

Anwendungsbeispiel

Langlebiger Prototyp

Experimentierschaltung vom Breadboard direkt auf Lochrasterplatine übertragen

Mit dieser Lochrasterplatine ist es möglich, Schaltungen direkt von einem Steckboard auf eine Platine zu übertragen. Aus einer Versuchs- oder Experimentierschaltung wird dann ein stabiler, verlöteter Aufbau. Die Lochrasterplatine PAD5 hat identische Abmessungen und Bohrungen wie viele Steckboards (Breadboards) mit 830 Kontakten (siehe Anwendungsmöglichkeiten). Als besonderes Feature ist das PAD5 mit einer Spannungsversorgungseinheit ausgestattet, die auch separat betrieben werden kann.

PAD5

Bestell-Nr.
155289Bausatz-
beschreibung
und Preis:

www.elv.com



Infos zum Bausatz PAD5



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Löterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Vom Experimentieraufbau zur Praxisschaltung

Eine Schaltung auf einem Steckboard (Breadboard) aufzubauen und zu testen ist eine Sache, diese dann praxistgerecht z. B. auf einer Lochrasterplatine „nachzubauen“ eine andere. Ein Steckboard ist ein feines Hilfsmittel, wenn es um die Erprobung oder Entwicklung von Schaltungen geht. Leider ist das Ganze etwas wackelig und für den praktischen Einsatz nicht unbedingt geeignet. Möchte man die Schaltung dauerhaft in der Praxis einsetzen, beispielsweise in ein Gerät einbauen, führt kein Weg daran vorbei, die Schaltung auf einem Lochraster aufzubauen oder eine geeignete Platine zu ätzen. Letzteres ist aber aus der Mode gekommen, da der Umgang mit ätzenden oder giftigen Chemikalien nicht jedermanns Sache ist. Eine gut aufgebaute Lochrastererschaltung erfüllt in vielen Fällen auch seinen Zweck.

Die hier vorgestellte Prototypenplatine PAD5 soll diese Vorgehensweise erleichtern. Das Besondere an dem PAD5 ist, dass das Layout der Lochrasterplatine identisch ist mit vielen 830-poligen Steckboards, z. B. [1] Die Übertragung der Schaltung inklusive Verbindungsleitungen ist somit recht einfach und kann 1:1 erfolgen (siehe Bild 1).

Ein weiteres Feature ist die integrierte Spannungsversorgungseinheit mit zahlreichen unterschiedlichen Eingängen sowie stabilisierten



Spannungsausgängen für 3,3 V und 5 V. Diese Spannungsversorgungseinheit kann bei Bedarf von der Lochrasterplatine abgetrennt und separat betrieben werden. Die Elektronik dieser Spannungsversorgung ist besonders auf Betriebssicherheit ausgelegt und mit zahlreichen Maßnahmen gegen Kurzschluss und Überlast ausgestattet.

Schaltung

Die Schaltung der Spannungsversorgung ist in Bild 2 dargestellt. Die beiden USB-Buchsen J1 und J2 dienen zur reinen 5-V-Spannungsversorgung. Rein theoretisch könnte man diese beiden Eingänge mit einfachen Dioden entkoppeln, sodass keine gegenseitige Beeinflussung stattfindet. Dies hätte aber einen Spannungsabfall von ca. 0,3 V zur Folge. Aus diesem Grund setzen wir „elektronische Dioden“, realisiert mit P-Channel-MOSFETs, ein. Schauen wir uns die Funktionsweise am Beispiel Q1/Q2 an. Diese beiden MOSFETs bilden zusammen in Reihe geschaltet einen Schalter für analoge Spannungen. Beide Gate-Anschlüsse sind miteinander verbunden und liegen über R2 an Masse. In diesem Zustand sind beide MOSFETs leitend und bedingt durch den niedrigen Einschaltwiderstand der MOSFETs (ca. 40 mΩ) fällt über diesen „Schalter“ nur wenig Spannung ab. Beim zulässigen Nennstrom sind dies gerade mal 30 mV. Die Schaltung für den zweiten USB-Anschluss über die Buchse J2 ist identisch aufgebaut. Hier bilden die MOSFETs Q3 und Q4 den Schalter. Um den Fall abzusichern, dass beide USB-Anschlüsse Spannung führen, gibt es eine gegenseitige Verriegelung. Die geschieht mit den Dioden D1 und D2. Wie

schon beschrieben, sind die MOSFET-Schalter leitend, wenn das Gate an Masse liegt. Gibt man allerdings eine Spannung auf das Gate, sperrt der MOSFET. Liegt z. B. an J1 eine Spannung an (5 V) gelangt über D1 auch eine Spannung auf das Gate der MOSFET-Schalter (Q3/Q4), wodurch diese sperren. Im umgekehrten Fall wird über D2 der Schalter Q1/Q2 gesperrt, wenn J2 mit Spannung beaufschlagt wird. Zu beachten ist hierbei: Wenn beide USB-Eingänge gleichzeitig Spannung führen, wird keiner der beiden MOSFET-Schalter leitend und es erfolgt keine Spannungsversorgung.

Die Ausgänge der beiden beschriebenen MOSFET-Schalter führen zusammen auf den PTC-Widerstand RT1. Der Widerstandswert eines PTC erhöht sich, wenn der Nennstrom überschritten wird. Dies kann ein Kurzschluss hinter dem PTC oder eine Überlastung sein. Somit dient der PTC als selbststrückstellende Sicherung, denn wenn der Strom wieder im Normbereich liegt, der PTC sich also wieder abkühlt, sinkt auch der Widerstand des PTC. Vom PTC führt die 5-V-Spannung zum Ein-/Aus-Schalter S1A und anschließend auf den Anschluss +5 V der Auswahlstiftleisten J4 und J6. Mittels dieser Stiftleisten kann durch einen Jumper die gewünschte Betriebsspannung ausgewählt werden. Zur optischen Kontrolle für das Vorhandensein dieser Spannung dient die LED D9. Die 5-V-Spannung wird zusätzlich mit dem Spannungsregler VR1 vom Typ S1206B33 auf eine Spannung von 3,3 V stabilisiert. Auch hier dient eine LED (D10) als optische Kontrolle, ob diese Spannung vorhanden ist. Sie führt ebenfalls zu den erwähnten Stiftleisten J4 und J6.

Schauen wir uns nun die Spannungsversorgungseingänge für Spannungen im Bereich von 3–15 V an. Hierfür stehen eine Schraubklemme (X1) und eine DC-Hohlsteckerbuchse (J3) zur Verfügung. Beide Eingänge werden hier klassisch mit Dioden entkoppelt. Den Spannungsabfall von ca. 0,3 V über die Dioden nehmen wir in Kauf, da die Eingangsspannung variabel ist und dementsprechend erhöht werden kann. Wie schon im 5-V-Zweig befindet sich hier zum Schutz gegen Überlast und Kurzschluss ein PTC-Widerstand mit einem Nennstrom von 350 mA. Die Eingangsspannung nimmt nun zwei unterschiedliche Wege. Der kürzeste Weg führt über den

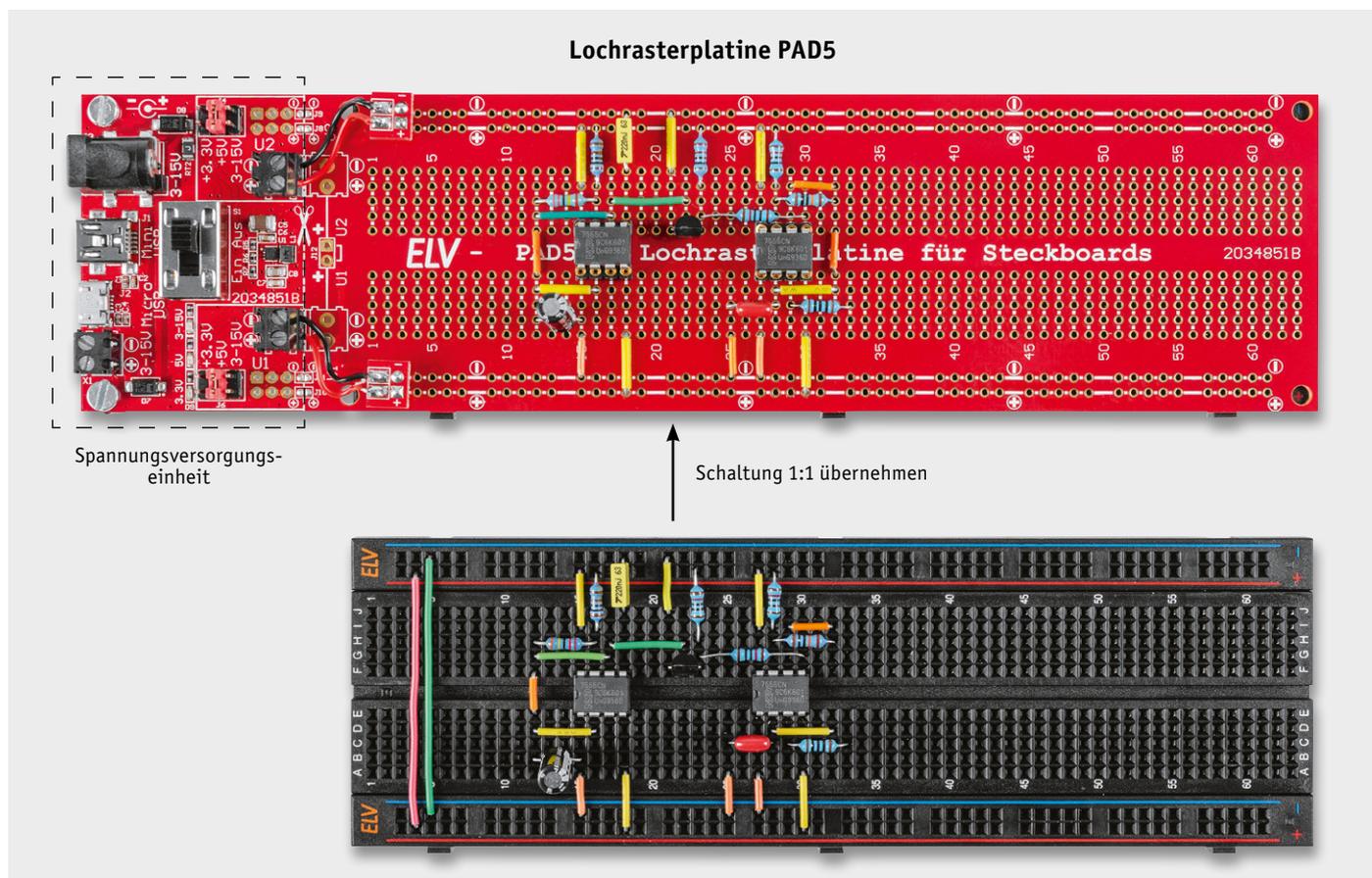


Bild 1: Vom Steckboardaufbau zur Lochrasterplatine

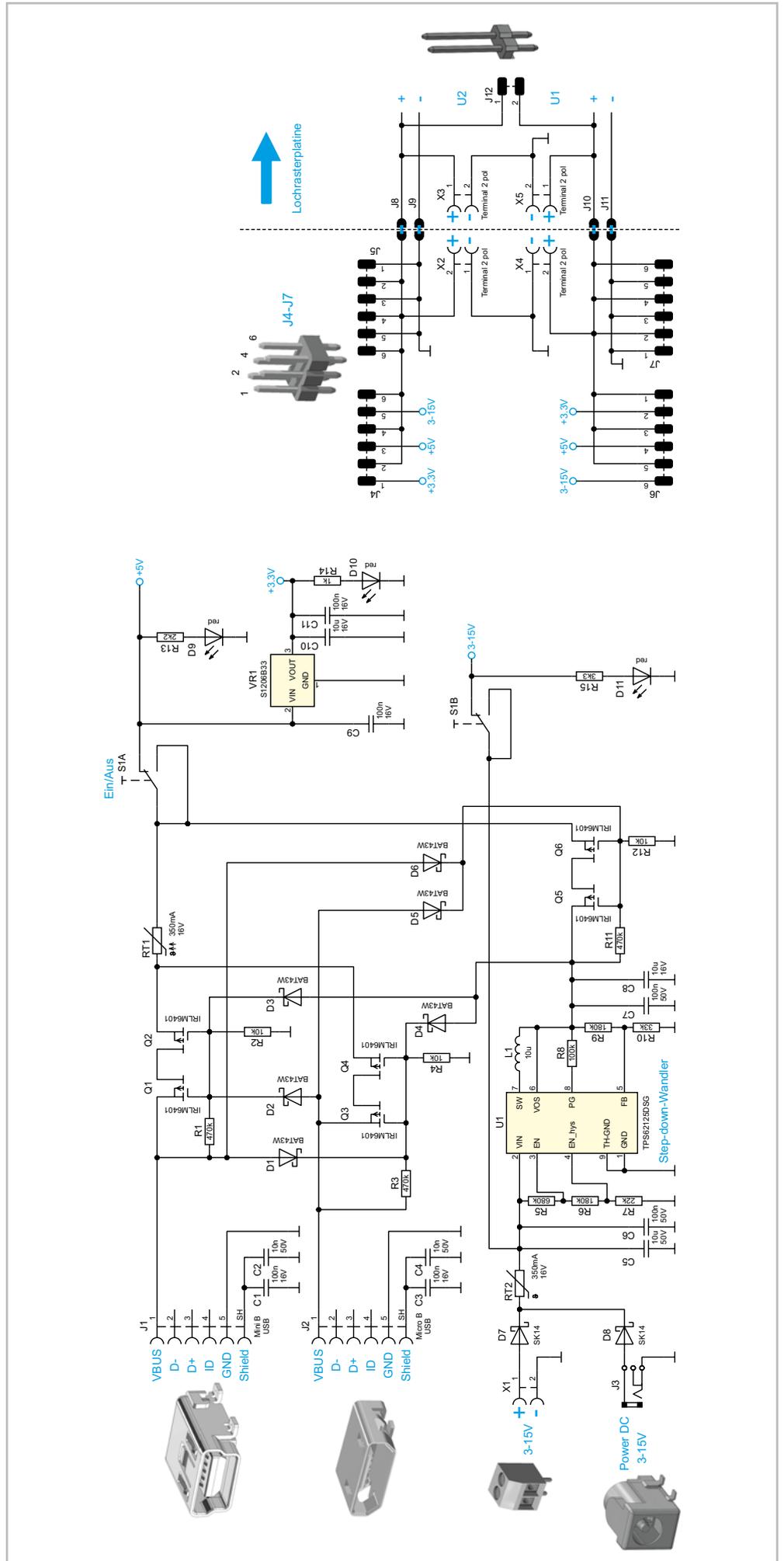


Bild 2: Schaltbild

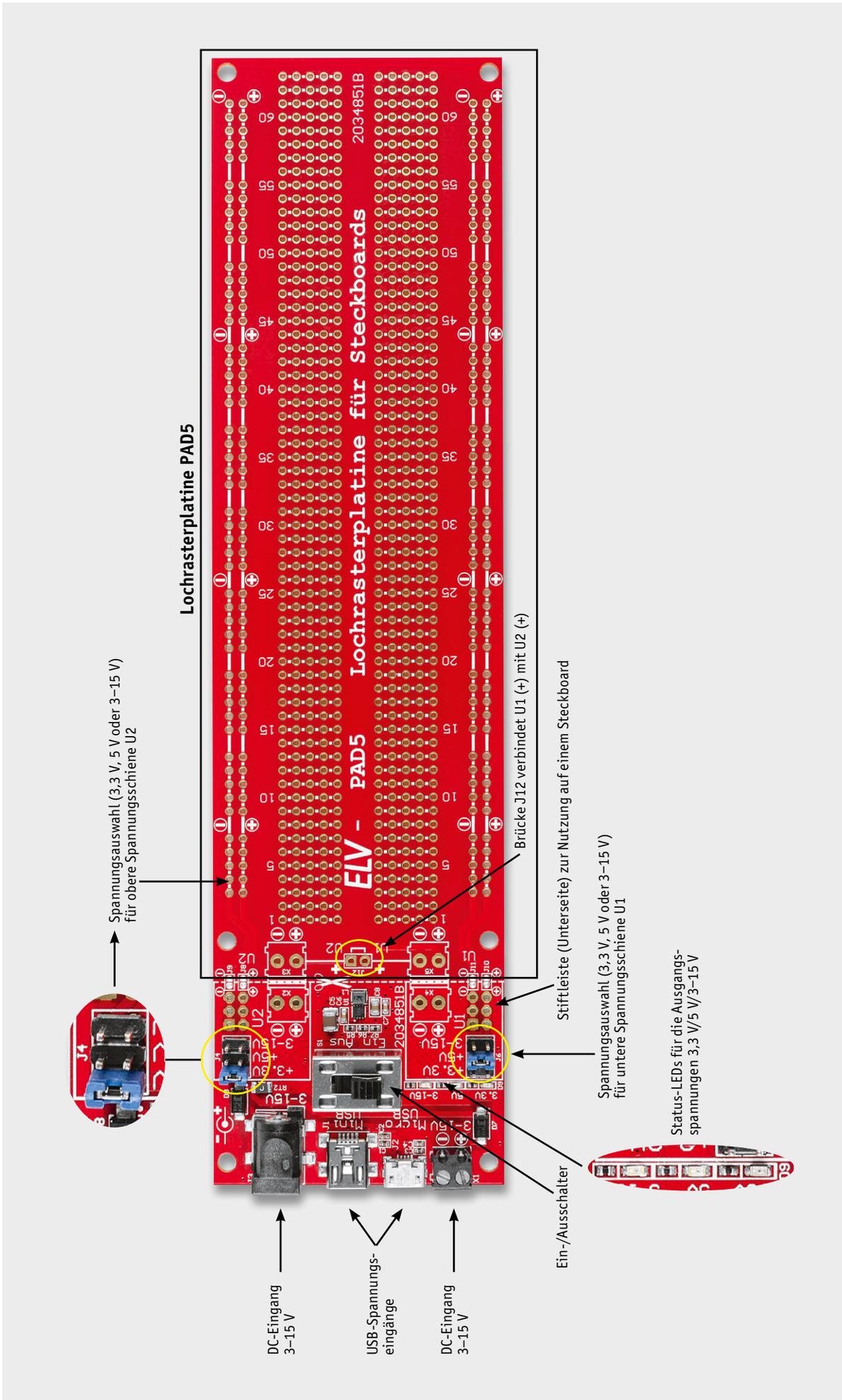


Bild 3: Die Platine des PAD5 in der Übersicht



Ein-/Aus-Schalter S1B direkt zu den Stiftleisten J4 und J6. Hier kann die Eingangsspannung abzüglich der Verluste durch die Dioden und den PTC 1:1 verwendet werden. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn Batterien zur Versorgung verwendet werden sollen. Die LED11 zeigt an, ob diese Spannung vorhanden ist. Bei Spannungsversorgung über die USB-Buchsen liegt hier keine Spannung an.

Ist die Eingangsspannung größer als 6 V, kommt der Step-down-Wandler U1 zum Einsatz. Dieser setzt die Eingangsspannung verlustarm auf eine Ausgangsspannung von 5 V herunter. Im Gegensatz zu einem Linearregler entsteht auch bei einer Eingangsspannung von 15 V nur eine geringe Verlustleistung und somit auch nur wenig Wärme. Der Step-down-Wandler ist ein Schaltregler mit einer Frequenz von ca. 1 MHz. In der Speicherspule L1 wird die Energie zwischengespeichert. Auf die detaillierte Funktionsweise eines Schaltreglers wollen wir hier nicht weiter eingehen. Weiterführende Informationen zur Funktionsweise von Schaltreglern gibt es unter [2].

Die Ausgangsspannung wird durch das Widerstandsverhältnis von R9 und R10 bestimmt und liegt bei ca. 5,1 V. Die Ausgangsspannung wird ebenfalls durch einen elektronischen Schalter, bestehend aus Q5 und Q6, von der USB-Spannungsversorgung entkoppelt. Mit den Dioden D3 bis D6 wird eine gegenseitige Verriegelung mit den USB-Eingängen erreicht, wodurch immer nur ein Spannungseingang aktiv sein kann.

Ein noch zu erwähnendes Feature des Step-down-Wandlers U1 dient der Eingangsspannungsüberwachung. Der Wandler startet durch die Beschaltung an EN_hys erst ab einer Eingangsspannung von ca. 6 V und schaltet beim Unterschreiten von 5,4 V wieder ab. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Eingangsspannung die notwendige Höhe von größer 6 V aufweist. Zudem ist der Wandler mit einer Überwachung gegen Kurzschluss und Überlast ausgestattet. Alle Schutzmaßnahmen zusammen machen die Elektronik des PAD5 fast unzerstörbar und gewährleisten einen sicheren Betrieb.

Platine

In Bild 3 ist die PAD5 mit den einzelnen Funktionsblöcken dargestellt. Die Platine gliedert sich in zwei große Blöcke: Der Spannungsversorgungseinheit und der Lochrasterplatine. Die Platine kann an der mit einer Schere gekennzeichneten Linie getrennt werden (siehe Abschnitt „Separate Verwendung der Platinen“).

Die Lochrasterplatine ist so gestaltet, dass das Lochbild der Bohrungen und die Verbindungen mit einem Standardsteckboard mit 830-Kontakten übereinstimmen. Wie wir später sehen werden, gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen, um die Schaltung vom Steckboard auf die Platine des PAD5 zu übertragen.

Die Spannungsversorgungsplatine bietet zahlreiche Anschlussmöglichkeiten zur Spannungsversorgung. Es stehen eine USB-Micro und eine USB-Mini-Buchse zur Verfügung. Hierdurch erfolgt eine Spannungsversorgung, dessen Ausgangsspannung auf 5 V festgelegt ist. Ein zusätzlicher Spannungsregler stellt, abgeleitet von dieser 5-V-Spannung, noch eine stabile Spannung von 3,3 V zur Verfügung. Zusammengefasst kann man sagen, dass bei einer Versorgung mit 5 V auch immer der 3,3-V-Ausgang genutzt werden kann.

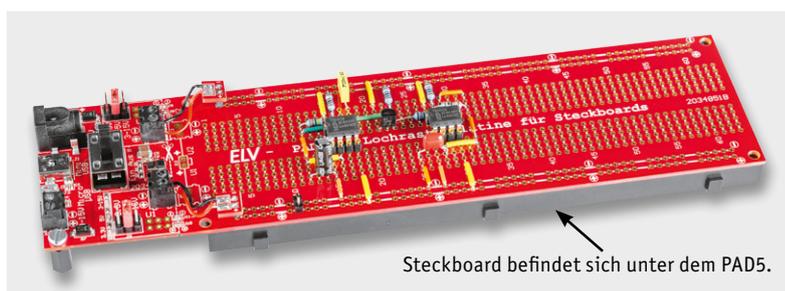


Bild 4: Das PAD5 direkt auf ein Steckboard gelegt

Die Lochrasterplatine hat zwei separate Spannungsschienen, die mit U1 und U2 gekennzeichnet sind. Dies ist vorteilhaft, wenn man z. B. zwei unterschiedliche Spannungen verwenden möchte. Die Auswahl, welche Spannung auf welche Spannungsschienen geführt werden soll, geschieht mittels 2x-3-poligen Stiftleisten, auf die ein Jumper aufgesteckt wird (Bild 3). Man kann aber auch beide Spannungsschienen mit der gleichen Spannung beaufschlagen.

Wird über die DC-Buchse oder die Klemmleiste eine Spannung zugeführt, stehen mehrere Optionen zur Verfügung. Die DC-Buchse ist zur Speisung mit einem Steckernetzteil gedacht, während die Klemmleiste universell verwendet werden kann, z. B. auch zur Speisung mit Batteriespannung oder einem Labornetzteil. Bezüglich der Spannungshöhe gibt es ein paar Hinweise zu beachten.

Ist die Eingangsspannung kleiner als 6 V, wie z. B. die einer 3-V-Batterie, stehen die Spannungsausgänge 3,3 V und 5 V nicht zur Verfügung, da der Spannungswandler eine minimale Spannung von 6 V benötigt. Aus diesem Grund gibt es auf der Platine für jede Spannung auch 3 LEDs, die den Status und somit das Vorhandensein der jeweiligen Spannung anzeigen. Speist man die Schaltung mit z. B. einer externen Spannung von 12 V, kann an den Stiftleisten für die Spannungsauswahl (J4 und J6) zwischen 3,3 V/5 V/12 V gewählt werden, und das für jede Spannungsschiene separat.

Wie im Abschnitt „Schaltung“ beschrieben, weist die Elektronik zahlreiche Schutzmaßnahmen gegen Kurzschluss und Überlastung auf. Was die Elektronik nicht kann, ist der Schutz vor Bedien- oder Anwendungsfehlern. Deshalb sollte man sich immer vergewissern, ob man die richtige Spannung an den beiden Stiftleisten ausgewählt hat und die verwendete Elektronik, z. B. ein Mikrocontrollermodul, diese Spannung auch „verträgt“. Ein „worst case“ wäre z. B., wenn man zur Spannungsversorgung ein 12-V-Steckernetzteil verwendet und damit ein MP3-Soundmodul mit einer zulässigen Spannung von 3,3 V betreiben möchte, dann aber den Jumper bei J4 oder J6 auf „3–15 V“ steckt. Es lässt sich leicht erahnen, was mit dem MP3-Modul passiert, wenn dieser mit 12 V statt mit 3,3 V versorgt wird. Deshalb lieber zweimal die korrekte Position der Jumper für die Spannungsauswahl kontrollieren.

Anwendungsmöglichkeiten

Ganz klassisch kann man auf einem entsprechenden Steckboard seine Schaltung aufbauen und dann diese Schaltung 1:1 auf die Platine des PAD5 übertragen, wie es in Bild 1 angedeutet ist.

Man kann die Bauteile aus dem Steckboard herausnehmen und dann auf das PAD5 wieder einsetzen. Falls man die Bauteile und Verbindungsbrücken in gleicher Menge noch einmal zur Verfügung hat, baut man die Schaltung zweckmäßigerweise doppelt auf und vermeidet so eventuell Fehler.

Nun wollen wir die zweite Möglichkeit aufzeigen, wie man die Schaltung auf die Lochraster übertragen kann. Hierzu wird die Lochrasterplatine des PAD5 direkt auf das Steckboard gelegt (siehe Bild 4).



Hierbei gilt es, die nachfolgenden Besonderheiten zu beachten.

Bei der Auswahl von Steckboards sollte man wissen, dass die Anordnung der Kontaktreihen unterschiedlich sein kann, auch wenn die Anzahl der Kontakte identisch ist (Bild 5). Hierbei geht es um die äußeren Spannungsschienen, deren Ausrichtung zum Kontaktfeld unterschiedlich sein kann.

Möchte man wie erwähnt, die Bauteile von einem Steckboard auf die Platine des PAD5 übertragen, spielt die in Bild 5 gezeigte unterschiedliche Anordnung der Kontakte keine Rolle.

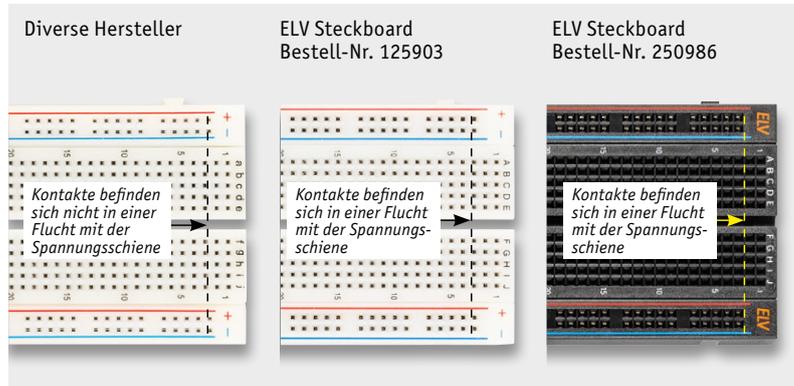


Bild 5: Unterschiede zwischen den Steckboards

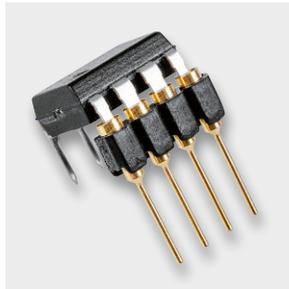


Bild 6: Mit einer speziellen Buchsenleiste werden die Anschlussbeine von ICs verlängert.

Die Bauteile werden von oben durch die Platine des PAD5 in das darunterliegende Steckboard geführt. Später wird die Lochrasterplatine vorsichtig vom Steckboard getrennt und die Bauteile können einfach verlötet werden. Es ist hierbei zu beachten, dass Anschlüsse der Bauteile eine gewisse Mindestlänge von ca. 6 mm aufweisen müssen, damit ein Kontakt zum Steckboard hergestellt wird. Bei Schaltkreisen im DIP-Gehäuse ist dies leider nicht der Fall. Hier kann man sich mit speziellen IC-Sockeln behelfen, die sehr lange Kontaktstifte haben.

Solche hochwertigen Buchsenleisten wurden früher unter anderem zur Verdrahtung in Wire-Wrap-Technik verwendet. Leider sind solche speziellen Buchsenleisten schwer zu beschaffen, sodass wir diese als Zubehör [3] für den Bausatz im ELVshop anbieten.

Auch die Spannungsversorgung muss „durch“ die Platine des PAD5 in das Steckboard erfolgen. Hierfür sind kleine Adapterplatinen vorhanden, die mit den Anschlussklemmen X2 und X4 verbunden werden (siehe Bild 7). Es stehen insgesamt vier Adapterplatinen zur Verfügung, von denen nur zwei für diesen Zweck verwendet werden. Die restlichen zwei Platinen können zur Stabilisierung der Lochrasterplatine auf dem Steckboard verwendet werden. Die kleinen Adapterplatinen werden mit einer extra langen Stiftleiste bestückt und mit einem kurzen Stück Litze versehen, wie in Bild 8 dargestellt. Beim Anschluss an die Klemmen X2 und X4 ist auf die richtige Zuordnung/Polung zu achten.

Das Bild 9 zeigt an einem Schaltungsbeispiel, wie das Ganze in dieser Form aussieht. Wer seine gekauften Steckbrücken nicht für diesen Anwendungsfall hergeben will, kann sich solche isolierten Drahtbrücken selbst herstellen. Dies ist im Abschnitt „Anfertigung von Steckbrücken“ beschrieben.

Nachdem man die Schaltung aufgebaut und erprobt hat, folgt ein etwas kniffliger Arbeitsschritt. Die Lochrasterplatine des PAD5 muss vom darunterliegenden Steckboard entfernt werden. Doch zuvor muss sichergestellt sein, dass die Bauteile beim Umdrehen und dem Entfernen vom Steckboard nicht herausfallen.

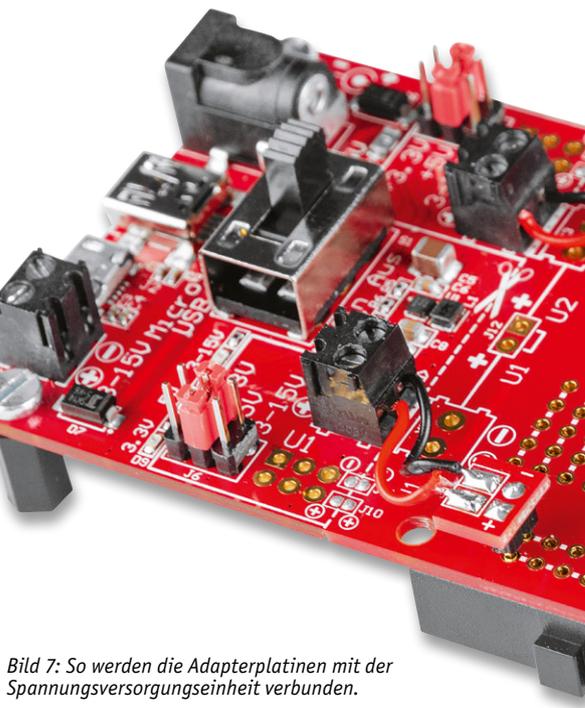


Bild 7: So werden die Adapterplatinen mit der Spannungsversorgungseinheit verbunden.

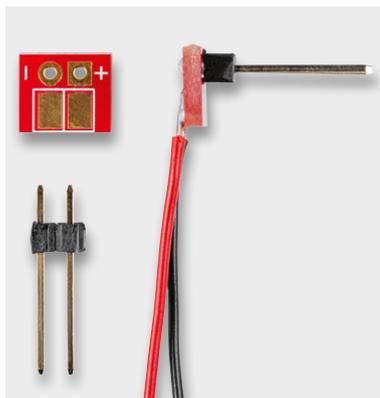


Bild 8: So werden die kleinen Adapterplatinen angefertigt.

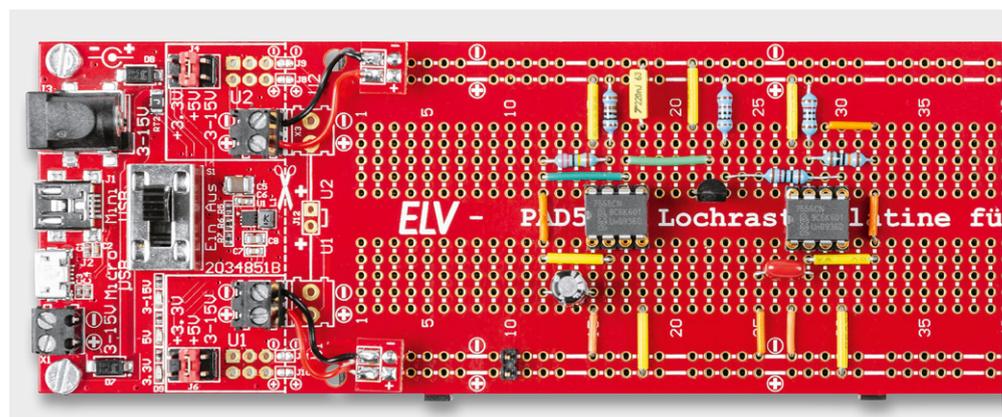


Bild 9: Beispielschaltung mit darunterliegendem Steckboard

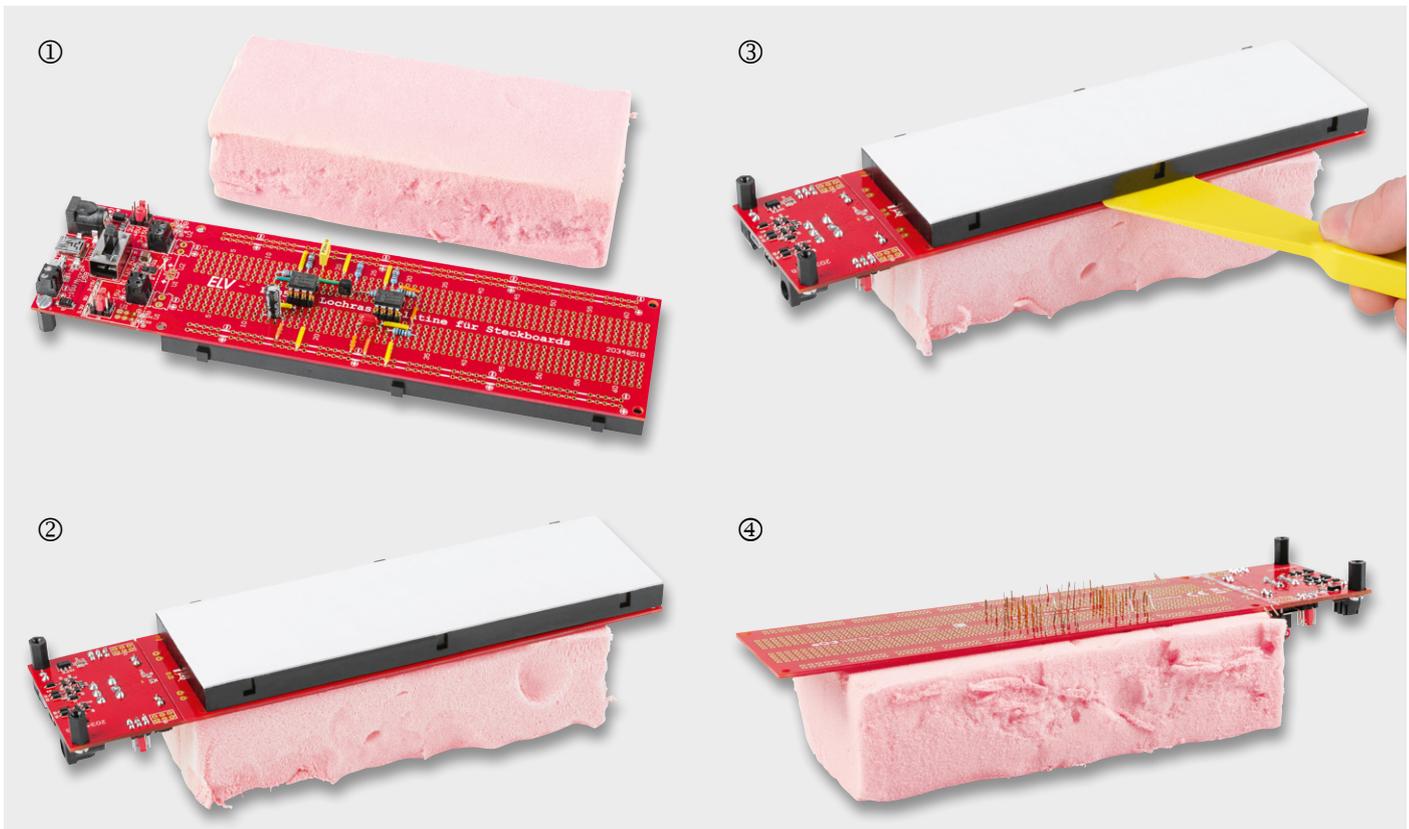


Bild 10: So werden die Bauteile mit Schaumstoff fixiert und anschließend verlötet.

Um das Herausfallen von Bauteilen zu verhindern, hat man in der Vergangenheit spezielle Bestückungsrahmen verwendet.

Wir zeigen im Folgenden, wie man sich einfacher und kostengünstiger Hilfsmittel bedienen kann. Hierfür verwenden wir sogenannten „Trittschaum“ (z. B. günstig über eBay erhältlich). Die Arbeitsabläufe sind in Bild 10 dokumentiert.

Der Trittschaum wird zunächst von oben auf die Bauteile gelegt und so fest aufgedrückt, bis der Schaumstoff auf der Platine aufliegt ①, und dann mitsamt der Platine umgedreht ②. Anschließend trennt man das Steckboard, indem man es nach oben abzieht ③. Nun hat man die bestückte Platine des PAD5 vor sich liegen ④, kann die Beinchen vorsichtig leicht umbiegen, die Platine vom Trittschaum entfernen und verlöten.

Die Schaltung ist nun praxistauglich verarbeitet, und der Anwendung steht nichts mehr im Wege. Bei Bedarf kann die Spannungsversorgungseinheit noch von der Lochrasterplatine getrennt werden (siehe Abschnitt „Separate Verwendung der Platinen“).

Anfertigung von Steckbrücken

Für die Verbindungen auf einem Steckboard nutzt man in der Regel Steckbrücken und Steckkabel (Bild 11). Da man diese nicht unbedingt dauerhaft in einer selbst gebauten Lochraster-schaltung verwenden möchte, zeigen wir hier kurz, wie man sich solche Brücken auch selbst anfertigen kann.

Wichtig ist, dass man keine Litze, die aus mehreren einzelnen Adern besteht, verwendet, sondern Schaltdraht mit nur einer starren Innenader (Bild 13). Den Draht schneidet man auf die gewünschte Länge zurecht und isoliert die Enden mit einer Abisolierzange ab (Bild 14). Im nächsten Arbeitsschritt biegt man die blanken Enden um 90° um, wie in Bild 12 dargestellt.

Die handelsüblichen gekauften Drahtbrücken sind meist aus einem dickeren und stabileren Draht gefertigt, um mehr Stabilität zu gewährleisten. Die selbst angefertigten Drahtbrücken verbleiben in der Schaltung und können deshalb vom Material her etwas dünner sein.



Bild 11: Konventionelle Steckbrücken

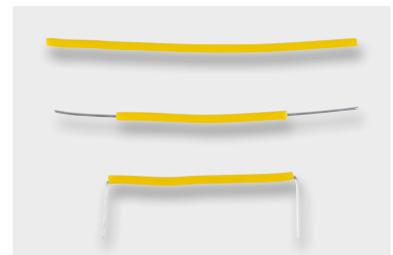


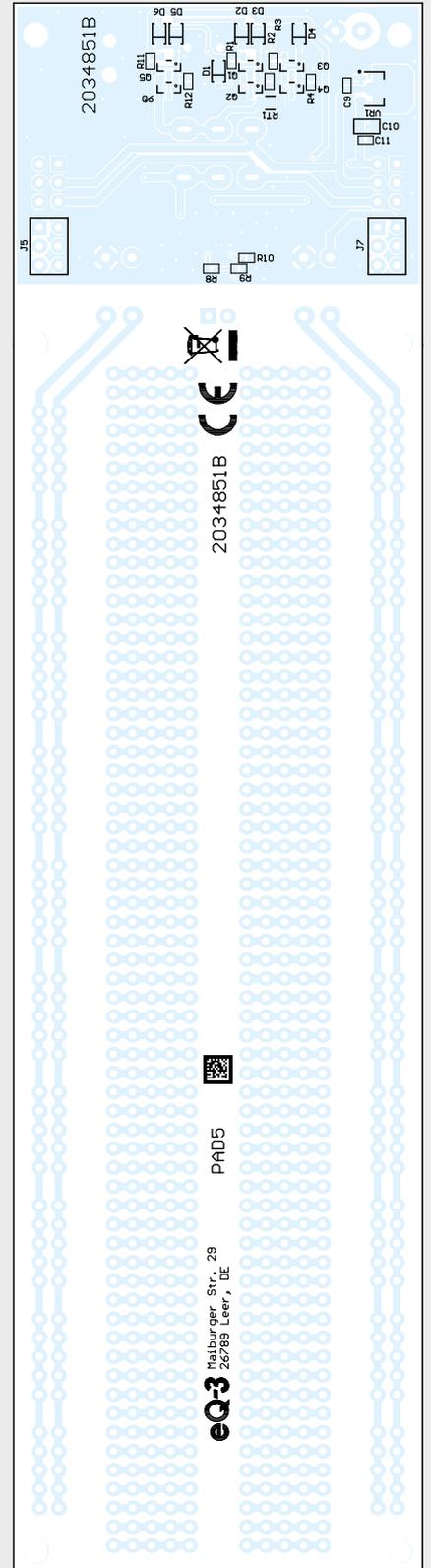
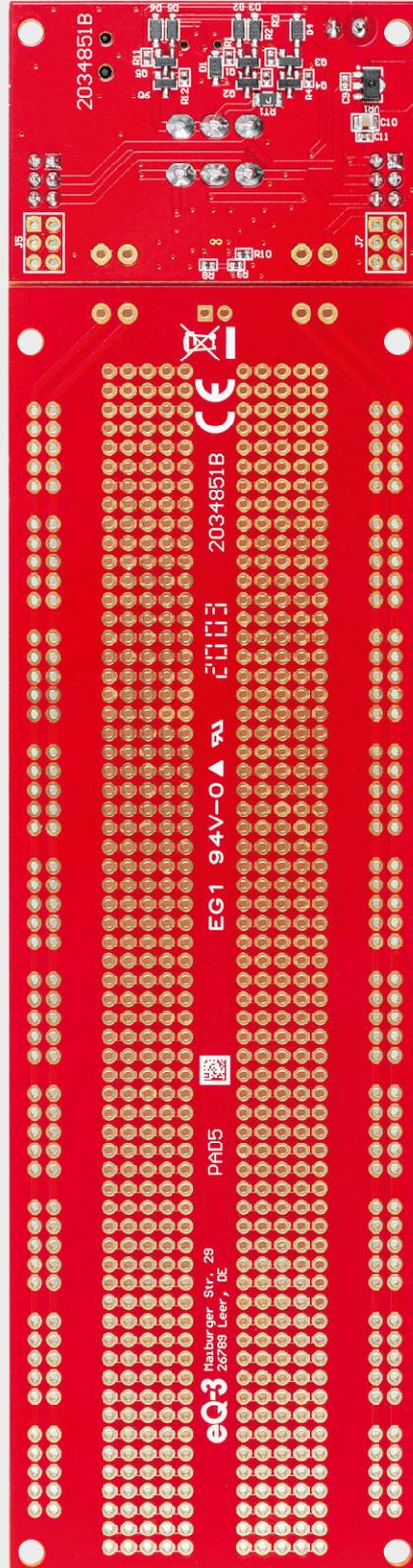
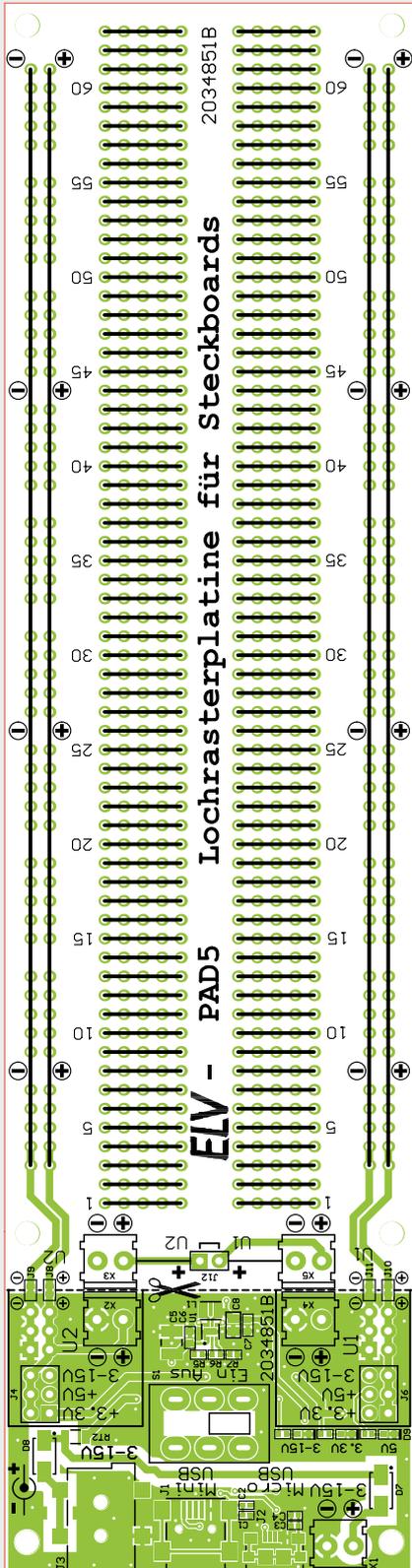
Bild 12: Anfertigung von Steckbrücken



Bild 13: Starrer Schaltdraht



Bild 14: Abisolierzange



... den zugehörigen Bestückungsdrucken, links die Ober- und rechts die Unterseite

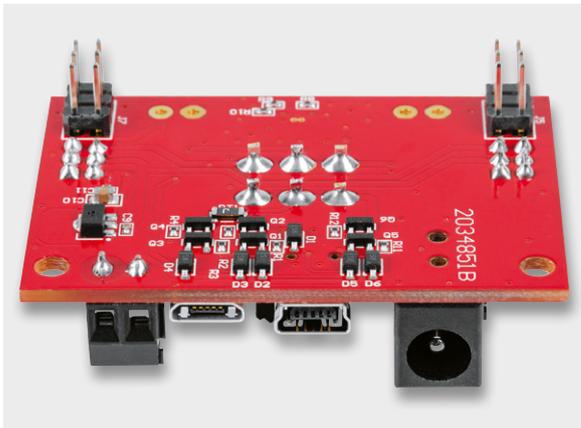


Bild 17: Die separate Spannungsversorgungseinheit (Ansicht Platinenunterseite)

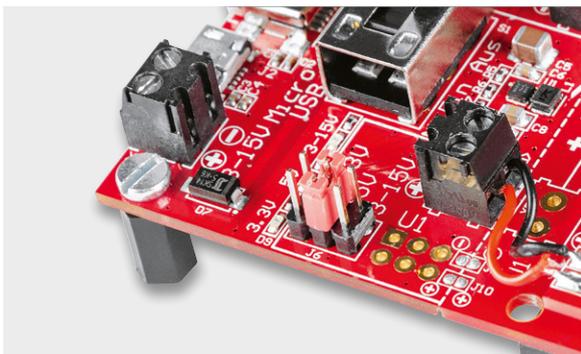


Bild 18: So werden die Abstandhalter verschraubt.



Bild 19: So wird die Platine mit einem Cuttermesser eingeritzt.

Falls die Stiftleisten J9 und J10 verwendet werden sollen, müssen diese von der Platinenunterseite bestückt werden, wie in [Bild 17](#) zu sehen ist.

Wird das PAD5 durch direktes Auflegen auf ein Steckboard verwendet, ist es zweckmäßig, die Spannungsversorgungseinheit abzustützen. Hier werden die beiden Abstandshalter mit zwei Schrauben M3 x 6 mm mit der Platine verschraubt ([Bild 18](#)).

Separate Verwendung der Platinen

Möchte man das PAD5 in die zwei Komponenten „Spannungsversorgungseinheit“ und „Lochrasterplatine“ unterteilen, bietet die Platine hierfür eine Sollbruchstelle an, die sich auf der Platinenunterseite befindet. Auf der Platinenoberseite sind die beiden Abschnitte durch eine Kupferleiterbahn an den Punkten J8–J11 verbunden. Diese müssen mit z. B. einem Cuttermesser durchtrennt werden. Hier schneidet man entlang der mit einer Schere markierten Linie die Platinenoberseite leicht ein ([Bild 19](#)). Nun lassen sich die Platinen einfach auseinanderbrechen, ohne dass sich die Leiterbahnen auf der Oberseite lösen. So erhält man zwei unabhängig voneinander verwendbare Platinen. Natürlich können diese weiterhin als eine Einheit verwendet werden. Hierzu werden auf der Lochrasterplatine die beiden Klemmleisten bestückt und verlötet. Wie man in [Bild 20](#) erkennt, wird die Verbindung zwischen den Platinen mit Kabel (Litze) hergestellt. Hierbei ist auf die korrekte Polung zu achten.

Die Lochrasterplatine kann natürlich auch vollkommen separat und für andere Zwecke verwendet werden. Die Platine ist so ausgelegt, dass zwei getrennte Spannungsversorgungsschienen verwendet werden können. Benötigt man nur eine Spannung, kann die Spannungszufuhr auch über nur eine Schraubklemme erfolgen. Um beide Spannungsschienen (U1 und U2) miteinander zu verbinden, befindet sich eine kleine Steckbrücke (J12) auf der Platine ([Bild 21](#)). Hier kann entweder eine Drahtbrücke eingesetzt oder die Stiftleiste J12 bestückt werden. Als Brücke dient in diesem Fall dann ein Jumper.

Die in diesem Beitrag gezeigte Beispielschaltung stellt übrigens eine Sirenschaltung mit zwei Timern ICM7555 dar. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Journaltext vom Bausatz NE555-EXB aus dem ELVjournal 3/2017. In [Bild 22](#) ist das Schaltbild dieser Sirenschaltung dargestellt. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] ELV Breadboard im ELVshop: Bestell-Nr. 250986
- [2] Funktion von Schaltreglern:
de.wikipedia.org/wiki/Abwärtswandler
- [3] Buchsenleisten im ELVshop: Bestell-Nr. 251207

Die Lochrasterplatine vom PAD5 ist auch ohne Spannungsversorgungsmodul unter der Bestell-Nr. 155466 im ELVshop erhältlich.

Alle Links finden Sie auch online unter de.elv.com/elvjournal-links

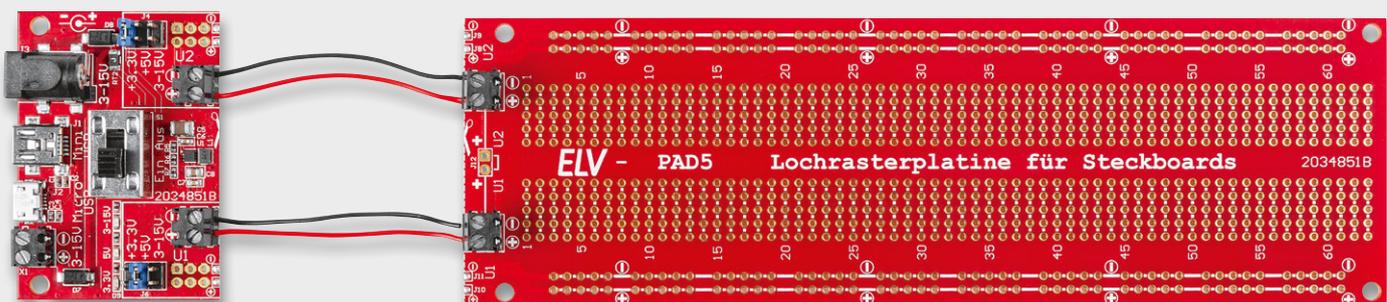


Bild 20: Durch Verbindungsleitungen können beide Platinen wieder miteinander kontaktiert werden.



Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	PAD5
Spannungsversorgung:	USB-Buchsen (J1/J2) 5 V Hohlsteckerbuchse (J3) 3–15 V Schraubklemme (X1) 3–15 V
Stromaufnahme:	350 max.
Ausgangsspannungen:	3,3 V/250 mA max. 5 V/350 mA max. 3–15 V/350 mA max.
Sonstiges:	kurzschlussfest, Verpolungsschutz
Leitungslängen (X1, X2 und X4):	3 Meter max.
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H):	210 x 55 mm

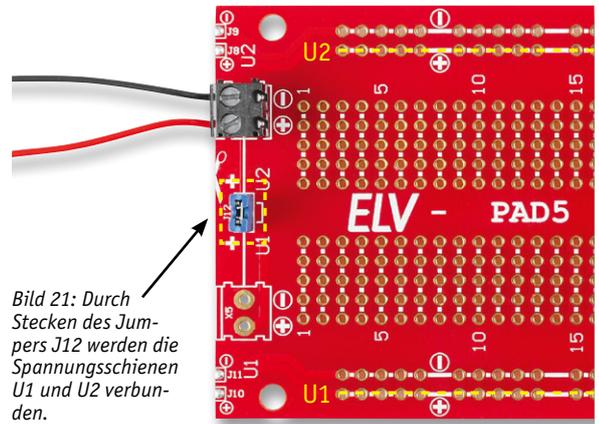


Bild 21: Durch Stecken des Jumpers J12 werden die Spannungsschienen U1 und U2 verbunden.

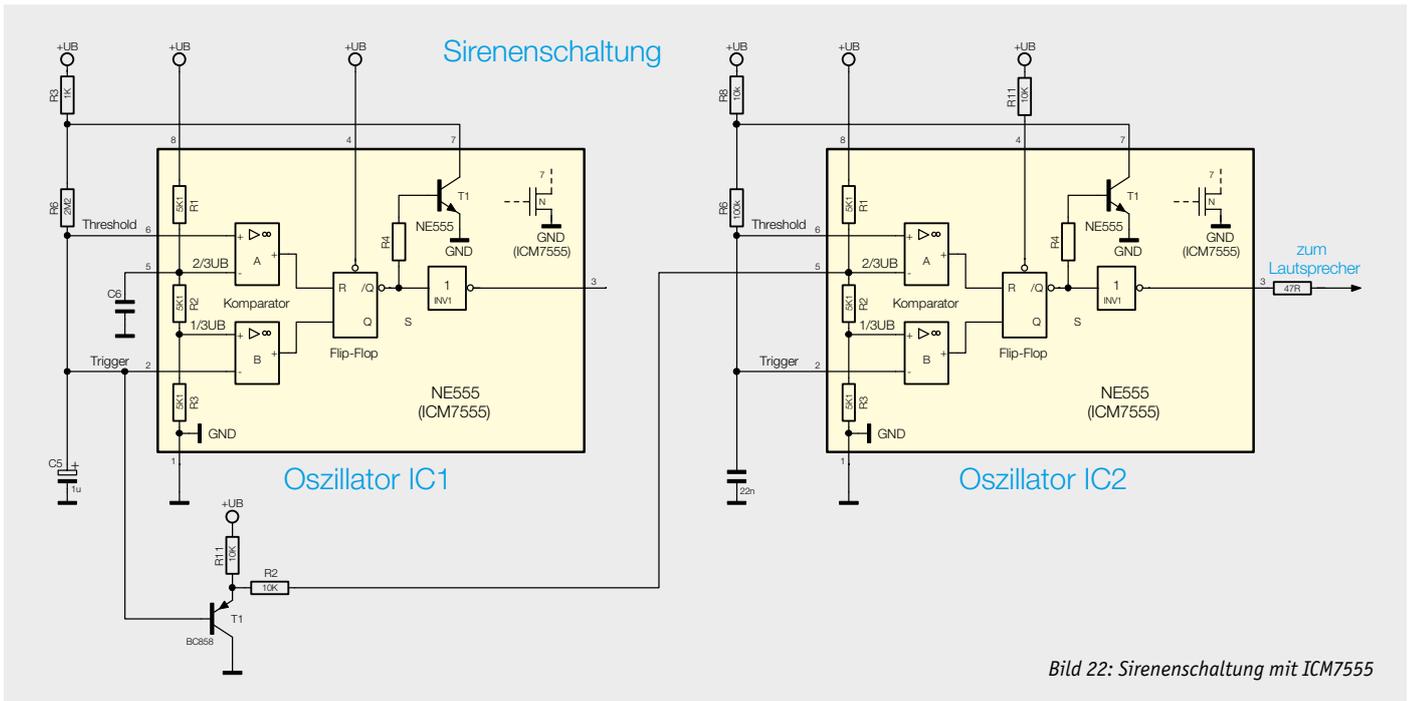


Bild 22: Sirenschaltung mit ICM7555

Elektronikwissen

Synchroner Abwärtsregler

Bei zunehmender Leistung, wenn also ein Abwärtsregler hohe Ströme verarbeiten soll, ist es vorteilhaft, diesen durch einen „synchronen Abwärtsregler“ zu ersetzen. Es geht dabei primär um die Minimierung der Verlustleistung. Denn unnötiger Energieverbrauch bedeutet schlechter Wirkungsgrad und zusätzliche Wärmeentwicklung.

Schauen wir uns zunächst den Aufbau und die Funktion eines „normalen“ Abwärtsreglers an (a). Der Schalter S1 (wird in der Hardware meist durch einen MOSFET realisiert) ist durchgeschaltet und es fließt ein Strom durch die Spule L und zur angeschlossenen Last RL. Der Strom in der Spule steigt an, und es wird Energie in der Spule gespeichert.

In der zweiten Schaltphase (b) ist der Schalter S1 offen – jetzt wird der Stromfluss durch L und die Last aufrechterhalten, da in dieser Betriebsphase die Diode D leitend ist.

Wie man erkennt, fließt durch die Diode der gleiche Strom, der auch durch die angeschlossene Last fließt. An nahezu jedem Bauteil fällt in irgendeiner Form Verlustleistung ab. Bei einem Ausgangsstrom von z. B. 3 A und einer Diodenflussspannung von 0,35 V (Schottky-Diode) beträgt die Verlustleistung an der Diode 1,05 Watt ($P = U \times I$), die in Wärme umgewandelt wird. Die entstehende Wärme an der Diode ist so hoch, dass ein Kühlkörper oder auch entsprechend große Leiterbahnanchlussflächen für Kühlung sorgen müssen.

Um die Verluste zu minimieren, wird bei einem „synchronen Abwärtsregler“ die Diode durch einen MOSFET ersetzt. Ein MOSFET verhält sich natürlich nicht wie eine Diode, deshalb ist eine Steuerelektronik notwendig, die dafür sorgt, dass der MOSFET im „richtigen“ Moment durchschaltet (c) und so eine Diode simuliert. Im durchgeschalteten Zustand weist der in unserer Schaltung verwendete MOSFET einen Ein-Widerstand (R_{DSon}) von ca. 0,025 Ω auf. Nach der Formel $P = I^2 \times R$ ergibt sich jetzt eine Verlustleistung an dem MOSFET von nur noch 0,225 Watt. Durch diese Schaltungstechnik werden zum einen ein höherer Wirkungsgrad der Schaltung erreicht und zum anderen die Verlustleistung und somit die Wärmeentwicklung minimiert.

