



# Step-up-Wandler 12 V/24 V für Lademodule

**Durch diesen Step-up-Wandler können Lademodule für höhere Zellenzahlen, die eine Eingangsspannung von 24 V benötigen, z. B. auch an einem 12-V-Akku betrieben werden. Bei einer Ausgangsspannung von 24 V liefert diese Schaltung einen maximalen Ausgangedauerstrom von 3 A bei einem Wirkungsgrad von ca. 90 %.**

## Hoch gesetzt

Elektronikgeräte mit hohem Spannungsbedarf, etwa Akku-Lader für hohe Zellenzahlen oder Notebooks, sind in 12-V-Netzen, wie wir sie in Fahrzeugen, Caravans, Booten und vielen Klein-Solaranlagen inklusive des dazugehörigen Akkus finden, nicht betreibbar. Da es hier auch um recht hohe Ströme geht, ist das Problem nur mit einem leistungsfähigen Aufwärtswandler zu lösen, wie wir ihn hier vorstellen.

Der Aufwärts- oder Step-up-Wandler

ist zwar auf die Bedürfnisse des ELV-Lademoduls ALC 100 zugeschnitten, kann jedoch auch für die Versorgung anderer Geräte, wie beispielsweise die erwähnten Notebooks, eingesetzt werden. Er gibt 24 V Gleichspannung bei einem maximalen Strom von 3 A ab.

So kann man etwa den ALC 100 auf dem Modellflugplatz am normalen 12-V-Kfz-Bordnetz betreiben, ein wirkliches Plus in puncto Ladetechnologie, denn dieser leistungsfähige Lader bekommt leere Akkus besonders komfortabel und schnell wieder fit. Auch andere Lader, die eine 24-V-Eingangsspannung benötigen, sind so mobil einsetzbar.

## Schaltung

Die Schaltung des Wandlers ist in Abbildung 1 dargestellt. Zentrales Element ist der Schaltregler IC 1, der bereits alle Funktionsbaugruppen für die Realisierung eines solchen Wandlers enthält. So kann die Peripherie mit relativ geringem Aufwand erstellt werden.

Um eine niedrige Spannung in eine höhere umzuwandeln, benötigt man einen Step-up-Wandler, so wie er mit dieser Schaltung realisiert wurde. Um die Funktionsweise eines solchen Step-up-Wandlers besser verstehen zu können, sind in Abbildung 2 nur die wesentlichen Bauteile dargestellt. Es gibt im Betrieb zwei unterschiedliche Schaltphasen:

### Schalter (Transistor) T 1 geschlossen:

Es fließt ein Strom über den Schalter „T 1“ und die Drosselspule L 2, wobei der Strom ansteigt – es wird Energie in der Spule L 2 gespeichert. Die Last  $R_L$  wird mit der gespeicherten Energie in den Elkos C 3/C 5 versorgt (Abbildung 2a).

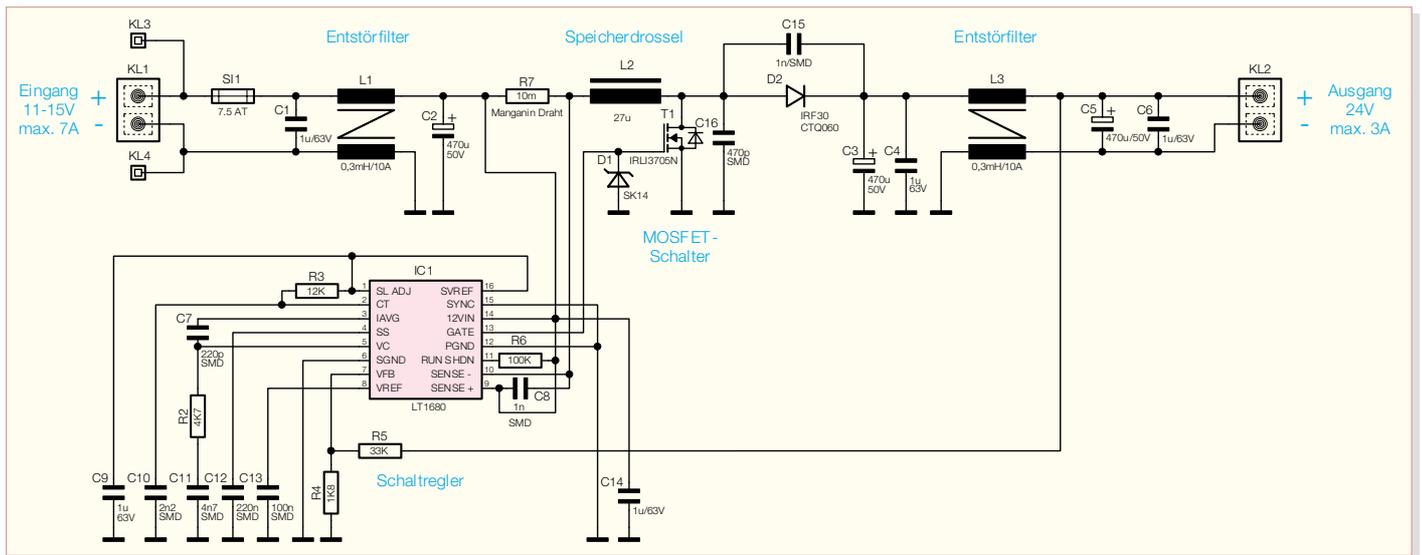
### Schalter (Transistor) T 1 offen:

Wird nun der Schalter „T 1“ geöffnet, kann der Stromfluss durch L 2 aufrechterhalten werden, da in dieser Betriebsphase die Diode D 2 leitend ist. Die Spule gibt die gespeicherte Energie wieder ab.

Hierbei addiert sich die Spulenspannung zur Eingangsspannung, wodurch am Aus-

### Technische Daten: SUW 12/24

Eingangsspannung: ..... 11–15 V<sub>DC</sub>  
Eingangsstrom: ..... max. 7 A  
Ausgangsspannung: ..... 24 V  
Ausgangsstrom: ..... 3 A Dauerstrom  
Wirkungsgrad: ..... max. 90 %  
Abmessungen(Platine): 121 x 60 mm  
Betrieb im Bereich der StVZO nicht erlaubt.



**Bild 1: Schaltbild des Step-up-Wandlers**

gang eine höhere Spannung ansteht (Abbildung 2b).

Die Höhe der Ausgangsspannung wird durch das Tastverhältnis, mit dem der Schalter „T 1“ geschaltet wird, bestimmt. Bei einem Tastverhältnis von 50 % ergibt sich am Ausgang eine Spannungsverdopplung. Rein rechnerisch ist die zugeführte Leistung (Eingangsspannung x Eingangsstrom) genauso groß wie die durch  $R_L$  entnommene Leistung (Ausgangsspannung x Ausgangsstrom). Bedingt durch Verluste, die insbesondere durch die Spule L 2 und den Spannungsabfall über D 2 hervorgerufen werden, ergibt sich aber noch immer ein Wirkungsgrad von bis zu 90 %.

Die Regelung des Tastverhältnisses wird von der Steuerelektronik, dem Schaltregler IC 1, realisiert. Hierzu wird die Ausgangsspannung über den Spannungsteiler,

bestehend aus R 5 und R 4, gemessen und mit der internen Referenz (1,25 V) verglichen – also findet hier ein Soll-Wert/Istwert-Vergleich statt. Das Tastverhältnis wird von IC 1 so weit nachgeregt, bis die Spannung an Pin 7 von IC 1 genau 1,25 V entspricht. Der Spannungsteiler ist so dimensioniert, dass sich eine Ausgangsspannung von genau 24 V ergibt. Die Arbeitsfrequenz des Schaltreglers IC 1 beträgt ca. 70 kHz und wird von den Bauteilen R 3 und C 10 bestimmt.

Die Entstörfilter (L 1 und L 3) am Ein- und Ausgang sind notwendig, um geltende EMV-Bestimmungen zur Aussendung von Störstrahlungen einzuhalten.

### Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die

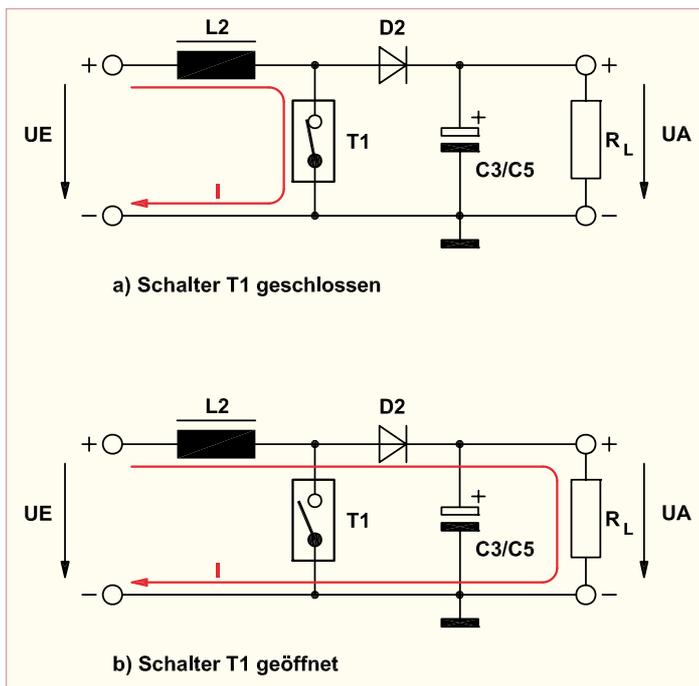
bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite), werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

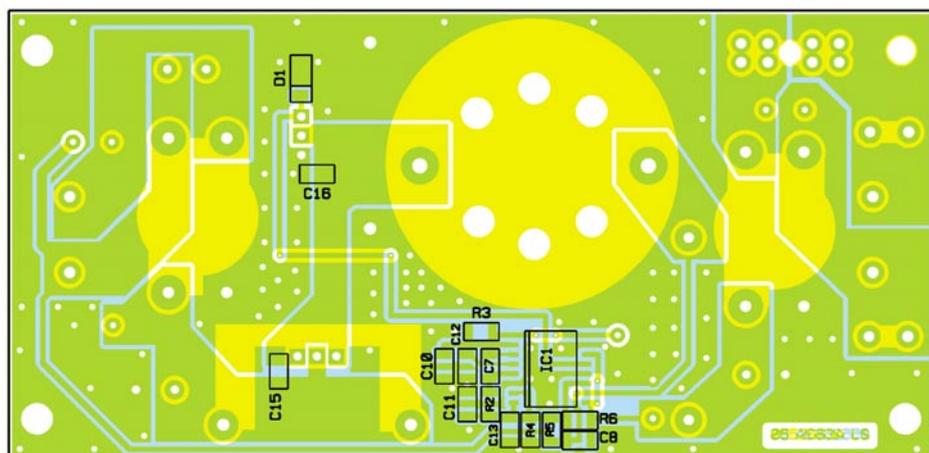
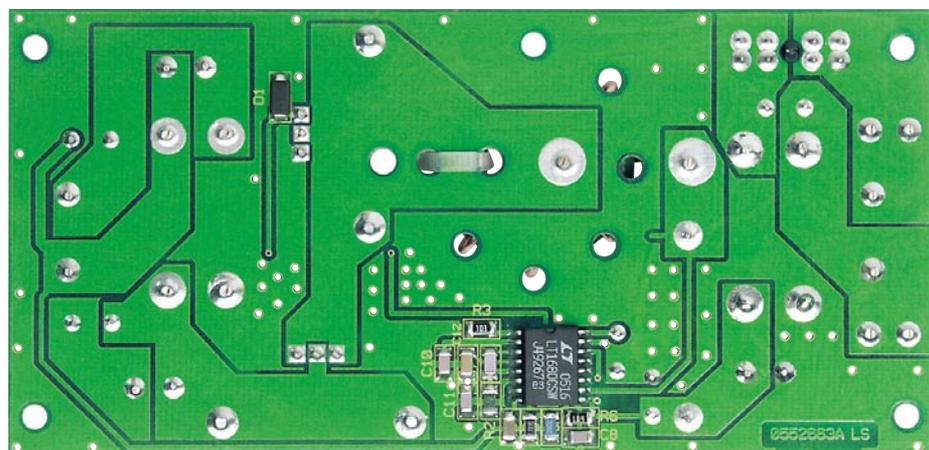
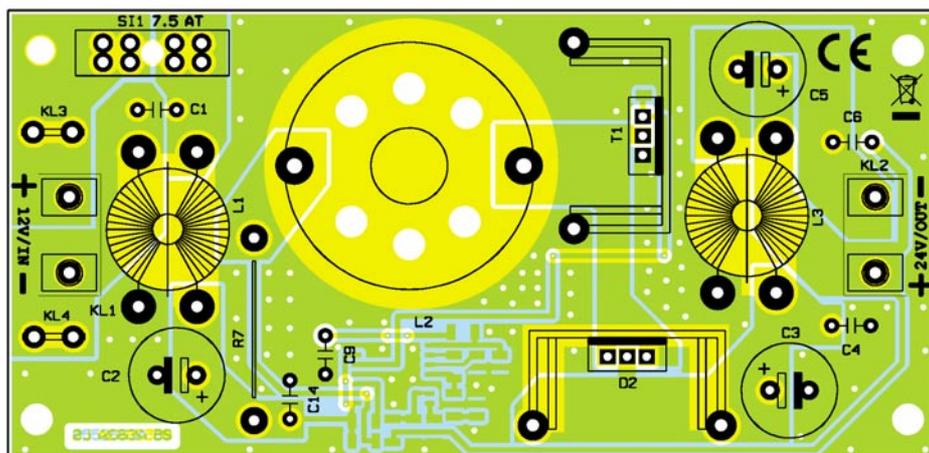
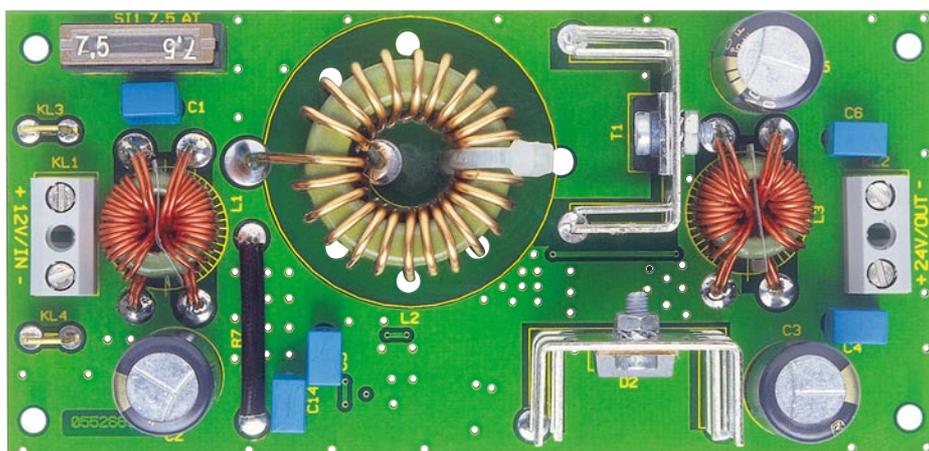
Hierbei sollte man mit größter Sorgfalt vorgehen, denn die Schaltung arbeitet später mit hohen Eingangsströmen von bis zu 7 Ampere! Eine gute Orientierungshilfe für die Bestückung gibt auch das Platinenfoto.

Beim Einsetzen der Halbleiter (Transistoren und Dioden) sowie der gepolten Kondensatoren (Elkos) ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind am Pluspol gekennzeichnet, die Einbaulage der Halbleiter ergibt sich aus dem Platinendruck. Letztere sind vor dem Verlöten an einen Kühlkörper zu montieren, wie folgend beschrieben.

Der Schalttransistor T 1 sowie die Diode D 2 müssen gekühlt werden und sind deshalb mit einem entsprechenden Kühlkörper zu versehen. Die Befestigung am Kühlkörper (vor dem Verlöten der Anschlüsse) erfolgt mit jeweils einer Schraube M 3 x 8 mm, einer Fächerscheibe und einer M3-Mutter. Der Widerstand R 7 besteht aus einem Manganindrahtabschnitt. Dieser wird mit einem Gewebeisolierschlauch überzogen, auf Rastermaß abgewinkelt und plan auf



**Bild 2: Funktionsweise eines Step-up-Wandlers**



Ansicht der fertig bestückten Platine des Step-up-Wandlers mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

### Stückliste: 12-V/24-V-Step-up-Wandler

#### Widerstände:

3 cm Manganindraht, 0,376 Ω/m	R7
1,8 kΩ/SMD/1206	R4
4,7 kΩ/SMD/1206	R2
12 kΩ/SMD/1206	R3
33 kΩ/SMD/1206	R5
100 kΩ/SMD/1206	R6

#### Kondensatoren:

220 pF/SMD/1206	C7
470 pF/SMD/1206	C16
1 nF/SMD/1206	C8, C15
2,2 nF/SMD/1206	C10
4,7 nF/SMD/1206	C11
100 nF/SMD/1206	C13
220 nF/SMD/1206	C12
1 µF/63 V/MKTC1, C4, C6, C9, C14	
470 µF/50 V/105 °C	C2, C3, C5

#### Halbleiter:

LT1680CSW/SMD	IC1
IRLI3705	T1
SK14/SMD	D1
30CTQ060	D2

#### Sonstiges:

- Stromkompensierte Ringkern-Drossel, 0,3 mH, 10 A ..... L1, L3
- Drosselspule 27 µH/15 A, liegend ..... L2
- Netzanschlussklemme, 2-polig ..... KL1, KL2
- Kfz-Flachstecker print, stehend ..... KL3, KL4
- Kfz-Flachsicherung, 7,5 A ..... SI1
- Kfz-Sicherungshalter, print, gerade ..... SI1
- 2 Kühlkörper
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 2 Muttern, M3
- 2 Fächerscheiben, M3
- 2 cm Gewebeisolierschlauch, ø 2 mm

der Platine bestückt. Das Verlöten dieser Leistungsbauteile sowie auch der anderen Bauteile muss aufgrund der hohen, fließenden Ströme mit reichlich Lötzinn erfolgen. Nach dem Einsetzen und Verlöten der Klemmen und des Sicherungshalters ist der Nachbau abgeschlossen. Zuletzt ist noch die Sicherung in den Sicherungshalter einzusetzen.

Für den Gehäuseeinbau steht ein passendes unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, in das noch entsprechende Bohrungen für Ein- und Ausgangsleitungen einzubringen sind. Beim Anschluss von Spannungsquelle und Verbrauchern ist darauf zu achten, dass die dazu eingesetzten Leitungen einen ausreichenden Leitungsquerschnitt entsprechend der Strombelastung aufweisen (Mindest-Querschnitt 1 mm<sup>2</sup>). **ELV**