

# Einfacher geregelter Lötcolben

Dipl.-Ing. ANDREAS KÖHLER

Jeder, der sich mit Elektronik beschäftigt, kommt nicht umhin, sich mit dem Löten zu beschäftigen. Es dürfte in der Elektronik eine der grundlegenden Verbindungstechnologien sein. Eine geregelte Lötstation ist dabei von Vorteil. Sie sorgt für gleichmäßige Lötstellen und geringen Verschleiß der Lötspitze.

Die Auswahl an Arbeitsgeräten für den Hobbyelektroniker ist heutzutage sehr groß. Sie reicht im unteren Preissegment vom einfachsten Lötcolben mit Netzanschluß bis zu mikroprozessorgeregelten Lötstationen mit allen nur denkbaren Zusatzfunktionen in den High-End-Bereich hinein. Entsprechend groß ist demzufolge auch der Preisspielraum. Er reicht von etwa 10 DM bis zu über 400 DM.

Das Problem bei einer Kaufentscheidung ist im Grunde nur, welcher Aufwand getrieben werden soll und welcher Nutzen dabei im Gegenzug zu erwarten ist. Insbesondere im Hobbybereich ist die mikroprozessorgeregelte Lötstation sicher erstrebenswert, aber von den Kosten her nicht immer vertretbar. Es kommt also darauf an, hier einen vernünftigen Kompromiß zu finden.

Preiswerte Lötstationen gibt es heute schon für etwa 100 DM zu kaufen. Eingeschlossen dabei ist eine Temperaturanzeige (ein Vertreter dieser Art stellt z.B. die „Digitale Lötstation LS DIGI 60 W“, zu beziehen im Versandhandel bei Conrad, Bestell-Nr. 81 05 25). Doch für einen echten Hobbybastler muß es nicht unbedingt immer die Lötstation von der Stange sein. Vielmehr ist neben dem Kauf einer solchen Lötstation insbesondere für Zwecke der Ausbildung, als Projekt für Arbeitsgemeinschaften oder einfach nur, weil „Do it yourself“ schließlich auch eine Alternative darstellt, der Eigenbau interessant.

Resultierend aus dem Defekt einer obengenannten Conrad-Lötstation entstand nachfolgende Lösung mit dem Ersatz-Lötcolben dieser Lötstation (Conrad-Bestell-Nr. 81 19 20).

## Prinzipien der Lötcolbenregelung

Im wesentlichen haben sich zwei Verfahren zur Regelung der Lötcolbenspitzen-temperatur durchgesetzt.

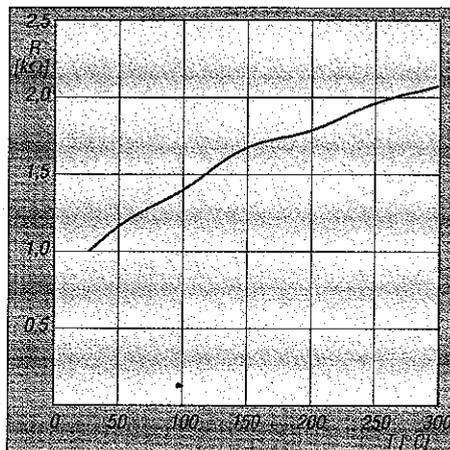


Bild 1: Fühlerkennlinie des Kaltleiters

Das eine Verfahren beruht physikalisch auf dem sogenannten Magnastat-Prinzip. Das zweite Verfahren nutzt unterschiedliche Temperaturfühler zur Istwertfassung der Lötcolbentemperatur.

Zunächst soll an dieser Stelle das Magnastat-Prinzip etwas näher vorgestellt werden.

Die Lötcolbenspitze besteht hierbei aus einem speziellen Magnetwerkstoff. Solange die Lötcolbenspitze zu kalt ist, besitzt dieser Magnetwerkstoff seine magnetische Eigenschaft. Durch die Nutzung dieses Zustands sorgt er dafür, daß ein kleiner Kontakt geschlossen ist. Dieser Kontakt arbeitet dabei ähnlich den bekannten Reed-Kontakten.

Wird jedoch eine bestimmte Sprungtemperatur erreicht, so verliert der Werkstoff der Lötspitze seinen Magnetismus. Die Folge davon ist, daß nun der Reed-Kontakt öffnet, dadurch die Stromversorgung unterbrochen wird und sich der Lötcolben abkühlt. Sobald wiederum eine bestimmte Temperatur unterschritten ist, wird die Lötcolbenspitze wieder magnetisch und der Kontakt wieder geschlossen.

Der Kontakt steuert lediglich einen elektronischen Schalter, der seinerseits entsprechend die Stromzufuhr zum Heizkörper steuert, so daß seine Strombelastung gering bleibt. Durch die Wahl des entsprechenden Spitzenmaterials kann die Löttemperatur „gewählt“ werden.

Dieses Verfahren ist zwar einerseits sehr robust, da der Reed-Kontakt gasdicht gekapselt ist und nur mit dem Strom des Schaltverstärkers beaufschlagt wird. Andererseits ist die unterschiedliche Einstellung einer bestimmten Löttemperatur kaum möglich.

Zur Wahl einer anderen Löttemperatur muß ein anderes Spitzenmaterial gewählt werden. Dieses ist jedoch nur begrenzt möglich, denn die Legierung des Magnetwerkstoffs läßt sich lediglich in gewissen Grenzen variieren. Somit ist auch nur ein eingeschränkter Umfang an Temperaturbereichen bzw. Spitzenmaterialien verfügbar. Daß die Spitzenmaterialien nicht gerade zu den billigsten gehören, sei bloß am Rande vermerkt.

Eine echte Temperaturregelung erfordert einen Lötcolben mit Thermoelement. Dieses besteht aus zwei verschiedenen Metallen, die an einer Stelle miteinander verschweißt sind. Aufgrund unterschiedlicher Ladungsträgerbeweglichkeit entsteht an der Schweißstelle eine Spannungsdifferenz, die temperaturabhängig ist.

Je Grad Temperaturunterschied beträgt diese Spannungsdifferenz einige zehn  $\mu$ V. Bei üblichen Löttemperaturen entstehen so einige zehn bis hundert mV. Mit einer Regelschaltung läßt sich diese Spannung problemlos auswerten. Es wird nur noch eine Schaltung benötigt, welche die Isttemperatur mit dem Sollwert vergleicht und den Heizkörper ansteuert. Heute nicht mehr von Bedeutung sind Temperaturschalter mit Bimetallen.

Der Lötcolben Conrad 81 19 20 verwendet offensichtlich einen temperaturabhängigen Widerstand als Sensor zur Bestimmung

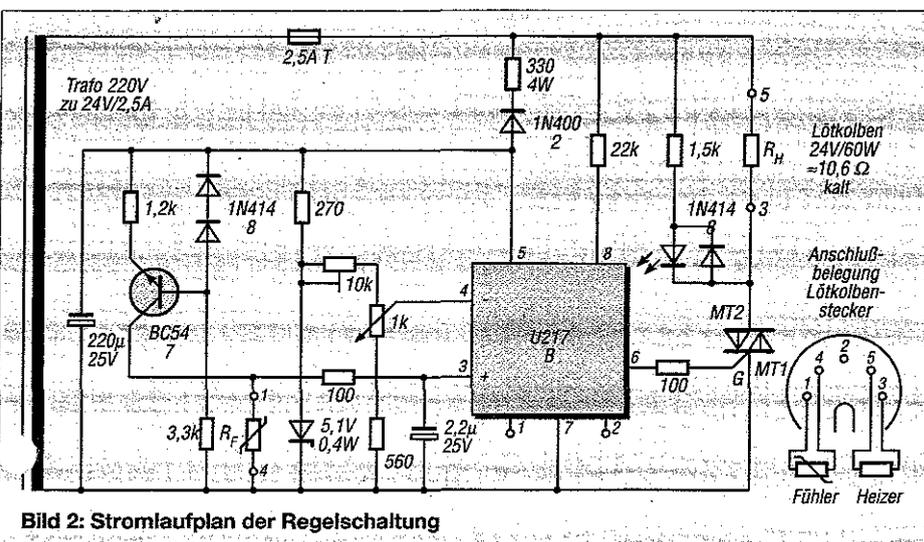


Bild 2: Stromlaufplan der Regelschaltung

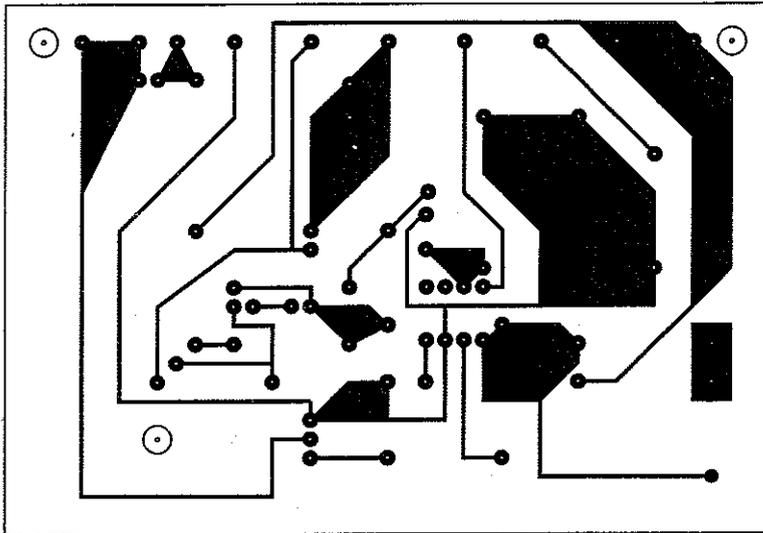


Bild 3: Platinenlayout

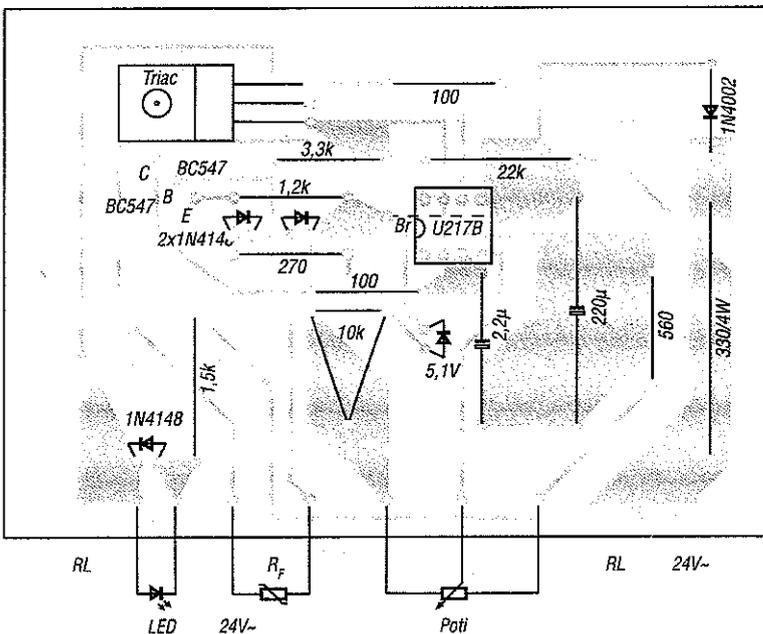


Bild 4: Bestückungsplan

der Temperatur. Es handelt sich dabei um einen Kaltleiter mit der in Bild 1 dargestellten Kennlinie. Es muß dabei darauf hingewiesen werden, daß diese Kennlinie sich nur auf ein typisches Exemplar des Lötkolbens bezieht. Im Bereich zwischen 100°C bis 350°C ist die Kennlinie recht linear und somit gut auswertbar.

Bild 2 zeigt den Schaltplan der Regelschaltung und die Anschlußbelegung des Lötkolbensteckers. Es handelt sich um einen Spoligen DIN-Stecker 180°. Der Heizer hat einen Widerstand von etwa 10 Ω, der temperaturabhängige Widerstand im kalten Zustand beträgt etwa 1,5 kΩ.

### ■ Temperaturegelschaltung

Bild 2 zeigt, wie schon erwähnt, die Schaltung der Temperaturregelung. Dabei ist nur die Sekundärseite des Trafos dargestellt. Die Primärseite ist wie gewohnt mit einer Sicherung, einem Schalter und eventuell einer Glühlampenanzeige zu beschalten.

Herzstück der Schaltung ist der Schaltkreis U 217 [1]. Es handelt sich dabei um einen Nullspannungsschalter mit Vollwellenlogik. Das bedeutet, ein angeschlossener Thyristor oder Triac wird stets so gezündet, daß der Strom nahe dem Nulldurchgang der Spannung zu fließen beginnt.

Mit der Vollwellenlogik wird erreicht, daß die Spannung durch die Last keinerlei Gleichstromkomponenten aufweist. Dies ist nützlich, wenn Trafos in der Schaltung vorhanden sind. So wird eine Sättigung des Trafos Eisens vermieden.

Andernfalls würde der Trafostrom sprunghaft ansteigen und der Trafo zerstört werden. Erreicht wird die durch einen integrierten Flip-Flop, der die Anzahl der Halbwellen „zählt“. Diese muß gerade sein.

Über die Diode 1N4002 und den Vorwiderstand 330 Ω/4 W wird der Schaltkreis mit Spannung versorgt. Der 220-µF-Elko sorgt für die Glättung. Im Schaltkreis

eingebaut ist eine Z-Diode von etwa 8,5 V, so daß die Betriebsspannung zwischen den Pins 5 und 7 recht gut stabilisiert ist.

Über den Widerstand am Pin 8 des Schaltkreises erkennt dieser die Nulldurchgänge der Spannung. Je nach Zustand der internen Logik und den Signalen an den Komparatoreingängen am Pin 3 und 4 des Schaltkreises wird über Pin 6 das Gate des Triacs angesteuert. Der Triac seinerseits steuert den Stromfluß durch den Heizwiderstand.

Der Transistor, die beiden Dioden mit ihrem Vorwiderstand von 3,3 kΩ sowie der 1,2-kΩ-Widerstand realisieren eine Konstantstromquelle. Diese läßt einen konstanten Strom von etwa 0,5 mA durch den temperaturabhängigen Widerstand fließen.

Je nach Temperatur fällt über dem Fühlerwiderstand eine Spannung zwischen etwa 1 V und 3 V ab. Von Bauteiltoleranzen und einer Eigenerwärmung abgesehen, ist diese Spannung ein direktes Maß für die Temperatur. Sie wird über ein Siebglied, bestehend aus einem 100-Ω-Widerstand und einem 2,2-µF-Elko, als Ist-Wert dem Pin 3 des U 217 zugeführt.

Der Sollwert wird über das Potentiometer am Pin 4 des U 217 vorgegeben. Um eventuellen Problemen vorzubeugen, wird die Spannung aus der der Sollwert gewonnen und nochmals mit einer Z-Diode stabilisiert.

Mit dem Einstellregler wird die Spannung am oberen Schleiferende auf etwa 3 V eingestellt. Wenn kein geeignetes Temperaturmeßgerät vorhanden ist, entspricht dies etwa einer Spitzentemperatur von 350 °C. Steht ein Temperaturmeßgerät mit Thermoelement zur Verfügung, sollte man mit dem Einstellregler den oberen Temperatursollwert einstellen. Laut Conrad Katalog wären 450 °C möglich. Erfahrungsgemäß reichen aber 350 °C aus.

Die Temperaturdifferenz der Regelschaltung liegt unter 10 Grad. Dieses kann in diesem Temperaturbereich als ausreichend angesehen werden. Eine geringere Temperaturdifferenz kann durch eine Verkleinerung des 2,2-µF-Elkos erreicht werden.

Parallel zum Heizwiderstand liegt noch eine Leuchtdiode mit Vorwiderstand. Sie zeigt an, wann der Heizwiderstand vom Strom durchflossen wird. Die Diode ist notwendig, da Leuchtdioden nur eine geringe Sperrspannung haben.

Bild 3 zeigt einen Vorschlag für ein Leiterplattenlayout. Dem Bild 4 kann die Bestückung entnommen werden.

### Literatur

[1] Bipolar Power Control Circuits, Data Book 1996, Firmenschrift TEMIC Semiconductors, Heilbronn

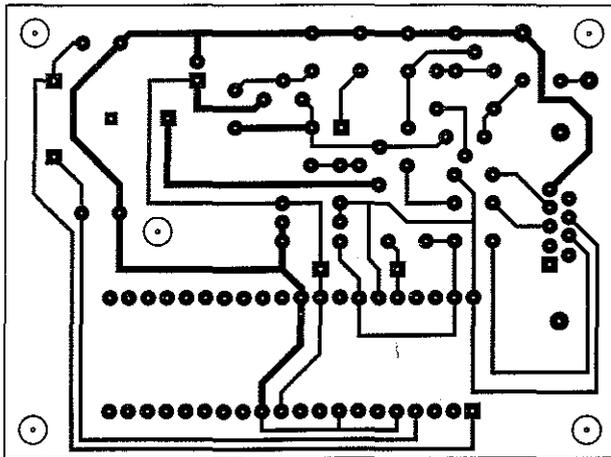


Bild 2:  
Platinenlayout

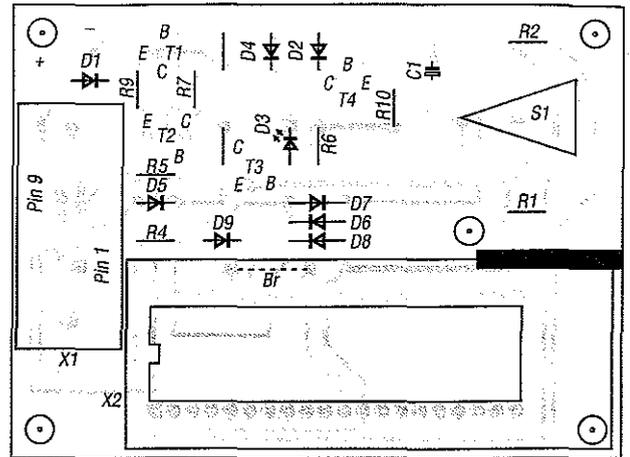


Bild 3:  
Bestückungsplan

- VT1/VT2: sorgen dafür, daß nur zu den Zeiten, in denen auf den  $\mu\text{C}$  schreibend oder lesend zugegriffen wird, die Stromversorgung eingeschaltet wird.
- VD4/R3/ R11: die Kollektor-Basis-Diode von VT1 leitet auch gut

**■ Nutzung verschiedener Programmiersoftware**

Zur Programmierung von PIC-Prozessoren eignet sich unter anderem der „PIP02 Device Programmer Ver 1.14“, (C) 1995-96 Silicon Studio Ltd., die e-Mail-Adresse der Firma lautet: [info@sistudio.com](mailto:info@sistudio.com), und auch im WWW-Teil des Internet ist sie unter der Adresse: <http://sistudio.com> mit einer eigenen Homepage vertreten.

Das Programm ist bei oben genannter Internetadresse, aber auch aus diversen Mailboxen downloadbar. Es handelt sich hierbei um ein DOS-Programm und muß mit dem Treiber COM84.EXE zur Initialisierung der seriellen Schnittstelle aufgerufen werden. Zum Aufruf des Programmes benutzt man am besten eine kleine Batchdatei, die z.B. für COM2 wie folgt aussehen kann:

```
lh com84.exe com2
pip02.exe
```

Technische Daten	
Unterstützte Mikrocontroller:	18, 28 und 40 Pin-PIC-Mikrocontroller (DIL) mit serieller Programmierung
Anschluß:	RS232 Schnittstelle
Stromversorgung:	2 x 9 V Batterie oder Steckernetzteil; Ausgangsspannung von 14...20 V
Stromaufnahme:	<10 mA im Les- oder Schreibmode, im inaktiven Zustand keine Stromaufnahme!
Programmiersoftware:	z.B. PIP02 mit Treiber COM84

*Als Besonderheit ist anzumerken, daß die Schaltung so ausgelegt wurde, daß nur eine Stromaufnahme aus der Batterie erfolgt, wenn der Mikrocontroller programmiert oder gelesen wird. Dadurch benötigt man keinen Ein-/Ausschalter mehr und eine leere Batterie durch vergessenes Ausschalten des Geräts gehört der Vergangenheit an.*

Bei der Version 1.14 ist ein Bug vorhanden, der die Programmierung des Fuse-Wortes des PIC16C72 nicht erlaubt. Wenn dieser  $\mu\text{C}$  programmiert werden soll, kann man sich aber behelfen, indem zuerst der PIC16C71 ausgewählt wird, man das Fuse-Wort programmiert, anschließend der PIC16C72 ausgewählt und das eigentliche Programm in den EPROM des  $\mu\text{C}$ s geschrieben wird.

„PICSER V1.0 Beta“ (ebenfalls von Silicon Studio Ltd.) ist ein Windows-Programm im Beta-Stadium. Von der Verwendung der Betaversion ist dringend abzuraten. Ein Fehler im Programm sorgt dafür, daß nach Abschluß des Programms kein Zugriff auf den betreffenden COM-Port mehr möglich ist. Windows95 muß erst wieder neu gestartet werden. Außerdem lassen sich diverse  $\mu\text{C}$ s nicht korrekt programmieren.

Das ist der Stand von Anfang Dezember 1997, ein Besuch der Webpages von SiStudio und Test der aktuellen Software kann natürlich schon wieder andere Ergebnisse bringen.

**■ Eine (fast) kostenlose Entwicklungsumgebung**

Nun hat man einen schönen Programmierer, die Programmiersoftware, den  $\mu\text{C}$  und kann doch noch nicht anfangen, da die Programmiersoftware ja erst noch mit dem Hex-File gefüttert werden will!

Nun, wer einen Internetanschluß hat oder jemanden kennt, der jemanden kennt, der einen hat, kann sich eine ausgezeichnete Entwicklungsumgebung vom Hersteller der PICs unter folgender Adresse runterladen: <http://www.microchip.com/>.

Aber Vorsicht – bei einem kompletten Download werden gleich 5 MB fällig, und das dauert auf der Datensleichenbahn des größten deutschen Providers in der Regel einige Zeit.

Dies sollte bedacht werden, denn Onlinezeit ist bares Geld, und bei einem „Datenstau“ summieren sich die Kosten schnell. Aus diesem Grund ist die Ent-

wicklungsumgebung auch nur „fast“ kostenlos.

**■ Inbetriebnahme des Programmiers**

Der Programmer ist mit einer Batteriespannung von ca. 18 V zu betreiben. Es sind also zwei 9-V-Batterien in Reihe zu schalten, wozu man am besten zwei Batterieclips verwendet. Nun ist der Programmer nur noch über ein 9poliges Verlängerungskabel an eine COM-Schnittstelle anzuschließen, und schon kann's losgehen.

Halt – etwas haben wir doch noch vergessen! Bevor wir losprogrammieren, kontrollieren wir sicherheitshalber noch einmal, ob der Schalter S1 in der richtigen Stellung ist und ob der  $\mu\text{C}$  richtig in den Nullkraftsockel eingesetzt wurde – d.h. Pin 1 des  $\mu\text{C}$  muß (\*immer\*) auch auf Pin 1 des Nullkraftsockels gesteckt sein!

**■ Ein Wort zum Schluß**

Aus naheliegenden Gründen konnte ich natürlich die Funktion des Programmiers nicht mit allen PIC-Varianten testen. Bisher wurden folgende  $\mu\text{C}$  programmiert: PIC16C84, PIC16C71 und PIC16C72.

Falls bei einigen Typen Probleme auftreten, liegt es mit sehr großer Wahrscheinlichkeit am Treiber (s.o.). Es lohnt sich, dann ein wenig mit der Software zu experimentieren, um die Programmierung doch noch realisieren zu können. Im Interesse des möglichst unkomplizierten Einsatzes des Programmiers wäre ein Erfahrungsaustausch nicht schlecht.

Um anderen Nutzern solche Erfahrungen zugänglich zu machen, wäre es schön, mir in diesem Fall eine e-Mail (oder über den FA per Post) mit der Problembeschreibung zu senden.

Ich würde diese Mitteilungen dann auf meiner Homepage veröffentlichen.

**Literatur**

- [1] Hübler, B.: PIC-Programmiergerät, FUNKAMATEUR 44 (1995), H. 11/12
- [2] Microchip Technology Inc., CDROM