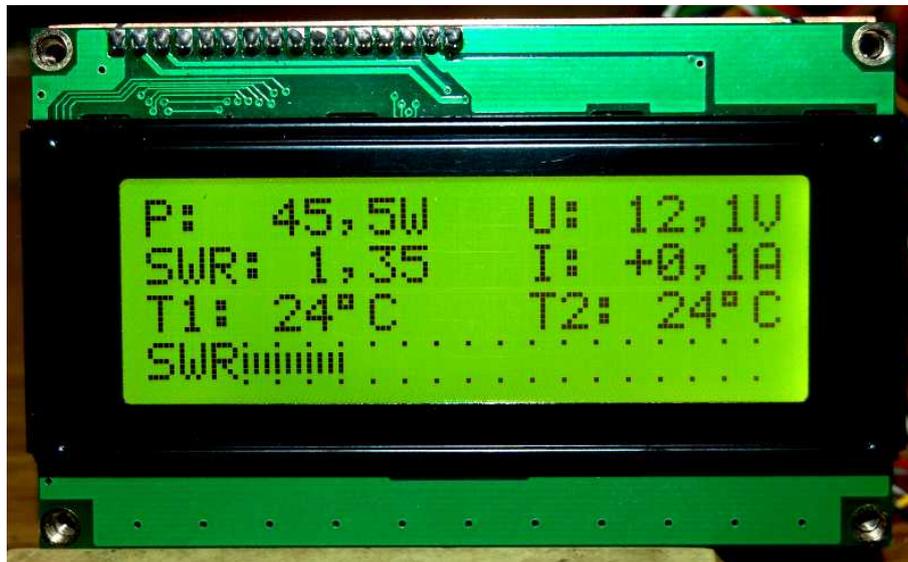


Abbildung 2.3: Ein Beispiel mit LCD-Anzeige

## 2.2.2 OLED Display

Die besser Wahl ist ein Display mit organischen LEDs. Das schlägt sich allerdings auch im Preis nieder. Vorteil dieser Anzeige ist der hohe Kontrast und das aus jedem Blickwinkel. Es gibt da keine Einschränkung. Ein weiterer Vorteil ist die trägheitslose Anzeige. Die Anzeige ist superschnell. Siehe Abbildung 2.4 Seite 9. Bei der Verwendung eines OLED-Display ist der Spannungsregler 5V auszuwechseln. Es hat sich herausgestellt, dass das Display mehr Strom braucht und die Spannung am 5V Reglers LT1761ES5-5 etwas zusammen bricht. Eventuell den LT1761ES5-5 auslöten und den TS2940CP50 einsetzen.

## 2.2.3 Anschlüsse auf der Baugruppe

Die Reihenfolge der Pins kann auf der Beschriftung der Stecker kann auch genau entgegengesetzt sein. Richtet euch bitte nach der Abbildung.

### 2.2.3.1 J1 Trigger 3

Dieser Stecker wird nur bestückt, wenn dieser Flip-Flop-Eingang der Schutzschaltung genutzt werden soll. Der Eingang ist L-Aktiv. Er kann zum Beispiel zur Kontrolle des Eingangspegels genutzt werden.

- 1 zum Flip-Flop
- 2 GND

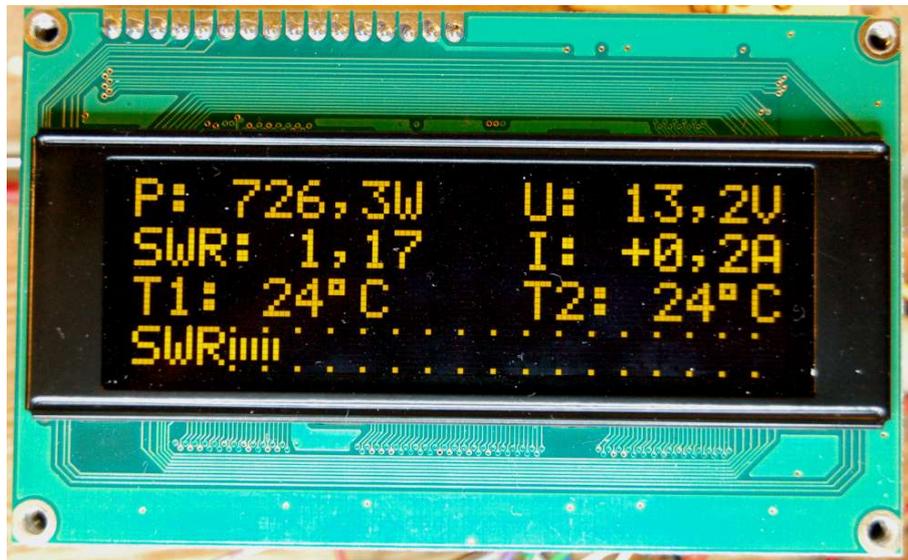


Abbildung 2.4: Hier ist die OLED-Anzeige zu sehen. Der Kontrast ist sehr stark und die Zeichen sind aus jedem Winkel sichtbar.

#### 2.2.3.2 J2 Stromfühler

An diesen Stecker wird die Stromfühler-Platine angeschlossen. Die Belegung ist 1 zu 1.

- 1 5V Stromversorgung für die Stromfühler-Platine
- 2 Messspannung 0 bis 5 Volt
- 3 GND
- 4 Trigger von der Stromfühler-Platine für die Schutzschaltung
- 5 GND

#### 2.2.3.3 J3 Sensoren

Dieser Stecker ist für die Temperaturfühler und die Messung der Betriebsspannung. Bei dieser Baugruppe ist es möglich 2 Temperaturfühler anzuschließen. Als Temperatursensoren werden wieder die KTY 81-210 verwendet.

- 1 Temperatursensor 1 Diodenkabel (Seele)
- 2 Temperatursensor 1 Diodenkabel (Masse)
- 3 Temperatursensor 2 Diodenkabel (Seele)
- 4 Temperatursensor 2 Diodenkabel (Masse)
- 5 Zur Betriebsspannung der PA. Messung Ub.

#### **2.2.3.4 J4 Programmier ICSP**

Dieser Stecker ist für Programmierung des PIC direkt in der Baugruppe (Softwareentwicklung). Dieser Stecker wird normalerweise nicht bestückt. In allen meinen Baugruppen habe ich den Stecker anders herum eingebaut. Das ist mir erst später aufgefallen.

- 1 MCLR
- 2 PortB 6
- 3 GND
- 4 PortB 7
- 5 5 Volt

#### **2.2.3.5 J5 Abschaltung**

An diesem Stecker ist der Ausgang des Optokopplers direkt angeschlossen und dieser soll für die Abschaltung der PA genutzt werden. In meiner 100W PA habe ich über diesen Transistor die Bias-Spannung der PA-Mosfets RD100HFF1 laufen. Im Fehlerfall wird die Spannung gesperrt und die Ausgangsleistung verringert sich erheblich. Das passiert zeitlich in weniger als 1 mSekunde.

- 1 Kollektor des NPN Transistors im Optokoppler
- 2 Emitter des NPN Transistors im Optokoppler

#### **2.2.3.6 J6 Relais**

An diesem Stecker werden die Relais angeschlossen. Alle Relais werden auf einer Seite mit 12V verbunden.

- 1 Relais Netzteil EIN Stufe 1 (eventuell Heizung bei einer Röhren-PA)
- 2 Relais Netzteil EIN Stufe 2 (Zuschalten der Betriebsspannung)
- 3 Relais PTT Ruhekontakt (PTT Unterbrechung im Fehlerfall zusätzlich zu J5 (Abschaltung))
- 4 Relais Lüfter Stufe 1
- 5 Relais Lüfter Stufe 2
- 6 Relais Frei Reserve (wird im Moment nicht verwendet)
- 7 +12V
- 8 GND

#### **2.2.3.7 J7 SWR**

- 1 Rücklauf vom SWR Messkopf
- 2 GND
- 3 Vorlauf vom SWR Messkopf

### **2.2.3.8 J8 Taste**

Dieser Anschluss wird nicht verwendet. Das ist für besondere SW vorgesehen, in der mehrere Tasten verwendet werden.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5 GND

### **2.2.3.9 J9 LED Zeile 1**

Dieser Anschluss wird für die alt hergebrachte LED-Zeile verwendet. Es wird Upep abgegriffen und die Betriebsspannung.

- 1 12Volt
- 2 GND
- 3 Upep 0..5V

### **2.2.3.10 J10 LED/Taste/SV**

An diesem Anschluss wird die Error-LED die Rücksteltaste und die Betriebsspannung angeschlossen

- 1 Error LED (rot) gegen GND
- 2 Reset-Taste
- 3 frei
- 4 GND
- 5 12V Betriebsspannung. Es kann auch CON1 12V verwendet werden

### **2.2.3.11 J11 (alt LED Zeile 2) neu Lüfter-BG**

Bestückung ab SW 2.xx. Der Stecker wird aber nicht für eine weiter LED Zeile verwendet, sondern dient zur Stromversorgung und Meldeleitung für die neue Lüfterbaugruppe.

- 1 frei
- 2 frei
- 3 RB0 Meldeleitung bei Temperaturüberschreitung  $> 70^{\circ}\text{C}$  auf der Lüfterbaugruppe
- 4 12V Betriebsspannung für Lüfterbaugruppe.
- 5 GND Betriebsspannung für Lüfterbaugruppe.

### **2.2.3.12 J12 RS232**

Dieser Stecker ist erst ab HW 2.07 dazu gekommen. Er ist für die Datenverbindung zur Lüfterbaugruppe notwendig. Von der Lüfterbaugruppe werden nach Abfrage Daten übermittelt. Entweder es wird eine neue Platine verwendet oder man baut die alte Platine um. Siehe Kapitel 2.2.5 auf Seite 14.

- 1 RC7 RS232 RX
- 2 GND
- 3 RC6 RS232 TX

### **2.2.3.13 SV1 Brücke**

Das ist die Stiftleiste mit der wir festlegen wie der Optokoppler verwendet werden soll. Es wird die Brücke 1-2 oder 2-3 gesteckt. Ist nicht von beiden gesteckt ist der Optokoppler wirkungslos.

- 1 Brücke
- 2 Brücke
- 3 Brücke

### **2.2.3.14 CON1 12V**

Hier wird die Betriebsspannung von 12V angeschlossen oder es kann auch J10/5 verwendet werden.

## **2.2.4 Die ICs auf der Platine**

Es folgt eine kurze Beschreibung der verwendeten ICs der Baugruppe.

### **2.2.4.1 IC1 4044**

Dieser IC beinhaltet die 4 Flip-Flop mit je einen SET- und RESET-Eingang. Der RESET-Eingang wird von der SW zum Rücksetzen alle FF benutzt. Zusätzlich verwende ich den RESET-Eingang noch zum Blockieren der HW-Abschaltung. Das wird beim Tunen der Antenne benötigt. Da soll ja die PA nicht in den Fehlerzustand gehen. Allerdings ist das Blockieren der HW-Abschaltung auf 30 Sekunden begrenzt. Wird innerhalb von 30 Sekunden kein Träger gesetzt wird die Schutzschaltung wieder „scharf“ geschaltet. Das dient der Sicherheit, Falls jemand das Zurückstellen vergisst. Die einzelnen SET-Eingänge sind mit den verschiedenen Abschalttrigger verbunden. Es werden nur 3 FF verwendet. Die Ausgänge der FF gehen auf das IC2 4002 mit seinen NOR-Gate und auf 3 Eingänge des PIC. Damit weiß der PIC welches Ereignis die Schutzschaltung ausgelöst hat.

#### 2.2.4.2 IC2 4002

Der 4002 hat 2 NOR Gatter mit je 4 Eingängen. Vom ersten Gatter sind 3 Eingänge mit den Ausgängen von den 3 Flip-Flop belegt. Der 4. Eingang wird direkt vom PIC RB5 belegt und wird für die Temperaturabschaltung genutzt. Das 2. Gatter wird für die Umkehr der Polarität der Abschaltung genutzt. Mit der Steckbrücke SV1 wird die entsprechende genutzte Variante aktiviert.

#### 2.2.4.3 IC3 alt PIC18F4520, neu PIC18F45K22

Dieses IC ist das „Herz“ der Baugruppe. Bei dieser Baugruppe setze ich den größeren Bruder mit 40-Pins ein. Dieses IC steuert fast alle Abläufe durch den Einsatz der entsprechenden Firmware. Ab der Firmware V2.xx wird ein neuerer PIC18F45K22 eingesetzt. Der ist billiger und leistungsfähiger als sein Vorgängertyp.

Allerdings ist wichtig ist zu wissen, dass die Notabschaltungen, zu hoher Strom, zu hohe Rücklaufeistung und noch eine beliebige Zusatzfunktion (z.B.: Eingangsspegel der PA), völlig unabhängig vom PIC funktionieren. Der PIC liest nur im Fehlerfall die Stellung der FlipFlops aus und bringt zur Anzeige welches Ereignis die Schutzschaltung ausgelöst hat.

Die Taktfrequenz des Mikrocontrollers PIC18F4520 und PIC18F45K22 wird intern erzeugt und beträgt 32 MHz.

#### 2.2.4.4 IC4 ULN2003

Dieses IC wird zur Ansteuerung der Relais verwendet. Ich verwende nur 6 Pfade von 7 vorhandenen Pfaden. Das IC beinhaltet 7 Darlingtonstufen plus Schutzdiode für induktive Lasten.

#### 2.2.4.5 IC5 LMC6484

IC5 ist eine 4-Stufiger OPV. 2 OPVs sind logarithmische Verstärker für die Auswertung der Messspannungen des SWR-Messkopfes. Der 3. OPV ist für die Ermittlung der PEP-Leistung. Jeder Spitzenmesswert wird in C19 220nF gespeichert. Der 4. OPV ist eine Triggerschaltung und dient der Überwachung der Rücklaufeistung. Zum Einstellen des Umschaltpunktes des Schmitttriggers verwende ich einen zusätzlichen ADC-Eingang des PIC. Das Einstellen des Triggerpunktes wird dadurch sehr einfach.

#### 2.2.4.6 U\$1 LT1761ES5-5 oder TS2940CP50

Dieser kleine SMD-IC ist für die Spannungskonstandhaltung 5Volt verantwortlich. **Bei der Verwendung eines OLED-Display ist der Spannungsregler 5V auszuwechseln. Es hat sich herausgestellt, dass das Diplay mehr Strom braucht und die Spannung am 5V Reglers LT1761ES5-5 etwas zusammen bricht. Eventuell den LT1761ES5-5 auslöten und den TS2940CP50 einsetzen.**

#### 2.2.4.7 OK1 SFH615

Das ist der Optokoppler. Ich habe mit Absicht einen Optokoppler als galvanische Trennung zur Abschaltel Elektronik eingesetzt. Somit sinkt die Wahrscheinlichkeit

der Zerstörung der Baugruppe durch fremde Überspannungen.

### 2.2.5 Umbau der alten HW auf neue HW V2.07, Nutzung der RS232

Wird eine Lüfterbaugruppe angeschlossen, braucht man nicht unbedingt eine neue Platine. Es kann die alte Platine ganz einfach umgebaut werden. Ich möchte das mit 4 Bildern erläutern.

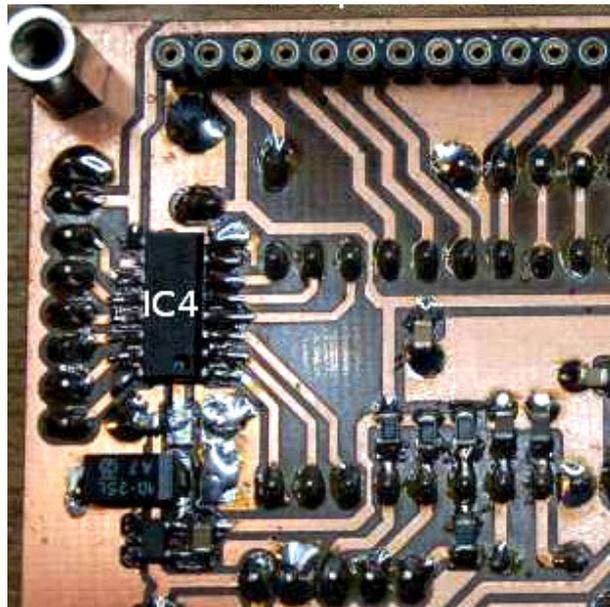


Abbildung 2.5: So sieht die Leiterplatte HW alt aus.

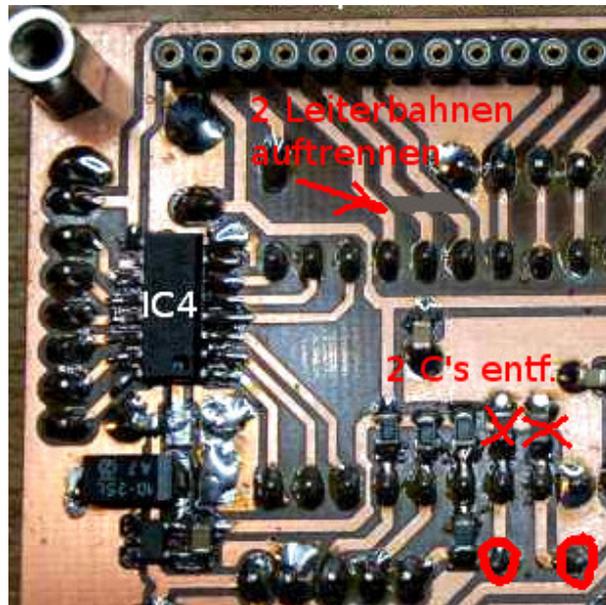


Abbildung 2.6: Die 2 Leiterzüge auftrennen. Die 2 C's 27pF entfernen und den Quarz auslöten.

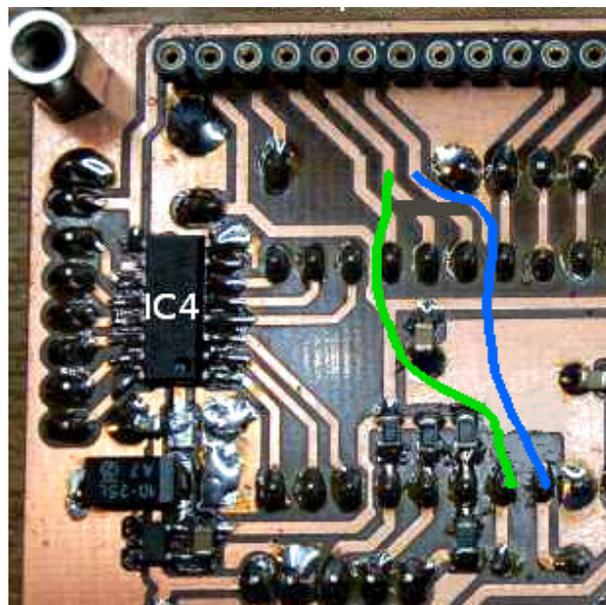


Abbildung 2.7: 2 Drahtbrücken von den Leiterzügen an der LCD zu den PIN's des ehemaligen Quarzes oder direkt an die PIC-PIN's

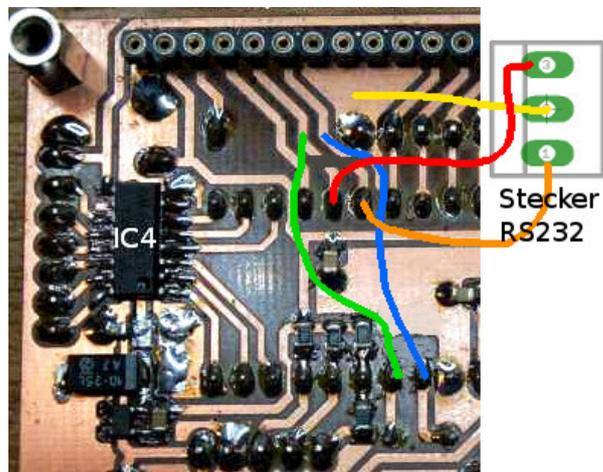


Abbildung 2.8: Mit 3 Drahtbrücken und etwas Isolierschlauch wird jetzt der RS232 Buchsenstecker angelötet. RC7 ist RX und RC6 ist TX.

Damit ist der Umbau vollzogen. Wenn man den Buchsenstecker frei hängen lässt, müssen die Lötflächen mit Isolierschlauch überzogen werden oder man nimmt dünnen Schrumpfschlauch. In den neuen PIC 18F45K22 wird die neue Software Variante 3 gebrannt und in die Fassung gesteckt. Die LCD-Baugruppe müsste jetzt wieder funktionieren.

# Kapitel 3

## Software Version 2.xx

Die Software Version 2.xx wurde an neue Herausforderungen angepasst. Ich habe eine neue Lüfterbaugruppe entwickelt. Die Lüfterbaugruppe steuert selbständig die Drehzahl der Lüfter und zwar kontinuierlich mit einer PWM-Steuerung. Zur Überwachung temperaturkritischer Punkte dienen bis zu maximal 5 Temperatursensoren.

Jetzt bestand natürlich der Wunsch die Informationen über Temperatur und Lüfteransteuerung mit auf der LCD-Anzeige der Hauptplatine darzustellen. Dazu musste ich die HW der Hauptplatine ergänzen und die RS232-Schnittstelle aktivieren. Die 2 PINs der RS232 am PIC werden mit für die Ansteuerung der LCD-Anzeige verwendet. Diese PIN's müssen frei geschaltet werden. Der Umbau alter Platinen ist ein extra Thema. Siehe Kapitel 2.2.5 auf Seite 14. Es gibt aber auch eine Variante der neuen Software die keinen HW-Umbau braucht, allerdings ohne die Informationen der Lüfterbaugruppe auf der LCD. Die Temperaturüberschreitung von  $> 70^{\circ}\text{C}$  wird mit einer extra Leitung signalisiert. Siehe Abbildung 3.20 auf Seite 31.

- Software Version 2.xx Variante 1: **ohne RS232**, keine Infos von der Lüfterbaugruppe. Nur die Alarmleitung „Überschreitung  $70^{\circ}\text{C}$ “.
- Software Version 2.xx Variante 3: **mit RS232**, neue Platine oder Umbau, alle Infos von den maximal bis zu 4 Lüfterbaugruppen werden verwaltet. Angezeigt wird die maximale Temperatur aller Sensoren im System und die PWM-Ansteuerung der dazugehörigen Lüfter in Prozent. Siehe Abbildung 3.15 auf Seite 26. Die Alarmleitung „Überschreitung  $70^{\circ}\text{C}$ “ wird auch benötigt.
- 3 Brücke
- Software 2.xx Variante 1: diese SW kann auf der alten Platine eingesetzt werden. Keine SW-Erkennung der Lüfterplatinen, aber Signalisierungsleitung für Übertemperatur.
- Software 2.xx Variante 3: diese SW kann auf nur der neuen Platine ab HW2.07 eingesetzt werden. SW-Erkennung der Lüfterplatinen mit Signalisierungsleitung für Übertemperatur. Alle Informationen von den Lüfterbaugruppen werden zur Hauptplatine übermittelt.

```

= LCD-Wattmeter 2 = P: 598,1W U: 12,8V
- HW2.07 (c)DL4JAL - SWR: 1,54 I: +0,2A
- SW2.01 06.10.15 - T 1: 24°C L1: 7%
- Variante 3 - SWR:iiiiiiiiiiiiiiiiiiii

```

Abbildung 3.1: Der Start neue FW und anschließender Normalbetrieb mit Anzeige der Sendeleistung (PEP) erzeugt mit meiner Simulator, den ich für die Entwicklung der SW benötige. Die Zeile 3 ändert sich, sobald eine Lüfterbaugruppe erkannt wurde. Die maximale Temperatur ist an Sensor 1 auf der Hauptplatine und der Lüfter läuft mit 7% PWM-Ansteuerung

Wie immer steckt in der SW der meiste Beschreibungsbedarf. Die SW wurde in Assembler geschrieben und umfasst etwa 5500 Zeilen.

### 3.1 SETUP

```

== SETUP ==
0 Abbrechen
kurz = weiter
lang = quittieren

```

Abbildung 3.2: Der Aufruf des SETUP Menü

Als erstes erkläre ich das SETUP. So ähnlich wie bei der Vorgängerbaugruppe gelangt man durch langes Drücken der RESET-Taste in das SETUP. Der lange Tastendruck wird durch das Aufleuchten der ERROR-LED angezeigt. Beginnt diese zu leuchten, lässt man die Taste wieder los und man befindet sich im SETUP. Ab FW 2.03 ist die 2. Möglichkeit ins SETUP zu gelangen, bei „Power-ON“ die Taste gedrückt halten bis im Display „== SETUP ==“ erscheint. Wird diese Variante verwendet erfolgt nach dem „SETUP“ **immer ein Warmstart.**

#### 3.1.1 „0 Abbruch“

Wie der Punkt schon besagt, an dieser Stelle kann ich das SETUP vorzeitig abbrechen (Taste lang). Mit dem kurzen drücken der Taste kommen wir zum nächsten Menüpunkt im SETUP.

#### 3.1.2 „1 List Einstellungen“

Dieser Punkt ist neu. Man kann sich alle eingestellten Parameter in Ruhe anschauen und sich einen Überblick verschaffen.

#### 3.1.3 „2 Kalibrieren Power“

Es werden alle 3 ADC-Eingänge des PIC direkt als Dezimalzahl dargestellt. An den beiden Eingängen von J7 werden genau 7 Volt angelegt. Bei 7 Volt muss der

```

== SETUP ==
1 List Einstellungen
kurz = weiter
lang = quittieren

= List Einstellungen
Kop.Fakt.= 30,0
kurz = weiter
lang = Abbruch

= List Einstellungen
TEMP-Luefter2: 55°C
kurz = weiter
lang = Abbruch

```

Abbildung 3.3: Es werden alle wichtigen Einstellungen aufgelistet. So kann man sich einen Überblick verschaffen.

```

ADCvor   : 233
ADCrueck : 1
ADCpep   : 233

```

Abbildung 3.4: Alle 3 Messwerte der ADC-Wandler sind hier auf einmal zu sehen.

entsprechende ADC-Eingang genau 500 anzeigen. Bei 7 Volt am Vorlauf sehen wir ADCvor und ADCpep mit fast gleichen Werten. Es ist lediglich ein Digit, was manchmal hin und her schaltet.

### 3.1.4 „3 Koppel Faktor“

```

= Kop.Fakt. Einst. =
lang = --
kurz = ++

= Kop.Fakt. ++ =
Kop.Fakt.= 30,0
kurz: step 0,2
lang = quittieren

```

Abbildung 3.5: Einstellung des Koppelfaktors

Dieser Punkt ist etwas Neues im SETUP. Ich habe mir überlegt, das Übersetzungsverhältnis des SWR Messkopfes mit in die SW einfließen zu lassen. Dadurch wird es möglich, alle möglichen SWR-Messköpfe anzupassen. Ich habe zum Beispiel die Baugruppe in einer 100W PA eingesetzt, zwar mit anderer SW, aber den SW-Teil für die Berechnungen der Leistung habe ich genau so übernommen und konnte mit dem Koppelfaktor die korrekte mathematische Anpassung erreichen. Das ist wichtig, da die Messdiode und die ganze Beschaltung des OPV (mit der Diode und den anderen Bauelementen) eine Einheit bildet (logarithmische Funktion). Zum Koppelfaktor ein kleines Beispiel. Unser benutzter Messkopf hat ja auf beiden FT-Kernen eine Windungszahl von 30 Windungen. Bei 100W beträgt die HF-Spannung 70,7 Volt. Durch die 30 Wdg teilt sich die Spannung / 30. An der Messstelle mit der Diode habe wir ganz einfach gesagt  $70,7 / 30 \text{ Volt} = 2,356 \text{ V}$ . Das sind etwa 111 mW. Hätten wir eine Messkopf mit 25 Wdg auf beiden Kernen würde der Koppelfaktor dann 25,0 betragen und die ganzen mathematischen Berechnungen in der SW stim-

men wieder. Der Koppelfaktor macht es möglich alle SWR-Messköpfe an die SW anzupassen. Bei der Nutzung vom SWR-Messköpfen mit nur einem Ringkern und Spannungsauskopplung mittels Kapazitäten oder Widerständen kann der Koppelfaktor sehr weit von der Windungszahl auf dem Ringkern abweichen. Das liegt meist an der nicht allseitigen vorhanden 50Ohm-Belastung der Messeinrichtung. Es ist also experimentell vorzugehen bei der Bestimmung des Koppelfaktors. Ich hatte damit auch Probleme, da mein Messkopf in der 100W PA anders aufgebaut ist. Letztlich habe ich experimentell einen Koppelfaktor von 30,9 ermittelt, bei einer Windungszahl von 2x12 Wdg also 24 Windungen. **Wichtig ist das Auskoppeldämpfung des Messkopfes jetzt einstellbar ist.**

### 3.1.5 „4 Temperaturtest“

```

P: 90,0W  U: 12,1V  P: 90,0W  U: 12,1V
SWR: 1,00  I: +0,0A  SWR: 1,00  I: +0,0A
T1: 25°C   T2: 24°C  T1: 45°C   T2: 24°C
Temperaturtest !!!  Temperaturtest !!!

Schutzschaltung
Temperatur
ueberschritten

```

Abbildung 3.6: Der Temperaturhochlauf ist hier als Simulation zu verfolgen.

Der Temperaturtest simuliert das Ansteigen der Temperatur am Sensor „T1“ bis zum Auslösen der Schutzschaltung. Es kann gut getestet werden ob die beiden Lüfterstufen funktionieren. Durch die RESET-Taste wieder alles wieder auf normalen Betrieb gesetzt.

### 3.1.6 „5 Prueck Trigger“

```

== SETUP ==
5 Prueck Trigger
kurz = weiter
lang = quittieren

== Prueck Trigger ==
Pr-Trigger: 28,7W

```

Abbildung 3.7: Anzeige der rücklaufenden Leistung, bei Überschreitung wird die Schutzschaltung aktiv.

Mit dem Einstellregler „R27 5k“ wird der Schmitttrigger für die maximal erlaubte Rücklaufeistung eingestellt. Damit man nicht „im Dunklen“ tappt, habe ich die Spannung des Triggerumschaltpunktes einem extra ADC-Eingang des PIC Pin10 zugeführt. Hinter diesem ADC-Eingang habe ich die gleichen Berechnungsroutinen, wie bei der Leistungsberechnung hinterlegt. „Lange Rede kurzer Sinn“ wir sehen diese Spannung als Leistungswert im Display und können damit ganz einfach die Leistung einstellen bei deren Überschreitung die Schutzschaltung anspricht. **Achtung!! Ändert sich der Koppelfaktor ändert sich auch der angezeigte Leistungswert des Triggerpunktes,** aber die Rücklaufspannung bleibt die gleiche wann der Trigger umschaltet.

### 3.1.7 „6 Ub Faktor“

Der „Ub Faktor“ ist zur Korrektur der Betriebsspannungsanzeige gedacht. Für die Berechnung der Displayanzeige werden genaue Werte der Widerstände R6/R7 und 5V Referenzspannung zu Grunde gelegt. Da aber beides abweicht habe ich eine Möglichkeit der Korrektur mit in die SW programmiert. In diesem Zusammenhang ist der Punkt „SET Wert R6“ noch wichtig. Der R6 kann je nach zu messender Betriebsspannung angepasst werden. Also ist zuerst der Punkt „SET Wert R6“ abzuarbeiten, bevor am „Ub Faktor“ geändert wird.

### 3.1.8 „7 Temp. Luefter 1“

Wird diese Temperatur überschritten zieht das Relais „Lüfter Stufe 1“. Das Relais fällt aber erst wieder ab wenn diese eingestellte Temperatur auf 2° niedriger gesunken ist. Also bei eingestellten 30°C würde das Relais bei größer 30°C anziehen und bei kleiner 28°C wieder abfallen. Der einstellbare Bereich 25 - 49°C.

### 3.1.9 „8 Temp. Luefter 2“



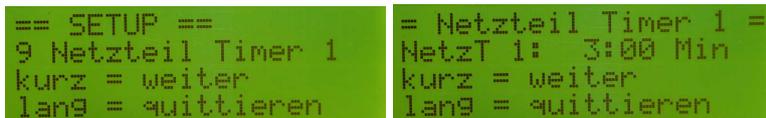
```
== SETUP ==
8 Temp. Luefter 2
kurz = weiter
lang = quittieren

= Temp. Luefter 2 =
Temp-Luefter2: 56°C
kurz = weiter
lang = quittieren
```

Abbildung 3.8: Einschaltpunkt des Lüfterrelais 2

Hier gilt das gleiche wie bei „7 Temp. Luefter 1“. Zusätzlich ist es so das die Temperatureinstellung „Lufter 2“ immer mindestens 1° höher als „Lüfter 1“ ist. Das wird durch die SW kontrolliert und auch korrigiert. Der einstellbare Bereich 31 – 65°C.

### 3.1.10 „9 Netzteil Timer 1“



```
== SETUP ==
9 Netzteil Timer 1
kurz = weiter
lang = quittieren

= Netzteil Timer 1 =
NetzT 1: 3:00 Min
kurz = weiter
lang = quittieren
```

Abbildung 3.9: Netzteil Timer 1 Einstellung. Es wurde die Einstellung 3 Minuten ausgewählt.

Im Unterschied zur alten Baugruppe sind auf dieser Baugruppe 2 Relais für das Hochfahren des Netztesiles vorgesehen. Dadurch ist die Baugruppe flexibler einsetzbar. Beide Timer sind in einem weiten Bereich einstellbar (2 Sekunden bis 5 Minuten). Die Zeiten sind:

- 0:00 Minuten, Timer wird übersprungen das Relais zieht sofort.
- 0:02 Minuten, das Relais zieht nach 2 Sekunden.

- 0:15 Minuten, das Relais zieht nach 15 Sekunden.
- 0:30 Minuten, das Relais zieht nach 30 Sekunden.
- 1:00 Minuten, das Relais zieht nach 1 Minute.
- 2:00 Minuten, das Relais zieht nach 2 Minuten.
- 3:00 Minuten, das Relais zieht nach 3 Minuten.
- 4:00 Minuten, das Relais zieht nach 4 Minuten.
- 5:00 Minuten, das Relais zieht nach 5 Minuten.

### 3.1.11 „10 Netzteil Timer 2“

Hier gilt das Gleiche wie im Punkt „9 Netzteil Timer 1“. Allerdings wird das 2. Netzteil-Relais zum Anzug gebracht.

### 3.1.12 „11 Hangtimer PEP“

<pre>== SETUP == 11 Hangtimer PEP kurz = weiter lang = quittieren</pre>	<pre>= Hangtimer PEP ==== Timer PEP: 4 Sek kurz = weiter lang = quittieren</pre>
---	--

Dieser Timer bestimmt die Anzeigedauer der maximalen Leistung. Da die PEP-Leistung schwankt wird der „Hangtimer PEP“ dazu benutzt die Spitzenleistung genau für diese Zeit noch nachträglich auf dem Display anzuzeigen. Wird innerhalb dieser Zeit ein neuer Spitzwert erreicht, beginnt startet der Timer neu mit der Anzeigzeit. Einstellbereich 1 - 5 Sekunden.

### 3.1.13 „12 Hangtimer SWR“

Ich habe die Anzeigzeit des SWR etwas von der Anzeigzeit der PEP-Leistung abgekoppelt. Soll das SWR in kürzeren Zeiten aktualisiert werden kann man die Zeit kleiner als die PEP-Anzeigzeit einstellen. Eine Zeit größer als die Zeit für PEP ist nicht sinnvoll. Einstellbereich 1 - 5 Sekunden.

### 3.1.14 „13 SET Wert R6“

<pre>== SET Wert R6 ==== 1M (Ub max 1068U) kurz = weiter lang = quittieren</pre>	<pre>== SET Wert R6 ==== 22k (Ub max 28U) kurz = weiter lang = quittieren</pre>
--	---

Abbildung 3.10: Verschiedene R6 Einstellungen

Die Anzeige der Betriebsspannung kann in dieser Baugruppe in einem weiten Bereich angepasst werden. Dazu muss allerdings der Widerstand „R6“ entsprechend bestückt werden. Hier die Widerstandsmöglichkeiten:



mit programmiert ist. Der maximale Anzeigebereich wird im SETUP Punkt 16 und 17 festgelegt.

Die Anzeigemöglichkeiten des Bargraphbalken:

- SWR
- Leistung PEP
- Leistung Pvor
- Leistung Prück

**Für die Anzeige der PEP-Leistung ist es besser eine zusätzliche LED-Zeile anzubauen. Diese wird am Stecker „J9“ angesteckt und hat eine „Peak&Hold Funktion“ mit nachlaufender LED.**

Der RESET-Taster hat im normalen Betrieb die Funktion durch kurzes Drücken auf „Tunen“ umzuschalten. Die Schutzschaltung wird deaktiviert und es kann getunt werden ohne das der Schmitttrigger für die Rücklaufleistung reagiert. Dazu kommen wir noch in einem späteren Kapitel. Siehe Kapitel [3.2.1.1](#) auf Seite [27](#). Die Besonderheit ist aber hierbei, wird auf „Tunen“ mit dem RESET-Taster geschaltet zeigt die Bargraphanzeige immer das SWR an, ganz gleich ob etwas anderes eingestellt wurde.

### 3.1.16 „15 SET I-Null“

Für das Messen des Stromes werden Hall-IC's ASC7xx von „Allegro“ verwendet. Im SETUP können verschiedene Typen von „Allegro“ (5A bis 100A) auswählen. Siehe Abschnitt [3.1.20](#) auf Seite [25](#). Einfacher geht es kaum, Ströme potenziellfrei zu messen. Die Spannungsisolation der Hallsensoren beträgt etwa 2kV. Fließt kein Strom ist bei diesen ICs die Ausgangsspannung die Hälfte der Betriebsspannung von 5V. Fließt der Strom in die negative Richtung ändert sich die Messspannung in Richtung 0 Volt und bei positiven Stromfluss steigt die Spannung in Richtung 5V. Da der Nullpunkt etwas schwankt habe ich diesen SETUP-Punkt vorgesehen. Ab der FW 2.03 wird der Nullpunkt manuell korrigiert. Normalerweise liegt der ADC-Wert bei dem AD-Wandler von 10 Bit für 2,5 Volt bei etwas 512. 5 Volt entsprechen den ADC-Wert von 1023 und 2,5 Volt die Hälfte davon. Dieser ADC-Wert kann mit diesem SETUP-Punkt angepasst werden. Dabei gliedert sich am Eingang der Funktion die Einstellmöglichkeit in „++“ oder „--“. Dabei bedeutet „++“, der angezeigte Strom wird erhöht, und „--“, der angezeigte Strom wird verringert. Der momentane Wert des Stromes ist im Display mit sichtbar. Ist man mit dem Ergebnis zufrieden, wird der ADC-Wert für den Nullpunkt im Eeprom abgespeichert.

### 3.1.17 „16 SET BG-PEP“

Vorausgesetzt es wurde der „Bargraphtyp“ auf PEP-Anzeige umgestellt, wird in diesem SETUP-Punkt das Maximum der Bargraphanzeige in „PEP“ oder „Pv“ eingestellt.

Folgende Einstellungen sind möglich:

- 100 Watt
- 200 Watt

<pre>= SET I Nullpunkt = lang = I - minus kurz = I + Plus</pre>	<pre>= SET I + Plus = ADCib: 513 -0,147A kurz: step lang = quittieren</pre>
<pre>= SET I + Plus = ADCib: 511 +0,000A kurz: step lang = quittieren</pre>	

Abbildung 3.13: Korrektur des I-Nullpunktes von -0,147 Ampere zu 0,0 Ampere

- 500 Watt
- 750 Watt
- 1000 Watt

### 3.1.18 „17 SET BG-Pr“

Vorausgesetzt es wurde der „Bargraphtyp“ auf Pr-Anzeige umgestellt, wird in diesem SETUP-Punkt das Maximum der Bargraphanzeige von P-Rücklauf eingestellt.

Folgende Einstellungen sind möglich:

- 5 Watt
- 10 Watt
- 20 Watt
- 50 Watt
- 100 Watt

### 3.1.19 „18 Hangtimer Strom“

Die Anzeigzeit des maximalen Stromwert ist auch ein extra Timer. Der Einstellbereich beträgt 1 - 5 Sekunden. Möchte man den Spitzenwert sehr lange Anzeigen ist der Timer entsprechend hoch einzustellen.

### 3.1.20 „19 SET Strom-IC“

An diese Baugruppe können verschieden Stromsensorbaugruppen angesteckt werden. der Bereich geht jetzt von 5 Ampere bis maximal 100 Ampere. Damit ist jetzt auch die Strommessung/Überwachung für eine große LDMOS-PA möglich. Diese PAs arbeitet alle mit 48 Volt und entsprechend hohen Strömen, die für sehr große Ausgangsleistungen notwendig sind. Die Stromberechnung wird, entsprechend der Auswahl des ICs, in der Software angepasst.

Die Auswahl der ICs:

- ACS 71x ELCTR-05A, maximal bis 5 Ampere
- ACS 71x ELCTR-20A, maximal bis 20 Ampere

- ACS 71x ELCTR-30A, maximal bis 30 Ampere
- ACS 756/50A, maximal bis 50 Ampere
- ACS 756/100A, maximal bis 100 Ampere

```

== SETUP ==
19 SET Strom-IC
kurz = weiter
lang = quittieren

== SET Strom-IC ==
ACS 756/50A
kurz = weiter
lang = quittieren

```

Abbildung 3.14: Einstellung auf 50A IC von ACS

## 3.2 Normaler Betrieb

```

= LCD-Wattmeter 2 =   P: 600,3W   U: 12,8V
- HW2.07 (c)DL4JAL -   SWR: 1,54   I: +0,2A
- SW2.01 06.10.15 -   T15: 33°C   L1: 18%
- Variante 3         -   SWR|||||||

```

Abbildung 3.15: Die neue Firmware: Links nach PowerON, es ist die Variante 3 (mit RS232). Rechts mit Anzeige der maximalen Temperatur an Sensor 5 auf der Lüfterplatine 1. Die Anzeige auf Zeile 3 hat sich automatisch geändert, weil eine Lüfterbaugruppen erkannt wurden. Der Lüfter läuft mit 18%.

```

P: 800,2W   U: 12,1V
SWR: 1,18   I: +0,1A
T1: 24°C   T2: 24°C
SWR|||||

```

Abbildung 3.16: Hier mit Anzeige hoher Leistung. Erzeugt mit meinem Testsimulator.

Ist der Netzteilhochlauf vorbei geht die LCD-Anzeige in den „normalen Betrieb“ über. Die Temperaturen werden überwacht und alle Messwerte angezeigt. Das SWR wird bei einem Koppelfaktor von 30,0 ab 1 Watt Vorlaufeistung berechnet. Bei einem Koppelfaktor von 30,0 ist der maximal anzeigbare Leistungswert etwa 2200 Watt. Ist der Koppelfaktor kleiner ist der maximale Leistungsanzeigebereich ist die Schwelle der SWR-Berechnung auch kleiner. Ich denke das ein guter Kompromiss. Deshalb habe ich diesen Schwellwert nicht mit in das SETUP aufgenommen.

### 3.2.1 Funktionen der Taste

Wird automatisch mindestens eine Lüfterbaugruppe erkannt (nur SW 2.xx Variante 3), bekommt die Taste noch eine dritte zusätzliche Funktion. Sind Lüfterbaugruppen angeschlossen, hat man den Wunsch einmal alle Temperaturen der

Sensoren anzuschauen. Das ist die 3. Funktion der Taste bei normalen Betrieb geworden.

### 3.2.1.1 Umschalten auf „Tunen“

Durch einen „kurzen Tastendruck“ schalten wir die Software in den Modus „TUNEN“ um. Die ERROR-LED beginnt zu leuchten. Die Schutzschaltung wird für 30 Sekunden deaktiviert. Der „Bargraphtyp“ wird zur „SWR-Anzeige“ egal was im SETUP „14 SET Bargraph-Typ“ eingestellt wurde. Erst nach dem „Tunen“ ändert sich das wieder. Jetzt kann die Antenne abgestimmt werden ohne zu



```
P: 90,8W      U: 12,1V
swr: 1,26 *  I: +0,1A
T1: 24°C     T2: 24°C
SWRmini .....
```

Abbildung 3.17: Baugruppe im Modus „TUNEN“. Die Ausschrift „swr“ ist jetzt mit kleinen Buchstaben und hinter dem Wert ist noch ein Stern(„\*“)

befürchten, dass die Schutzschaltung auslöst. Der Anzeigebereich des SWR im Balken hat den Bereich 1.0 bis 3.0. Der Timer von 30 Sekunden wird immer wieder neu auf 30 Sekunden gesetzt, wenn Sendeleistung gemessen wird. Nach 30 Sekunden Sendepause schaltet sich die Baugruppe wieder automatisch auf „scharf“, falls das Zurückschalten vergessen wird. Das Zurückschalten kann aber auch sofort durch einen kurzen Tastendruck geschehen.

### 3.2.1.2 Umschalten in das „SETUP“

Der „lange Tastendruck“, bis die Alarm-LED zu leuchten beginnt, dann loslassen. Das ist der Zugang in das „SETUP“. Alles andere ist weiter oben im Kapitel „SETUP“ beschrieben. Sind an der RS232 noch Lüfterbaugruppen angeschlossen erweitert sich der lange Tastendruck zu einer 3. Funktion siehe nächstes Kapitel.



```
== SETUP ==
0 Abbrechen
kurz = weiter
lang = quittieren
```

Abbildung 3.18: Baugruppe im Modus „SETUP“, Punkt „Abbrechen“

### 3.2.1.3 Anzeige aller Temperaturen und Lüfteransteuerung

Wie oben kurz beschrieben kommt jetzt die dritte Funktion der Taste. Hat sich die Anzeige in Zeile 3 geändert, wurde mindestens eine Lüfterbaugruppe erkannt. Erst jetzt funktioniert diese dritte Tastenfunktion. Siehe Abbildung 3.1 auf Seite 18.

Die Taste wird lange gedrückt, die LED beginnt zu leuchten, die Taste immer noch halten, die LED geht wieder aus. Jetzt loslassen. Wir sehen in der LCD als erstes die Temperaturen der beiden Sensoren auf der Hauptplatine. Mit der Taste „weiter“, die Temperaturen und Ansteuerung der Lüfter aller erkannten Lüfterbaugruppen werden der Reihe nach angezeigt.



Abbildung 3.19: Alle Temperaturen im Überblick. Ist kein Sensor angeschlossen wird ein Strich dargestellt. Wie sehen, es sind 2 Lüfterbaugruppen angeschlossen.

### 3.2.2 Messung und Berechnung SWR, Leistung

In dieser Baugruppe habe ich für die Messung der PEP-Leistung einen extra Hardware-Zweig vorgesehen. Ich hatte mit der Vorgängerbaugruppe immer Probleme bei starken Schwankungen der Hüllkurve das SWR genau zu berechnen. Bei dieser Baugruppe habe ich für die Messung der PEP-Spannung einen OPV extra verwendet. Weiterhin habe ich die Messung der 3 Spannungen Uvor, Uruock und Upep in der zeitlichen Abfolge der SW ineinander verschachtelt. Eine Messung besteht aus 8 Einzelmessung pro Kanal. Das zeitlich die Messungen nur immer nacheinander in der SW möglich sind (Multiplexer am ADC-Eingang), wird 8 mal hintereinander mit der Abfolge Uvor, Uruock und Upep gemessen und gespeichert. Anschließend werden alle Messergebnis durch 8 geteilt. Diese Vorgehensweise erzeugt sehr gute Messergebnisse, die quasi für 3 Messstellen gleichzeitig erfolgen. Aber das ist ja erst einmal nur der reine ADC-Wert mit 10Bit breite (0-1023).

In der SW befindet sich eine Tabelle mit der Anpassung an die gekrümmte Diodengleichrichtercurve. Für die Aufnahme der Messkurve habe ich am Messkopf direkt mit meinem „Eigenbau Doppel-Power-VFO“ die HF am Abschlusswiderstand 50 Ohm eingespeist. Für die genaue Kontrolle der HF-Leistung habe ich mit einem Splitter mein „Eigenbau HF-mW-Meter“ angeschlossen. Die Verbindung zu den Ringkernen habe ich natürlich aufgetrennt. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist die geringe HF-Leistung, die ich für die Aufnahme der Messkurve benötige. Über 3 verschiedene Tabellen die die Tangente der gekrümmten Messkurve nachbilden wird jedem ADC-Wert eine HF-Spannung zugeordnet. Jetzt kommt der Koppelfaktor zur Anwendung. Diese aus den Tabellen errechnete HF-Spannung wird mit dem Koppelfaktor multipliziert und das Ergebnis ist die tatsächliche HF-Spannung am Messkopf. Daraus wird anschließend die Leistung berechnet. Bei der Leistungsberechnung wird immer ein Lastwiderstand von 50 Ohm zu Grunde gelegt. Das geht nicht anders. Besteht Fehlanpassung ergibt sich dadurch ein Berechnungsfehler, da der Lastwiderstand nicht mehr

50 Ohm beträgt. Das ergibt eine falsche Berechnung der Leistungswerte, aber das ist nicht zu ändern. Ich will nur mit dieser genauen „Beleuchtung“ der Leistungsberechnungen auf diese Tatsache hinweisen. Es braucht sich also keiner zu Wundern, wenn bei einem hohen SWR eine zu hohe oder auch zu niedrige Leistung angezeigt wird.

### 3.2.3 Die genaue Kalibrierung eines bestimmten Leistungsbereiches

Ist man im Besitz eines kalibrierten Leistungsmessgerätes, kann mit Hilfe des Koppelfaktors die Leistungsanzeige kalibriert werden. Da die aufgenommene Messkurve nicht 100-prozentig genau ist, ist es nur sinnvoll den am meisten genutzten Leistungsbereich zu kalibrieren. Wenn die Baugruppe für eine 100W PA genutzt wird, ist als Beispiel eine genaue Kalibrierung bei etwa 80 Watt sinnvoll. Nach meiner Meinung ist das nicht unbedingt notwendig, aber es besteht die Möglichkeit das zu tun.

### 3.2.4 RS232-Abfrage der Daten von der Lüfterbaugruppe

Ab der Software **V2.xx Variante 3** ist es möglich die Daten der Lüfterbaugruppe auf der LCD-Anzeige darzustellen. Es können bis zu 4 Lüfterbaugruppen angeschlossen werden. Wird mehr als eine Lüfterbaugruppe angeschlossen, müssen am Tippschalter auf der Lüfterbaugruppe **unterschiedliche HW-Nummern** eingestellt werden, sonst funktioniert der Datenverkehr nicht ordnungsgemäß.

Tip 0	Tip 1	HW Nummer
0	0	Nummer 0
1	0	Nummer 1
0	1	Nummer 2
1	1	Nummer 3

Ablauf der Datenabfrage per RS232:

- Hauptplatine sendet im Abstand einer Sekunde ein Byte parallel an alle Lüfterbaugruppen. Entweder das Byte „0 oder 1 oder 2 oder 3“
- Die Lüfterbaugruppen empfangen das Byte und vergleichen mit der HW-Nummer.
- Bei Übereinstimmung sendet die Lüfterbaugruppe ein Datenpaket mit allen Informationen.
  - 1. Byte: HW-Nummer, Zahlenbereich 0..3
  - 2. Byte: PWM für Lüfter, Einstellung in Prozent, Zahlenbereich 0..100
  - 3. Byte: Temperatur Sensor 1, Zahlenbereich 0..127°C, 0x80 bedeutet Sensor nicht angeschlossen
  - 4. Byte: Temperatur Sensor 2, Zahlenbereich 0..127°C, 0x80 bedeutet Sensor nicht angeschlossen
  - 5. Byte: Temperatur Sensor 3, Zahlenbereich 0..127°C, 0x80 bedeutet Sensor nicht angeschlossen

- 6. Byte: Temperatur Sensor 4, Zahlenbereich 0..127°C, 0x80 bedeutet Sensor nicht angeschlossen
- 7. Byte: Temperatur Sensor 5, Zahlenbereich 0..127°C, 0x80 bedeutet Sensor nicht angeschlossen
- Alle Temperaturen der Sensoren werden abgespeichert und nur die höchste Temperatur in Zeile 3 zur Anzeige gebracht.
- Wurden Daten von mindestens einer Lüfterbaugruppe empfangen ändert sich die Anzeige in der LCD Zeile 3
- Auf Zeile 3 wird links die höchste Temperatur angezeigt. Die beiden Temperaturfühler an der Hauptplatine sind mit einbezogen. An der T-Nummer erkennt man welcher Sensor gemeint ist.
  - „T1:“, „T2:“ sind die beiden Sensoren auf der Hauptplatine
  - „Txx:“ sind die Sensoren auf den Lüfterbaugruppen. Beispiel „T32:“ wäre Lüfterbaugruppe 3, Sensor 2.

Die SW weiß an Hand der HW-Nummer im Datenpaket, welche Baugruppe geantwortet hat und weiß „es ist eine Lüfterbaugruppe angeschlossen“. Das wird selbständig erkannt. Kommen keine Datenpakete zurück, bleibt die LCD-Anzeige wie gehabt und es ändert sich nichts.

### 3.3 Schutzschaltungen

Alle Schutzfunktionen, außer die Temperaturkontrolle, sind nicht mit in Softwarefunktionen eingebunden. Das garantiert eine schnelle Reaktion der Schutzschaltung. Hat einer der 3 Hardware-Trigger ausgelöst kann die die Software auslesen, welches Ereignis die Schutzschaltung aktiviert hat.

#### 3.3.1 Temperaturüberwachung Hauptbaugruppe

Die Temperaturschutzschaltung ist die einzige Funktion die direkt über die Software ausgelöst wird. Sie ist nicht Zeitkritisch. An diese Baugruppe können 2 Temperaturmessfühler angeschlossen werden. Es kommen wieder die gleichen Fühler wie bei der vorherigen Baugruppe zum Einsatz (KTY 81-210). Es können aber 2 Fühler angeschlossen werden. Reicht das nicht aus, siehe Abschnitt 3.3.2. In meiner 100W PA überwache ich damit beide RD100HFF1 getrennt. Sobald die Temperatur steigt siehe SETUP „7 Temp. Luefter 1“ und „8 Temp. Luefter 2“ schalten die entsprechenden Relais für die Lüfter. Als feste Temperaturgrenze für das Auslösen der Schutzschaltung ist die Temperatur 70°C in die Software einprogrammiert. Erst wenn die Temperatur wieder unterhalb von 70°C Celsius gesunken ist lässt sich die Schutzschaltung „Zurück setzen“. Mit RB5 wird der IC2A direkt angesteuert, zur Auslösung der Schutzschaltung.

#### 3.3.2 Temperaturüberwachung von der Lüfterbaugruppe ab SW Version 2.xx

Mit der Entwicklung der Lüfterbaugruppe wurde es notwendig eine Meldeleitung für „Temperaturüberschreitung 70°C“ zur Hauptplatine zu realisieren. Die Ab-

frage erfolgt am PIN RB0. Es ist also notwendig der Stecker „J11“ zu bestücken. Über diese Leitung wird die Temperaturüberschreitung von 70°C angezeigt. Auf jeder Lüfterbaugruppe können bis zu 5 Sensoren angeschlossen werden.



Abbildung 3.20: Geht die Meldeleitung auf LOW. löst sofort die Schutzschaltung in der SW aus, Bild links. Ist die Temperatur wieder gesunken wird die Anzeige geändert wie Bild rechts. Erst jetzt kann der Taster die „Resetfunktion“ der Schutzschaltung einleiten.

### 3.3.3 Überwachung der Rücklaufeistung

Für die Überwachung der Rücklaufeistung ist IC5C, R27(Einstellregler) und R31 verantwortlich. Sobald die Spannung am invertierten Eingang vom OPV die eingestellte Spannung von R27, R31 übersteigt geht der Ausgang von OPV auf Low und der FlipFlop im IC1 4044 schaltet um. Alle Ausgänge der 4044 gehen auf IC2A und weiter auf IC2B, Q1 usw. **Die Schutzschaltung hat ausgelöst, unabhängig von der Software.** Die Ausgänge des 4044 gehen auch noch mit auf Eingänge des PICs. Die Software liest damit aus, welches Ereignis die Schutzschaltung aktiviert hat. Die Software zeigt aber die zuletzt gemessene Rücklaufeistung als Orientierung an. Dieser Wert wurde zu einem anderen Zeitpunkt gemessen.

### 3.3.4 Überwachung des Stromes

Für die Überwachung des ist allein die Baugruppe mit dem entsprechenden Hallsensor verantwortlich. Auf der Baugruppe mit dem Hallsensor (Strommess-IC) befindet sich auch ein OPV. Sobald die Spannung am invertierten Eingang vom OPV die eingestellte Spannung übersteigt geht der Ausgang von OPV auf Low und der FlipFlop im IC1 4044 schaltet um. Alle Ausgänge der 4044 gehen auf IC2A und weiter auf IC2B, Q1 usw. **Die Schutzschaltung hat ausgelöst, unabhängig von der Software.** Die Ausgänge des 4044 gehen auch noch mit auf Eingänge des PICs. Die Software liest aus, welches Ereignis die Schutzschaltung aktiviert hat. Die Software zeigt aber den zuletzt gemessenen Strom als Orientierung an. Dieser Wert wurde zu einem anderen Zeitpunkt gemessen.

Im Abschnitt 3.1.20 auf Seite 25 wurde schon erwähnt das Stromsensoren bis 100 Ampere eingesetzt werden können.

### 3.3.5 Frei verfügbarer Triggereingang

Am Stecker J1 (Trigger\_3) kann noch eine zusätzliche Auslösung der Schutzschaltung angeschlossen werden. Der Stecker geht direkt auf einem Triggereingang des IC1 4044 und ist Low aktiv. Diese Möglichkeit würde sich anbieten für eine Überwachung des Eingangpegel einer LDMOS PA. Der Eingang von LD-Mosfets ist sehr empfindlich auf Überspannung. Anbieten würde sich zum

Beispiel eine Kombination von AD8361 o. AD8307 und einem OPV als Trigger.  
**Auch dieser Trigger löst unabhängig von der Software die Schutzschaltung aus.**

## Kapitel 4

# 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@darc.de