

## 5 V aus einer Zelle - 3-V/5-V-DC/DC-Konverter

Elektronische Geräte werden immer kleiner, kann da die Spannungsversorgung mithalten? Unser kleiner Step-up-Wandler ist speziell für den Betrieb mit Batterien als Spannungsquelle ausgelegt. Die Besonderheit liegt in der sehr niedrigen Eingangsspannung, die sogar den Betrieb mit nur einer Batteriezelle (1,5 V) erlaubt. Es können zwei verschiedene Ausgangsspannungen (3 V und 5 V) eingestellt werden.

### Technische Daten: SUW3-5

Spannungsversorgung:	Eingang UE (UA = 3 V) 1,2 V bis 3 V Eingang UE (UA = 5 V) 1,5 V bis 5 V Eingang UE' (UA = 3 V) 1 V bis 3 V Eingang UE' (UA = 5 V) 1,7 V bis 5 V
Stromaufnahme (Stand-by):	0,05 $\mu$ A
Ausgangsspannungen:	3 V oder 5 V
Ausgangsstrom:	max. 60 mA
Unterspannungsabschaltung/-wiederzuschaltung:	1,2 V/1,7 V
Wirkungsgrad:	bis 90 %
Sonstiges:	Enable-Eingang (Stand-by), Ausgang kurzschlussfest, Überhitzungsschutz
Abmessungen Platine (B x H):	14 x 25 mm

### Aus nur einer Batterie ...

Das schönste kompakte Schaltungsdesign verliert seinen Wert, wenn zur Spannungsversorgung eine ganze Reihe voluminöser Batterien oder Akkus benötigt wird. Selbst eine einfache LED kann den Elektroniker da in puncto Spannungsversorgung vor Probleme stellen. Deshalb geht die Tendenz bei nicht allzu stromhungrigen Geräten hin zur Versorgung mit einer Zelle. 3-, 6- oder 12-V-Zellen sind meist aber keine Lösung, ihre Kapazitäten reichen bei einem Strombedarf oberhalb weniger Milliampere nur für gelegentlichen Betrieb. Also bietet sich ein Spannungswandler als Lösung an. Jedoch nur wenige Step-up-Wandler (Schaltungen zur Spannungserhöhung) sind in der Lage, auch mit Eingangsspannungen unterhalb von 1,5 V noch einwandfrei zu funktionieren. Hier bedarf es spezieller Technik. Denn jeder Spannungsverlust,

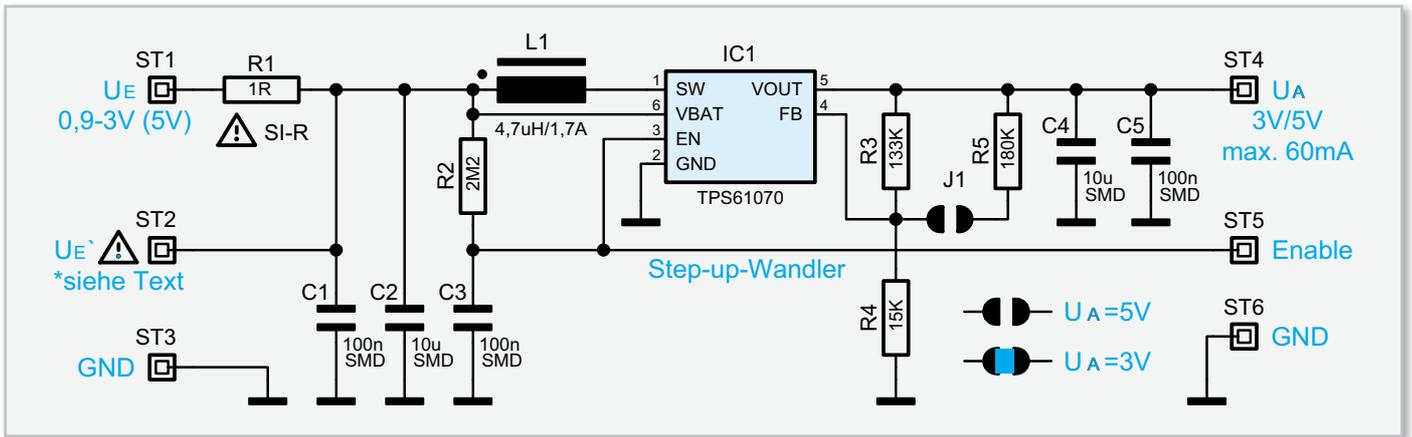


Bild 1: Schaltbild des Spannungswandlers

auch wenn es sich auf den ersten Blick nur um eine geringe Spannung handelt, führt zu einer Verschlechterung der Schaltungseigenschaften.

„Normale“ MOSFETs können in einer solchen Schaltung als Schalttransistor nicht eingesetzt werden, da sie in der Regel eine Gate-Source-Spannung von mehr als 2 V benötigen. Auch an die Speicherspule werden hohe Anforderungen gestellt, wie z. B. ein niedriger ohmscher Widerstand sowie eine hohe Güte. Vor allem bei kleinen mechanischen Abmessungen (SMD-Technik) der Spule ist dies nicht ganz einfach. In der hier vorgestellten Schaltung kommt ein Chip des Herstellers Texas Instruments zum Einsatz, der speziell für diese Anforderungen entwickelt wurde. Er vermag, aus einer Spannung bis herab zu 1 V/1,5 V, eine Ausgangsspannung von 3/5 V zu generieren. Ein leistungsloser Fernsteuereingang ermöglicht das einfache Einschalten des Spannungswandlers, und mehrere Schutzschaltungen bewahren Spannungswandler und Batterie vor Schaden. Damit hat man eine sehr universell einsetzbare Baugruppe für das Betreiben kleiner Geräte zur Verfügung, die bei einem mittleren Strombedarf eine Betriebsspannung von 3 oder 5 V benötigen, wie Mikrocontroller, Datenlogger, LED-Schaltungen, Anzeigergeräte usw.

## Schaltung

Wie man im Schaltbild (Abbildung 1) erkennt, besteht die Schaltung des DC/DC-Konverters im Wesentlichen nur aus dem integrierten Schaltkreis IC 1, eines TPS61070 des Herstellers Texas Instruments, und wenigen externen Bauteilen. In Abbildung 2 ist das Blockschaltbild vom TPS61070 dargestellt. Aus diesem und aus vielen vorausgegangenen Schaltungsbeschreibungen von Spannungswandlern im „ELVjournal“ ergibt sich die Funktionsweise einer solchen Schaltung, weshalb wir an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen wollen. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt wahlweise über die Anschlüsse UE (ST 1) oder UE' (ST 2) und den GND-Anschluss ST 3. Der Unterschied zwischen diesen beiden Eingängen ist der, dass ST 1 mit einem Sicherungswiderstand R 1 abgesichert ist, und ST 2 direkt zur Schaltung führt. Wann man welchen Eingang nutzen sollte, ist im Abschnitt „Inbetriebnahme“ beschrieben. Die Ausgangsspannung wird über den Spannungsteiler R 3, R 4 und R 5 heruntergeteilt und auf den „Feedback“-Eingang (FB Pin 4) von IC 1 geführt. Die interne Elektronik von IC 1 regelt die Ausgangsspannung so weit nach, bis sich an diesem Eingang eine Spannung von

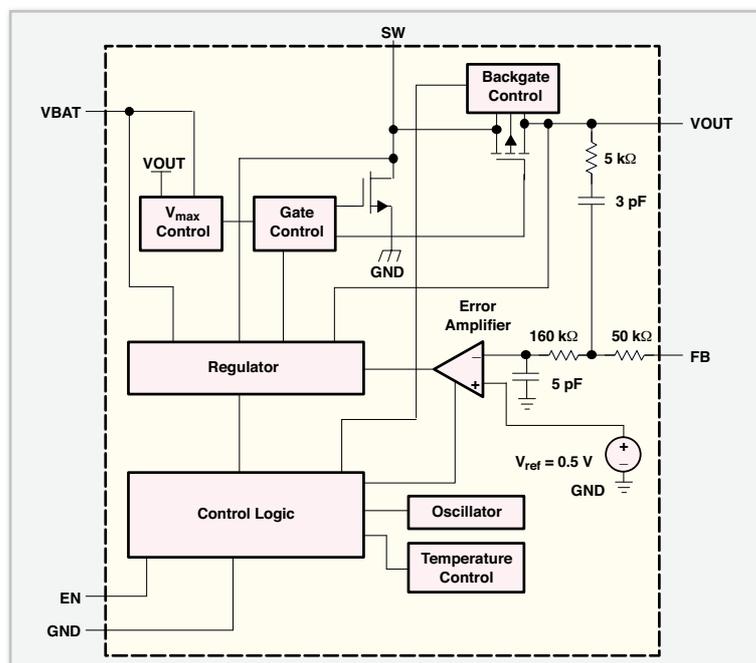


Bild 2: Das Blockschaltbild des TPS61070 veranschaulicht die Funktion des Step-up-Wandlers.



Platinenbilder mit Bestückungsdruck: links von der Oberseite, rechts von der Unterseite (Darstellung vergrößert auf 115 %)

0,5 V (Referenzspannung) einstellt. Das Spannungsteilerverhältnis bestimmt also die Ausgangsspannung. Mit Hilfe der Lötbrücke kann der Widerstand R 5 parallel zu R 3 geschaltet werden, wodurch sich das Verhältnis des Spannungsteilers ändert. So ergeben sich zwei mögliche Ausgangsspannungen: 3 V und 5 V. IC 1 besitzt zahlreiche Sicherheits-Features, als da wären: Abschaltung bei Unterspannung, Überhitzung oder Kurzschluss am Ausgang. Mit dem Enable-Eingang (ST 5) kann die Schaltung deaktiviert werden (Stand-by-Betrieb). Lässt man diesen Eingang offen, ist die Schaltung immer aktiv. Wird dieser Eingang auf Masse (GND) geschaltet, so befindet sich die Schaltung im Stand-by-Betrieb, sie verbraucht dann lediglich 0,05  $\mu$ A.

## Nachbau

Die Schaltung findet auf einer kleinen doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 14 x 25 mm Platz, die mit SMD-Bauteilen in sehr kleinen Bauformen bereits vorbestückt ist. Das Handling dieser kleinen Bauteile wäre auch für einen geübten Hobbyelektroniker sehr kompliziert, so dass nur eine maschinelle Bestückung in Frage kommt. Daher beschränkt sich der Nachbau auf die Kontrolle der Platine auf eventuell vorhandene Lötzinnbrücken, und die Platine kann sofort in Betrieb genommen werden.

## Inbetriebnahme

Der Spannungsversorgungsbereich ist abhängig von der gewählten Ausgangsspannung und davon, welcher Eingang (UE

oder UE') verwendet wird. In den technischen Daten ist zu erkennen, welcher Spannungsbereich für welche Ausgangsspannung bzw. den gewählten Eingang gilt.

Für die Spannungsversorgung stehen zwei verschiedene Eingänge (UE und UE') zur Verfügung.

Der Grund hierfür ist folgender: Batterien können meist recht hohe Ausgangsströme liefern. Schließt man eine Batterie kurz, kann durch Überhitzung ein Brand ausgelöst werden. Nach der Verordnung für Niederspannungsgeräte muss dieser Fall abgesichert werden. Dies kann durch eine Sicherung oder durch Verwendung von kurzschlussfesten Batterien erfolgen.

Ist man sich nicht sicher, ob diese Bestimmungen bzw. Maßnahmen eingehalten werden, sollte man auf jeden Fall den Eingang UE (ST 1) zur Spannungsversorgung verwenden. Dieser Eingang hat jedoch gegenüber dem zweiten Eingang UE' (ST 2) einen kleinen Nachteil, nämlich den, dass über den Sicherungswiderstand (R 1) eine Spannung abfällt, wodurch die Schaltung eine etwas höhere minimale Eingangsspannung benötigt (siehe Tabelle „Technische Daten“).

Die Ausgangsspannung wird mit der Lötbrücke J 1 festgelegt. Ist die Lötbrücke J 1 offen, beträgt die Ausgangsspannung 5 V. Schließt man die Lötbrücke (Kurzschluss durch Lötzinnbrücke), liegt eine Ausgangsspannung von 3 V an.

### Hinweis:

Die Eingangsspannung darf niemals größer als die gewählte Ausgangsspannung sein!

## Stückliste: 3-V/5-V-DC/DC-Wandler SUW3-5

### Widerstände:

Sicherungswiderstand 1 $\Omega$ /SMD/1206	R1
15 k $\Omega$ /1 %/SMD/0805	R4
133 k $\Omega$ /1 %/SMD/0805	R3
180 k $\Omega$ /1 %/SMD/0805	R5
2,2 M $\Omega$ /SMD/0805	R2

### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805	C1, C3, C5
10 $\mu$ F/SMD/1210	C2, C4

### Halbleiter:

TPS61070DDC/SMD/T1	IC1
--------------------	-----

### Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 4,7 $\mu$ H/1,7 A	L1
---	----

Mit dem Enable-Eingang (ST 5) kann die Schaltung auf einfache Weise ein- bzw. ausgeschaltet werden. Lässt man diesen Eingang einfach offen, ist die Schaltung immer aktiv.

Schließt man zwischen den Anschlusspunkten ST 5 und ST 3 einen kleinen Schalter an, so lässt sich hiermit die Schaltung – und wiederum der angeschlossene Verbraucher – bequem ein- und ausschalten.

Der Vorteil hierbei ist, dass kein Schalter in die Versorgungsspannungsleitung eingefügt werden muss, der durch seinen Kontaktwiderstand die Schaltung evtl. negativ beeinflusst (Herabsetzen der minimalen Eingangsspannung). Da das Schalten leistungslos erfolgt, ist der Enable-Eingang z. B. auch durch einen Mikroprozessor-Port ansteuerbar.

Sinkt die Batteriespannung unter den in den technischen Daten angegebenen Wert ab, schaltet IC 1 die Spannungswandlerschaltung ab. Steigt die Eingangs-Spannung wieder über den oberen Schwellenwert (1,2 V/1,7 V) an, so schaltet IC 1 die Spannung wieder zu.

Gleiches gilt auch für den Kurzschluss- und Überhitzungsschutz: Nach Normalisierung wird die Spannungsversorgung ebenfalls wieder zugeschaltet.