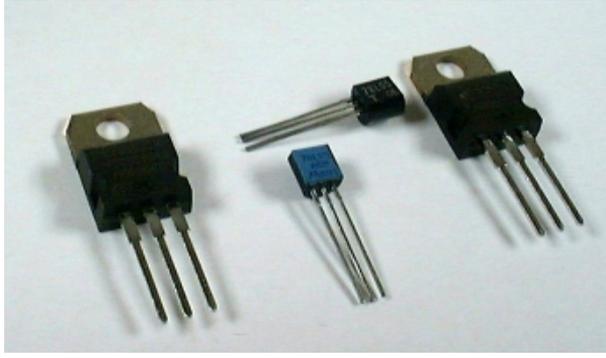


- [Home](#)
- [Afu-Basteln](#)
- [Basteltipps](#)
- [Download-Seite](#)
- [Meine Bücher /](#)
- [CDROM beim VTH](#)



Beliebt: Festspannungsregler 78xx und 78Lxx mit den Gehäusen TO-220 und TO-92 (Mitte)

- [Links](#)
- [Bauteileservice](#)
- [Programmierservice](#)
- [Zu verkaufen](#)
- [Impressum](#)

# Elektronik :: Kontrollierte Spannung:

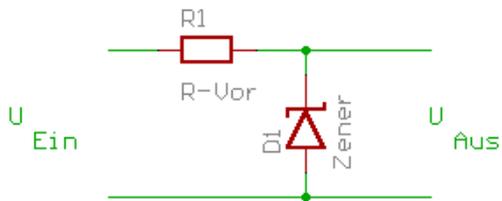
## Von Reglern und DC/DC-Wandlern

Inhalte rechts nicht zu sehen? Verbreitern Sie bitte das Browserfenster

Die Geschichte der Spannungsregelung beginnt schon in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts, da schon die damaligen Röhrenschaltungen für definierte Spannungen ausgelegt waren. Ob die Regelung bzw. Glättung der Versorgungsspannung aus nur einem Widerstand und einer Zenerdiode besteht, ein moderner linearer Festspannungsregler zum Einsatz kommt oder gar ein DC/DC Step-Down-Konverter angewandt wird, ist von der jeweiligen Anwendung abhängig.

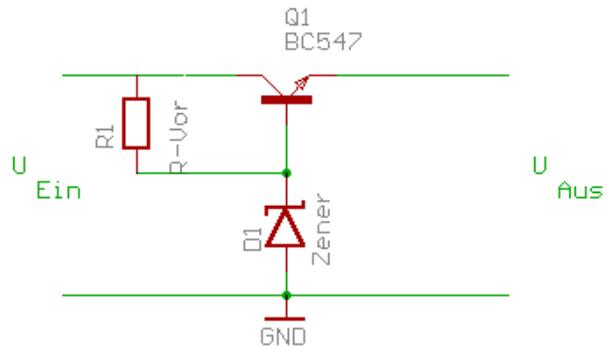
Die einfachste Spannungsstabilisierung besteht in der Tat aus einem Widerstand und der Zenerdiode, ein Verfahren, das nur einige Milliampere Strom liefern kann. Der Vorwiderstand begrenzt den Strom, damit die Zenerdiode nicht zerstört wird. Andererseits muss der Vorwiderstand so bemessen sein, dass durch die Zenerdiode einen Strom von mindestens 5 mA fließen kann, damit sie richtig arbeitet. Größere Änderungen der Versorgungsspannungen werden ausgeglichen und Brummspannungen geglättet.

Besucher: 650532  
 Heute: 15  
 Online: 1  
 Counter-Box



### Erzeugung einer geglätteten Spannung mit einer Zenerdiode

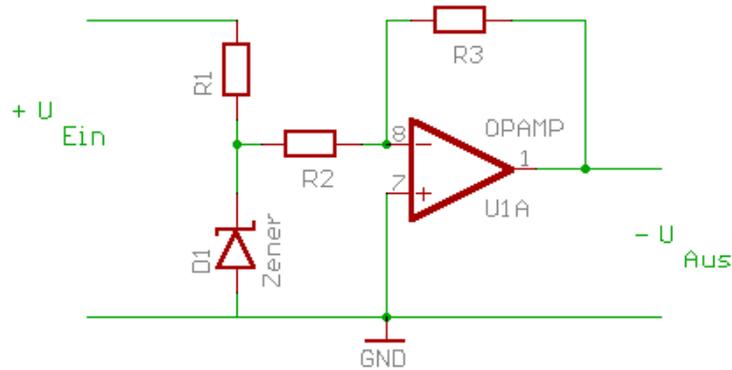
Eine Schaltung, die größere Ströme bis etwa 300 mA liefern kann und für kleine Netzteile benutzt wird, enthält einen Transistor als Längsregler. Das Schaltbild baut auf die vorige Schaltung auf, der Vorwiderstand zum Schutz der Zenerdiode sowie die Diode selbst glätten wie zuvor die Eingangsspannung. Die Zenerspannung liegt an der Basis des Längstransistors an.



### Spannungsstabilisierung mit Transistor

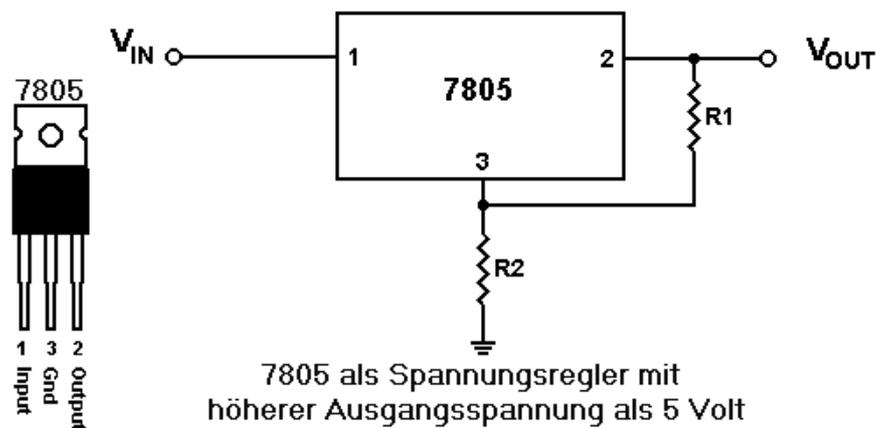
Eine Stabilisierung mit einem Operationsverstärker, die eine negative Spannung bietet, zum

Beispiel zum Anschluss von bestimmten LCD-Displays an einen Mikrocontroller, zeigt das folgende Schaltbild. Auch hier befinden sich Vorwiderstand und Zenerdiode an ihrem Platz. Die geglättete Spannung wird über einen Widerstand auf den invertierenden Eingang des OPs geleitet. Am Ausgang nimmt man die negative, stabilisierte Spannung ab.



Hier kommt ein Operationsverstärker ins Spiel

Für viele Entwicklungen sind die obigen Grundschaltungen oft ungeeignet, sei es, dass eine bessere Glättung der Eingangsspannung gewünscht wird, oder dass der geforderte Strom nicht ausreicht. Festspannungsregler werden als integrierter Schaltkreis für die Strom- und Spannungsversorgung von elektronischen Baugruppen eingesetzt, wenn es wichtig ist, bei geringem Platzbedarf eine präzise Spannungsstabilisierungen zu erreichen. Festspannungsregler besitzen meist drei Anschlüsse, Eingang, Masse und Ausgang. Seit Jahren haben sich integrierte Festspannungsregler bewährt, die zahlreich für verschiedene Spannungen und Ströme zur Verfügung stehen: Standardregler gibt es für 0,1 A; 0,5 A; 1 A; 1,5 A; 3 A und 5 A. Typische Ausgangsspannungen sind 5 V; 8 V; 12 V; 15 V; 18 V und 24 V. Sie lassen sich mit geringem Aufwand variieren, hierbei können sich die Eigenschaften des Reglers verschlechtern. Eine Änderung der Ausgangsspannung wird meist durch "hochlegen" des Masseanschlusses erreicht, zum Beispiel durch einfügen eine oder mehrerer Dioden ( $x$  mal 0,7 Volt), eines Spannungsteilers oder durch eine Zenerdiode nebst Vorwiderstand. Die Festspannungsregler weisen zur Klassifizierung einen Buchstaben- und Zahlencode auf (z.B. 78M05), die letzten beiden Ziffern geben meistens die Ausgangsspannung an. Sie sind kurzschlussfest und mit einer thermischen und Überstromschutzschaltung ausgestattet. Festspannungsregler stehen als Positiv- und Negativ-Ausführung, je nach gewünschter Ausgangspolarität zur Verfügung. Durch eine geeignete Auslegung der Schaltung ist es leicht möglich, mit einem positiven Regler auch ein negatives Potenzial zu stabilisieren.



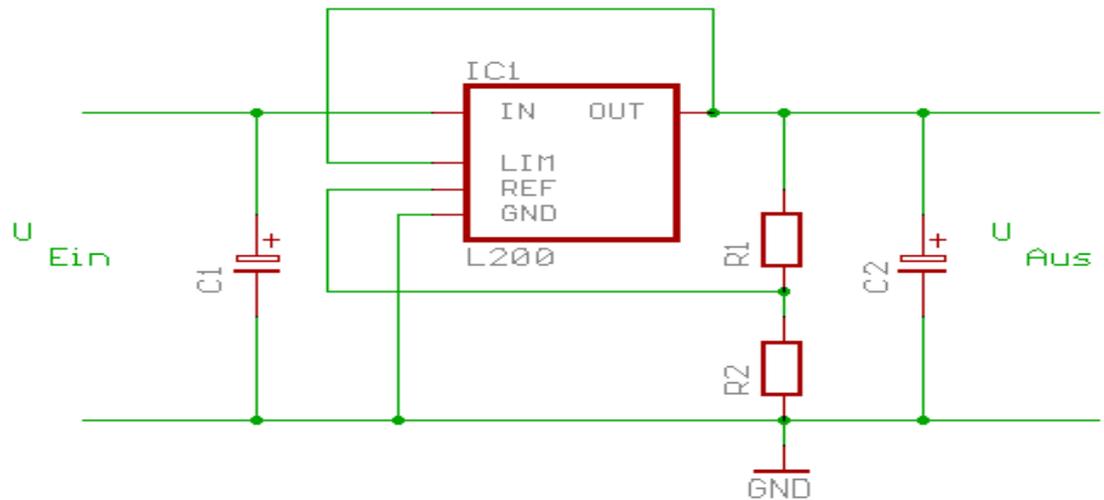
Beschaltung des 7805

Die bekanntesten sind die Regler der Serie 78xx und 79xx. Der 7805 beispielsweise bietet an seinem Ausgang eine nicht veränderbare positive Spannung von 5 Volt, der 7812 entsprechend von 12 Volt. Für negative Spannungen kommen die 79xx-Regler zum Einsatz, zum Beispiel liefert der 7908 somit negative (-) 8 Volt. Diese Regler können 1 Ampere Strom liefern. Mit 2 Ampere sind die 78Sxx doppelt so leistungsfähig und werden wie die 78xx im TO220-Gehäuse produziert. Etwas weniger bekannt sind die 78Hxx im TO3-Gehäuse, die auf stattliche 5 A eingerichtet sind. Für kleine Anwendungen sind die 78Lxx gedacht, die 100 mA Strom abzugeben vermögen. Die Bauform entspricht der eines üblichen Transistors im TO-92-Gehäuse.

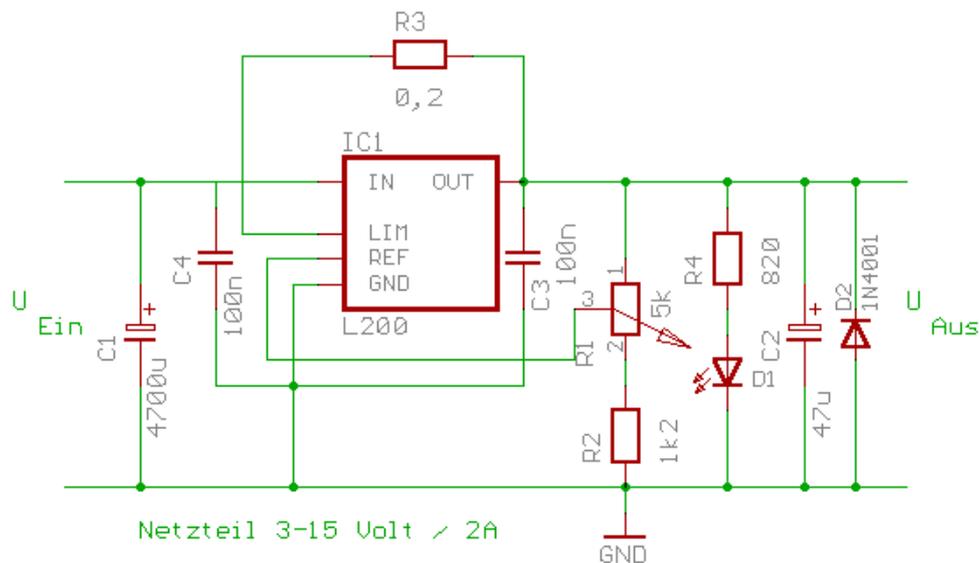
Damit die angelegten Ströme erreicht werden, ohne das der Spannungsregler zu heiß wird, sind für die Regler der Serie 78xx, 78Sxx und 78Hxx angemessene Kühlbleche vorzusehen. Dem Festspannungsregler vor- und nach geschaltet ist jeweils ein Elektrolytkondensator, der erste dient dazu, hochfrequente Schwingneigungen des Reglers zu unterdrücken, der dem Regler nach geschaltete Elektrolytkondensator verbessert die Spannungsfestigkeit bei kurzen Lastimpulsen. Meist wird dem Elko noch ein keramischer Kondensator hinzugefügt, der mögliche HF kurzschließt. Im Platinenlayout sind die Kondensatoren in unmittelbarer Nähe zum Festspannungsregler zu platzieren.

### Einstellbare Spannungsregler

In Labornetzteilen und anderen Anwendungen sind variable stabilisierte Spannungen gefordert, um verschiedenen Ansprüchen gerecht zu werden. Die Einstellung der Spannung geschieht meist analog über ein Potentiometer. Ein beliebiger einstellbarer Spannungsregler ist der L200, dessen Ausgangsspannung zwischen 2,85 Volt bis 36 Volt bei einem maximalen Strom von 2 A regelbar ist. Der L200 kann auch als Festspannungsregler beschaltet werden. Das hat den Vorteil, auch ungewöhnliche Spannungen einstellen zu können, für die ein 78xx nicht zur Verfügung steht. Dies geschieht mit dem Spannungsteiler R1 und R2.



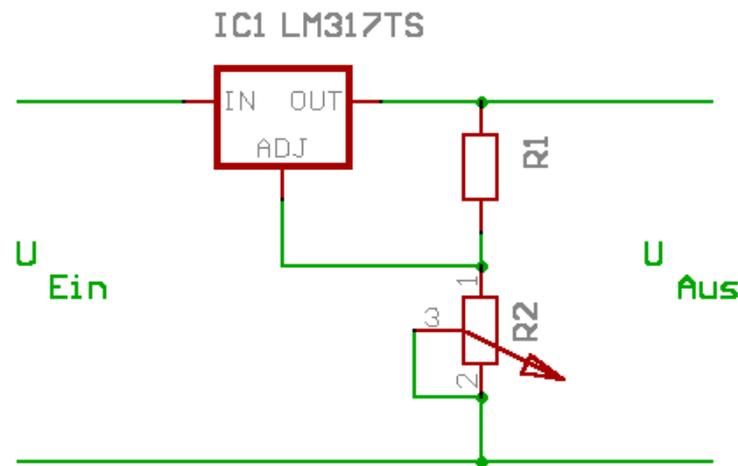
Der L200 besitzt einen thermischen Schutz, einen Überspannungsschutz sowie eine Strombegrenzung. Der Strombegrenzungswiderstand wird bei Bedarf zwischen Pin 5 und Pin 2 geschaltet; ist keine Begrenzung des Stromes gefordert, ist Pin2 mit Pin5 direkt zu verbinden. Eine komplette Regelschaltung für ein Netzteil 3-15 Volt für 2 Ampere zeigt die folgende Schaltung:



Netzteil, nicht gezeichnet sind Trafo und Gleichrichter

Sind niedrig Spannungen ab 1,2 Volt gewünscht, kommen LM317 zum Einsatz. Diese sind als TL317LP für 100mA, LM317T für 1,5A im TO-220 Gehäuse und LM317K, 1,5 A im TO-3 Gehäuse im Handel. Um die Ausgangsspannung einzustellen, werden bei diesem IC nur zwei externe Widerstände benötigt. Die Spannungsregler bieten vollen Überlastungsschutz (Strombegrenzung, thermischen Überlastungsschutz). Die maximale Eingangs-/Ausgangs-

Spannungsdifferenz darf 40 Volt nicht überschreiten.



Der Spannungsregler LM317 kommt mit zwei externen Bauteilen aus

### Spannungsregler selbstgebraut

"Homebrew" - selbstgeb(r)aut ist das Motto: Wer Spaß daran hat, seinen eigenen Festspannungsregler aufzubauen, kann sich an das folgende Schaltbild nach Mike Martell, N1HFX halten, das den Regler 7805 weitgehend simuliert. Es benutzt recht einfach erhältliche Bauteile. Die Ausgangsspannung variiert nicht mehr als 0,4%, ist auf 1,5 A beschränkt und besitzt einen Schutz gegen Kurzschlüsse. Um die Schaltung zu verstehen, sollte man sich daran erinnern, dass an der Diode D1 exakt 0,7 Volt abfallen. C1 schützt die Diode vor Spannungsspitzen. Der Hauptgrund dafür, daß die Spannung an D1 so konstant ist, liegt daran, daß sich der Strom nie mehr als ein halbes Milliampere ändert.

Q1 ist der negative Feedback-Amplifier und hält die Spannung bei R5 auf konstant 1,4 Volt. Die leichten Laständerungen, die Q1 "sieht", werden von Q2 und Q3 verstärkt. Der größte Teil des Stromes fließt durch den Längstransistor Q3, der einer guten Kühlung bedarf! R3, R4 und R5 bilden den Spannungsteiler, der für die Ausgangsspannung bestimmend ist. R3 wird eigentlich nicht benötigt, wurde aus Sicherheitsgründen jedoch eingesetzt für den Fall, daß R4 auf Null Ohm eingestellt ist. Der Transistor Q4 und Widerstand R2 begrenzen den Strom auf 1,5 Ampere. Wenn der Spannungsabfall von Q4 zwischen der Basis und dem Emitter 0,7 Volt erreicht, schaltet der Transistor durch und schaltet Q2 und Q3 sehr effektiv ab. Der Spannungsabfall an R2 hat keine Auswirkungen auf die Ausgangsspannung. C2 verhindert eine Schwingneigung. Die Schaltung kann mit R4 auf eine beliebige Ausgangsspannung bis 12 V eingestellt werden. Die Eingangsspannung muss mindestens 18 Volt betragen und sollte nicht höher als 25 Volt werden. Wenn Sie diese Schaltung als 12V-Regler einsetzen, erhöhen Sie R1 auf 22k. Alle Widerstände sind vom ¼ Watt-Typ. Statt der 2N3904 kann auch jeder andere NPN-Transistor (BC547) verwendet werden. Analog gilt das für Q3, hier kann jeder NPN-Schaltransistor im TO-220 Gehäuse eingesetzt werden.

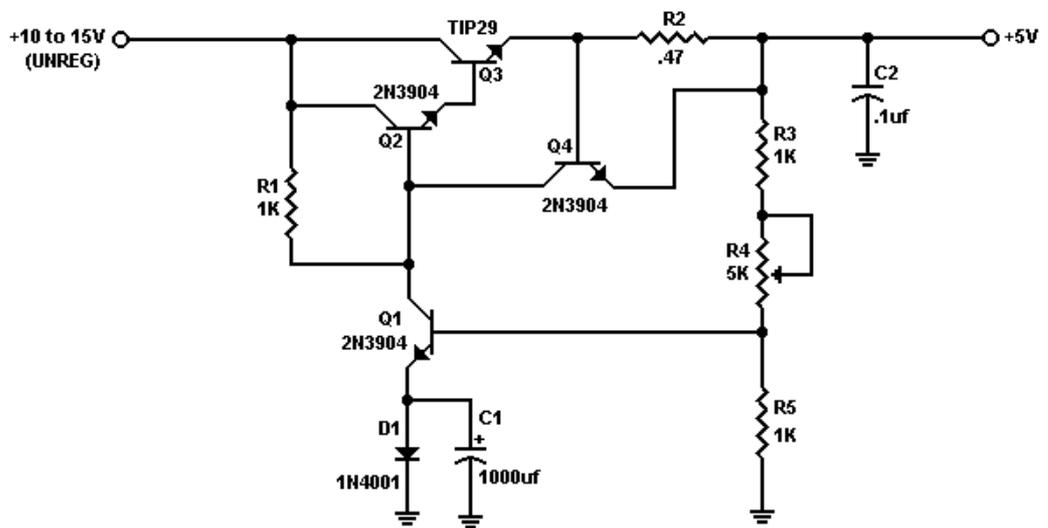
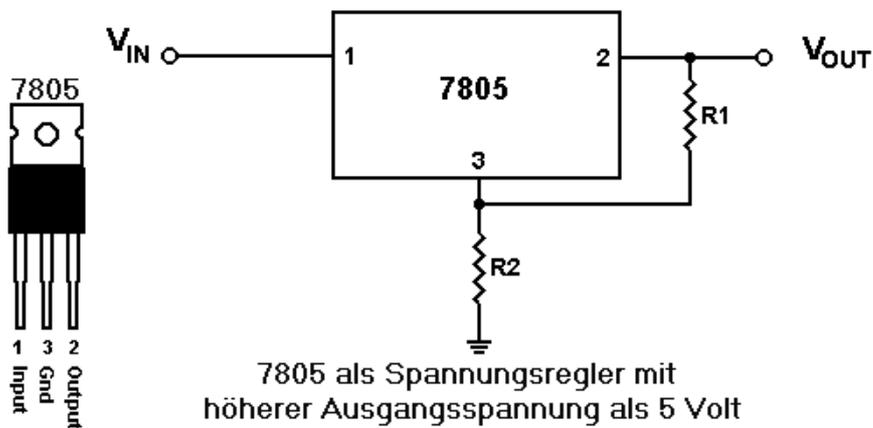


Figure 1

Die Schaltung entspricht weitgehend der Funktion eines 7805 Festspannungsreglers, Abbildung: N1HFX

### 7805 als variabler Spannungsregler

Nachdem wir den LM317 kennengelernt haben und beim 7805 kurz darauf hingewiesen wurde, dass man Frestspannungsregler durch eine geeignete Beschaltung auch in der Ausgangsspannung variieren kann, soll dies am Beispiel des 7805 geschehen.



### 7805 als variabler Spannungsregler

Nehmen wir an, der populäre 7805 soll als 12-V-Regler eingesetzt werden. In der Abbildung nehmen wir für R1 einen Wert von 470 Ohm an, das bedeutet einen Strom von 10,6 mA zwischen Pin 2 und Pin 3 des Reglers. Dieser konstante Strom sowie der Strom von 2,5 mA, der durch den Regler fließt, addiert sich und fließt durch R2. Da die 13.1 mA sich nicht ändern, kann man nun den Widerstand berechnen, damit an R2 exakt 7 Volt abfallen. Nach dem ohmschen Gesetz sind das 533 Ohm, der nächste passende Standardwert aus der E24-Reihe der Widerstände sind 510 Ohm. Mit dem 5 Volt Spannungsabfall an R1 und den 7 Volt an R2 stellt sich zwischen dem Ausgang des Reglers und Masse eine Ausgangsspannung von 12 Volt ein. Wird für R2 ein Potentiometer eingesetzt, läßt sich die Ausgangsspannung auf jeden Wert größer 5 Volt regulieren. Soll die Spannung auf 0,3 Volt genau sein, ist das Poti anstatt des festen Widerstandes R2 vorzuziehen.

Zur Berechnung benutzen Sie folgende Formel:

$$V_{out} = V_{fix} + R_2(V_{fix}/R_1 + I_{standby})$$

- Vout Die gewünschte Ausgangsspannung des Reglers (>5V bei 7805)
- Vfix Die Ausgangsspannung des IC (5 Volt für 7805 oder 1,25 V für LM317T)
- R1 Nehmen Sie einen Wert zwischen 470 bis 1K

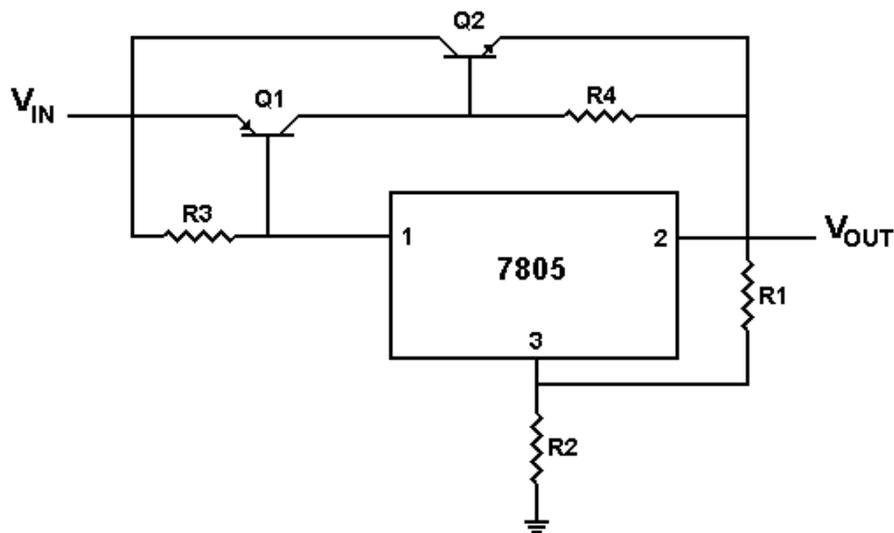
Folgende Kombinationen gelten für den 7805:

Vout (Approx.)	R1 in Ohm	R2 in Ohm
6 Volt	470	100
8 Volt	470	220
9 Volt	470	330
12 Volt	470	510

Eigentlich ist der ausgezeichnete LM317T in Wirklichkeit nichts anderes als ein Festspannungsregler mit einer Ausgangsspannung von 1,25 Volt. Da Funkamateure nur selten Spannungen unter 5 V benötigen, ist der 7805 eine Gute Wahl und ist zudem etwas preiswerter als der LM317T.

### 7805 aufgepeppt

Wie Sie gesehen haben, sind Festspannungsregler wie der 7805 im Strom limitiert, z.B. auf 1,5 A, und ein 5A-Typ steht nicht jederzeit zur Verfügung. Eineinhalb Ampere mögen bei einem QRP-Transceiver noch ausreichen, doch Funkamateure wünschen sich oft größere Leistungen, zum Beispiel, um ein 2m Mobilgerät zuhause zu betreiben. Was also tun? Wie man einen 7805 auf 13,8 Volt und 10 A aufgepeppt, zeigt die folgende Schaltung, die ich bei N1HFX gefunden habe. Man nimmt einen üblichen 7805 und einige preiswerte Transistoren, ein paar Widerstände aus der Bastelkiste. Auch ein ordentliches Kühlblech findet sich noch ein. Die Schaltung zeigt die folgende Abbildung:



Schaltbild mit 7805 für 120 Watt Leistung, Grafik: N1HFX

Wenn der Stromfluss durch R3 mehr als 0,65 Volt abfallen läßt, schaltet Q1 durch. Dann fließt auch durch R4 Strom. Fällt an R4 ebenfalls mehr als 0,65 Volt ab, leitet auch Q2. Oder einfacher gesagt: Q1 und Q2 verstärken den Strom, der durch den 7805 fließt. Der genaue Verstärkungsfaktor beider Transistoren ist nicht so maßgeblich, da der Regler den Strom je nach Erforderniss erhöht oder verringert, um eine konstante Ausgangsspannung zu gewährleisten.

Wenn Sie sich für diese kleine Schaltung entscheiden, müssen Sie Q1 und Q2 kühlen. Da nur wenig Strom durch den Regler fließt, kann er ohne zusätzlichen Kühlkörper montiert werden. Sie können sogar statt des 7805 den 78L05 ohne Leistungseinbußen verwenden! Nicht im Schaltbild eingezeichnet sind die üblichen Kondensatoren vor und nach dem Regler, wie bereits besprochen. Verwenden Sie je 100nF. Für diejenigen, für die sogar 10A nicht ausreicht, hier noch ein Tipp: Fügen Sie parallel zu Q2 einen weiteren 2N3055 hinzu, dann steigt der maximale Strom auf satte 20 A an! Verwenden Sie in diesem Fall jedoch ein sehr großes Kühlblech.

Teileliste:

R1 1KOhm ¼Watt

R2 1.8KOhm ¼ Watt (oder Poti)

R3 10 Ohm ¼ Watt

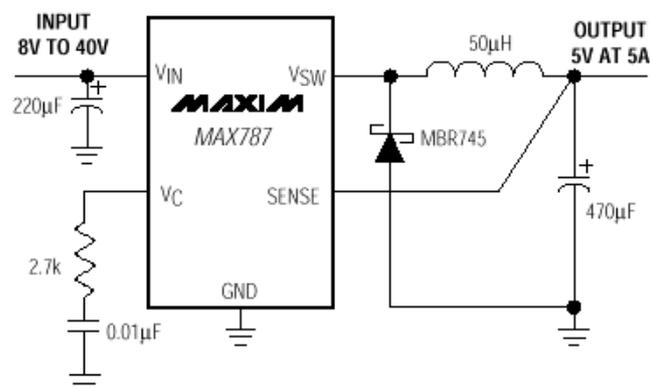
R4 1 Ohm 1/2 Watt

Q1 MJE34 oder ähnlicher PNP-Schalttransistor

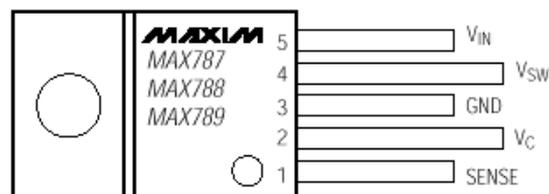
Q2 2N3055 oder ähnlicher NPN-Schaltransistor

## DC/DC-Wandler

Bisher haben wir lineare Längsregler betrachtet, die einen beachtlichen Teil der Energie in Verlustwärme umsetzen, um eine stabile Versorgungsspannung bereitzustellen. Die Verlustleistung beträgt beispielsweise bei einer Eingangsspannung von 30 Volt und einem Strom von nur 1 A bei einer Ausgangsspannung von 12 Volt bereits 18 Watt  $((30-12V) * 1A)$ . Diese enorme Leistung wird im Wärme umgesetzt und muss über ein Kühlblech an die Luft abgegeben werden. Moderne Schaltregler vermeiden diesen Nachteil, da sie eine wesentlich bessere Leistungseffizienz aufweisen. Das spart Strom, ermöglicht kleine Kühlkörper und geringere Abmessungen der Gesamtschaltung. Der MAX787 ist ein Step-Down-Wandler, Step-Down bedeutet hierbei lediglich, dass die am Ausgang bereitgestellte Spannung geringer ist als die Eingangsspannung, die in diesem Beispiel bis zu 40 Volt betragen kann. Der MAX787 liefert 5 Volt, sein Bruder MAX788 ist für 3,3 Volt, und der MAX789 für 3 Volt Ausgangsspannung ausgelegt. Alle Regler dieser Familie liefern 5 A Strom, ausreichend für eine weite Palette von Anwendungen! Für den Betrieb der IC werden nur wenige externe Bauelemente benötigt, da der Leistungsschalter, Oszillator und die Steuerelektronik auf dem Chip integriert sind. Die Schaltfrequenz beträgt 100 kHz, der Eigenstromverbrauch beträgt nur 8,5 mA. Die folgende Abbildung illustriert den geringen Schaltungsaufwand:



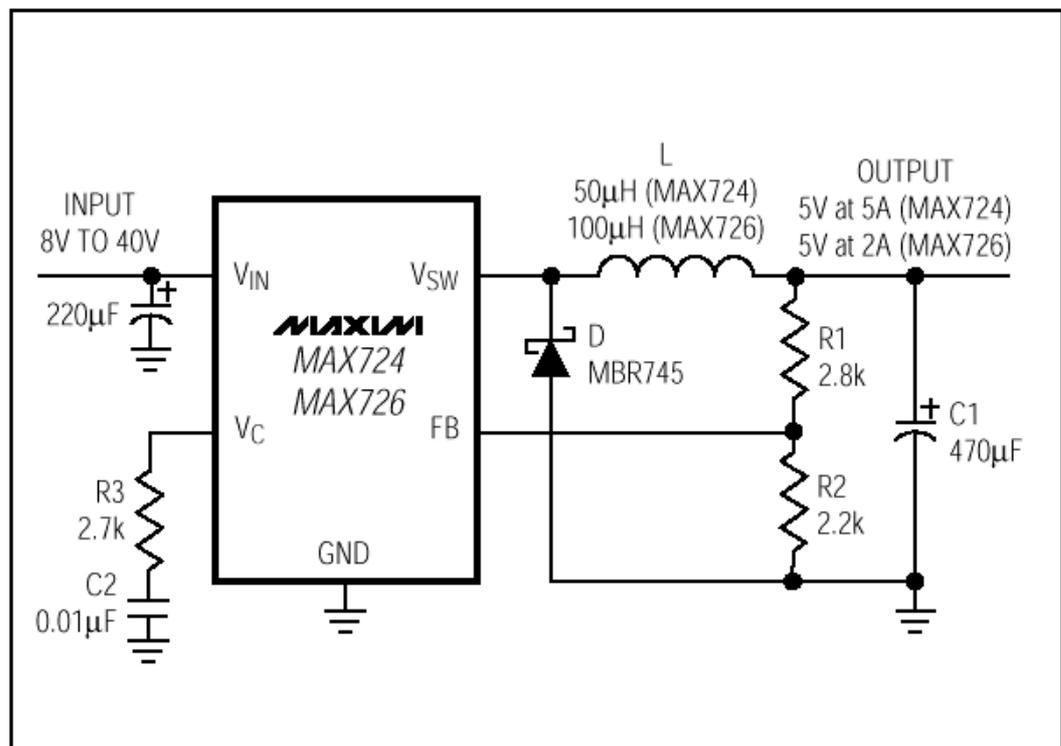
Beschaltung laut Datenblatt, Abbildung: Maxim



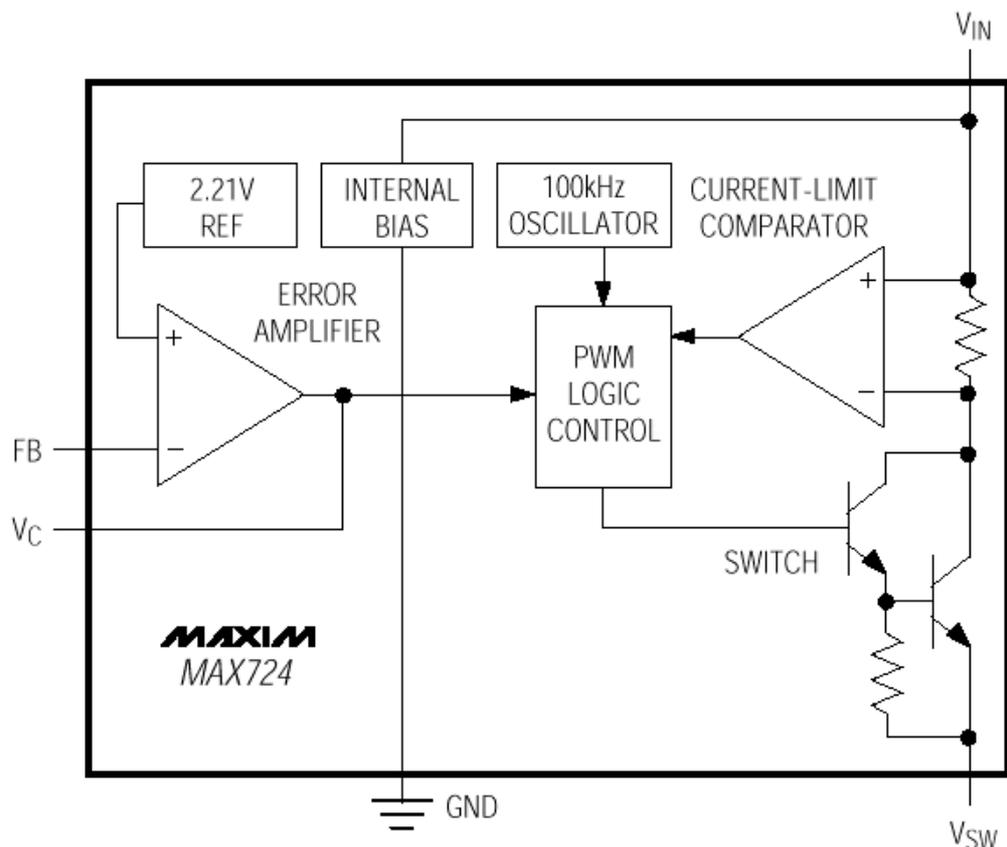
5-PIN TO-220

Das TO-220 Gehäuse mit 5 Pins beherbergt einen leistungsfähigen Step-Down Konverter, Abbildung: Maxim

Neben den Schaltreglern mit fester Ausgangsspannung liefert die Industrie auch getaktete Regler, dessen Ausgangsspannung über einen Spannungsteiler regelbar sind. Ein typischer Vertreter dieser Gattung ist der MAX724. Das IC ist vom Aufbau her weitgehend identisch mit den zuvor betrachteten MAXen.



Die auf den FB -Eingang geführte Spannung des Spannungsteilers bestimmt die Ausgangsspannung, Abbildung: Maxim



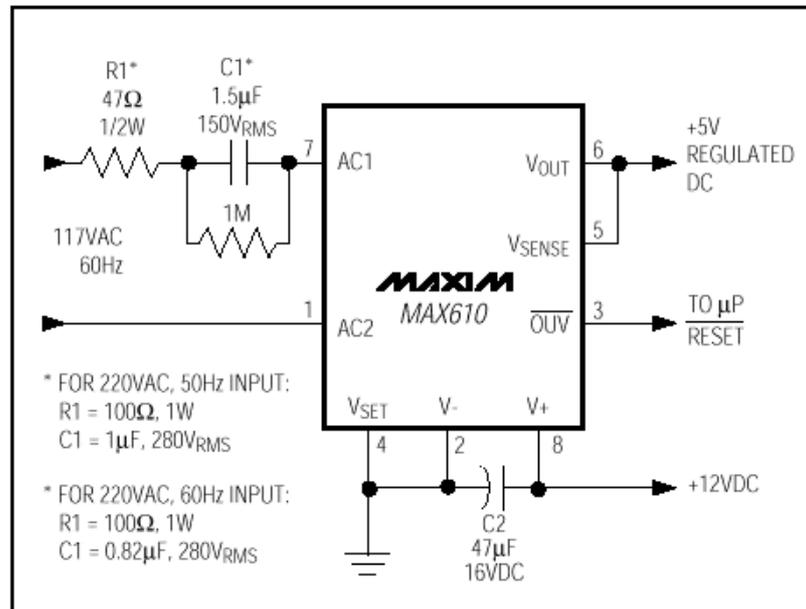
Blockschaltbild des MAX724, Abbildung: Maxim

Der 100 kHz-Oszillator aktiviert den Leistungsschalter (Switch) zu Beginn eines jeden Zyklus und es fließt Strom. Etwas später im selben Zyklus unterbricht er den Stromfluss, dessen Zeitpunkt abhängig vom Signal des Error-Amplifiers ist. Dieser wiederum bekommt seine Information vom FB-Eingang und der 2,21 Volt Referenzspannung.

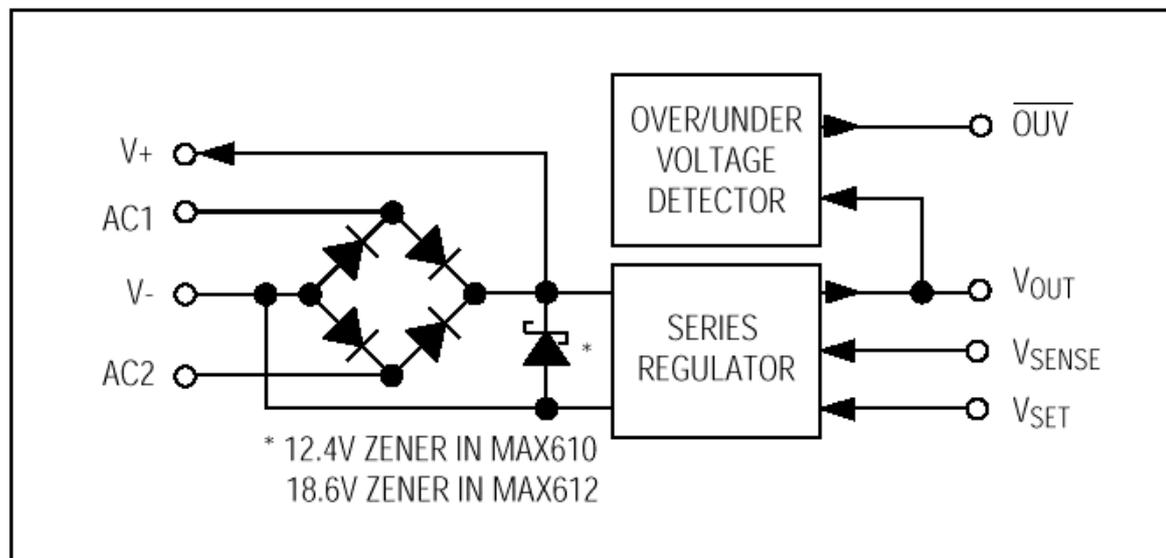
### Netzteil auf einem Chip

Eine interessante integrierte Schaltung ist das IC MAX610, sofern eine sehr Platz sparende Spannungsversorgung für 5 Volt mit ca. 50 mA benötigt wird. Es handelt sich um einen AC/DC-

Wandler, der ein (fast) komplettes Netzteil auf einem Chip integriert. Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf viele Kleinleistungsanwendungen, insbesondere für 5V-versorgte Geräte wie Mikrocontroller und ähnliche digitale Elektronik. Bei der Realisierung einer Schaltung mit MAX610 kann sogar auf den Trafo verzichtet werden, da an den Eingängen AC1 und AC2 eine Wechselspannung bis 220/230 Volt angelegt werden kann (siehe Abbildung). Aus Sicherheitsgründen sollte man jedoch einen kleinen Netztrafo verwenden, um die Schaltung sicher vom Netz zu trennen. Und was immer gilt: Beim Aufbau eines Netzteiles sind die VDE-Vorschriften zu beachten!



Der MAX610 als 5Volt-Netzteil direkt an 110/220 Volt Netzspannung



Der MAX610 enthält alles, was man für ein Netzteil benötigt

Literatur:

[N1HFX, Mike Martell: The Adjustable Voltage Regulator

[N1HFX, Mike Martell: Build A High Performance Voltage Regulator From Discrete Components

[Zur Tipps-Seite](#)

Copyright Michael Wöste