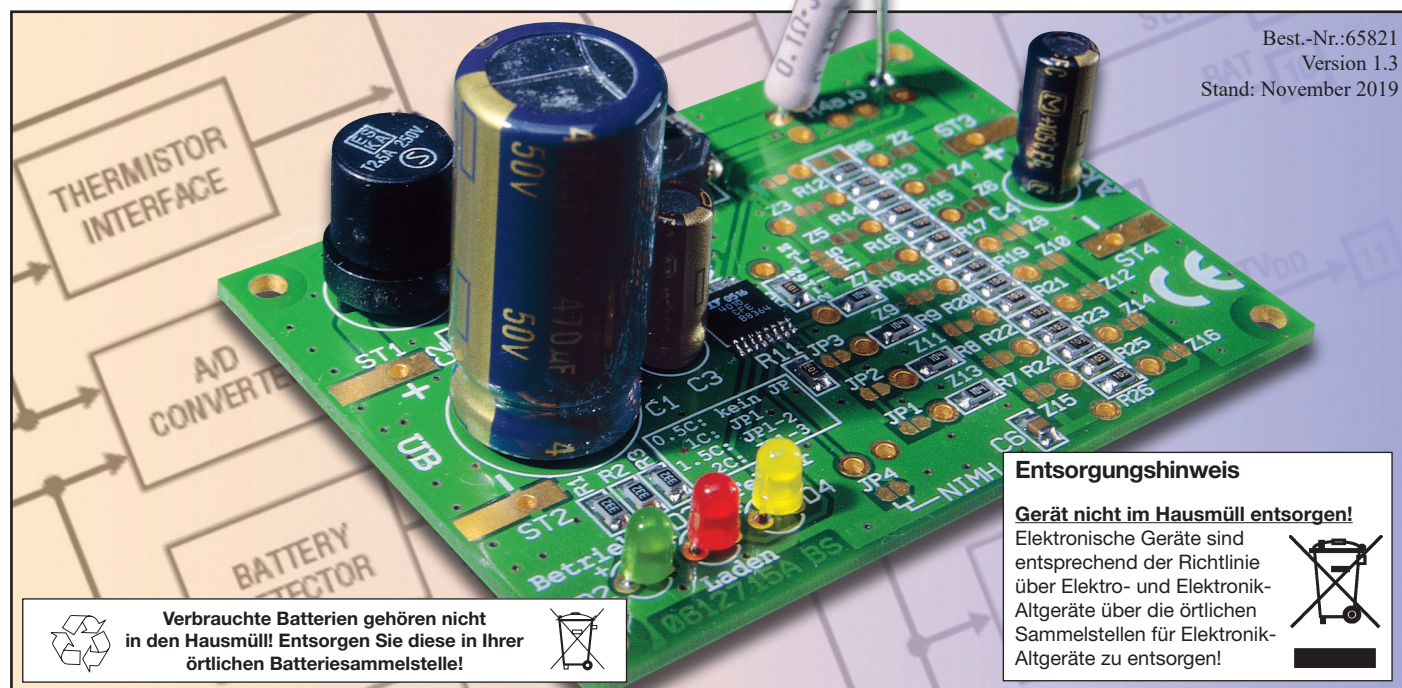




Universal-Lademodul für 1–16 NC/NiMH-Zellen

Das Lademodul basiert auf einem hochintegrierten Lade-IC von Linear Technology und einer 550-kHz-PWM-Ladeendstufe mit sehr hohem Wirkungsgrad. Trotz des hohen Ladestromes von bis zu 1,67 A ist kein Kühlkörper erforderlich.

Allgemeines

Die Lebensdauer von Akkus ist wesentlich abhängig von der Akku-Pflege, wobei die richtige Ladung am wichtigsten ist. Nur Akkus, die zu 100 % geladen werden, ohne dass es dabei zur Überladung kommt, können die volle Leistung zur Verfügung stellen. Die bestmögliche Ausnutzung der Akku-Kapazität und die Optimierung der Lebensdauer muss daher das oberste Ziel eines modernen Akku-Management-Systems sein.

Dies trifft sowohl auf moderne Akku-Technologien wie Lithium-Ionen und Lithium-Polymer zu als auch auf die altbewährten NC- und NiMH-Zellen, die in vielen Bereichen nach wie vor eine dominierende Rolle spielen. Die Hauptgründe dafür sind die Robustheit, die Zuverlässigkeit und nicht zuletzt der günstige Preis. Im Hochstrombereich, wie im Modellbau oder bei Elektrowerkzeugen, gibt es zu NC- oder NiMH-Akkus häufig keine technische Alternative.

Bei Elektrowerkzeugen, wie z. B. Bohrschraubern, macht der Akku-Pack trotz

Technische Daten: Lademodul LM 16	
Akku-Technologien:	wahlweise NC oder NiMH
Zellenzahl:	1–16 (konfigurierbar)
Lade-Enderkennung:	-Delta-U
Lade- und Betriebsspannung:	8 V bis 30 V, je nach Zellenzahl und Ladestrom
Ladestrom:	400 mA, 667 mA, 1 A, 1,67 A
Anzeigen:	Betrieb, Laden, Fehler
Abmessungen Leiterplatte (B x H x T):	62 x 45 x 29 mm

des Einsatzes von preisgünstigen NC- oder NiMH-Zellen den größten Teil des Preises aus. Die bei vielen Geräten zum Lieferumfang gehörenden Ladegeräte be-

schränken sich oft auf das absolute Minimum und tragen keinesfalls zum langen Akku-Leben bei. Vor diesem Hintergrund ist die Anschaffung eines guten Ladesys-

Tabelle 1: Zulässiger Ladestrom in Abhängigkeit von der Betriebsspannung			
Betriebs- und Ladespannung	R4 =	Ladestrom	Max. Zellenzahl
bis 16 V	60 mΩ	1,67 A	8
bis 24 V	100 mΩ	1 A	12
bis 30 V	150 mΩ	667 mA	16
bis 30 V	250 mΩ	400 mA	16

tems sinnvoll und amortisiert sich bereits in kürzester Zeit. Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Ladevorgang ist die schnelle Verfügbarkeit eines entladenen Akkus oder Akku-Packs, d. h., das Ladesystem sollte schnellladefähig sein.

Das hier vorgestellte Lademodul ist trotz der geringen Abmessungen sehr leistungsfähig und kann wahlweise zum Laden von Einzelzellen oder Akku-Packs mit 2 bis 16 in Reihe geschalteten Zellen genutzt werden. Der Einsatz eines Schaltreglers ermöglicht einen großen Versorgungsspannungsbereich und sorgt für eine geringe Verlustleistung. Wahlweise kann die Schaltung für NC- oder NiMH-Akkus konfiguriert werden.

Je nach Bestückung des Shunt-Widerstandes (R4a, R4b) sind Ladeströme von 0,4 A bis 1,67 A möglich. Bei bis zu 8 Zellen (16 V Eingangsspannung) beträgt der maximale Ladestrom 1,67 A. Bei höherer Betriebs- und Ladespannung beträgt der maximal zulässige Ladestrom 1 A bzw. 667 mA (Tabelle 1).

Die Betriebsbereitschaft und der Ladevorgang werden mit Hilfe von Leuchtdioden angezeigt. Des Weiteren ist eine Fehleranzeige vorhanden.

Sobald der zu ladende Akku angeschlossen ist, startet der Ladevorgang automatisch, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Betriebsspannung für IC2 muss mindestens 500 mV über der Akkuspaltung liegen.
- Die Zellsenspannung muss zwischen 350 mV und 1,95 V betragen.

Eine Zellsenspannung von mehr als 1,95 V entsteht, wenn der angeschlossene Akku den eingestellten Ladestrom nicht verkraften kann. In diesem Fall wird der Ladevorgang abgebrochen und die Fehler-LED wird aktiviert. Es erfolgt ebenfalls eine Fehleranzeige, wenn sich bei der Schnellladung nicht innerhalb von $T_{max}/12$ eine Zellsenspannung einstellt, die oberhalb von 1,22 V liegt.

Tiefentladene Akkus, deren Zellsenspannung zwischen 350 mV und 900 mV liegt, werden zunächst mit einer Vorladung beaufschlagt, wobei über das PWM-Signal ein Ladestrom eingestellt wird, der 20 % des eingestellten Stromwertes entspricht. Sobald die Akkuspannung über 900 mV je Zelle steigt, wird automatisch der Schnellladevorgang aktiviert.

Wird das Ladeende nicht innerhalb der maximalen Laufzeit des Sicherheitstimers beendet, erfolgt auch eine Fehleranzeige. Die PWM-Regelschleife wird IC-intern überwacht. Sobald hier Werte außerhalb des akzeptablen Bereichs festgestellt werden, kommt es ebenfalls zur Fehleranzeige.

Um durch Selbstentladung entstandene Verluste auszugleichen, erfolgt eine auto-

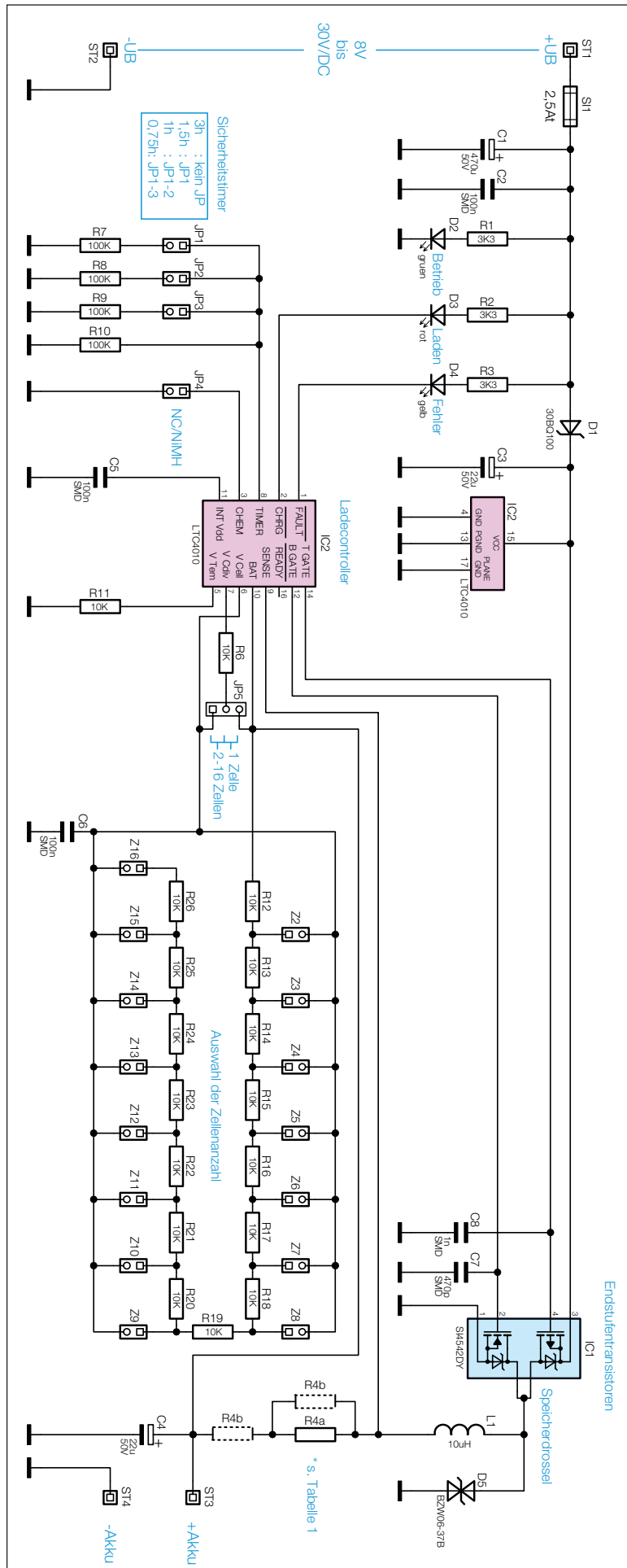
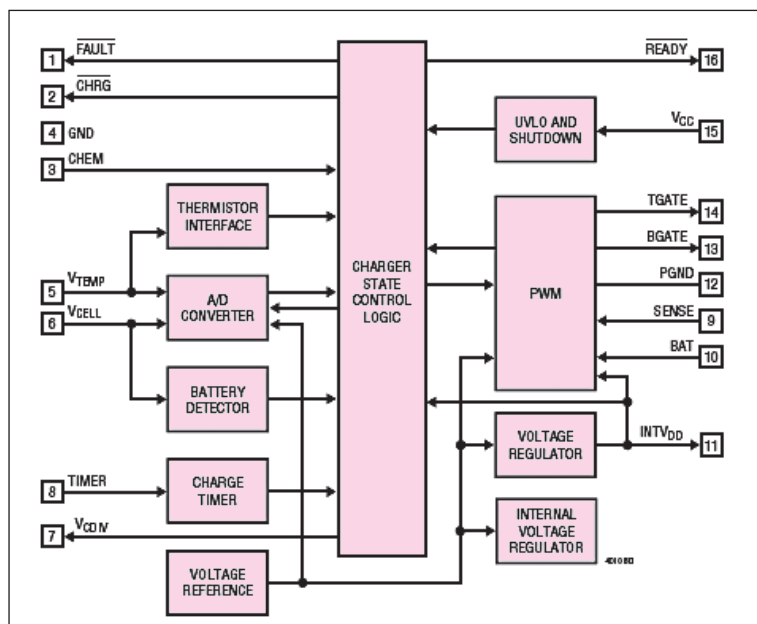


Bild 1:
Schaltung
des Lade-
moduls
LM 16



matische Nachladung, wenn die Zellenspannung unterhalb 1,325 V sinkt. Die Lade-LED wird während der Nachladung nicht aktiviert.

Schaltung

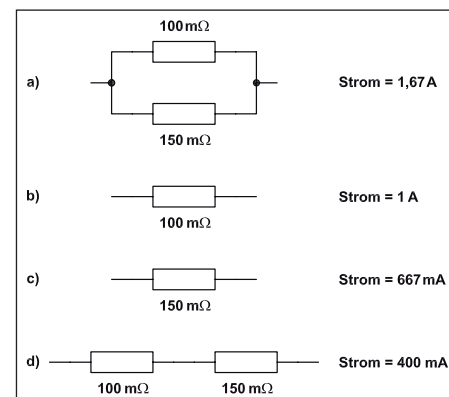


Bild 4: Möglichkeiten der Verschaltung beim Shunt-Widerstand R4a und R4b

Der Akku bzw. Akku-Pack wird direkt an die Platinen-Anschlusspunkte ST3 und ST4 angeschlossen.

Die Erfassung des Spannungsverlaufs am Akku erfolgt mit Hilfe eines in IC2 integrierten A/D-Wandlers, dessen Eingang (Pin 6) grundsätzlich die auf eine Zelle bezogene Spannung zugeführt wird. Je nach Zellenanzahl des angeschlossenen Akku-Packs ist ein entsprechender Spannungsteiler zwischen BAT und V_{CDIV} erforderlich, dessen Abgriff die auf eine Zelle bezogene Spannung zum A/D-Wandler (V_{CELL}) liefert. Die Auswahl der Zellenanzahl erfolgt dabei mit den Lötbrücken Z2 bis Z16 sowie der Lötbrücke JP5. Bei den Lötbrücken Z2 bis Z16 ist die Verbindung direkt proportional zur Zellenzahl herzustellen, d. h., dass bei einem 8-zelligen Akku-Pack die Brücke Z8 geschlossen wird und bei einem 10-zelligen Akku-Pack die Brücke Z10. Ausschließlich bei Einzelzellen ist R6 über JP5 mit BAT zu verbinden. Bei allen Akku-Packs (2–16 Zellen) sind die unteren Pins der Codierbrücke JP5 zu verbinden, d. h. V_{CELL} und V_{CDIV} sind

über R6 verbunden. Der Kondensator C6 dient am A/D-Wandler-Eingang zur Stör-
unterdrückung.

Bei V_{CDIV} handelt es sich um einen Open-
Drain-Ausgang, der dafür sorgt, dass bei
abgeschalteter Ladeschaltung der ange-
schlossene Akku nicht über den Span-
nungssteiler entladen wird.

Der optionale Temperatureingang an
Pin 5 wird in unserer Schaltung nicht ge-
nutzt und ist mit einem 10-kΩ-Widerstand
(R11) nach Masse beschaltet. Dieser Wi-
derstand simuliert eine Temperatur von ca.
25 °C. Eine intern generierte Spannung
von 5 V wird an Pin 11 mit C5 gepuffert.

Die Akku-Technologie ist mit Hilfe der
Codierbrücke JP4 auszuwählen. Bei offe-
ner Codierbrücke gelten die Abschaltkrite-
rien für NC-Akkus und bei geschlossener
Codierbrücke für NiMH-Akkus.

Ein integrierter Sicherheitstimer sorgt
unabhängig vom Erreichen der Abschalt-
kriterien für die Beendigung des Lade-
vorgangs. Je nach gewünschter Ladezeit-
begrenzung sind die Codierbrücken JP1
bis JP3 entsprechend Tabelle 2 zu setzen.

Die maximale Ladezeit ist einfach mit
einem Widerstand, der von Pin 8 nach Mas-
se geschaltet wird, zu bestimmen. Neben
den erforderlichen Einstellungen für die
Ladezeitbegrenzung sind in Tabelle 2 auch
die zugehörigen typischen Laderaten und
die Zeitbegrenzungen für die Vorladun-
gen aufgeführt.

Die Statusanzeigen D3, D4 sind direkt
mit dem Lade-Baustein verbunden und
werden über R2, R3 mit Spannung ver-
sorgt.

Nachbau

Der praktische Aufbau des Lademoduls
ist sehr einfach, da die Leiterplatte mit
allen SMD-Komponenten vorbestückt
geliefert wird. Aufgrund des geringen
Pin-Abstandes ist das Lade-IC auch kaum
noch von Hand zu verarbeiten. Die noch
erforderliche Bestückung ist in kurzer Zeit
zu erledigen.

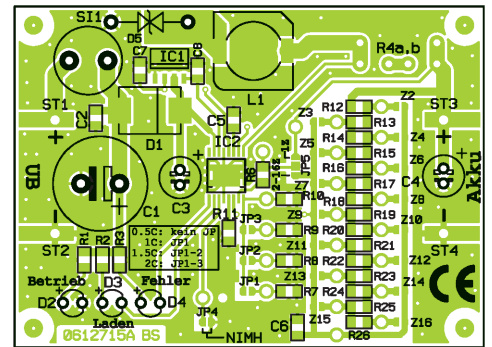
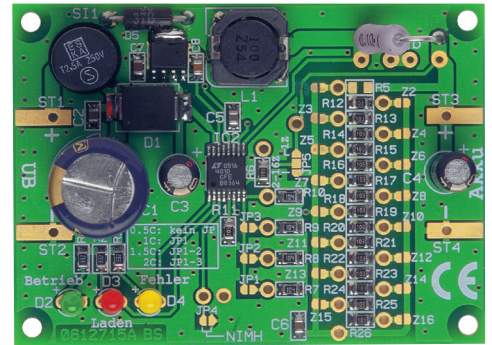
Wir beginnen mit vier Lötstiften mit
Ösen, die stramm in die zugehörigen Boh-
rungen der Leiterplatte zu pressen sind.
Danach werden die Lötstifte von der Pla-
tinenunterseite sorgfältig verlötet.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der
Halter für die Miniaturisierung einge-
lötet und gleich im Anschluss hieran ist
die Sicherung einzusetzen.

Danach sind die drei Elektrolyt-Kon-
densatoren an der Reihe. Bei den Elkos
ist unbedingt die korrekte Polarität zu be-
achten, da diese sonst auslaufen oder so-
gar explodieren können. Die überstehen-
den Drahtenden werden direkt oberhalb
der Lötstellen mit einem Seitenschneider
abgeschnitten.

Beim Strom-Shunt R 4 sind je nach ge-
wünschtem Ladestrom ein oder zwei Wi-
derstände zu bestücken (siehe Bild 4).

Zuletzt bleiben nur noch die drei Leuch-
tioden zu bestücken, wobei sich die Ein-
bauhöhe nach den individuellen Wünschen
richtet. Die Polarität ist am Bauteil durch
einen längeren Anodenanschluss und im



Ansicht der fertig bestückten Platine mit
zugehörigem Bestückungsplan

Bestückungsdruck mit einem +-Symbol an
der Anodenseite gekennzeichnet.

Bevor die erste Inbetriebnahme erfolgen
kann, sind die Lötzinnbrücken entspre-
chend der gewünschten Konfiguration zu
setzen. Die Platine wurde so flexibel aus-
gelegt, dass die Lötzinnbrücken auch durch
Schalter ersetzt werden können. Dazu sind
einfach in die Lötäugen, die parallel zu den
Brücken angeordnet sind, entsprechende
Leitungen einzulöten. Diese Leitungen
werden dann wiederum mit den entspre-
chenden Schaltern verbunden.

Vor der ersten Inbetriebnahme und dem
Funktionstest empfiehlt sich eine gründ-
liche Überprüfung hinsichtlich Löt- und
Bestückungsfehlern. Ist diese Überprü-
fung zur Zufriedenheit ausgefallen, kann
die Betriebs- und Ladespannung angelegt
werden und ein erster Funktionstest erfol-
gen. Nach erfolgreichem Funktionstest
steht dem Einsatz des Lademoduls nichts
mehr im Wege.

Beim Einbau in ein geschlossenes Ge-
häuse ist unbedingt für eine ausreichende
Luftkonvektion zu sorgen.

ELV

Stückliste: LM 16

Widerstände:

0,1 Ω/2 W/5 %/Metalloxid.....R4a
0,15 Ω/2 W/5 %/Metalloxid..... R4b
3,3 kΩ/SMD/0805.....R1–R3
10 kΩ/SMD/0805..... R6, R11–R26
100 kΩ/SMD/0805.....R7–R10

Kondensatoren:

470 pF/SMD/0805 C7
1 nF/SMD/0805 C8
100 nF/SMD/0805 C2, C5, C6
22 µF/50 V/105 °C.....C3, C4
470 µF/50 V/105 °C..... C1

Halbleiter:

Si4542DY/SMD.....IC1
LTC4010CFE/SMD IC2
30BQ100/SMD D1
BZW06-37B..... D5
LED, 3 mm, Grün D2
LED, 3 mm, Rot..... D3
LED, 3 mm, Gelb..... D4

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD,
10 µH/3,8 A.....L1
Lötstift mit Lötöse.....ST1–ST4
Miniaturisierung, 2,5 A,
träge, printSI1
Miniatur-Sicherungshalter, printSI1

Tabelle 2:
Maximale Schnellladezeit in Abhängigkeit von der Einstellung der Codierbrücken JP1 bis JP3

JP1	JP2	JP3	Maximale Schnellladezeit	Maximale Vorladezeit	Laderate für Schnellladung
offen	offen	offen	3 h	15 Min.	C / 2
geschlossen	offen	offen	1,5 h	7,5 Min.	1 C
geschlossen	geschlossen	offen	1 h	5 Min.	1,5 C
geschlossen	geschlossen	geschlossen	0,75 h	3,8 Min.	2 C