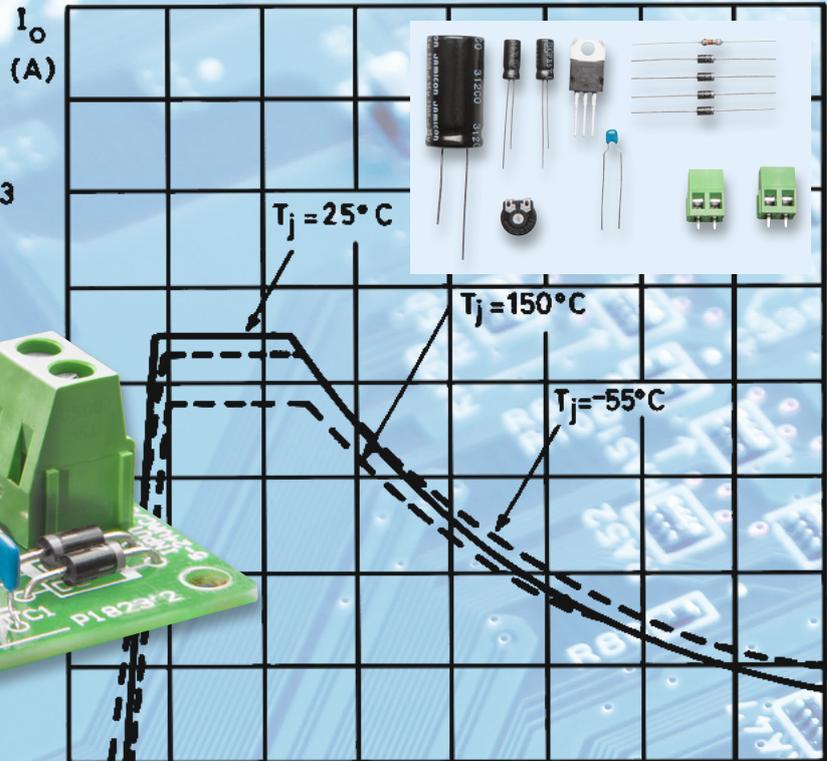
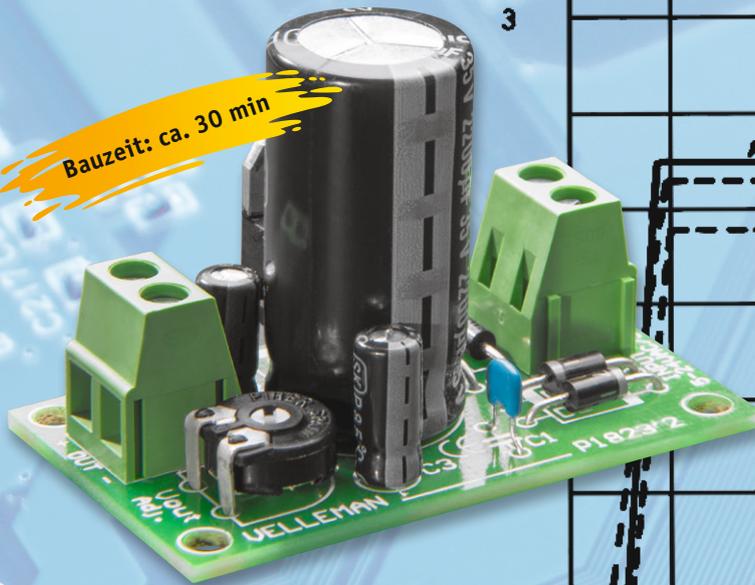




velleman®

Bauzeit: ca. 30 min



## Einstellbares 1-A-Netzteil – Universal-Spannungslieferant

Es gehört zur Grundausrüstung des Elektroniker-Arbeitsplatzes – ein möglichst stufenlos einstellbares Netzteil. Dabei gehört es zur Bastlerlehre, auch das natürlich selbst zu bauen. Kern eines solchen Netzgerätes ist eine Spannungsreglerschaltung, die eine feste Eingangsspannung aufbereitet und eine einstellbare Ausgangsspannung liefert. Der kleine Bausatz, den wir hier mit vielen Einsteigertipps vorstellen, ist eine solche Schaltung. Er ist auch für den Einsteiger sehr einfach aufzubauen und mit ein wenig Peripherie zu einem vollwertigen Regelnetzteil ausbaubar.

### LM317 – bewährter Arbeiter genauer betrachtet

In unserer kleinen Spannungsreglerschaltung rankt sich alles um einen bewährten Spannungsregler-Schaltkreis – den LM317, hier in der Version T. Diese Versionsbezeichnung kennzeichnet das Gehäuse (Bild 1), ein robustes TO220-Gehäuse, das durch eine eingelassene Wärmeableitung bei geringerer Belastung einen Betrieb sogar ohne weitere Kühlmaßnahmen ermöglicht. Der LM317 ist ein Standard-Spannungsregler, der im Gegensatz zu seinen Festspannungs-Brüdern der Reihe 78xx eine einstellbare

Ausgangsspannung liefert. Dies ist in der Standardbeschaltung bis herunter auf 1,25 V möglich. Nach oben kann sich die Ausgangsspannung, je nach bereitgestellter Eingangsspannung, in weiten Grenzen bis herauf auf 35 V bewegen. Dabei gilt die Faustregel, dass die maximale Ausgangsspannung den Wert der Beziehung „Eingangsspannung minus 3 V“ erreichen kann.

Und damit wäre bei einer für unseren Bausatz maximal zulässigen Eingangsspannung von 24 V Wechselspannung und der nach dem Gleichrichter erzeugten Gleichspannung von ca. 33 V eine Ausgangsspannung von bis zu 30 V einstellbar.

Daten

Betriebsspannung:	max. 24 V <sub>AC</sub> /35 V <sub>DC</sub>
Ausgangsspannung:	1,5–30 V; U <sub>a</sub> = U <sub>in</sub> minus 3 V
Max. Ausgangsstrom:	1 A
Verlustleistung:	max. 15 W (Bausatz, mit Kühlung)
Schutzschaltungen:	Kurzschluss, Übertemperatur, Überlast
Abmessungen (L x B):	52 x 30 mm

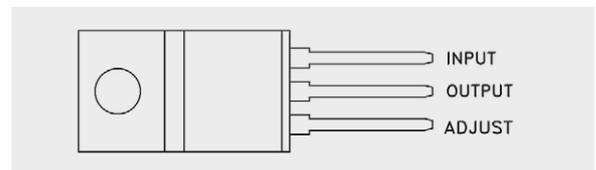


Bild 1: Gehäuseform und Anschlussbelegung des LM317T.  
Quelle: STMicroelectronics



Kennzeichnend für diesen Spannungsregler sind eine hohe Regelgenauigkeit und das Vorhandensein zahlreicher Schutzschaltungen wie z. B. ein Kurzschluss-Schutz und ein Schutz gegen Überhitzung.

Der Spannungsregler liefert einen Ausgangsstrom von bis zu 2,2 A (für den Bausatz auf 1 A begrenzt), wobei hier die maximale Verlustleistung des Spannungsreglers zu beachten ist. Diese beträgt gemäß Datenblatt des Schaltkreisherstellers [1] max. 20 W, hierzu muss der Spannungsregler jedoch mit einem entsprechend dimensionierten Kühlkörper versehen werden. Gemäß der maximalen Verlustleistung ergibt sich die logische Folgerung, dass man mit steigender Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung weniger Strom entnehmen kann. Entsprechend finden wir im Datenblatt auch als maximalen Strom bei maximal möglicher Spannungsdifferenz zwischen Ein- und Ausgang lediglich 0,4 A! Diese Beziehung ist in Bild 2 als Ausschnitt aus dem Datenblatt nachzuerfolgen.

Hier sehen wir auch, dass die Chiptemperatur des Bauteils bei der Werteberechnung eine Rolle spielt. Die höchste Belastung ist infolgedessen nur über einen Teilbereich der Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung realisierbar, das ist bei der Nutzung zu beachten. Auch aus diesem Grund gibt der Bausatzhersteller einen maximalen Ausgangsstrom von 1 A an, dieser Strom kann bei geeigneter Kühlung über einen weiten Spannungsbereich geliefert werden.

## Die Schaltung

Die übersichtliche Schaltung des Bausatzes ist in Bild 3 zu sehen. An der Schraubklemme SK1 wird eine Gleichspannung zwischen 5 und 35 V oder eine Wechselspannung zwischen 5 und 24 V eingespeist. Warum bei der Wechselspannung nur 24 V? Nun, der dem Eingang folgende Brückengleichrichter (D1–D4) erzeugt aus der anliegenden Wechselspannung ( $U_{AC}$ ) eine Gleichspannung ( $U_{DC}$ ) mit der überschlägigen Beziehung:

$$U_{DC} = U_{AC} \times 1,41$$

Das ergibt bei 24 V Wechselspannung also 33,84 V Gleichspannung – knapp unter der maximal durch den Bausatzhersteller spezifizierten Eingangs-Höchst-

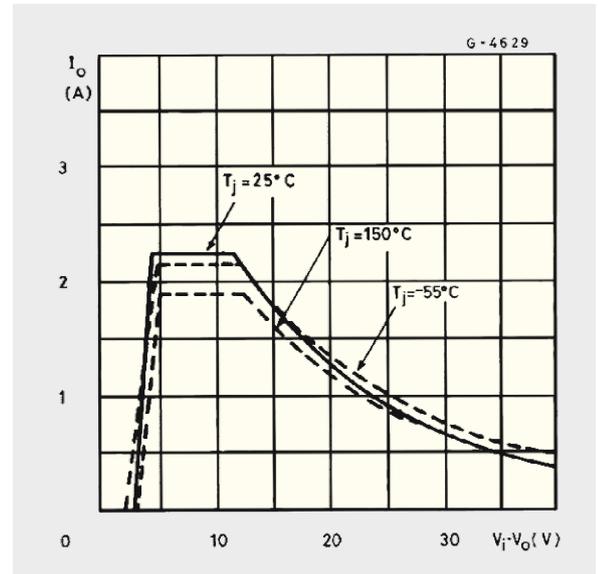


Bild 2: Die Beziehung zwischen Ausgangsstrom und der Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung  
Quelle: STMicroelectronics

spannung von 35 V! Auf die Wahl der geeigneten Wechselspannung gehen wir noch später ein.

Der dem Brückengleichrichter folgende Elko C4 sorgt für das Glätten der Restwelligkeit der erzeugten Gleichspannung, seine Größe ist der maximalen Stromentnahme der Schaltung angepasst. Der Keramik-Kondensator C1 unterdrückt die Schwingneigung der Schaltung und dient gleichzeitig der HF-Stör- unterdrückung.

Der Spannungsregler LM317 (VR1) ist in der Standardschaltung beschaltet. R1 sorgt hier für die ordnungsgemäße interne Referenzspannungserzeugung. Diese Spannung von 1,25 V wird benötigt, um die Ausgangsspannung genau auf dem eingestellten Wert zu halten. Mit RV1 wird die Ausgangsspannung eingestellt, er bildet auch zusammen mit C3 ein Tiefpassfilter, das hochfrequente Störungen unterdrückt. R1 und RV1 wirken zudem als Minimal-Belastung für den LM317, die das Datenblatt vorschreibt. C2 schließlich stabilisiert das Regelverhalten des LM317 gegenüber Last- und Eingangsspannungseinflüssen.

Die schließlich erzeugte Ausgangsspannung kann an der Schraubklemme SK2 entnommen werden.

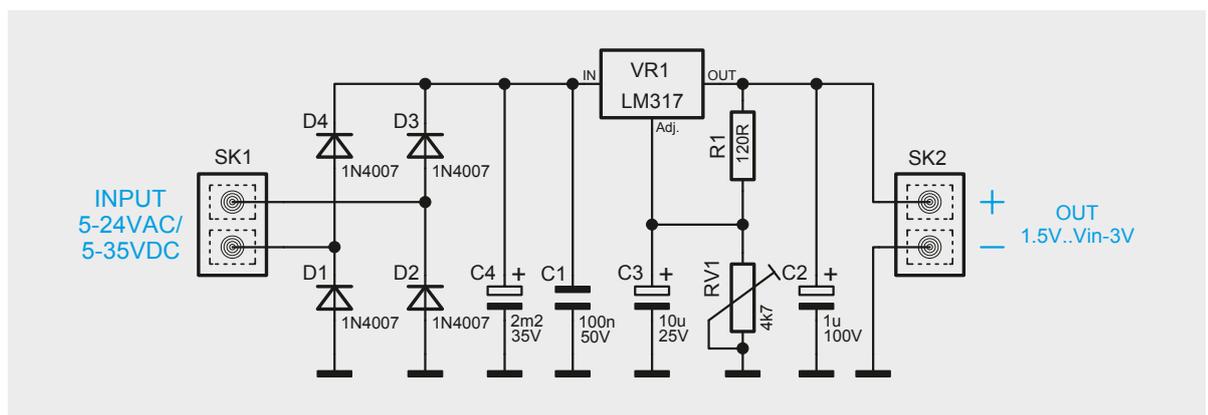


Bild 3: Die Schaltung des Stromversorgungsbausteins

## Nachbau

Da der Aufbau allein auf bedrahteten Bauteilen beruht, ist die Bestückung des Bausatzes unkompliziert, wenn man nur wenigen Regeln folgt.

Es werden nur wenige Werkzeuge benötigt: ein LötKolben bzw. eine Lötstation im Leistungsbereich bis 60 W, eine spitze Elektronikpinzette, ein Schlitzschraubendreher, eine Elektronik-Spitzzange und ein Elektronik-Seitenschneider. Auch ein Multimeter sollte zu dieser Grundausstattung gehören.

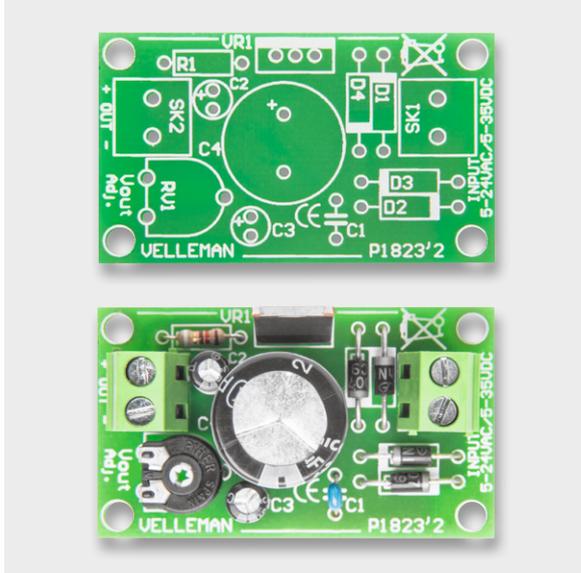


Bild 4: Unbestückte und bestückte Platine des Netzteils

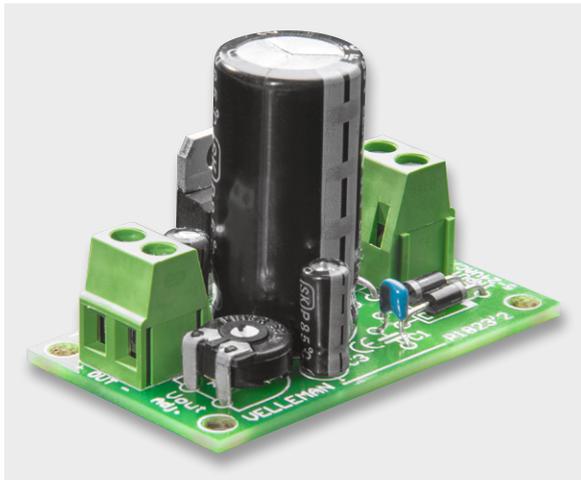


Bild 5: Die fertig bestückte Netzteil-Baugruppe

Die Bestückung erfolgt laut Stückliste, Schaltung sowie Platinfoto und Bestückungsplan, die in Bild 4 abgebildet sind.

Wir beginnen mit den flach auf der Platine liegenden Bauteilen, also D1 bis D4 sowie R1. Deren Anschlüsse werden abgewinkelt, durch die zugehörigen Löcher in der Platine geführt, bis das Bauteil auf der Platine aufliegt, und dann auf der Unterseite verlötet. Nach dem Verlöten ist der überstehende Anschlussdraht mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei jedoch die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den Gleichrichterdiode D1 bis D4 ist auf polrichtiges Einsetzen zu achten. Die Katode ist mit einem Farbring markiert, dessen Lage mit der dickeren weißen Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss, siehe Platinfoto.

Nun folgen RV1 und C1 sowie die Schraubklemmen SK1 und SK2. Bei Letzteren ist zu beachten, dass deren Kunststoffkörper auf der Platine aufliegen muss, bevor man die Anschlüsse mit reichlich Lötzinn verlötet. Dem folgen die Elkos C2 und C3, die ebenfalls polrichtig einzusetzen sind. Sie sind am Minuspol mit einem hellen Balken bedruckt, und im Neuzustand ist der längere Anschlussdraht der Pluspol. Auf der Platine ist der Pluspol markiert. Dies ist beim polrichtigen Einsetzen zu beachten.

Als vorletztes Bauteil wird der LM317 (VR1) bestückt. Dieser ist mit der Kühlfahne nach außen so weit einzusetzen, dass die verbreiterten Teile der Anschlüsse auf der Platine aufsitzen.

Zuletzt erfolgt das Bestücken von C4, hier sind ebenfalls die Hinweise zum polrichtigen Bestücken wie bei C2/C3 zu beachten.

Nach der Bestückung werden nochmals alle Bauteile auf richtige Bestückung und saubere Lötstellen kontrolliert. Bild 5 zeigt die so fertiggestellte Baugruppe.

## Inbetriebnahme und Praxistipps

Damit aus der Netzteil-Baugruppe ein komplettes Netzteil wird, benötigen wir eine Eingangsspannung. Für Einsteiger empfehlen wir den Griff zum fertig aufgebauten, steckerfertigen Netzteil. Dies ist die sicherste Lösung, da man hier nirgends mit der gefährlichen Netzspannung in Berührung kommen kann.

Verwendet man ein Netzteil, das eine Wechselspannung liefert, sollte man, um die maximale Verlustleistung des LM317 nicht zu überschreiten, dieses entsprechend Tabelle 1 an den gewünschten Einsatzbereich anpassen. Will man etwa nur Ausgangsspannungen bis 12 V nutzen – was in der Elektronikpraxis in den weitaus meisten Fällen ausreicht –, so genügt hier ein Netzteil, das 15 V Wechselspannung abgibt. Alle Verluste und volle Belastung eingerechnet, reicht dies völlig aus, um die gewünschte Ausgangsspannung bei 1 A sicher zu erreichen.

Dies gilt prinzipiell auch für den Anschluss eines Gleichspannungsnetzteils, hier kann die Netzteilspannung allerdings etwas höher liegen, da die Gleichrichterdiode einen Spannungsabfall erzeugen.

Bei einem fertigen Netzteil ist dessen Niederspannungs-Anschlussstecker abzuschneiden, die beiden Adern der Leitung sind auf ca. 8 mm abzuisolieren

1 Spannungsregler LM317	VR1
4 Dioden 1N4007	D1–D4
1 Kondensator, 100 nF	C1
1 Elko, 1 µF/100 V	C2
1 Elko, 10 µF/25 V	C3
1 Elko, 2200 µF/35 V	C4
1 Widerstand, 120 Ω	R1
1 Einstellwiderstand, 4,7 kΩ	RV1
2 Schraubklemmen, 2-polig, RM 5,0 mm	SK1, SK2
1 Platine	



und für einen sicheren und kurzschluss sicheren Sitz in der Schraubklemme mit Adernendhülsen zu versehen (Bild 6).

Eine Polung ist bei dem Netzteilanschluss auch eines Gleichspannungsnetzteils an SK1 nicht zu beachten, da der Gleichrichter automatisch für die polrichtige Spannungserzeugung sorgt.

Betrieibt man die Baugruppe nicht ständig fest an eine Spannungsquelle angeschlossen, kann es im Betrieb durchaus durch eine Unachtsamkeit zu einem Kurzschluss am Eingang kommen. Dies ist trotz aller internen Schutzmaßnahmen ein gefährlicher Zustand für den LM317. Deshalb sollte bei einer so genutzten Schaltung eine Schutzdiode (1N4001) zwischen Ein- und Ausgang des Spannungsreglers geschaltet werden (Katode an den Eingang, Anode an den Ausgang). Das Datenblatt gibt dazu weitere Hinweise, auch zu weiteren Schutzmaßnahmen.

Der Spannungsregler LM317 sollte nur bei kleineren Lastströmen ohne zusätzliche Kühlung betrieben werden. Denn der Wert der maximalen Verlustleistung von 20 W, der Bausatzhersteller legt sogar nur 15 W fest, gilt nur bei Montage eines zusätzlichen Kühlkörpers, wie er in der mitgelieferten Bauanleitung beschrieben ist. Am besten geeignet sind natürlich spezielle, auf das T0220-Gehäuse zugeschnittene Kühlkörper wie etwa der Fischer-Kühlkörper SK09 20 T0 220, aber auch andere vorhandene Kühlkörper sind nutzbar. Zu beachten ist, dass die Ausgangsspannung am Kühlkörper liegt. Ist dieser also z. B. an einem Gehäuse befestigt oder liegt irgendwo an einem leitenden Teil im fertigen Gerät an, muss der Spannungsregler, wie in der Bausatz-Bauanleitung beschrieben, isoliert montiert werden. Bild 7 zeigt einen so montierten Kühlkörper und die erforderlichen Einzelteile zur isolierten Montage.

Will man den Bausatz als ständig genutztes variables Netzteil einsetzen, empfiehlt sich der Austausch des Einstellreglers gegen ein 4,7-k $\Omega$ -Potentiometer, das man dann auf der Frontseite des eigenen Netzgerätegehäuses befestigt und über flexible Drähte mit den entsprechenden Anschlüssen auf der Platine verbindet.

Und soll schließlich Komfort einkehren, um nicht stets jede Einstellung mit dem Multimeter kontrollieren zu müssen, kann man ein handelsübliches Anzeigeinstrument (Voltmeter) einsetzen, etwa ein digitales, mit einem passenden Teiler versehenes Panelmeter (Bild 8) oder ein passendes analoges Voltmeter (Bild 9). In gleicher Bauart gibt es auch einbaufertige Amperemeter, so dass man schließlich ein komfortables, selbst gebautes Labornetzgerät erhält. **ELV**

### Verhältnis Eingangswchelspannung zu Ausgangsspannungsbereich

Max. Ausgangsspannung	Empfohlene Eingangswchelspannung	Benötigte Transformatorleistung
3–5 V	9 V	15 VA
5–8 V	12 V	30 VA
8–13 V	15 V	30 VA
13–15 V	18 V	30 VA
15–18 V	22 V	30 VA
18–30 V	24 V	50 VA

Tabelle 1



Bild 6: Flexible Litzenenden sollten mit Adernendhülsen versehen werden, hier ein Beispiel für eine Zuleitung von einem Steckernetzteil, daneben isolierte Adernendhülsen und eine einfache Crimpzange für Adernendhülsen.

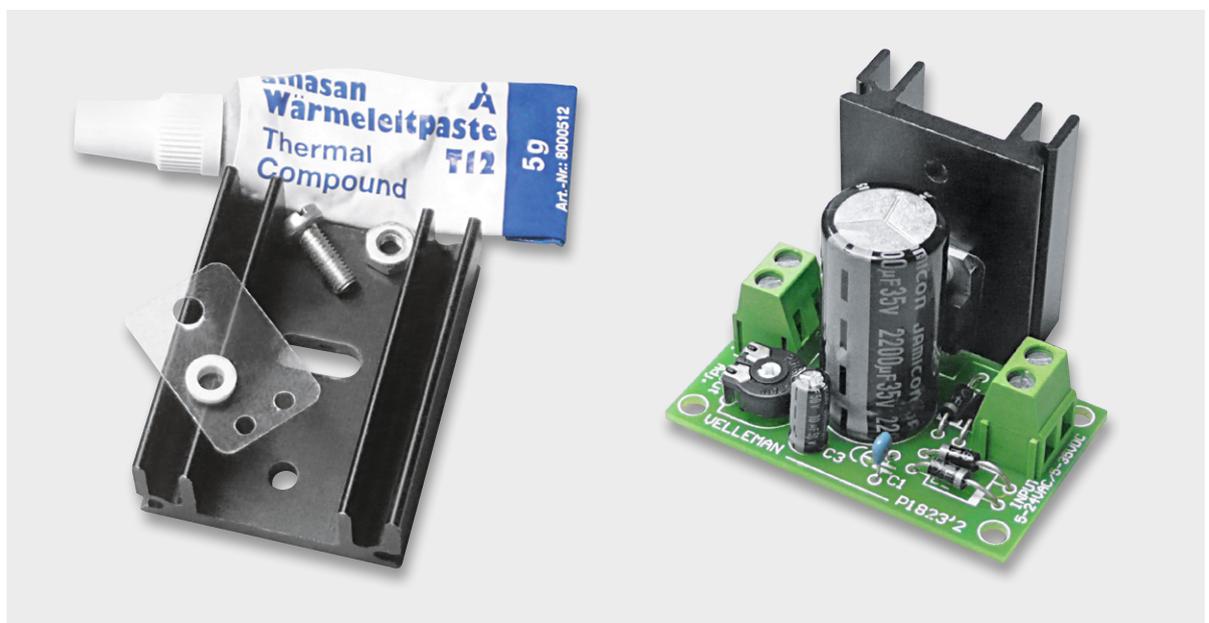


Bild 7: Die Bauteile für den Aufbau eines isolierten Kühlkörpers: Die Isolierscheibe und die Isolierhülse stellen sicher, dass es keinen elektrischen Kontakt zwischen Spannungsregler und Kühlkörper gibt. Die Wärmeleitpaste sorgt für einen guten thermischen Übergang zwischen Spannungsregler, Isolierfolie und Kühlkörper. Rechts die mit dem montierten Kühlkörper nun voll belastbare Baugruppe.



Bild 8: Über ein solch einfaches digitales Panelmeter kann man die eingestellte Ausgangsspannung anzeigen lassen – einfach mit dem in der zugehörigen Beschreibung gezeigten Spannungsteiler parallel zum Ausgang des Netzteils schalten.

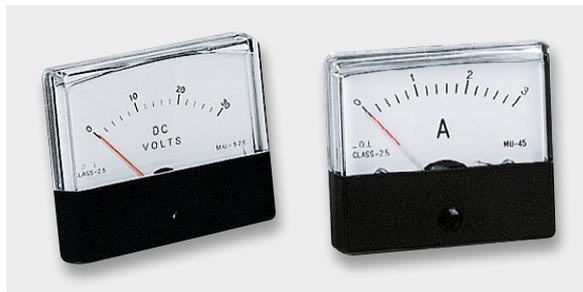


Bild 9: Machen das eigene Labornetzgerät komplett – übersichtliche analoge Anzeigeeinstrumente für Spannung und Strom.



## Weitere Infos:

[1] Datenblatt LM317T:  
[hwww.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000455.pdf](http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000455.pdf)

## Farbcodierung von Widerständen

Widerstände sind meist mit einem Code in Form von 4 (Reihen E6/12/24) oder 5 (E48/E96) Farbringen bedruckt, der sich nach der folgenden Aufstellung bestimmen lässt. Die Zählung beginnt immer von links, wo sich der erste Farbring auf dem Rand des Widerstands befindet:



### Codierung mit 4 Ringen:

Rot – Violett – Gelb – Silber: 270 k $\Omega$ , 10 % Toleranz

Der 3. Ring stellt den Multiplikator in  $\Omega$ , der 4. Ring die Toleranz (%) dar.

Ringfarbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
Schwarz	0	0	1	-
Braun	1	1	10	1 %
Rot	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1 k	-
Gelb	4	4	10 k	-
Grün	5	5	100 k	0,5 %
Blau	6	6	1 M	0,25 %
Violett	7	7	10 M	0,1 %
Grau	8	8	-	-
Weiß	9	9	-	-
Gold	-	-	0,1	5 %
Silber	-	-	0,01	10 %

## „Fließen“ von verzinnenden Adern

Weshalb soll man bei mit einer Schraubverbindung – z. B. in einer Schraubklemme\* – angeschlossenen Leitungsadern mit Litzenenden diese mit einer Aderendhülse versehen statt sie zu verzinnen und einfach zu verschrauben?

Zunächst dient dies dem Schutz der feinen Litzenleitungen. Diese können, lose oder einfach nur verdreht eingeführt, unter dem Druck der Schraube und bei Bewegungen abreißen, Kurzschlüsse verursachen und der nutzbare Leitungsquerschnitt sinkt. Zudem kann durch herausstehende Litzenleitungen der Berührungsschutz aufgehoben werden.

Die nächste Gefahr ist das sogenannte Fließen des Lötzinns bei verzinnenden Leitungsenden. Das Lot ist nur gering druckfest und wird beim Anziehen der Schraube entweder direkt durch diese oder das Andruckblech der Klemme „breitgedrückt“, und die so verzinnende Leitung verformt. Dazu kommen mit der Zeit Korrosionen, ausgelöst durch normale Metallkorrosion, die Reaktion unterschiedlicher Metalle und des Flussmittels. Damit ist kein fester Sitz mehr gegeben, es bilden sich Übergangswiderstände und bei höherer Belastung kann es zur starken Erwärmung der Kontaktstelle und im Extremfall zum „Verschmoren“ bzw. einem Brand kommen (siehe Bild).

Eine sachgerecht mit einer passenden Aderendhülse versehene blanke Leitung hingegen sitzt durch den Presssitz sicher und



Geschmolzene Schraubklemme nach Verdrahten mit verzinneter Litze

fest in der Klemme. Bei erhöhten Schutzanforderungen (Elektroinstallation) und engen Verdrahtungen setzt man isolierte Aderendhülsen ein.

\* ausgenommen sind dafür zugelassene, speziell ausgeführte Klemmen