

# Lademodul für 1–4 NC/NiMH-Zellen

**Dieses universell einsetzbare Lademodul arbeitet mit einem neuen Ladebaustein von LINEAR TECHNOLOGY und kann ein bis vier in Reihe geschaltete NC- oder NiMH-Zellen mit bis zu 1 A Ladestrom laden.**

## Allgemeines

Obwohl im Akku-Bereich immer mehr moderne Akku-Technologien wie Lithium-Ionen und Lithium-Polymer auf den Markt kommen, dominiert in vielen Bereichen nach wie vor der Einsatz von NC- und NiMH-Zellen. Dafür gibt es einfache Gründe. NC- und NiMH-Zellen sind altbewährt, extrem robust und nicht zuletzt preiswert und in vielen Varianten erhältlich.

### Technische Daten: Lademodul LM 4

Akku-Technologien: ... NC und NiMH  
 Zellenzahl: ..... 1–4  
 Lade-Enderkennung: .....  $-\Delta U$   
 Lade- und Betriebsspannung: 4,5–10 V, je nach Zellenzahl und Ladestrom  
 Ladestrom: ..... 0,5 A, 0,75 A, 1 A  
 Vorladung: ..... 20 % des gewählten Stromes bei Zellenspannung  $< 900$  mV  
 Besonderheit: ... Nachlademöglichkeit b. Zellenspannung  $< 1,2$  V oder  $< 1,3$  V  
 Abmessungen (Leiterpl.): ... 42 x 34 mm  
 Höhe: ..... 34 mm

Auch wenn NC- und NiMH-Akkus sehr robust sind, hängt die Lebensdauer von der Akku-Pflege und insbesondere auch vom Ladeverfahren ab. Überladung oder Tiefentladung sind der Hauptgrund für den vorzeitigen Ausfall von Akkus. Das hier vorgestellte Lademodul ist sehr flexibel einsetzbar und die Lade-Enderkennung arbeitet nach der besonders zuverlässigen  $-\Delta U$ -Lademethode.

Über Codierstecker kann das Modul an die individuellen Anforderungen angepasst werden. Zunächst ist auszuwählen, ob Einzelzellen oder Akku-Packs mit 2, 3 oder 4 in Reihe geschalteten Zellen zu laden sind.

Die zur Verfügung stehenden Ladeströme sind 0,5 A, 0,75 A und 1 A und bei der Ladetechnologie kann, wie bereits erwähnt, NC oder NiMH ausgewählt werden. Des Weiteren ist ein Sicherheitstimer vorhanden (der für die Beendigung des Ladevorgangs, unabhängig vom Erreichen der Abschaltkriterien, sorgt), der in vier Stufen gesetzt werden kann. Die maximale Ladezeit ist zusätzlich abhängig vom ausgewählten Ladestrom. Tabelle 1 zeigt die erforderliche Einstellung der Codierbrü-

cke JP 4 in Abhängigkeit vom Ladestrom und der maximalen Ladedauer.

Je nach Auswahl der zu ladenden Zellen darf die Eingangsspannung des Moduls zwischen 4,5 und 10 V betragen. Tabelle 2 zeigt die erforderliche bzw. maximal zulässige Spannung in Abhängigkeit von der Zellenzahl und vom ausgewählten Ladestrom. Eine Überschreitung der in Tabelle 2 angegebenen Spannungswerte ist nicht zulässig, da dies zur Überhitzung und Beschädigung des Moduls sowie des angeschlossenen Akkus führen kann.

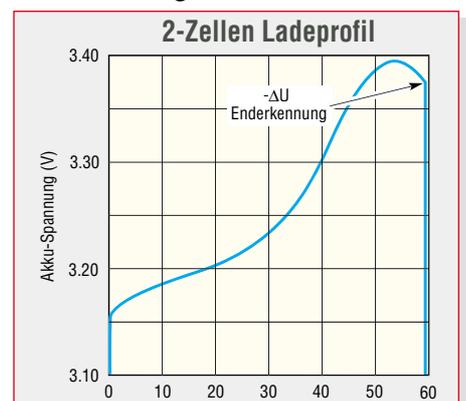
Beim Einbau des Moduls in ein Gehäuse ist für eine ausreichende Kühlung und Luftkonvektion zu sorgen.

Der Anschluss des zu ladenden Akkus wird automatisch erkannt und der Ladevorgang dann gestartet, wenn die Zellenspannung im zulässigen Bereich (max. 1,85 V) liegt. Der Ladevorgang wird durch die zugehörige Kontroll-LED angezeigt. Eine weitere LED (Power) zeigt an, wenn die Eingangsspannung des Moduls für den Ladevorgang ausreichend hoch ist. Eine externe Steuerung des Moduls kann zusätzlich über die optional zu nutzenden Eingänge „Aus“ und „Pause“ erfolgen.

Eine Besonderheit des Moduls ist die automatische Nachladefunktion, die auf Wunsch bei 1,2 V oder 1,3 V Zellenspannung aktiviert werden kann. Sobald die Zellenspannung unterhalb des eingestellten Schwellwertes fällt, wird der Ladevorgang neu gestartet.

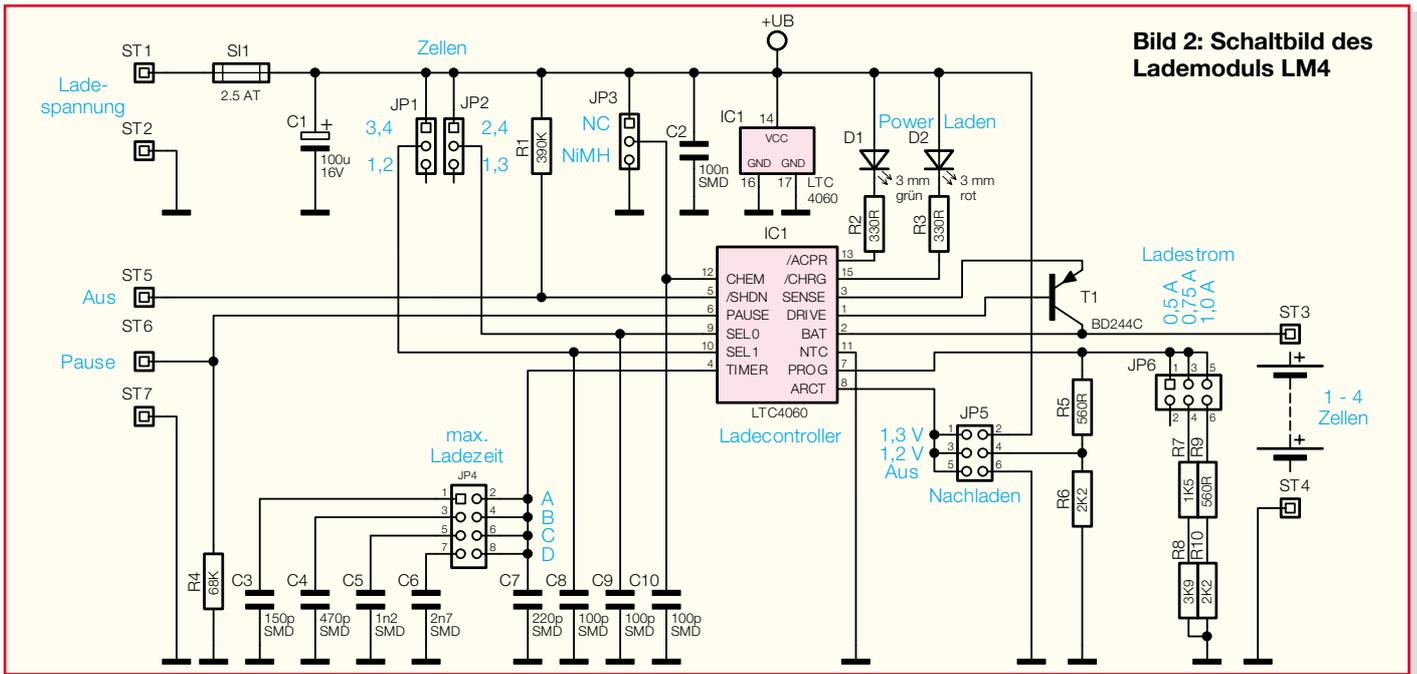
Tiefentladene Zellen (Zellenspannung unter 900 mV) werden zuerst mit einer Vorladung (1/5 des eingestellten Ladestromes) beaufschlagt. Ab 900 mV Zellenspannung wird dann die Schnellladefunktion automatisch aktiviert. Das Ladeende wird bei einem Minus- $\Delta U$  von 16 mV bei NC und einem Minus- $\Delta U$  von 8 mV bei NiMH-Akkus erkannt. Die maximal zulässige Zellenspannung während des Ladevorgangs beträgt 1,95 V ( $\pm 0,1$  V).

Der typische Ladeverlauf eines 2-zelligen NiMH-Akkus bei einem ungefähr der Nennkapazität entsprechenden Ladestrom ist in Abbildung 1 zu sehen.



**Bild 1: Ladeverlauf eines 2-zelligen NiMH-Akkus**

**Bild 2: Schaltbild des Lademoduls LM4**



## Schaltung

Durch den Einsatz des hochintegrierten Ladebausteins LTC 4060 von LINEAR TECHNOLOGY hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen. Die Abmessungen der gesamten Leiterplatte betragen nur 42 x 34 mm. Den meisten Platz dabei benötigen die Codierstecker zur Konfiguration des Moduls und der Endstufen-Leistungstransistor mit zugehörigem Kühlkörper.

Die gesamte Schaltung des Lademoduls ist in Abbildung 2 zu sehen und Abbildung 3 zeigt die interne Struktur des LTC 4060. Neben wenigen passiven Bauelementen wird extern nur noch der Ladetransistor (T 1) benötigt. Selbst der Stromshunt zur Erfassung des Ladestromes ist im LTC 4060 integriert.

Je nach Zellenzahl des zu ladenden Akkus und des gewünschten Ladestromes ist an ST 1 und ST 2 eine Eingangsgleichspannung entsprechend Tabelle 2 anzulegen. Diese Spannung gelangt über die Sicherung SI 1 direkt auf Pin 14 des Ladebausteins, wobei C 1 eine Pufferung vornimmt. Über den integrierten Shuntwiderstand gelangt die Ladespannung dann zum Emitter des Ladetransistors T 1. Der Spannungsabfall am Shunt ist direkt proportional zum Ladestrom und wird intern für die Stromregelung genutzt.

Vom Kollektor des Ladetransistors gelangt die Spannung dann direkt zum Akku, der an ST 3 (Pluspol) und ST 4 (Minuspol) angeschlossen wird. Gesteuert wird der Ladetransistor wiederum vom Drive-Ausgang des LTC 4060 (Pin 1). Die Programmierung des Ladestroms wird mit einem Widerstand vorgenommen, der von Pin 7 nach Schaltungsmasse zu schalten ist. Bei unserem Lademodul sind mit JP 6 unterschiedliche Ladeströme selektierbar, wobei zur Stromvorgabe die Widerstände R 5 bis R 10 dienen.

Eine automatische Nachladung kann an Pin 8 des Bausteins aktiviert werden. Soll keine Nachladung erfolgen, ist Pin 8 mit Schaltungsmasse (JP 5 in der untersten Einstellung) zu verbinden. In der mittleren Einstellung von JP 5 erfolgt die Nachladung bei 1,2 V Zellenspannung und in der oberen Einstellung wird der Ladevorgang neu gestartet, wenn die Akku-Spannung 1,3 V je Zelle unterschreitet.

Die Auswahl der Akku-Technologie erfolgt mit Hilfe der Codierbrücke JP 3. Bei NC-Akkus wird Pin 12 mit der Ladespannung und bei NiMH-Akkus mit der Schaltungsmasse verbunden. Der Sicherheitstimer des LTC 4060 bestimmt die maximale Ladezeit. Die Ladezeit verändert sich mit der Kapazität des Kondensators, der von Pin 4 nach Masse geschaltet wird. Je nach gewünschter Ladezeitbegrenzung ist JP 4 entsprechend Tabelle 1 zu setzen.

Sobald die Betriebsspannung im zulässigen Bereich liegt, zeigt D 1 die Betriebsbereitschaft des Moduls an und die Leuchtdiode D 2 signalisiert den Ladevorgang.

## Nachbau

Da die Leiterplatte mit vollständig bestückten SMD-Komponenten geliefert

**Tabelle 1: Max. Ladezeit (Sicherheitstimer) in Abhängigkeit des Ladestromes und der Einstellung des Codiersteckers JP 4**

Ladestrom	Max. Ladezeit	Kodierstecker JP4	Max. Ladekapazität
0,5 A	1,6 h	A	0,8 Ah
0,5 A	3,0 h	B	1,5 Ah
0,5 A	6,1 h	C	3,0 Ah
0,5 A	12,6 h	D	6,0 Ah
0,75 A	1,1 h	A	0,8 Ah
0,75 A	2,0 h	B	1,5 Ah
0,75 A	4,1 h	C	3,1 Ah
0,75 A	8,3 h	D	6,2 Ah
1,0 A	0,8 h	A	0,8 Ah
1,0 A	1,5 h	B	1,5 Ah
1,0 A	3,1 h	C	3,1 Ah
1,0 A	6,3 h	D	6,3 Ah

**Tabelle 2: Betriebs- und Ladespannung am Eingang des Lademoduls in Abhängigkeit von der Zellenzahl und dem Ladestrom**

Zellenzahl	Ladestrom	Zulässige Ladespannung (Uin)
1	500 mA	4,5–7,5 V
1	750 mA	4,5–5,5 V
1	1000 mA	4,5–5,0 V
2	500 mA	4,5–9,0 V
2	750 mA	4,5–7,5 V
2	1000 mA	4,5–6,5 V
3	500 mA	6,9–10,0 V
3	750 mA	6,9–8,9 V
3	1000 mA	6,9–7,9 V
4	500 mA	8,6–10,0 V
4	750 mA	8,6–10,0 V
4	1000 mA	8,6–9,5 V

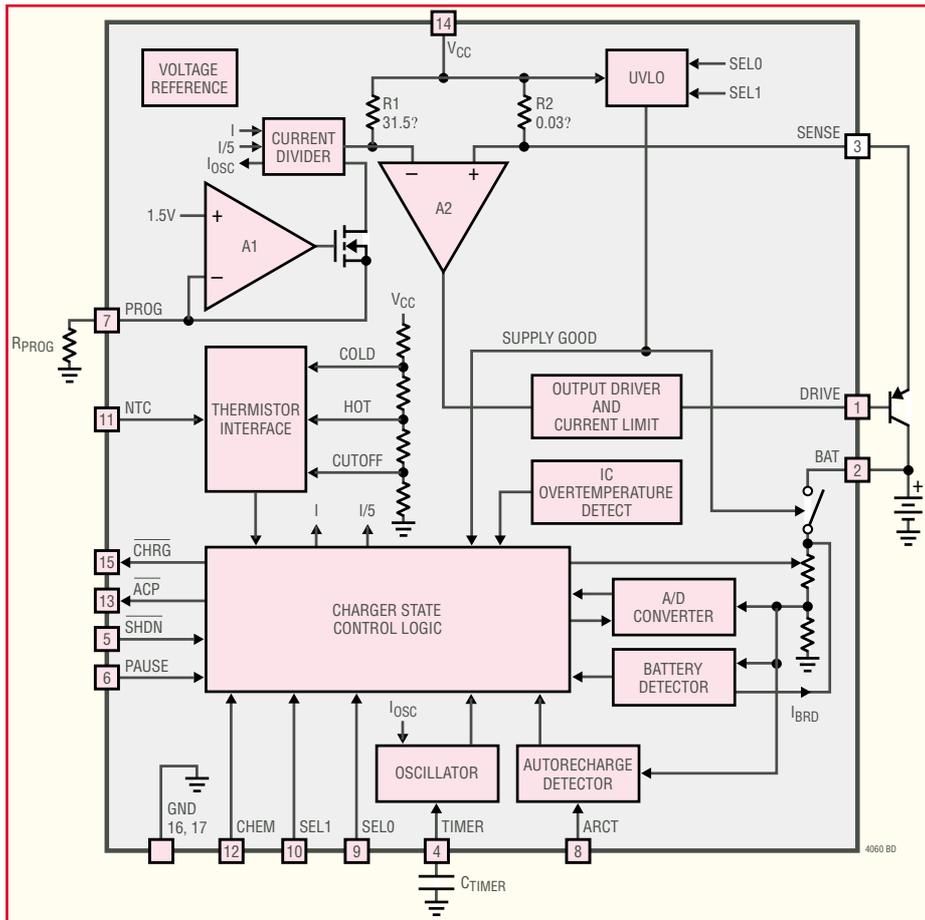


Bild 3: Blockdiagramm des LTC 4060

wird, ist der praktische Aufbau sehr einfach und in kurzer Zeit erledigt. Aufgrund des geringen Pin-Abstands ist der Ladebaustein auch kaum noch von Hand zu verarbeiten.

Entsprechend des Bestückungsplans werden 7 Lötstifte mit Öse von der Platinenoberseite stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen gepresst und sorgfältig verlötet. Danach wird der Sicherungshalter für die Rundsicherung eingesetzt und gleich im Anschluss hieran mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

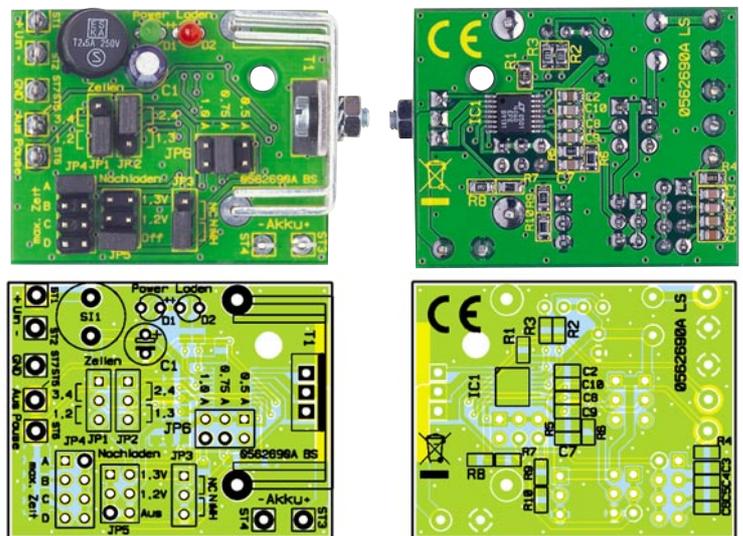
Beim Einlöten des Elektrolyt-Kondensators ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Falsch gepolte Elkos können explodieren. Überstehende Drahtenden werden an der Platinenunterseite direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Es folgen die Stiftleisten zur Aufnahme der Codierstecker, wobei vor dem Verlöten darauf zu achten ist, dass die Kunststoffstege plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen. Die Codierstecker sind entsprechend der gewünschten Konfiguration zu setzen. Es folgt die Montage des Leistungstransistors T 1 mit einer Schraube (8 mm), Zahnscheibe und Mutter am Kühlkörper (Wärmeleitpaste verwenden). Der Transistor wird dann zusammen mit dem Kühlkörper auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Die Einbauhöhe und -position der Leuchtdioden richtet sich nach den individuellen Wünschen und dem eventuellen Einbau in ein Gehäuse. Bei den LEDs ist die Polarität am Bauteil durch einen längeren Anodenanschluss (+) und im Bestückungsdruck durch ein Pluszeichen gekennzeichnet.

Nachdem nun die Bestückungsarbeiten abgeschlossen sind, sollte eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern erfolgen. Nach einem ersten Funktionstest steht dem Einsatz nichts mehr entgegen.

**Ansicht der fertig bestückten Platine des Lademoduls mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite (SMD-Seite)**



**Stückliste:  
Lademodul für  
1-4 NC/NiMH-Zellen LM4**

**Widerstände**

330 Ω/SMD/0805 .....	R2, R3
560 Ω/SMD/0805 .....	R5, R9
1,5 kΩ/SMD/0805 .....	R7
2,2 kΩ/SMD/0805 .....	R6, R10
3,9 kΩ/SMD/0805 .....	R8
68 kΩ/SMD/0805 .....	R4
390 kΩ/SMD/0805 .....	R1

**Kondensatoren**

100 pF/SMD/0805 .....	C8-C10
150 pF/SMD/0805 .....	C3
220 pF/SMD/0805 .....	C7
470 pF/SMD/0805 .....	C4
1,2 nF/SMD/0805 .....	C5
2,7 nF/SMD/0805 .....	C6
100 nF/SMD/0805 .....	C2
100 µF/16 V .....	C1

**Halbleiter**

LTC4060EFE/SMD .....	IC1
BD244C .....	T1
LED, 3 mm, Rot .....	D2
LED, 3 mm, Grün .....	D1

**Sonstiges**

Rundsicherung, 2,5 A, träge, print .....	S11
Rund-Sicherungshalter, print .....	S11
Lötstift mit Lötöse .....	ST1-ST7
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print .....	JP1-JP3
Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade, print .....	JP4
Stiftleiste, 2 x 3-polig, gerade, print .....	JP5, JP6
Jumper .....	JP1-JP6
1 Kühlkörper FK216CB/MI	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Tube Wärmeleitpaste	