

Temperaturgeregelte Entlötstation

Helmut Stadelmeyer

Fallen des öfteren Elektronik-Reparaturen an, dann braucht man ein solides Werkzeug, mit dem sich vielbeinige Bauteile schonend und unversehrt aus durchkontaktierten Leiterplatten entfernen lassen. Jeder kennt es, aber kaum einer mag es sich leisten, weil die Anschaffungskosten in einem Bereich liegen, wo man immer wieder überlegt, ob es sich denn rentiert: Die Rede ist von einer richtigen Vakuum-Entlötstation! Der Selbstbau ermöglicht es, zu einem Bruchteil der üblichen Kosten zu einer solchen Entlötstation mit digitaler Temperaturanzeige zu kommen.

Eine Vakuum-Entlötstation besteht in der Regel aus einem Versorgungsteil, der den Niederspannungs-transformator für den Entlötkolben, die zugehörige Temperaturregeleinrichtung, eine Vakuumpumpe und deren Steuerung enthält, sowie dem eigentlichen Entlötkolben mit dem zugehörigen Ablagegeständer. Die zur Regelung notwendige Erfassung der Ist-Temperatur erfolgt je nach Gerät entweder mit einem eingebauten Thermoelement oder aber über die Widerstandsänderung des Heizelementes, das einen stark positiven Temperaturkoeffizienten besitzt. Die Vorgabe des Sollwertes geschieht über ein Potentiometer, das auf der Frontplatte einen Drehknopf und eine Skala hat. Bei besseren Geräten wird die augenblickliche Temperatur auch noch digital angezeigt. Die Vakuumpumpe wird nur im Bedarfsfall mit einem Fußschalter oder einer Taste am LötKolbengriff aktiviert.

Dieser Beitrag zeigt, wie das Werkzeug funktioniert, wie und wo man die einzelnen Teile beschaffen und in welcher Form man das Gerät aufbauen kann. Ebenso werden die beim Bau des Mustergerätes gemachten Erfahrungen weitergegeben. Es handelt sich hierbei aber nicht um eine detaillierte Bauanleitung, weil sich ja die verfügbaren Komponenten von Fall zu Fall in Ausführung und Abmessungen recht deutlich unterscheiden werden. Ein Leiterplattenlayout für die Temperaturregelung und eine Abgleichanleitung für die Temperaturanzeige sind Teil des Vorschlages. Die Bilder zeigen die beim Verfasser seit einigen Jahren in Betrieb befindliche Entlötstation.

Der eigentliche Entlötkolben samt dem zugehörigen Ablagegeständer wurde fertig zugekauft, weil das der kostenmäßig kleinere Teil einer Komplett-Anschaffung ist und auch jener, der sich selbst in einer gut eingerichteten Werkstatt nicht dermaßen aus einem normalen LötKolben herstellen läßt, daß man hinterher damit zufrieden ist.

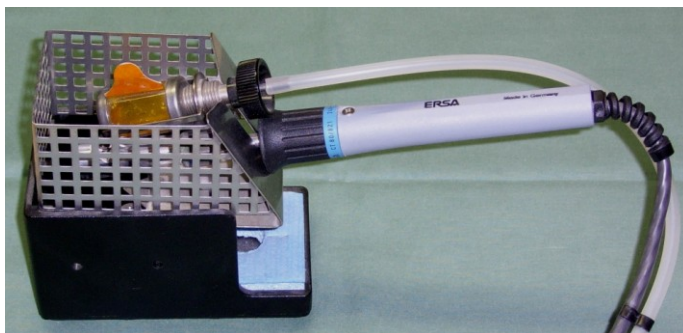


Abb. 1: Entlötkolben mit Ablagegeständer



Abb. 2: Frontansicht des fertigen Gerätes

Gerätekenndaten

- LötKolben-Nennleistung: 80 W
- LötKolben-Nennspannung: 24V AC
- Einstellbereich: 150 bis 400 Grad C
- Temperaturfühler: Thermoelement Typ K
- Temperaturanzeige: Digital, 3-stellig mit 3½-stelligem Panelmeter
- Art der Regelung: Analog
- Anheizzeit: ca. 4 Minuten auf 350 Grad C
- Pumpenschalter: Fußtaster, Taster an der Geräte-Frontplatte
- Potentialausgleich: Hochohmig (220 kOhm)

Temperaturgeregelte Entlötstation

Bauteile

Um einen Überblick über die Kosten zu gewinnen, wird man vor Beginn Informationen und Angebote zu den Schlüsselbauteilen sammeln und vergleichen. Nachstehend mögliche Bezugsquellen für

Entlötkolben und Ablageständer:

Der Bauvorschlag ist auf einen Kolben der Firma ERSÄ mit der Typenbezeichnung 820AEJ zugeschnitten, zu dem der Ablageständer A13 gehört und der ein Teil der kombinierten Löt-/Entlötstation ELS803A von ERSÄ ist. Bezugsquellen sind im Internet unter anderem bei [1], [2], [3] und [4] zu finden. Anschlußkabel und Schlauch bestehen aus Silikonmaterial, sind also gegen Berührung mit dem heißen Kolben wesentlich unempfindlicher als die üblichen Materialien.

Vakuumpumpe:

Die im Handel kaufen zu wollen, ist sinnlos: Solche Pumpen stammen in der Regel aus der Medizintechnik, was für exzellente Qualität bürgt, sie aber auch sehr teuer macht. Der richtige Weg ist, auf Amateurfunk- und anderen Flohmärkten danach zu suchen, wo sie immer wieder, mitunter sogar in neuwertigem Zustand, zu finden sind. Solche Pumpen sind normalerweise dauerlauffest und lassen sich ebenso als Miniatur-Druckluftheizer einsetzen.

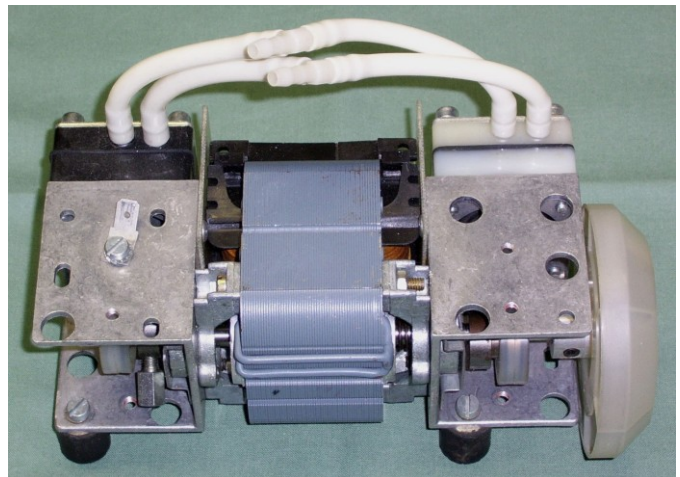
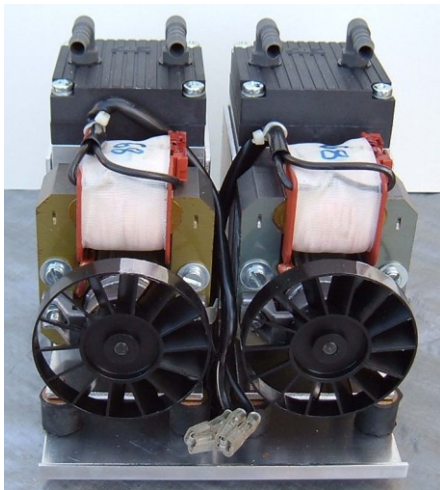


Abb. 3: Zwei Muster von Doppel-Vakuumpumpen

Fast immer handelt es sich um Membranpumpen, die von einem 230-V-Spaltpolmotor angetrieben und in Einfach- oder Doppelausführung gebaut werden. Eher selten findet man Membranpumpen, die einen Schwingmagnetantrieb haben oder gar richtige Kolbenpumpen. Im Prinzip ist jede verwendbar, solange die Pumpe elektrisch und mechanisch einwandfrei ist (Antrieb, in erster Linie aber Membrane und Ventile, die der größeren Abnutzung unterliegen!) und von der Größe her in das vorgesehene Gehäuse paßt. Wegen der besseren Saugwirkung ist eine Doppelausführung vorzuziehen. Auch auf der UKW-Tagung 2005 in Weinheim/Bensheim sind auf dem Flohmarkt solche Pumpen angeboten worden [5].

U106BS:

Bei Recherchen hat sich herausgestellt, daß die Preise für den U106BS recht unterschiedlich sind – es lohnt sich also, zu suchen und sorgfältig zu vergleichen. Dieses TELEFUNKEN-IC wird schon seit geraumer Zeit nicht mehr hergestellt, Reststücke sind aber noch immer zu haben [6], [7]. Ein Datenblatt ist Teil der von [8] herunterladbaren Unterlagen (Datei desold01.zip). Einen direkten Ersatz für den U106BS gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand leider nicht.

Haupttransformator:

Hier läßt sich sparen, wenn man einen Lampentrafo aus einem ausgedienten Diaprojektor zweckentfremdet. Solche Transformatoren haben üblicherweise eine Leistung von ca. 150 VA und eine Sekundärspannung von 24 V bei sehr gedrängter Bauform. Weil unser LötKolben im Schnitt ein gutes Stück weniger als 80 W verbraucht, ist für einen solchen Trafo keine besondere Kühlung erforderlich und er ist dennoch dauerein-

Temperaturgeregelte Entlötstation

schaltfest. Genauso gut ist ein normaler Netztransformator mit 24 V Sekundärspannung und einer Leistung von 80 VA verwendbar. Man sollte zu diesem Zweck auch die Sonderposten der Elektronikläden prüfen.

Fußschalter:

Wahrscheinlich wird man auch den auf dem Flohmarkt finden, wenn man gezielt danach sucht (alte Nähmaschine?). Ebenso ist eine Anfertigung in der eigenen Werkstatt denkbar, weil er nur aus einem Mikroschalter, einer Feder und dem Gehäuse besteht.



Abb. 4: Ein Fußschalter vom Flohmarkt

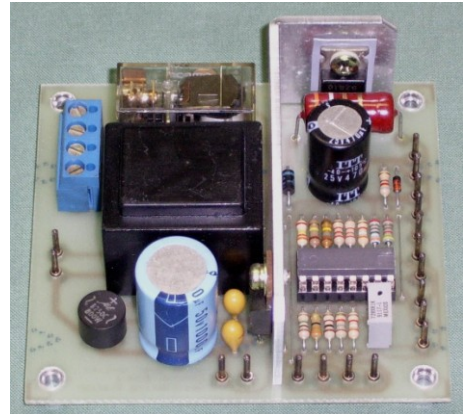


Abb. 5: Fertig aufgebaute Leiterplatte der Steuerung

Schaltung

Die Regelung der Heizleistung und damit der Temperatur erfolgt mittels Triac-Vollwellensteuerung auf der 24-V-Seite des Haupttransformators. Eine Vollwellensteuerung ist notwendig, weil sonst der Transformator in die magnetische Sättigung gelangen kann und dabei ein unverhältnismäßig hoher Magnetisierungsstrom fließt, der zum Auslösen der Sicherung führen würde. Ein weiterer Vorteil dieser Betriebsart ist, daß hierbei nur verhältnismäßig geringe elektromagnetische Störungen entstehen.

Die momentane Temperatur der Lötspitze wird mit einem beim Heizkörper eingebauten Thermoelement erfaßt. Die Spannungs-Tabelle für das Thermoelement ist in der Datei desold01.zip enthalten. Näheres zu den Thermoelementen allgemein und speziell zum Typ K ist unter [9] nachzulesen. Die Tabelle ist auf Null Grad C bezogen, das Gerät wird aber bei einer durchschnittlichen Temperatur von 20 Grad C betrieben, wodurch sich die gelieferte Spannung verringert. Der Spannungsteiler R13/R14 addiert einen der Differenz entsprechenden Wert.

Die Thermospannung wird von einem im U106BS enthaltenen Operationsverstärker mit dem über das Potentiometer RV1 einstellbaren Sollwert verglichen. Sinkt die Temperatur unter den Sollwert, dann steuert das IC den Triac durch und die Temperatur an der Lötspitze steigt, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

Die Anzeige der Temperatur erfolgt mit einem 3½-stelligen LC-Panelmeter, das für eine mit der Meßspannung galvanisch verbundene Versorgungsspannung geeignet sein muß [10]. Eines der üblichen Billig-Panelmeter läßt sich hier wahrscheinlich nicht ohne weiteres einsetzen, denn das benötigt zur einwandfreien Funktion eine potentialgetrennte Versorgung! Damit das Panelmeter die Temperatur richtig anzeigt, ist der Meßbereich so zu justieren, daß die Anzeige von 1999 bei einer Spannung erreicht wird, die der hochgerechneten Temperatur von 1999 Grad entspricht. Näheres dazu im Abschnitt „Abgleich der Temperaturanzeige“.

Fast die komplette Schaltung findet auf einer Leiterplatte mit 80 * 85 mm gemäß Abb. 7 Platz. Ein selbst angefertigter Kühlkörper aus 2-mm-Alublech verschafft den beiden Halbleitern im TO220-Gehäuse mechanischen Halt und sorgt für ausreichende Wärmeabfuhr.

Der Wert der Sicherungen F1 und F3 ist den jeweils verwendeten Bauteilen anzupassen: Für einen üblichen 80-W-Trafo kann für F1 eine träge Sicherung mit 0,5-A ausreichend sein, bei einem 150-W-Lampentrafo wird man zwischen 0,8 A und 1,0 A benötigen. Es erscheint nicht sinnvoll, hier einen genauen Wert anzugeben, weil der in erster Linie von der Stromspitze beim Einschalten des Trafos abhängig ist. Die Höhe des Einschaltstromes ist aber vorgegeben durch die Konstruktion des Transformators.

Temperaturgeregelte Entlötstation

F3 ist ebenfalls entsprechend der verwendeten Pumpe zu wählen. Den wirksamsten Schutz erzielt man in jedem Fall mit der kleinstmöglichen Sicherung.

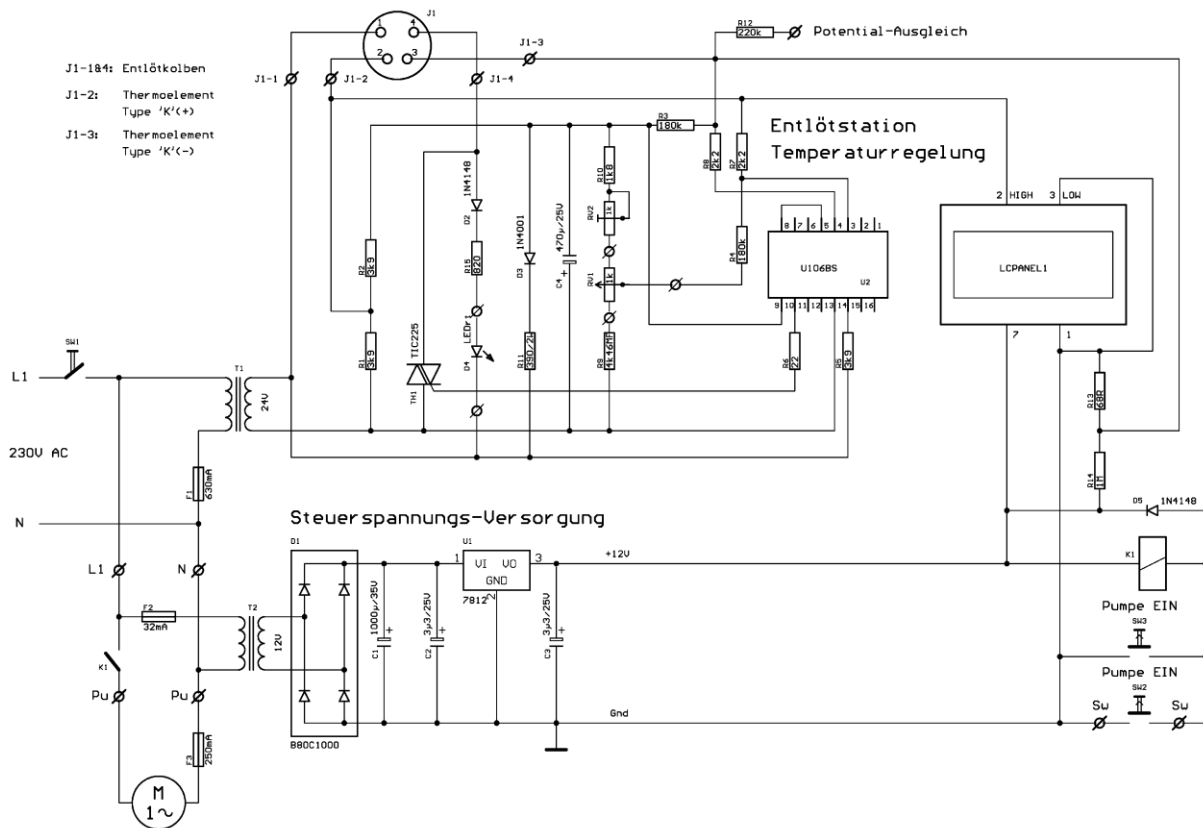


Abb. 6: Gesamtschaltung der Entlötstation

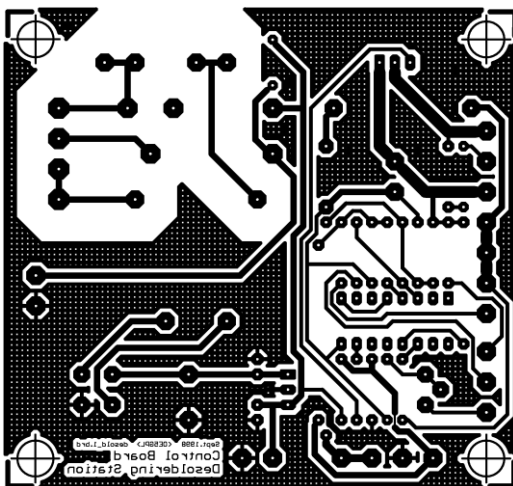


Abb. 7: Leiterplatten-Layout (nicht maßstabgetreu)

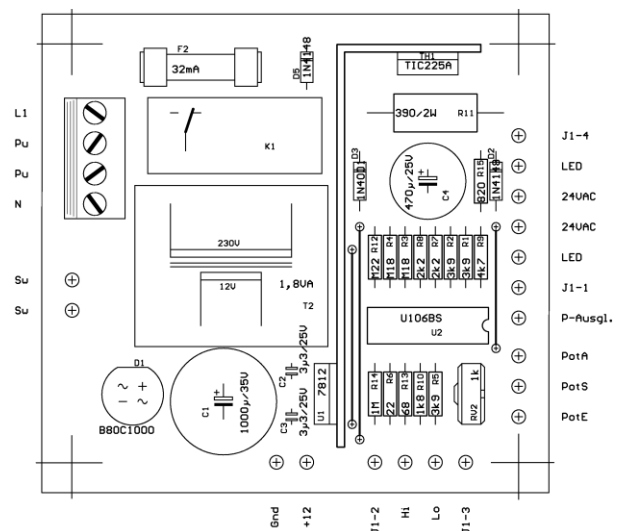


Abb. 8: Bestückungsplan

Mechanischer Aufbau

Den mechanischen Aufbau des Mustergerätes zeigen nachstehende Zeichnungen. Transformator, Pumpe und Leiterplatte für die Steuerung sind auf einer Montageplatte aus 2-mm-Alublech befestigt, die über 4 Distanzstücke aus Rundalu mit der unteren Gehäuseschale verschraubt ist und zur Erhöhung der Steifigkeit an beiden Längsseiten ca. 5 mm nach oben hin abgewinkelt wird. Die Leiterplatte ist mit Abstandhaltern senkrecht auf einem L-förmig gebogenen Stück Alublech angebracht. Bei der Pumpe handelt es sich um ein sel-

Temperaturgeregelte Entlötstation

tenes Exemplar, das von einem Schwingmagnet angetrieben wird. Weil sich die bei einem Nachbau verfügbaren Teile von den hier verwendeten unterscheiden werden, ist die mechanische Ausführung auf jeden Fall neu zu planen und an die Gegebenheiten anzupassen.

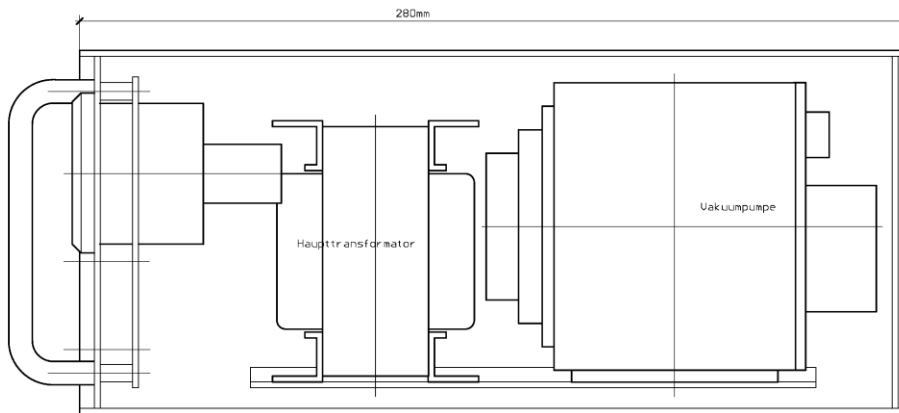


Abb. 9: Seitenansicht

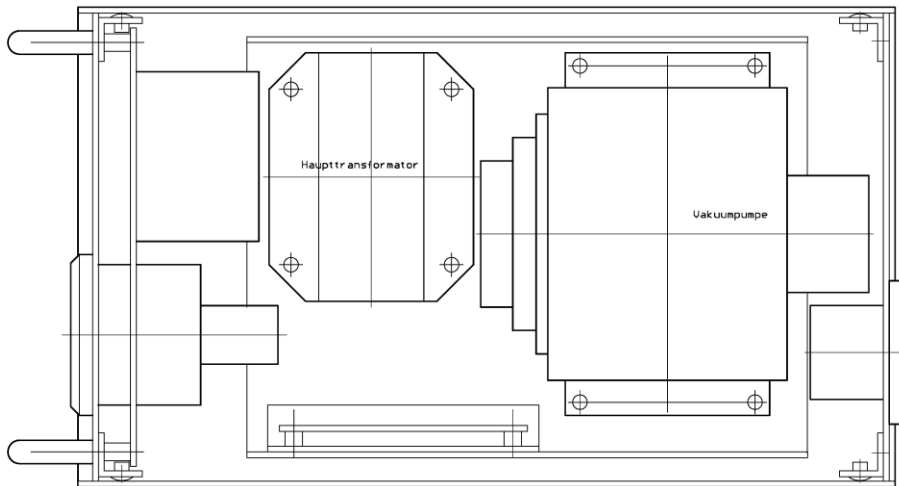


Abb. 10: Draufsicht

Ist vorherzusehen, daß die Station dauernd in Betrieb sein wird, dann sollten im vorderen Teil des Bodens der unteren Halbschale und in der Rückwand Belüftungslöcher angebracht werden. Eine Zwangsbelüftung mit Ventilator wird bei einem Gehäuse aus Alublech aber nicht notwendig sein.

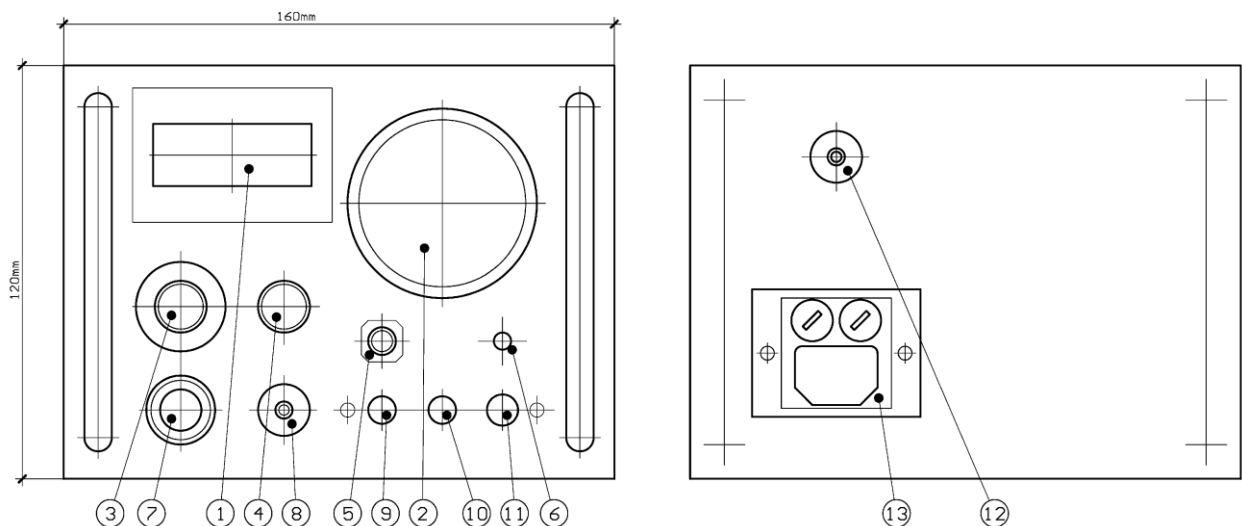


Abb. 11: Front- und Rückseite

Temperaturgeregelte Entlötstation

Einbauten auf Front- und Rückseite:

- | | | | |
|---|--|----|--------------------------------------|
| 1 | Temperaturanzeige (LC-Panelmeter Typ 1 oder Typ 2) | 7 | 4-polige DIN-Buchse für Entlötkolben |
| 2 | Manometer 0 bis -1 bar (Vakuum!) | 8 | Schlauchanschluß für Entlötkolben |
| 3 | Temperatur-Einstellknopf | 9 | Taste ‚Pumpe Tippbetrieb‘ |
| 4 | Einstellknopf des Unterdruck-Reglers | 10 | Taste ‚Pumpe Dauerlauf‘ |
| 5 | 6,3-mm-Klinkenbuchse für Fußtaster | 11 | Netzschalter |
| 6 | LED zur Heizanzeige | 12 | Schlauchanschluß für Druckluft |
| | | 13 | Kaltgerätedose mit Sicherungen |

Zum gelegentlichen Transport sind Bügelgriffe an der Frontseite praktisch. Dafür lassen sich Möbelbeschläge gut verwenden. Sie schützen zudem die Einbauten auf der Frontplatte ein wenig vor mechanischer Beschädigung.

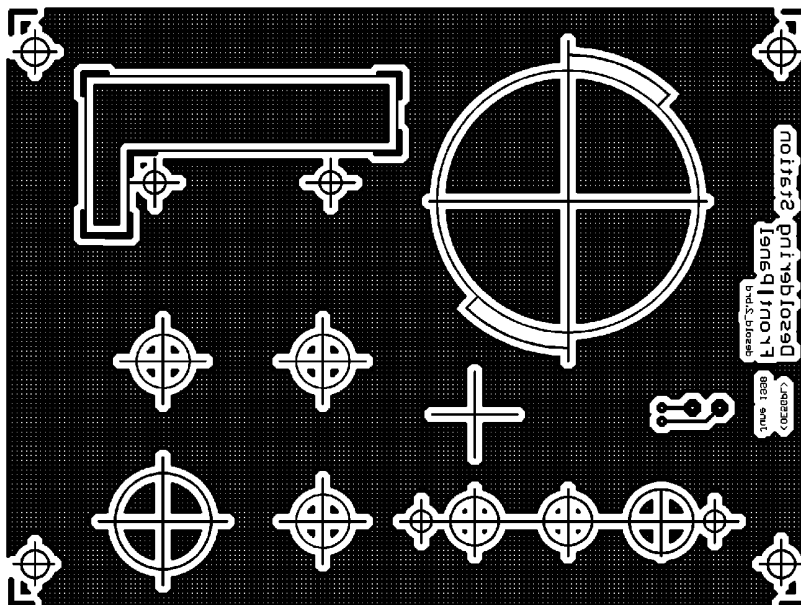


Abb. 12: Geräteträger-Layout (nicht maßstabgetreu, Originalmaß 150*112 mm))

Die Mehrzahl der Bedien- und Anzeigeelemente wird von einem hinter der Frontplatte befindlichen ‚Geräteträger‘ gehalten, der ebenfalls als Leiterplatte ausgeführt ist. Das Layout wird in dieser Form kaum zu verwenden sein, weil es sehr bauteilspezifisch ist, es soll aber einen Eindruck von der Art des Aufbaues beim ausgeführten Gerät vermitteln.

Das Manometer gibt im Betrieb Aufschluß über die einwandfreie Funktion der Pumpe. Dadurch lassen sich beginnende Schäden an Membranen oder Ventilen leicht erkennen.

Beim Betrieb des Gerätes hat sich herausgestellt, daß der rein mechanisch funktionierende Unterdruckregler kaum erforderlich ist.

Aufbau und Inbetriebnahme

Achtung, wichtiger Hinweis:

Es handelt sich hier um ein Gerät, das mit Netzspannung betrieben wird. Aufbau und Inbetriebnahme sind von einer Fachkraft durchzuführen, die auf Grund ihrer Ausbildung dazu befugt ist. Alle einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten!

Bauteileliste:

R1, R2	3k9	¼ W	R13	68	¼ W
R3, R4	180k	¼ W	R14	1M	¼ W
R5	3k9	¼ W	R15	820	¼ W
R6	22	¼ W	RV1	Poti 1k lin	
R7, R8	2k2	¼ W	RV2	Trimmer 1k stehend	
R9	4k7	¼ W	C1	Elko 1000µ/35V	
R10	1k8	¼ W	C2, C3	Elko 3µ3/25V	
R11	390	2 W	C4	Elko 470µ/25V	
R12	220k	¼ W	D1	Gleichrichterbrücke 80V/1A	

Temperaturgeregelte Entlötstation

D2, D5	1N4148	F1	Sicherung 0,63 A träge mit Halter
D3	1N4001	F2	Sicherung 32 mA mit Halter
D4	LED rot	F3	Sicherung 0,25 A mit Halter
U1	7812	T1	Netztrafo 220/24 V, 80 VA
U2	U106BS	T2	Netztrafo 220/12V, 1,8 VA
U3	LC-Panelmeter	J1	DIN-Buchse 4-polig für Entlötkolben
Th1	Triac TC225 oder Vergleichstyp		6,3-mm-Klinkenbuchse und -stecker
K1	Relais 12V, 1 Wechsler		

Weiters gehören dazu: Kaltgerätedose (ev. mit EMV-Filter), Schalter, Schlauchanschlüsse, Plastikschauch, Vakuumpumpe, Manometer, Gehäuse, Fußschalter, Entlötkolben, Ablageständer, Kleinmaterial sowie Spannungsteiler gemäß Beschreibung für Abgleich und spätere Kontrolle.

Weil die auszulötenden Bauteile recht unterschiedliche Drahtdurchmesser haben, sollte man gleich von vornherein Lötspitzen mit 0,8 und 1,2 mm Bohrungsdurchmesser anschaffen. Ein zusätzliches Filter direkt vor der Pumpe verlängert deren Lebensdauer. Weil die bis dahin gelangten Zinnreste kalt sind, läßt sich Watte als Filtereinsatz verwenden.

Bei der Führung der Verdrahtung ist darauf zu achten, daß das magnetische Streufeld des Haupttransformators darin möglichst wenig Störspannungen induzieren kann. Die sehr kleine Thermospannung wird auch dem Panelmeter zur Anzeige der Temperatur zugeführt. Das bedeutet, daß die Referenzspannung des Moduls ebenfalls auf einen sehr kleinen Wert zu justieren ist, was die Empfindlichkeit gegenüber äußeren Störeinflüssen beträchtlich erhöht. Will man das lästige ‚Springen‘ der Ziffernanzeige so weit wie möglich vermindern und ist der notwendige Platz vorhanden, dann empfiehlt es sich, den Alu-Winkel, der die Steuerplatine trägt, mit der Außenseite zum Trafo hin zu montieren. Auf diese Weise wird die Platine durch das Blech ein wenig abgeschirmt (das magnetische Wechselfeld erzeugt im Alublech Wirbelströme, die wiederum ein Magnetfeld zur Folge haben, welches das Streufeld des Transformators teilweise kompensiert). Beim Mustergerät war dies aus Platzgründen allerdings nicht möglich. Um den Anzeiger ist aus demselben Grund ein U-förmig zurechtgebogenes Stück Weißblech angebracht worden, das die Einstreuung aber auch nicht völlig unterdrücken kann.

Abgleich der Temperaturanzeige

Die vom Thermoelement gelieferte Spannung bewegt sich im Millivolt-Bereich. Um diese geringe Spannung feinfühlig simulieren zu können, sind als Hilfsmittel ein stabiles, regelbares Netzgerät und ein passender Spannungsteiler notwendig.

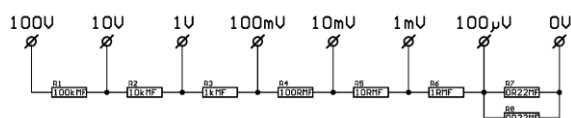
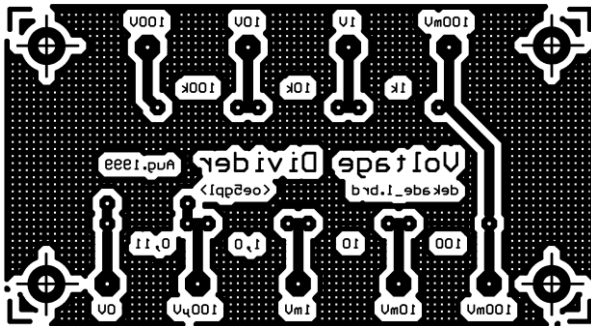


Abb. 13: Spannungsteiler als mV-Geber

Der Spannungsteiler ist entsprechend dem nebenstehenden Schaltbild aus Metallfilm-Widerständen mit 1 % Toleranz auf einer Lochrasterplatte oder einer Leiterplatte mit 74 * 40 mm gemäß Vorschlag anzufertigen. Die Genauigkeit der Widerstände hat direkten Einfluß auf die Genauigkeit des Abgleichs der Temperaturanzeige, weshalb man den fertigen Teiler mit einem guten Digitalvoltmeter überprüfen sollte.



**Abb. 14: Leiterplatten-Layout des Spannungsteilers
(nicht maßstabgetreu)**

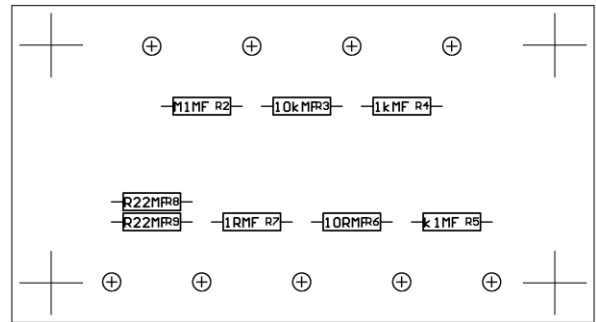


Abb. 15: Bestückungsplan

Aus der Tabelle für das Thermoelement der Type K (Ni/CrNi) ist ersichtlich, daß im unteren und im oberen Bereich die generierte Spannung nicht mehr linear mit der Temperatur verläuft und die obere Grenze bei 1300 Grad C liegt. Beides stört hier nicht, weil der Arbeitsbereich in unserem Fall nur bis 400 Grad geht. Die Tabellenwerte sind auf eine Umgebungstemperatur von 0 Grad C bezogen. Die jeweilige Spannung entsteht, wenn die Temperaturdifferenz zwischen „Meßstelle“ (der Punkt, an dem die beiden Thermodrähte zusammengeschweißt sind) und „Vergleichsstelle“ (dem anderen Ende der beiden miteinander verbundenen Thermodrähte) der zugehörigen Temperatur in der Tabelle entspricht.

Beim Abgleich des Panelmeters gehen wir von diesen 400 Grad aus, wo das Thermoelement eine Spannung von 16,397 mV liefert, und extrapolieren auf eine Temperatur von 2000 Grad:

$$16,397[\text{mV}] / 400[\text{C}^\circ] = x[\text{mV}] / 2000[\text{C}^\circ] \quad x = 16,397 * 2000 / 400 = 81,985 \text{ mV}$$

Auf diese Spannung ist nun das Panelmeter für Vollausschlag zu kalibrieren. Dazu versorgt man den Spannungsteiler an der 10-V-Klemme mit 8,199 V, schließt den HI-Eingang des Prüflings an der 100-mV-Klemme an und stellt die Anzeige mit dem Referenzspannungs-Poti auf 999.

Weil in unserem Fall die Umgebungstemperatur bei 20 Grad liegt und die vom Thermoelement gelieferte Spannung deswegen nur 380 Grad entspricht, addiert der Spannungsteiler R12-R13 eine Spannung von 0,798 mV entsprechend der Differenz von 20 Grad zu der vom Thermoelement gelieferten Spannung:

$$12[V] / 1000068[\Omega] = x[V] / 68[\Omega] \quad x = 12 * 68 / 1000068 = 0,816 \text{ mV entsprechend } 20,5^{\circ}\text{C}$$

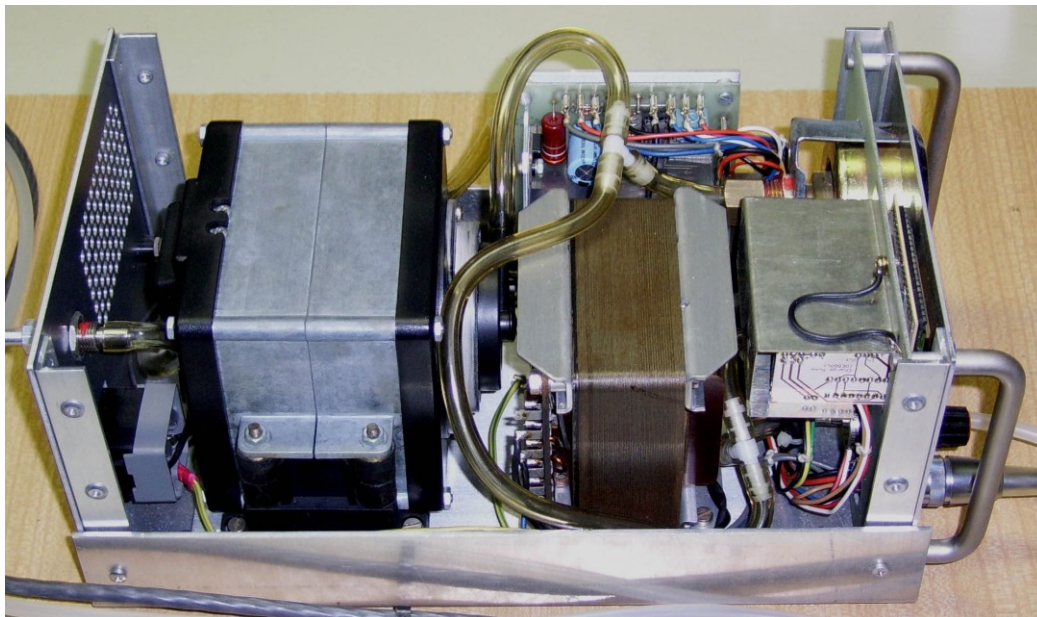


Abb. 16: Innenansicht des Mustergerätes

Ist das Panelmeter justiert und eingebaut, dann ist noch der Einstellbereich von RV1 zu kontrollieren und nötigenfalls mit RV2 auf eine maximale Temperatur von 400 Grad C zu begrenzen. Ganz moderne Lötgeräte

Temperaturgeregelte Entlötstation

sind durchwegs bis 450 Grad einstellbar, es ist jedoch nicht sicher, ob auch der 820AEJ das auf Dauer ohne Schaden verträgt. Die Temperaturanzeige schwankt beim fertigen Gerät etwa +/- 2 Grad um den eingestellten Wert.

Praktischer Einsatz und Erfahrungen

Zur Reinigung der Lötspitzenmündung haben sich auch Papiertaschentücher gut bewährt. Sollte sie nach intensivem Gebrauch einmal oxydiert sein und das Zinn nicht mehr richtig annehmen, dann stellt man die Temperatur auf ca. 350 Grad ein, bringt frisches Zinn auf die Stelle und läßt den Kolben eine zeitlang im Ablageständer. Das Flußmittel im Zinn unterwandert die Oxydschicht und macht die Spitze wieder blank.

Läßt bei einwandfreiem Unterdruck die Saugwirkung nach, dann ist wahrscheinlich der Kanal zwischen Lötspitze und aufgesetztem Glasbehälter mit Lötzinn verstopft. Er ist bei heißem Kolben mit dem mitgelieferten Stück Stahldraht freizustochern.

Die beim Entlöten zu wählende Temperatur hängt vom Leiterplattenmaterial und von der Art der Lötstelle ab: 300 Grad für doppelseitiges, durchkontaktiertes Hartpapier und Teflon, 350 Grad für doppelseitiges, durchkontaktiertes FR4 und 400 Grad für Multilayer-Platinen sollten richtig sein.

Ist das Zinn auf der Lötstelle geschmolzen, dann führt man nach Zuschalten der Pumpe einige Male eine kreisende Bewegung um das im Loch der Lötspitze befindliche Bauteilende aus. Dabei wird das Lot bei gleichzeitiger Bewegung des Bauteilanschlusses aus der Durchkontaktierung gesaugt und in der Folge der Anschluß durch den Luftstrom so weit abgekühlt, daß er nach Abheben des Kolbens nicht wieder an der Wandung der Durchkontaktierung haftet. Auf diese Weise ist es möglich, auch ein ausgelötetes 40-poliges Bauteil ohne jede Kraftanwendung aus der Leiterplatte zu ziehen. Bei der Arbeit ist darauf zu achten, daß die Lötspitze nur ganz leicht auf dem Lötauge aufliegt, weil es sonst beschädigt werden kann.

Dateien

Die Datei desold01.zip enthält die Tabelle für das Typ-K-Thermoelement, ein Datenblatt zum U106BS, einen gut lesbaren Schaltplan im A4-Format, den Bestückungsplan, die Leiterplattenlayouts für Regler und Spannungsteiler sowie ein Berechnungsblatt für den Haupttransformator. Die Leiterplatten sind selbst anzufertigen. Wie man mit den *.ps-Dateien verfährt, ist bei [8] im Verzeichnis „TIPPS“ unter „Platinenentwurf“ nachzulesen.

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt Funktion und Aufbau einer komfortablen Vakuum-Entlötstation unter Verwendung eines käuflichen Entlötkolbens anhand eines vom Verfasser aufgebauten Mustergerätes. Es werden Hinweise zur Beschaffung der Einzelteile, zum Aufbau, zur Inbetriebnahme, zum Abgleich und zum praktischen Einsatz gegeben. Unterlagen zum Nachbau sind im Internet verfügbar.

73!

Helmut, OE5GPL

Quellen und Verweise:

- [1] UTRONIK Fa. BLANK, HAUPTSTR. 14, 86551 AICHACH, UTRONIK Online-Shop, <http://www.utronik.de/>
- [2] Dönberg Electronics, <http://www.donberg.de/warehs/group0e.htm>,
<http://www.donberg.de/descript/e/ersa80ae.htm>
- [3] MERCATEO, <http://www.mercateo.com/>
- [4] eSHOP: http://www.ersatzteile-onlineshop.de/geraete/ERSA/ELS8000/ELS8000_Ersa.asp
- [5] Eich, Theo, DL6KCT, Bonner Straße 3, D-53842 Troisdorf: nc-eichth4@netcologne.de

Temperaturgeregelte Entlötstation

- [6] <http://www.gmkelektronik.de/>
- [7] <http://www.mikrocontroller.net/forum/read-3-6470.html>
- [8] OAFV-HomePage, TECHNIK/WERKSTATT/BAUVORSCHLÄGE: Vakuum-Entlötstation:
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>
- [9] Freie Enzyklopädie WIKIPEDIA: <http://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelement>,
<http://www.temp-web.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=36>
- [10] OAFV-HomePage, TECHNIK/MESSEN/SONSTIGES: LC-Panelmeter
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>