

# DC/DC- Leistungskonverter

**Der DC/DC-Leistungskonverter dient zum Anschluss an Labor-Netzgeräte und ermöglicht Ausgangsströme, die das Netzgerät normalerweise nicht liefern kann, sofern nicht gleichzeitig eine hohe Ausgangsspannung gefordert ist.**

## Allgemeines

Die meisten Labor-Netzgeräte liefern maximale Ausgangsströme von 2 A bis 3 A (je nach Modell), während die Ausgangsspannungen in der Regel bis zu 20 V oder mehr einstellbar sind. Wird z. B. bei 6 V ein Strom von 4 A benötigt, ist das Netzteil nicht mehr in der Lage, diesen zu liefern, obwohl die geforderte Leistung weit unterhalb der maximalen Ausgangsleistung des Netzteils liegt.

Für Abhilfe sorgt der hier vorgestellte DC/DC-Leistungskonverter, der einfach zwischen das Netzgerät und den Verbraucher mit hoher Stromaufnahme zu schalten ist. Die Schaltung arbeitet auf Basis eines Step-down-PWM-Schaltreglers und kann bis zu 6 A Ausgangsstrom liefern.

Am Labor-Netzgerät wird eine möglichst hohe Ausgangsspannung (20 V bis

35 V) eingestellt, und die Strombegrenzung ist auf den maximalen Wert zu stellen. Die erforderliche Ausgangsspannung wird am DC/DC-Leistungskonverter eingestellt, wobei ein Einstellbereich von ca. 3 V bis 12 V zur Verfügung steht. Neben einer Überstrom-Schutzschaltung verfügt der Leistungskonverter auch über eine einstellbare Strombegrenzung von ca. 1,5 A bis 6 A. Solange die Strombegrenzung aktiv ist, wird dieser Zustand mit Hilfe der zugehörigen LED angezeigt.

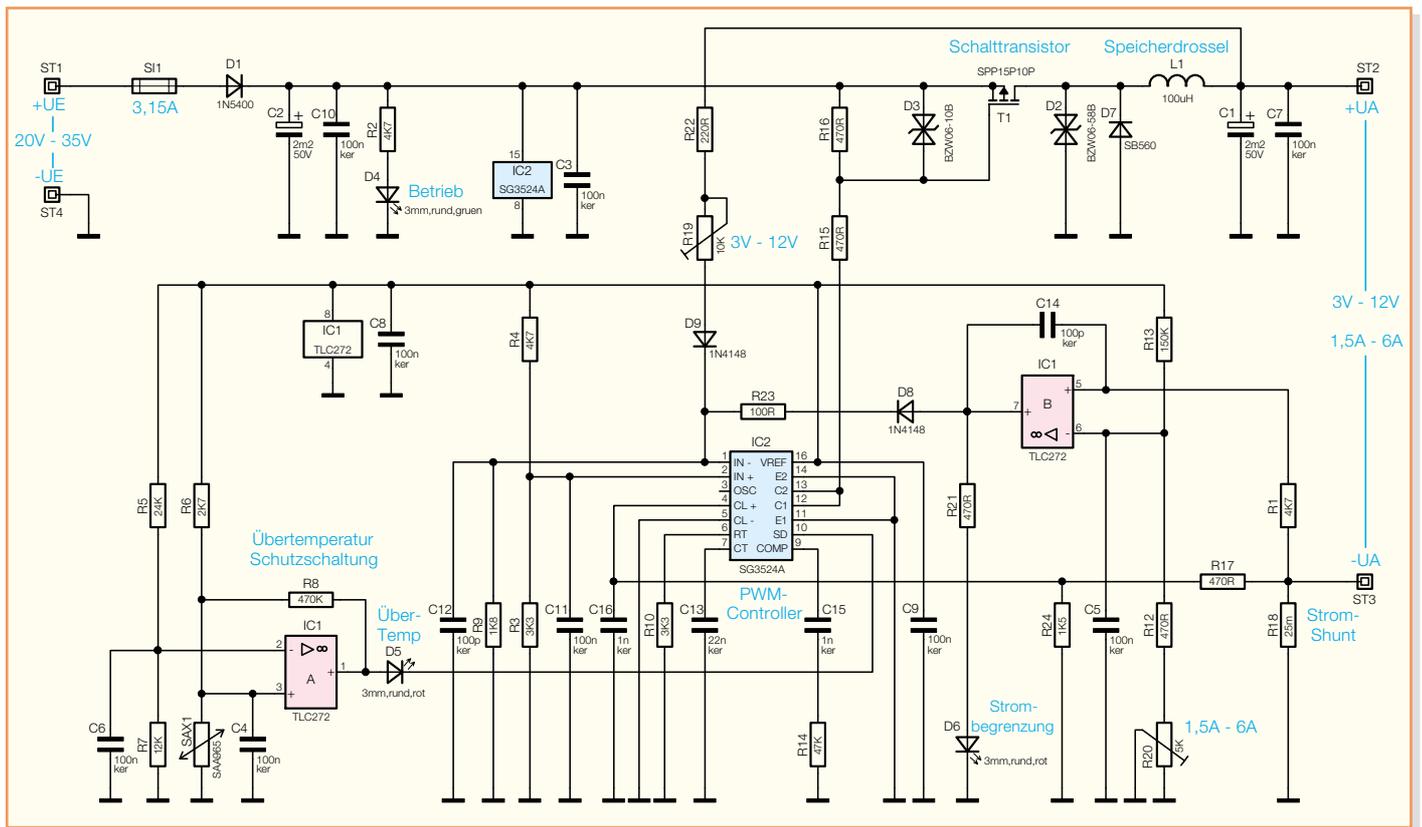
Die Überlastung des DC/DC-Leistungskonverters verhindert eine integrierte Temperatur-Schutzschaltung, deren Ansprechen durch eine rote LED signalisiert wird. In diesem Fall wird die Ausgangsspannung abgeschaltet und automatisch wieder zugeschaltet, sobald die Temperatur entsprechend abgesunken ist.

## Schaltung

Die Schaltung des DC/DC-Leistungs-

### Technische Daten: DC/DC-Leistungskonverter DCL 100

Eingangsspannung: .....	20 V bis 35 V DC
Ausgangsspannung: .....	einstellbar von ca. 3 V bis 12 V
Ausgangsstrom: .....	einstellbar von ca. 1,5 A bis 6 A
Anzeigen: .....	Betrieb, Strombegrenzung, Übertemperatur
Platinenabmessungen: .....	119 mm x 67 mm



**Bild 1: Schaltbild des DC/DC-Leistungskonverters**

konverters (Abbildung 1) konnte mit recht wenig Aufwand realisiert werden. Zentrales Bauelement ist der bereits in vielen ELV-Schaltungen eingesetzte PWM-Schaltregler-Baustein SG3524. Dieses IC ist sehr flexibel einsetzbar, und alle Stufen zum Aufbau eines PWM-Step-down-Reglers sind integriert. Die im SG3524 integrierten Stufen sind im Blockschaltbild (Abbildung 2) zu sehen, wodurch die Funktionsweise der Schaltung verdeutlicht wird.

Zunächst wird aus der Eingangsspannung, die an Pin 15 anliegt, eine Referenzspannung von 5 V gewonnen, die an Pin 16 extern zugänglich ist. Diese stabilisierte Spannung wird zur Speisung des Operationsverstärkers IC 1 mit externer Beschaltung genutzt und auf den mit R 3, R 4 aufgebauten Spannungsteiler gegeben. Der hiermit erzeugte Sollwert von ca. 2 V gelangt direkt auf den nicht invertierenden Eingang des in IC 2 integrierten Fehlerverstärkers.

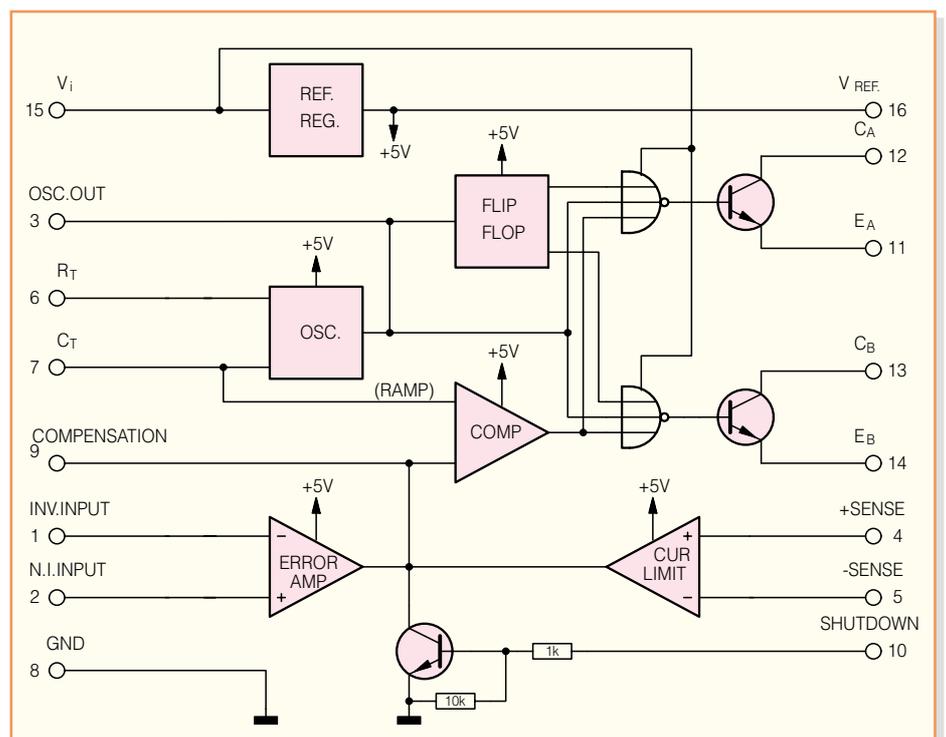
Betrachten wir zuerst die Spannungsreglung, wo der Istwert vom Ausgang (ST 2) über R 22, R 19 und D 9 auf den invertierenden Eingang (Pin 1) des Fehlerverstärkers gelangt. Der Fehlerverstärker vergleicht ständig die Eingangsgrößen miteinander und steuert über seinen an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschalteten Ausgang den integrierten Komparator und somit das Puls-Pausen-Verhältnis des Ausgangssignals. Durch Veränderung des

Widerstandes R 19 ist die Ausgangsspannung zwischen ca. 3 V und 12 V stufenlos einstellbar.

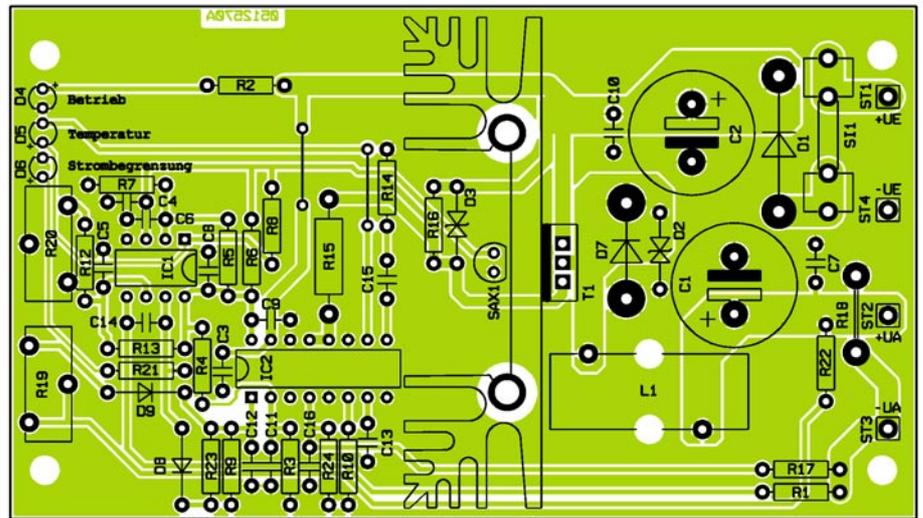
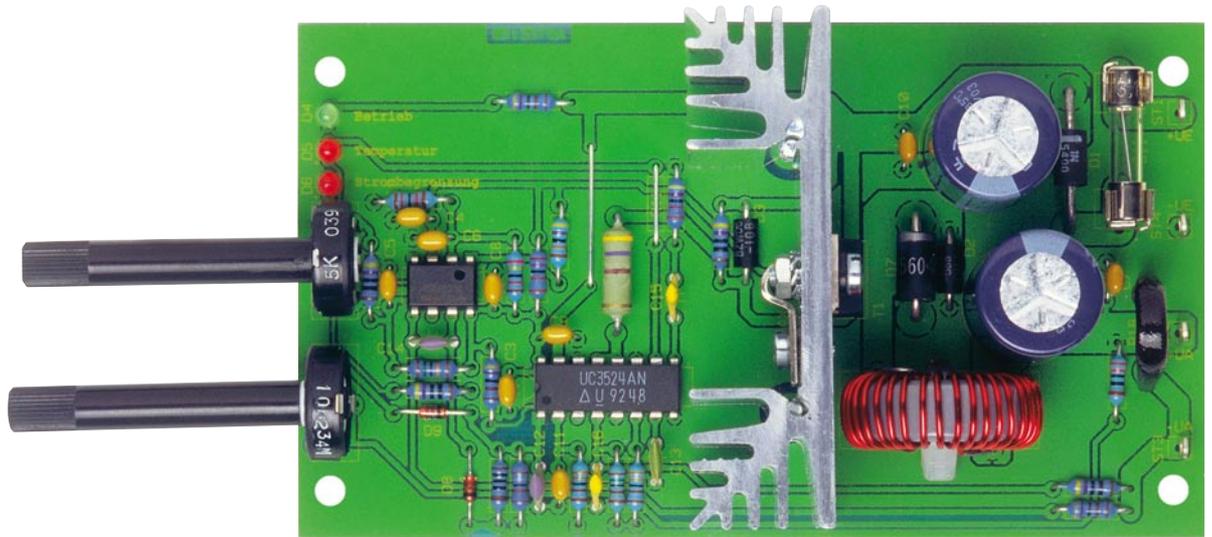
Die Taktfrequenz des Schaltreglers wird von der Beschaltung des integrierten Os-

zillators an Pin 6 mit einem Widerstand (R 10) und an Pin 7 mit einem Kondensator (C 13) bestimmt.

Über die im Baustein integrierten Treibertransistoren (an Pin 11 bis Pin 14) wird



**Bild 2: Interner Aufbau des SG3524**



Ansicht der fertig bestückten Platine des DC/DC-Leistungskonverters mit zugehörigem Bestückungsplan

der FET-Schalttransistor T 1 mit dem PWM-Signal gesteuert. Hierbei handelt es sich um einen selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FET.

Solange der Transistor durchgesteuert ist, fließt der Strom über T 1 und die Speicherdrossel L 1 zum Verbraucher sowie in den Pufferelko C 1 und über den Shunt-Widerstand R 18 zurück.

In der darauf folgenden Phase wird der FET gesperrt, wobei aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie der Stromfluss über die Schottky-Diode D 7 aufrechterhalten bleibt (Gegeninduktion).

Die Spannung am Shunt-Widerstand R 18 ist direkt proportional zum Ausgangsstrom. Dieser Spannungsabfall wird über R 1 auf den nicht invertierenden Eingang des mit IC 1B aufgebauten Komparators gegeben. Hier erfolgt nun ein ständiger Vergleich mit der am invertierenden Eingang anliegenden Komparatorschwelle, die mit R 20 veränderbar ist. Das Ausgangssignal des Komparators gelangt über D 8 und

R 23 direkt auf den invertierenden Eingang des in IC 2 integrierten Fehlverstärkers.

Die chipinterne Strombegrenzung (an Pin 4, Pin 5) des SG3524 wird als schnelle Überstrom-Schutzschaltung genutzt. Sobald die Spannungsdifferenz zwischen Pin 4 und Pin 5 (Schaltungsmasse) 200 mV übersteigt, wird der Ausgangsstrom des Reglers begrenzt.

Mit IC 1A und externen Komponenten wurde eine Übertemperatur-Schutzschaltung realisiert. IC 1A arbeitet als Komparator, dessen Komparatorschwelle durch die Widerstände R 5 und R 7 bestimmt wird. Der Temperatursensor SAX 1 ist direkt am Kühlkörper des Schalttransistors T 1 montiert und wird mit steigender Temperatur hochohmiger.

Sobald die Spannung an Pin 3 die Komparatorschwelle übersteigt, wechselt der Pegel am Ausgang (Pin 1) von „Low“ nach „High“. Über die Leuchtdiode D 5 zur Über-temperaturanzeige wird der Schaltregler am Shutdown-Eingang (Pin 10) gesperrt.

Die vom Labornetzteil kommende Eingangsspannung wird an ST 1 gegenüber Schaltungsmasse (ST 4) zugeführt. Über die Sicherung SI 1 und die Verpolungs-Schutzdiode D 1 gelangt die Spannung auf den Pufferelko C 2, den Schaltregler-Baustein IC 2 und direkt zur Endstufe (T 1). Die über R 2 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 4 zeigt die Betriebsbereitschaft an.

## Nachbau

Der praktische Aufbau des DC/DC-Leistungskonverters ist einfach, da ausschließlich konventionelle bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen. Alle Bauelemente finden auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 119 x 67 mm Platz.

Trotz der einseitigen Leiterbahnführung ist nur eine Drahtbrücke erforderlich, die zuerst zu bestücken ist.

Vier Lötstifte mit Öse (ST 1 bis ST 4) sind stramm in die zugehörigen Platinen-

## Stückliste: DC/DC-Leistungskonverter DCL 100

### Widerstände:

5cm Manganindraht, 0,659 Ω/m ..	R18
100 Ω .....	R23
220 Ω .....	R22
470 Ω .....	R12, R16, R17, R21
470 Ω/2W .....	R15
1,5 kΩ .....	R24
1,8 kΩ .....	R9
2,7 kΩ .....	R6
3,3 kΩ .....	R3, R10
4,7 kΩ .....	R1, R2, R4
12 kΩ .....	R7
24 kΩ .....	R5
47 kΩ .....	R14
150 kΩ .....	R13
470 kΩ .....	R8
PT15, stehend, 5 kΩ .....	R20
PT15, stehend, 10 kΩ .....	R19

### Kondensatoren:

100 pF/ker .....	C12, C14
------------------	----------

1 nF/ker .....	C15, C16
22 nF/ker .....	C13
100 nF/ker .....	C3–C11
2200 µF/50 V/105 °C .....	C1, C2

### Halbleiter:

TLC272 .....	IC1
SG3524 .....	IC2
SPP15P10P .....	T1
1N5400 .....	D1
BZW06-58B .....	D2
BZW06-10B .....	D3
SB560 .....	D7
1N4148 .....	D8, D9
LED, 3 mm, Grün .....	D4
LED, 3 mm, Rot .....	D5, D6

### Sonstiges:

Speicherdrossel, 100 µH, offene Version .....	L1
--	----

Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965) .....	SAX1
4 Lötstifte mit Lötöse .....	ST1–ST4
Sicherung, 3,15 A, träge .....	SI1
1 Platinsicherungshalter, print ...	SI1
2 Kunststoff-Steckachsen 6 mm ø x 16,8 mm	
1 Glimmerscheibe .....	TO-220
1 Isolierbuchse .....	TO-220
1 Zylinderkopfschraube, selbstschneidend, M3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 10 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Sensorschelle	
1 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C	
1 Kühlkörper SK185, bearbeitet	
1 Tube Wärmeleitpaste	
4 cm Gewebeisolierschlauch, ø 2 mm	
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

bohrungen zu pressen und mit viel Lötzinn sorgfältig zu verlöten.

Danach werden die Anschlüsse der 1%igen Metallfilmwiderstände auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt und an der Platinenunterseite leicht angewinkelt. Nach dem Umdrehen der Leiterplatte werden dann alle Widerstände in einem Arbeitsgang verlötet und die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Mit möglichst kurzen Anschlüssen sind danach die Keramik Kondensatoren zu bestücken. Auch hier werden, wie bei allen bedrahteten Bauteilen, die überstehenden Drahtenden direkt nach dem Verlöten abgeschnitten.

Es folgen die Dioden, deren Polarität (mit Ausnahme der beiden Transildioden) an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet ist. Die Transilschutzdioden D 2 und D 3 dürfen mit beliebiger Polarität bestückt werden, und bei D 1 und D 7 ist ein Abstand von 1 mm zur Leiterplattenoberfläche erforderlich.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters eingelötet und gleich im Anschluss hieran mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

Die beiden integrierten Schaltkreise sind an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite durch eine Gehäusekerbe oder durch eine

Punktmarkierung gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung muss mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Besonders wichtig ist auch die korrekte Polarität bei den als Nächstes zu bestückenden Elektrolytkondensatoren, da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können. Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Die Anschlüsse der Speicherdrossel L 1 werden so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, und danach ist die Drossel mit einem Kabelbinder auf der Leiterplatte zu befestigen. Nach dem Verlöten sind auch hier die überstehenden Drahtenden abzuschneiden.

Danach werden die beiden Einstellpotis bestückt, wobei beim Verlöten eine zu große Hitzeeinwirkung auf die Bauteile zu vermeiden ist.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Montage des Leistungs-FET T 1 und des Temperatursensors SAX 1 am Kühlkörper, wobei beide Komponenten zur Verringerung des Wärmeübergangswiderstandes mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen sind. Beim Temperatursensor ist dabei zu beachten, dass die abgeflachte Seite am Kühlkörper anliegen muss. Die Montage erfolgt dann mit der zugehörigen Schelle und einer selbstschneidenden Zylinderkopfschraube.

Der Transistor wird mit einer Schraube M3 x 8 mm, Isolierbuchse, Glimmerscheibe, Zahnscheibe und Mutter am Kühlkörper

befestigt. Die Glimmerscheibe ist beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Nachdem die Komponenten montiert sind, wird der Kühlkörper mit 2 Schrauben M3 x 10 mm auf die Leiterplatte montiert, wobei darauf zu achten ist, dass die Anschlüsse der am Kühlkörper montierten Bauelemente durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden. Danach sind die Bauteilanschlüsse sorgfältig zu verlöten.

Kommen wir nun zum Shunt-Widerstand R 18, der aus einem Manganindrahtabschnitt von 40 mm Länge herzustellen ist. Bei einem Widerstandswert von 0,659 Ω/m müssen nach dem Einlöten 38 mm wirksame Drahtlänge bleiben. Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, ist der Draht mit einem Gewebe-Schutzschlauch zu überziehen.

Die zuletzt einzulötenden Bauelemente sind die 3 Leuchtdioden, deren Anschlüsse ca. 5 mm hinter dem Gehäuseaustritt im rechten Winkel abzuwinkeln sind. Zur Polaritätskennzeichnung ist die Anodenseite (+) durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die erforderliche Einbauhöhe beträgt 11 mm.

Nach dem Einpressen der zugehörigen Achsen in die Poti-Öffnungen ist vor der ersten Inbetriebnahme eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern durchzuführen.

Danach erfolgt ein erster Funktionstest. Ist dieser Test zur Zufriedenheit ausgefallen, steht dem bestimmungsgemäßen Einsatz nichts mehr entgegen. 