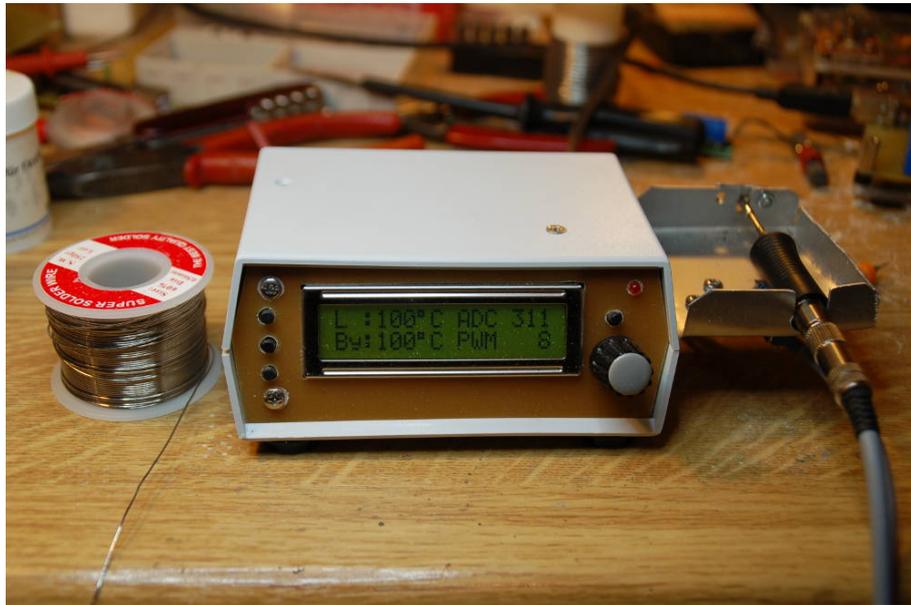


# Selbstbau einer SMD Lötstation, Firmware 2.xx

(c) DL4JAL, Andreas Lindenau

29. September 2019



Ansicht der Lötstation



Ansicht des Displays. L=Lötkolbentemperatur, T3=gespeicherte Temperatur Taste 3, ADC=A/D Wandler 10Bit Wert Wertebereich 0..1023), PWM= Pulsweite Wertebereich 0..1023.



Ansicht des Lötkolbens.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Die Steuerplatine</b>	<b>2</b>
1.1 Die ICs auf der Platine	2
1.1.1 IC1 neu PIC18F25K22	2
1.1.2 IC2 uA 78L05	3
1.1.3 IC3 OPA343	3
1.1.4 Q1 IRF7416	3
1.1.5 T1 BSS123	3
1.2 Die Stecker auf der Platine	3
1.2.1 J1 Tasten	3
1.2.2 J2 Programmer	4
1.2.3 J3 LED	4
1.2.4 J4 Poti	4
1.2.5 J5 Standby	4
1.2.6 J6 lcd1	4
1.2.7 J7 lcd2	5
1.2.8 CON1, CON9, CON10, CON4	5
1.2.9 CON2, CON3	5
1.3 Umbau HW 1.01 zu 1.02	5
<b>2 Die Firmware des PIC18F25K22 Mikrocontrollers</b>	<b>7</b>
2.1 Allgemeines	7
2.2 Tastenfunktionen	8
2.2.1 Tastensonderfunktion bei PowerON	9
2.3 SETUP Menüpunkte	9
2.3.1 Menüpunkt „Abbruch“	9
2.3.2 Menüpunkt „Temp. Taste1“	10
2.3.3 Menüpunkt „Temp. Taste2“	10
2.3.4 Menüpunkt „Temp. Taste3“	10
2.3.5 Menüpunkt „Temp. Standby“	10
2.3.6 Menüpunkt „Loetk. T.Offset“	10
2.3.7 Menüpunkt „Loetk. T.Off V2“	11
2.3.8 Menüpunkt „SET PWMmax Timer“	11
2.3.9 Menüpunkt „SET ADC-Control“	12

# Vorwort

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

# Kapitel 1

## Die Steuerplatine

### 1.1 Die ICs auf der Platine

#### 1.1.1 IC1 neu PIC18F25K22

Dieser IC spielt natürlich die Hauptrolle auf der Platine. Ich liste mal die einzelnen PINs auf und deren Funktion.

1. MCLR Programmer
2. RA0 ADC Eingang, Ausgang vom OPV
3. RA1 ADC Eingang, Poti-schleifer
4. RA2 frei
5. RA3 frei
6. RA4 frei
7. RA5 frei
8. VSS GND
9. RA7 Taste 1 (Temp1 obere Taste, SETUP++)
10. RA6 Taste 2 (Temp2 mittlere Taste, SETUP OK)
11. RC0 Taste 3 (Temp3 unterste Taste, SETUP-)
12. RC1 Taste 4 (Taste am Poti)
13. RC2 PWM Ausgang
14. RC3 LED Ansteuerung
15. RC4 frei
16. RC5 J6, lcd1 PIN4
17. RC6 J6, lcd1 PIN5

18. RC7 J6, lcd1 PIN6
19. VSS GND
20. VDD +5Volt
21. RB0 frei
22. RB1 frei
23. RB2 frei
24. RB3 StandBy
25. RB4 J7, lcd2 PIN3
26. RB5 J7, lcd2 PIN4
27. RB6 J7, lcd2 PIN5, Programmer
28. RB7 J7, lcd2 PIN6, Programmer

### **1.1.2 IC2 uA 78L05**

Spannungsregler 100mA 5Volt.

### **1.1.3 IC3 OPA343**

Der Operationsverstärker „OPA343“ ist für die Verstärkung der Sensorspannung verantwortlich. Die Verstärkung beträgt etwa Faktor 680. Die geringe Sensorspannung wird auf den Pegel 0 bis 5Volt verstärkt.

### **1.1.4 Q1 IRF7416**

Dieser P-Kanal Mosfet in SMD-Bauform hält maximal 30 Volt aus und kann bis 10A schalten. Über die PWM im PIC werden die 12 Volt an den LötKolben angelegt. Dabei fließen etwa 3,5 A.

### **1.1.5 T1 BSS123**

Der kleine N-Kanal Mosfet dient der Pegelanpassung. Der Ausgang des PIC hat nur den Spannungsbereich 0-5 Volt.

## **1.2 Die Stecker auf der Platine**

### **1.2.1 J1 Tasten**

An „J1“ werden die Mini-Tasten angeschlossen.

1. GND Masse
2. Taste 4 gegen Masse, (Taste am Poti)
3. Taste 3 gegen Masse, (Temp3 unterste Taste, SETUP-)
4. Taste 2 gegen Masse, (Temp2 mittlere Taste, SETUP OK)
5. Taste 1 gegen Masse, (Temp1 oberste Taste, SETUP++)

### **1.2.2 J2 Programmer**

1. +5 Volt
2. RB7
3. GND
4. RB6
5. MCLR

### **1.2.3 J3 LED**

1. GND LED Katode
2. LED Anode

### **1.2.4 J4 Poti**

1. GND Poti Masse
2. Poti Schleifer
3. +5 Volt

### **1.2.5 J5 Standby**

1. Sensor
2. GND
3. +5 Volt

### **1.2.6 J6 lcd1**

1. LCD Pin1
2. LCD Pin2
3. LCD Pin3
4. LCD Pin4
5. LCD Pin5
6. LCD Pin6
7. LCD Pin7
8. LCD Pin8

### 1.2.7 J7 lcd2

1. LCD Pin9
2. LCD Pin10
3. LCD Pin11
4. LCD Pin12
5. LCD Pin13
6. LCD Pin14
7. LCD Pin15
8. LCD Pin16

### 1.2.8 CON1, CON9, CON10, CON4

Die Lötspitze wird an CON10 (Masse), CON1 oder CON9 Heizung und CON4 Sensor angeschlossen. CON9 habe ich zusätzlich mit auf die Platine genommen. Da die PWM starke HF-Störungen verursacht ist es günstig zwischen CON1 und CON9 eine Drossel einzulöten (Strom max. 4A).

Anschlussbelegung des Klinkensteckers am RT1

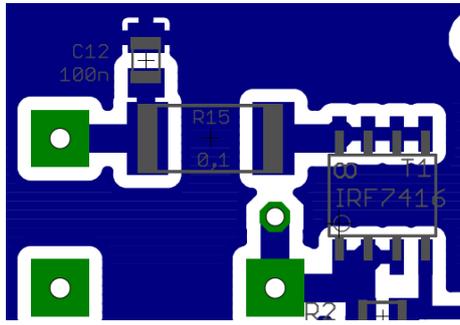
- Masse liegt auf GND (CON10)
- dann folgt der Sensoranschluss in der Mitte (CON4)
- an der Spitze des Steckers wird die Heizung angeschlossen (CON1) oder (CON9) wenn Drossel.

### 1.2.9 CON2, CON3

- CON2 Stromversorgung Masse
- CON3 Stromversorgung +12 Volt

## 1.3 Umbau HW 1.01 zu 1.02

Die FW steuert den „Q1 IRF7416“ an und der LötKolben wird voll an die 12V gelegt. Es ist vorteilhaft zwischen „IRF7416“ und den LötKolben noch einen Widerstand und Kondensator zu installieren. Erstens werden dadurch die Oberwellen etwas gedämpft und zweitens die „harte Ansteuerung“ etwas reduziert.



Ansicht der Veränderung.

## Kapitel 2

# Die Firmware des PIC18F25K22 Mikrocontrollers

Neu ist der Einsatz des PIC18F25K22. Dieser PIC ist preiswerter und noch etwas schneller. Ich konnte die Taktfrequenz verdoppeln auf 64 MHz. Software ist alles mit Assembler unter dem BS Linux entwickelt worden. Die aktuelle FW ist die Version 2.04.

### 2.1 Allgemeines

Für die richtige Auswertung der Lötspitzentemperatur müssen wir noch die Steilheit der Sensorauswertung wissen. Ich habe den ermittelten Wert von DC3MKB verwendet (etwa 16 $\mu$ V/K). Wahrscheinlich ist ein Teil der LötKolbenheizung gleichzeitig der Sensorausgang. Das Signal am Sensor ist nur im Spannungsbereich von 0 ... 7mV. Im Messverstärker mit dem „OPA 343“ wird das Signal mit dem Faktor 680 verstärkt, so dass ein Spannungsbereich 0 ... 5V entsteht.

Bei einer Heizleistung von 40W und Betriebsspannung 12V fließen max 3,5A. Das können ohne Probleme mit einem IRF7416 (max30V, 10A) schalten. Am Gate des BSS123 kann direkt der PWM-Ausgang vom PIC über einen Widerstand 1kOhm angeschlossen werden. Ein H-Pegel (5V) steuert den IRF7416 durch. In HW1.02 wird noch ein Schutzwiderstand 0,1 Ohm und ein Kondensator 100nF eingefügt. Der Kondensator soll eventuelle Oberwellen verringern.

Als Anzeige verwende ich ein LCD-Display mit 2x16 Zeichen. 3 Fixtasten dienen zum schnellen Temperaturwechsel (einstellbar im SETUP). 1 Taste ist für die variable Eingabe der Temperatur mit einem Poti und das Poti ist auch für Eingaben im SETUP gedacht.

Zusätzlich habe ich noch eine Buchse auf der Leiterplatte für einen Standby-Kontakt. Es hat sich als günstig erwiesen die LötKolbenablage mit einem Kontakt zu versehen. Wird der Kontakt aktiv sinkt die Temperatur am LötKolben (100°C default, einstellbar im SETUP).

Die Aufheizzeit des LötKolben ist unglaublich schnell. Etwa 5 Sekunden bis auf 350°C. Der LötKolben „RT1“ ist sehr klein und hat aber 40 Watt Heiz-



Abbildung 2.1: Blick auf die Frontplatte

leistung. Die Energiedichte ist bei diesem kleinen LötKolben sehr hoch. Ein vernünftige Ansteuerung kann man deshalb nur mit eine PWM (Puls-Weiten-Modulation) erreichen. Das ist auch im FA zu lesen.

Natürlich entwickelt man der Ehrgeiz die Zeit noch etwas zu verringern. Mit diesem Ehrgeiz habe ich aber einen „RT1“ LötKolben zerstört. Die Energiedichte in der LötKolbenspitze ist so hoch, dass man auf keinen Fall die Heizung überbeanspruchen darf. Man kommt also ohne PWM im Leistungsteil nicht so richtig zurecht.

Zusätzlich habe ich in der FW eine Schutzfunktion mit eingebaut. Wird der ADC-Wert von 8180 überschritten schaltet die Heizung sofort dauerhaft ab. Das wird nach jeder ADC-Messung kontrolliert. Neu ab der FW 2.03 ist ein Timer mit aktiv. Der ADC-Wert muss andauernd 2 Sekunden lang überschritten werden. Erst dann schaltet die Heizung dauerhaft ab. Somit werden „Ausreiser“ sicher ignoriert.

In der FW 2.02 habe ich noch eine Schutzfunktion programmiert. Ist die PWM eine bestimmte Zeit voll durchgesteuert und regelt nicht zurück, läuft ein Timer ab. Ist der Timer auf „NULL“ wird die PWM abgeschaltet. Es ist ja nicht normal, dass ständig voll die PWM läuft. Voreinstellung des Timer ist 5 Sekunden (FW2.04). Im SETUP kann diese Zeit verändert werden (2-30 Sek).

Der maximale PWM-Wert beträgt 850 (850/1023). Also nicht ganz volle Durchsteuerung. Ist die Differenz LötKolbentemperatur – Solltemperatur kleiner 50°C, beginnt die Reduzierung der PWM. Je näher ich an die Zieltemperatur komme, wird die PWM immer weiter zurück geregelt. Dadurch „schießt“ die Temperatur nicht so sehr über das Ziel hinaus und es wird sanft nachgeregelt. Wird der Lötspitze Temperatur entzogen reagiert die PWM sofort und es wird genügend Hitze „nachgeliefert“, da die Temperaturdifferenz zwischen „Soll“ und „LötKolben“ wieder größer wird. Bei welcher Temperaturdifferenz, welcher PWM-Wert eingestellt wird ist in einer Tabelle festgelegt.

In der FW 2.02 habe ich die Regelkurven der PWM in 2 Tabellen aufgeteilt. Sobald die LötKolbentemperatur 300 Grad überschreitet, wird die zweite Tabelle zu Regelung benutzt. Diese Kurve ist etwas steiler und die Zieltemperatur wird besser erreicht.

## 2.2 Tastenfunktionen

Im Bild 2.1 Seite 8 sehen wir die Frontplatte der Steuerung. Links vom Display sind 3 Temperatur-Fixtasten und rechts vom Display eine Taste über dem Poti

für die variable Temperatureinstellung.

Position	Nummer	Funktion	im SETUP
links oben	Taste 1	Fix-Temp. 1	Menu++
links mitte	Taste 2	Fix-Temp. 2	OK/Speichern
links unten	Taste 3	Fix-Temp. 3	Menu--
rechts	Taste 4	Var.-Temp. 3	Temperatur Einstellungen

### 2.2.1 Tastensonderfunktion bei PowerON

In der neuen Firmware wird die „Standby-Erkennung“ mit einer zersägten Gabellichtschranke realisiert. Damit wir eine Kontrollfunktion haben, ob die Lichtschranke korrekt funktioniert, wurde in der Firmware diese Kontrollfunktion eingefügt.

- Während „PowerON“ der Lötstation die Taste 1 drücken. Wir kommen in den „Lichtschrankentest“.
- Ist die Lichtschranke unterbrochen oder sie funktioniert nicht, steht im Display „nicht OK!“
- Trifft der Lichtstrahl auf den Sensor, steht im Display „OK!“
- Die Funktion kann man verlassen durch drücken der Taste 1.

Wird keine Lichtschranke eingesetzt muss man am Stecker „J5 Standby“ PIN1 und PIN2 mit einem Jumper brücken. Man kann natürlich auch weiterhin eine Schalter für die Standbyfunktion verwenden. Man muss nur beachten, dass die Kontaktfunktion sich umgekehrt hat.

- Kontakt offen: „Standby“
- Kontakt geschlossen: „LötKolben voller Betrieb“

**Achtung die GND der Gabellichtschranke darf keine Verbindung mit den Metallteilen der LötKolbenablage haben. Es entsteht eine Masse-schleife über die LötKolbenmasse. Es treten Temperaturfehlmessungen auf, die bis zur Notabschaltung führen.**

## 2.3 SETUP Menüpunkte

Zugang zum SETUP. Beliebige Taste 1..4 wird so lange gedrückt bis im Display „===SETUP===“ erscheint. Anschließend mit Taste 1 oder 3 „Menüpunkte“ auswählen.

### 2.3.1 Menüpunkt „Abbruch“

Abbruch des SETUP mit Taste 2.

### **2.3.2 Menüpunkt „Temp. Taste1“**

Temperatur einstellen für Fixtaste 1.

1. Bestätigen mit Taste 2.
2. Anschließend mit dem Poti die gewünschte Temperatur einstellen.
3. mit Taste 2 „Speichern“.

### **2.3.3 Menüpunkt „Temp. Taste2“**

Temperatur einstellen für Fixtaste 2.

1. Bestätigen mit Taste 2.
2. Anschließend mit dem Poti die gewünschte Temperatur einstellen.
3. mit Taste 2 „Speichern“.

### **2.3.4 Menüpunkt „Temp. Taste3“**

Temperatur einstellen für Fixtaste 3.

1. Bestätigen mit Taste 2.
2. Anschließend mit dem Poti die gewünschte Temperatur einstellen.
3. mit Taste 2 „Speichern“.

### **2.3.5 Menüpunkt „Temp. Standby“**

Temperatur einstellen für Standby-Betrieb.

1. Bestätigen mit Taste 2.
2. Anschließend mit dem Poti die gewünschte Temperatur einstellen.
3. mit Taste 2 „Speichern“.

Die Erkennung, ob der LötKolben abgelegt wurde, erfolgt durch eine Lichtschranke. Das funktioniert aber nur mit der neusten Firmware

### **2.3.6 Menüpunkt „Loetk. T.Offset“**

Temperatur-Offset einstellen. Die Berechnung der Temperaturanzeige beginnt nicht bei Zimmertemperatur, wenn der LötKolben kalt ist, sondern bei etwas über 70 Grad. Diese „Verschiebung“ wird in diesem Menüpunkt eingestellt. Diese Verschiebung kommt wahrscheinlich durch den OPV. Die negative Betriebsspannung des OPV beträgt 0 Volt. Der Sensor liefert aber auch nur einen Spannungsbereich von 0 bis 7 mVolt. Der OPV arbeitet also immer in der Nähe der negativen Betriebsspannung.

1. Bestätigen mit Taste 2.

2. Anschließend wird mit dem Poti die Offsetanzeige eingestellt. Das Offset wird von der LötKolbentemperatur subtrahiert. Zu sehen in Zeile 1. Bei mir habe ich das „Offset“ auf 53 Grad eingestellt. **Achtung der LötKolben muss abgekühlt sein!**. Eventuell mit einem nassen Lappen etwas kühlen.
3. Mit Taste 2 wird gespeichert.

Beispiel: mit dem Sensor des LötKolbens werden etwa 75 Grad gemessen. Subtrahieren wir die 53 Grad „Offset“ steht anschließend im Display 22 Grad LötKolbentemperatur. Jetzt ist „die Welt wieder in Ordnung“.

### 2.3.7 Menüpunkt „Loetk. T.Off V2“

Temperatur-Offset einstellen, Variante 2. Ich habe mir Gedanken gemacht, wie die Temperaturabweichung beim Messen der LötKolbentemperatur noch besser kalibriert werden kann. Da ist mir die Idee gekommen, die Schmelztemperatur von 183 Grad C vom sogenannten „Sickerlot (63 % Sn, 37 % Pb)“ zu verwenden. Mit dieser Funktion wird die Abweichung der Temperaturmessung des LötKolbens am genauesten kompensiert.

1. Bestätigen mit Taste 2. Als Zieltemperatur wird im Hintergrund 183 Grad fest eingestellt. In Zeile 1 sehen wir die Temperaturmessung des LötKolbens. Die Offseteinstellung sehen wir in Zeile 2.
2. Mit dem Poti wird die Offsettemperatur, Bereich -50 Grad bis +70 Grad, eingestellt. Das Offset wird bei der Messung der LötKolbentemperatur subtrahiert. Der LötKolben wird aus der Halterung genommen und an die Spitze halten wir LötZinn. Die Offsettemperatur verstellen wir mit dem Poti so lange bis der Punkt gefunden ist, wo das LötZinn gerade beginnt zu schmelzen.
3. Mit Taste 2 wird gespeichert
4. alle anderen Tasten bedeuten „Abbruch“.

### 2.3.8 Menüpunkt „SET PWMmax Timer“

Um den LötKolben noch besser vor Überhitzung zu schützen, habe ich mir noch eine Funktion einfallen lassen. Ist die PWM eine bestimmte Zeit ständig voll durchgesteuert schaltet die PWM ab. Die Zeitdauer wird hier eingestellt (2-30 Sekunden, FW2.04). Voreinstellung beträgt 5 Sekunden (FW2.04). Die ständige Vollaussteuerung kann durch schlechte Kontaktgabe an der Steckverbindung „LötKolben — Anschlusskabel“ passieren. Ich habe deshalb die Verbindungsbuchse an der Drehbank etwas abgedreht. Stecke ich jetzt meinen „RT1-LötKolben“ an ist ein kleiner Spalt zwischen LötKolben und Buchse. Die Verbindung ist jetzt besser.



Ansicht der Veränderung.

### 2.3.9 Menüpunkt „SET ADC-Control“

Ab FW 2.03. Dieser Menüpunkt erlaubt das Abschalten der ADC-Überwachung. **Es ist aber zu empfehlen die ADC-Überwachung aktiv zu lassen.** Ab der FW 2.03 werden kurze „Ausreiser“ der Überschreitung ignoriert.