

Baumappte zum NiMH-Akkumulatorlader

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Für die Benutzung des in [1] beschriebenen Antennenanalysators als Handgerät sind NiMH-Akkumulatoren erforderlich. Die im entsprechenden Bausatz enthaltene Zusatzbaugruppe „NiMH-Akkumulatorlader“ ist auch einzeln erhältlich und ermöglicht das einfache Laden in einem beliebigen Gerät, das eine Versorgungsspannung von 10 bis 12 V benötigt.

Der in [1] vorgestellte Antennenanalysator ist als Handgerät gedacht. Voraussetzung für seine Nutzung ist daher eine leistungsfähige, netzunabhängige Stromversorgung, für die acht Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren (NiMH) vorgesehen wurden. Gegenüber den bereits 1899 von dem Schweden Waldemar Jungner entwickelten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren (NiCd) haben sie mit 80 Wh/kg eine mehr als doppelt so hohe Energiedichte. Zudem tritt bei Ihnen kein Memoryeffekt auf, wodurch die Lebensdauer durch Nachladen nur teilweise entleerter Akkus nicht beeinflusst wird.

für Geräte mit niedrigem Stromverbrauch ungeeignet. Es gibt bei ihnen eine Art Gewöhnungseffekt. Wenn ständig nur sehr wenig Strom entnommen wird, verliert der Akkumulator an Kapazität. Hier hilft auch kein rechtzeitiges Nachladen mehr. Obendrein kann es auch schnell zur Tiefentladung kommen. Die Hersteller geben deshalb einen Mindeststrom an, mit dem der Akkumulator entladen werden sollte. Aus diesem Grund sollten Sie Akkumulatoren auch niemals lange Zeit ungenutzt liegen lassen oder gar die durch Selbstentladung verlorene Kapazität regelmäßig nachladen.

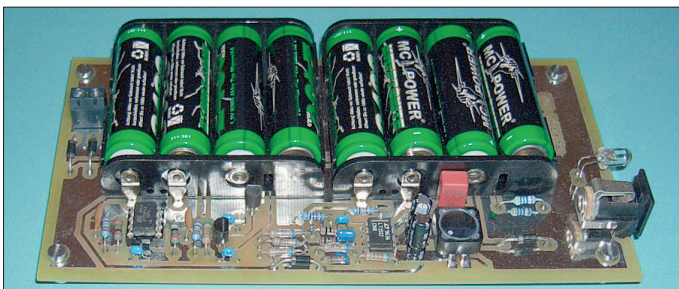


Bild 1:
Die Platine des Labormusters weist noch keine Lötstoppmaske auf.

Foto: Sander

Allerdings hat das NiMH- gegenüber dem NiCd-System nicht nur Vorteile. Unbedeutend ist der Unterschied in der Selbstentladung. Während NiCd-Zellen eine Selbstentladung von etwa 20 % je Monat aufweisen, liegt sie bei NiMH-Typen bei 15 bis 25 %. Entscheidender ist aber die höhere Empfindlichkeit gegenüber Überladung, Überhitzung, falscher Polung und Tiefentladung. Sind mehrere Zellen in Serie geschaltet, kann es bei der Tiefentladung sogar zur Umpolung einzelner Zellen kommen. Im Gegensatz zum Memoryeffekt können solche Fehler nicht mehr korrigiert werden. Während NiCd-Zellen auch unter 0 °C einsetzbar sind, ist dies bei NiMH-Exemplaren nicht möglich. Ein entscheidender Nachteil von NiMH- gegenüber NiCd-Akkumulatoren ist die mit 500 nur etwa halb so große Anzahl von Lade-/Entladezyklen. Dieser Nachteil kann aber durch die höhere Kapazität teilweise wieder ausgeglichen werden. Und NiMH-Akkumulatoren enthalten kein giftiges Cadmium.

Auf einen interessanten Effekt wollen wir an dieser Stelle noch eingehen. Sowohl NiCd- als auch NiMH-Akkumulatoren sind

■ Ladeverfahren

NiMH-Akkumulatoren lassen sich nach verschiedenen Verfahren laden. Da ist zuerst das Standardverfahren mit einem Strom, der etwa 10 % der Kapazität (0,1 C) entspricht. Bei einem 2500-mAh-Akkumulator müsste somit der Ladestrom auf 250 mA festliegen. Die Abschaltung erfolgt dann zeitgesteuert. Dieses Ladeverfahren ist relativ unproblematisch. Allerdings dauert es mehr als 10 h.

Bei den unvermeidlichen kleinen Abweichungen hilft ein Blick ins Datenblatt des Akkumulators. Das sollte sich aber schwieriger gestalten als ursprünglich geplant. Die meisten Hersteller stellen keine Datenblätter bereit. Eine Ausnahme ist [2]. Allerdings ist die Ladezeit der Internetseite recht groß. Doch man wird mit einem ausführlichen Datenblatt für jede Batterie und jeden Akkumulator belohnt. Die ausgewählten 2500-mAh-Zellen GP270AAHC sind im Standardladeverfahren mit 250 mA über 16 h zu laden. Die Umgebungstemperatur sollte dabei 0 bis 45 °C betragen.

Aus Anwendersicht effektiver sind Schnellladeverfahren mit Strömen von 0,5 bis 1 C.

Das entspricht bei den genannten Zellen einem Strom von 1250 bis 2500 mA. Das Abschalten darf hier aber nicht mehr zeitgesteuert erfolgen, denn am Ende der Ladung entstehen im Akkumulator verstärkt Gase und der Innendruck nimmt zu. Messbar ist das durch einen verstärkten Temperaturanstieg und ein schnelles Ansteigen der Spannung mit anschließendem Spannungsabfall von einigen Millivolt.

Diese Kriterien deuten auf beginnende Überladung hin und können zur Unterbrechung des Ladevorgangs genutzt werden. Schnellladeverfahren haben einen entscheidenden Nachteil. Der höhere Strom und die Chemie führen zu höheren Temperaturen. Bei der Konzeption eines Gerätes ist deshalb dafür Sorge zu tragen, dass die Wärme ausreichend abgeführt wird. Bei kompakten Geräten ist das oft schwierig, insbesondere dann, wenn dadurch LC-Displays zusätzlich erwärmt werden können.

■ Schaltung

Aus diesen Gründen fiel die Entscheidung zu Gunsten des Standardladeverfahrens. Schaltkreise zum Laden hat nahezu jeder namhafte Halbleiterhersteller im Programm. Die Auswahl fällt schwer, wenn nicht einige Zusatzkriterien bestehen. An erster Stelle stand die Forderung, dass acht in Reihe geschaltete Zellen eingesetzt werden sollen. Außerdem sollte ein Betrieb des Analysators während des Ladens möglich sein. Berücksichtigt man, dass die Spannung zum Laden höher als die Akkumulatornennspannung sein muss, ergibt sich eine untere Spannungsgrenze, die weit über der Betriebsspannung des Gerätes liegen muss. Dies hätte einen schlechten Wirkungsgrad zur Folge. Zudem sollte die Tatsache Berücksichtigung finden, dass den Funkamateuren in der Regel 12 V aus Labornetzgeräten zur Verfügung stehen.

Und da bleibt nach einiger Suche der Lade-IC LT1512 von [3]. Er kann mehrere in Reihe geschaltete Zellen laden, wobei die Betriebsspannung auch kleiner als die Nennspannung sein kann. Erreicht wird dies dadurch, dass der LT1512 nach dem Schaltreglerprinzip arbeitet. Niedrige Eingangsspannungen werden einfach hochtransformiert. Theoretisch könnten wir die Ladeschaltung in Bild 4 bereits ab 5 V betreiben. Allerdings würde dem die Forderung des gleichzeitigen Gerätebetriebs entgegen stehen. Diese Möglichkeit wird durch die Dioden D3 und D4 gewährleistet. Beim Einspeisen einer externen Spannung gelangt sie über D4 zum Ausgang, da sie höher als die momentane Akkumulatorspannung ist. Der LT1512 benötigt nur eine minimale externe Beschaltung. Zwei Details bedürfen besonderer Erwähnung. Das ist zum einen R6, der aus drei parallelgeschalteten Ein-

zelwiderständen mit je $1,2 \Omega$ besteht. Der Gesamtwiderstand ergibt $0,4 \Omega$ – ein Wert, der bei der notwendigen geringen Toleranz nicht unbedingt zum Standardangebot der meisten Bauelementehändler gehört. Deshalb haben wir uns für die Parallelschaltung entschieden. Mit den $0,4 \Omega$ legen wir den Ladestrom auf 250 mA fest. Die zweite Besonderheit finden wir im Spannungsteiler R5/R7. Sein Verhältnis legt den Wert der Ladeschlussspannung fest. Hier ist allerdings zu bemerken, dass sie temperaturabhängig ist und damit kein eindeutiges Kriterium darstellt. Für eine exakte Auswertung müsste zusätzlich die Temperatur gemessen werden. Wir verzichten hier darauf und nutzen diese Funktion nur als eine Art Sicherheitsabschaltung. Liegt die momentane Akkumulatorspannung über der Ladeschlussspannung oder wird der Strom zu groß, wird die Ladung beeinflusst. Im Fall eines steigenden Ladestroms wirkt sich das

in einer Reduzierung seines Mittelwertes aus, während beim Erreichen der Ladeschlussspannung eine vollständige Abschaltung erfolgt.

Der Controller IC3, ein ATtiny13, übernimmt die Zeitsteuerung. Nach dem Anschließen der externen Spannung führt er ein Reset aus und beginnt die Zeitzählung. Nach exakt 16 h steuert er über seinen Ausgang PB4 den Transistor T1 an, der den Ladevorgang beendet. IC3 benötigt keinen externen Quarz. Die Ladezeit wird trotzdem mit ausreichender Genauigkeit eingehalten. SK5 ist ein Steckverbinder für eventuelle Erweiterungen. In der aktuellen Version bleibt er ungenutzt. Während der Ladung blinkt LED1 langsam, am Ende des Ladevorgangs schnell.

■ Aufbau

Die Platine wurde so konzipiert, dass die Akkumulatoren einschließlich der Lade-

elektronik auf ihr Platz finden. Sie sollte unter der Hauptplatine des Antennenanalysators angeordnet werden. Damit stehen Abmessungen und Anordnung von Bohrungen bzw. der Steckverbinder fest. Die zweiseitige durchkontaktierte Platine ist $160 \text{ mm} \times 85 \text{ mm}$ groß. Für anderweitige Anwendungen gibt es eine breitere Ausführung [5]. Für IC3 ist in den Bausätzen eine achtpolige Präzisionsfassung mit gedrehten Kontakten enthalten. Low-cost-Fassungen sind ungeeignet, da das Gerät im Betrieb doch einige Stöße verkräften muss.

Der im Rahmen des Bausatzes [4] mitgelieferte Controller ist bereits vorprogrammiert. Die Spule L1 ist ein SMD-Typ. Bei ihrer Bestückung ist ihre Richtung zu beachten. Der Punkt auf der Gehäuse muss mit dem auf dem Bestückungsplan übereinstimmen. Die Spule sollte möglichst symmetrisch zu den Pins positioniert werden. Sie wird zuerst nur auf einem Pad angelötet und nach einer

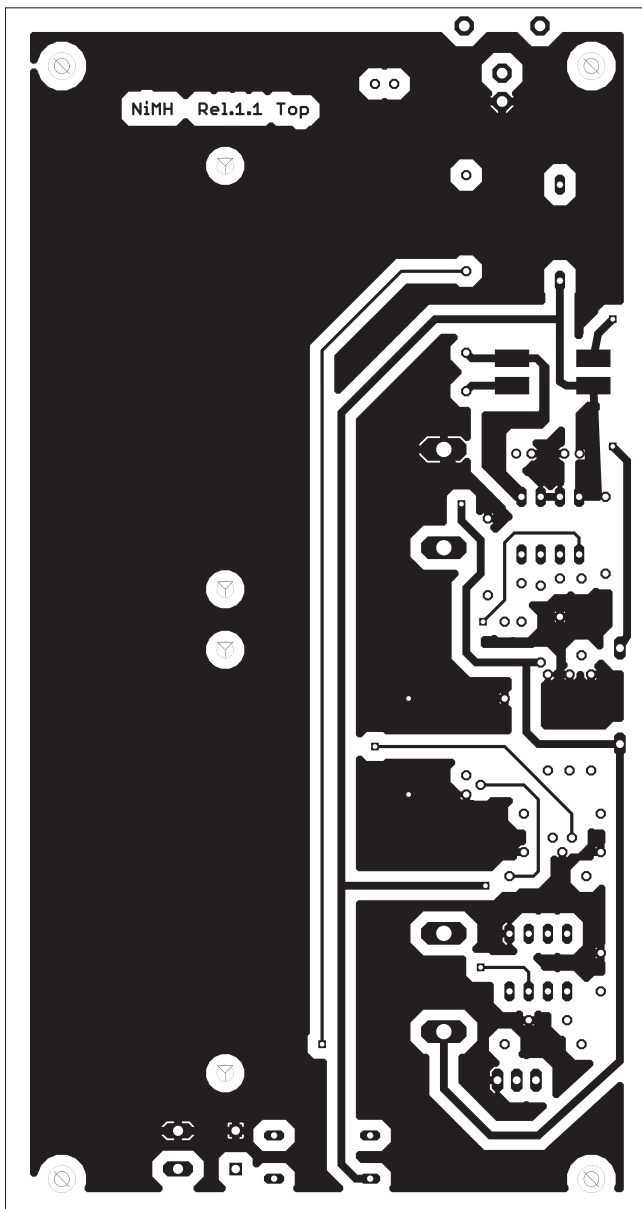


Bild 2: Layout der Bestückungsseite der Ladebaugruppe

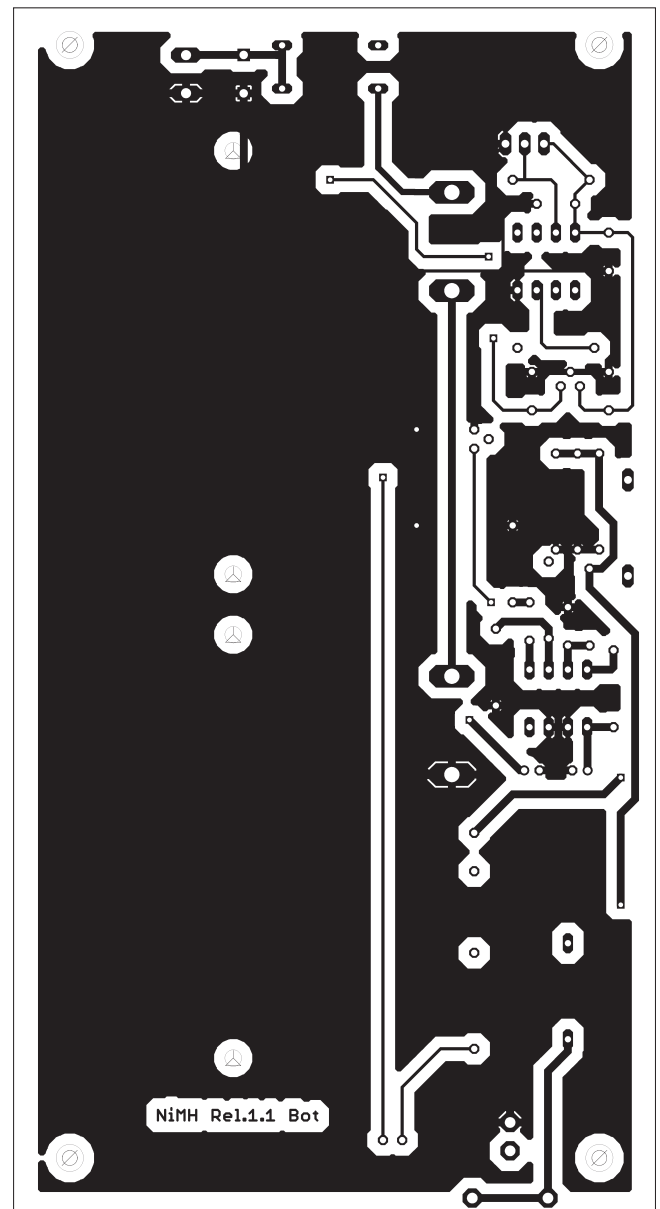


Bild 3: Layout der Unterseite der Ladebaugruppe

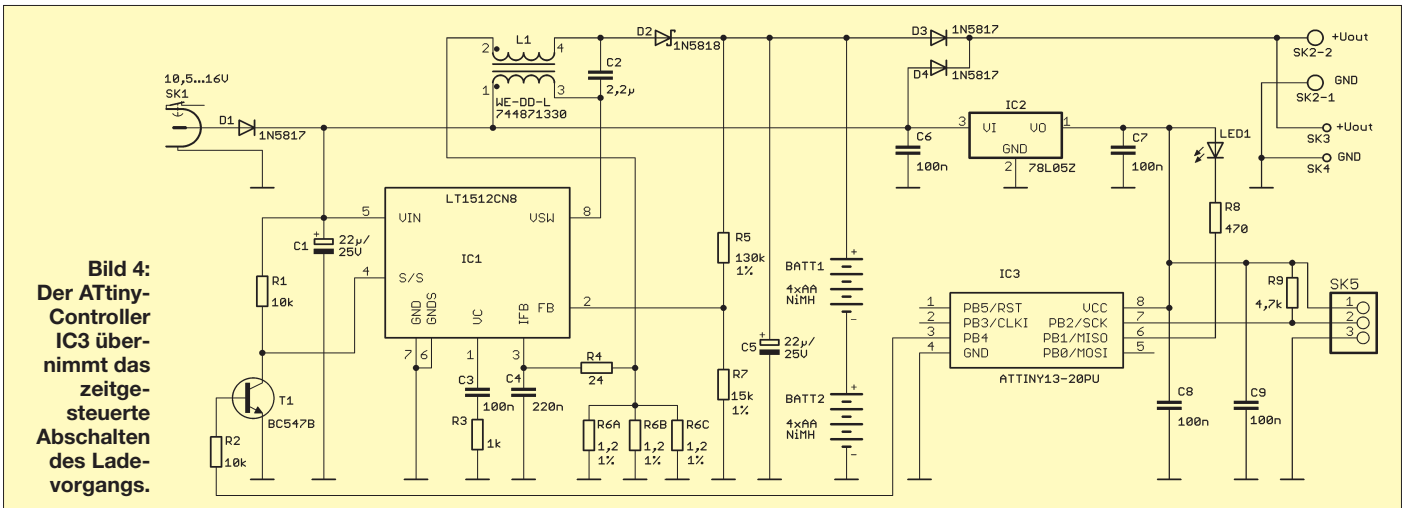


Bild 4:
Der ATtiny-Controller IC3 übernimmt das zeitgesteuerte Abschalten des Ladevorgangs.

Stückliste	
Bauteil	Wert/Bezeichnung
C1, C5	22 µF/25 V
C2	2,2 µF
C3, C6...C9	100 nF
C4	220 nF
D1, D3, D4	1N5817
D2	1N5818
IC1	LT1512CN8
IC2	78L05Z
IC3	ATTiny13-20PU, programmiert mit IC-Fassung
L1	WE-DO-L744871330
LED1	5 mm, rot
R1, R2	10 kΩ
R3	1 kΩ
R4	24 Ω
R5	130 kΩ, 1 %
R6a...R6c	1,2 Ω, 1 %
R7	15 kΩ, 1 %
R8	470 Ω
R9	4,7 kΩ
SK1	Buchse für Hohlstecker
SK2	Anschlussklemme
SK3, SK4	Lötinsel, 1 mm
SK5	Wannenstecker, nicht bestückt
T1	BC5478

kurzen Kontrolle auf korrekten Sitz auf den anderen. Mit Ausnahme der Elektrolytkondensatoren sind alle anderen Kondensatoren Keramik-Vielschicht-Typen. Folienkondensatoren sind auch für den hochkapazitiven C2 ungeeignet. Als Letztes werden die beiden Batteriefächer bestückt. Vor dem Anlöten werden sie durch je zwei M2-Schrauben mit Mutter festgeschraubt. Die Ausgangsspannung lässt sich über die Schraubklemme SK2 entnehmen. Alternativ stehen Lötinsel an SK3/SK4 bereit.

■ Inbetriebnahme

Nachdem die Baugruppe vollständig bestückt ist, kann der Test beginnen. Wir setzen in die beiden Batteriefächer acht leere Akkumulatoren der Bauform AA mit einer Nennkapazität von mindestens 2500 mAh ein. Zur Stromversorgung an SK1 verwenden wir beim ersten Mal möglichst ein Labornetzgerät mit Amperemeter. Die Spannung stellen wir vor dem Anschließen auf einen beliebigen Wert zwischen 10,5 und 16 V ein. Das Amperemeter sollte jetzt eine

Stromaufnahme von etwa 260 bis 270 mA anzeigen. Bei höheren Strömen ist die Baugruppe sofort von der Stromversorgung zu trennen. Aber auch bei weitaus niedrigeren Strömen stimmt etwas nicht und wir müssen mit der Fehlersuche beginnen. Da die Schaltung auf Antrieb funktionieren sollte, sind meistens Bestückungs- oder Lötfehler die Ursache.

■ Akkumulatorpflege

Sicher gibt es bereits ein Gesetz von Murphy, welches sich auf Akkumulatoren bezieht und besagt, dass sie immer dann leer sind, wenn sie gerade gebraucht werden. Bereits durch die Selbstentladung kann es dazu kommen, wenn der Antennenanalysator längere Zeit nicht benötigt wird. Noch unangenehmer wird es, wenn die Zellen durch Tiefentladung und dadurch verursachte Umpolung zerstört werden. Um diesen Fall zu verhindern, ist eine gute Pflege wichtig für eine lange Lebensdauer. Zu ihr gehört regelmäßiges Entladen und Laden. Schalten Sie den Antennenanalysator bei

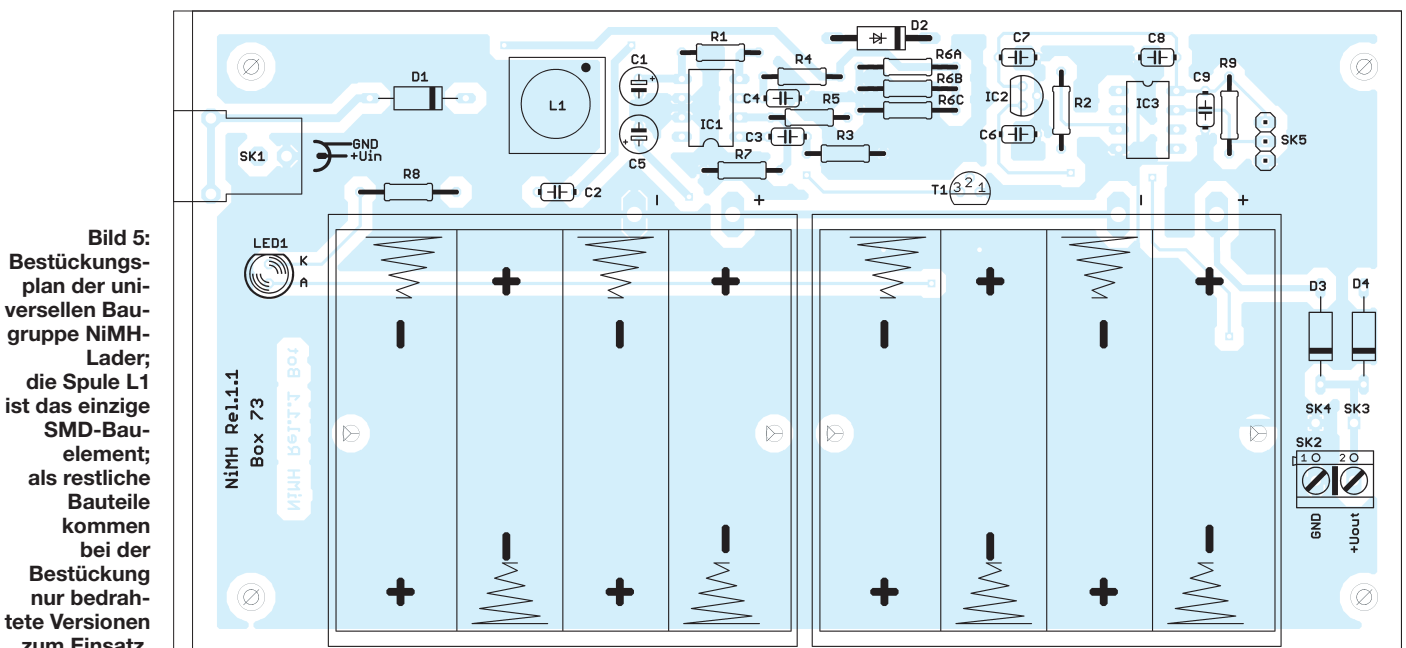


Bild 5:
Bestückungsplan der universellen Baugruppe NiMH-Lader; die Spule L1 ist das einzige SMD-Bauelement; als restliche Bauteile kommen bei der Bestückung nur bedrahtete Versionen zum Einsatz.

längerem Nichtgebrauch trotzdem immer mal wieder ein und laden Sie auch rechtzeitig. Dadurch können Sie eine Tiefentladung verhindern.

Die Spannung sollte niemals bis unter 1 V je Zelle sinken. Ebenso sollten die Zellen niemals überladen werden, aber darum muss man sich nicht kümmern. Das wird bereits durch die Ladeschaltung verhindert. Und noch ein Tipp: Kaufen Sie Akkumulatoren bei einem Händler Ihres Vertrauens. Achten Sie dabei auf „frische Ware“.

info@sander-electronic.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Graubner, N., DL1SNG: Vektorieller Antennenanalysator als Handgerät im Selbstbau. FUNK-AMATEUR 56 (2007) H. 3, S. 283–285; H. 4, S. 396–399; H. 6, S. 506–507
- [2] GPI International: GP Rechargeable Batteries. www.gpbatteries.com.hk/html/techinfo/nimh.asp
- [3] Linear Technology: LT1512 – SEPIC Constant-Current/Constant-Voltage Battery Charger. www.linear.com → LT1512
- [4] FA-Leserservice: Bausatz: NiMH-Akkulader (85 × 160 mm²). www.funkamateurlader.de → BX-101 (29 €)
- [5] FA-Leserservice: Bausatz: NiMH-Akkulader (100 × 160 mm²). www.funkamateurlader.de → BX-102 (33 €)

Versionsgeschichte zur Baumappte

Die aktuelle Fassung dieser Baumappte wird jeweils im Online-Shop des FUNK-AMATEUR als ergänzende Information zum Produkt *NiMH-Akkulader-Baugruppe*, Artikel-Nr. *BX-101*, zum Herunterladen bereitgestellt.

Damit Leser, die die vorigen Textversionen bereits kennen, nicht alles neu lesen müssen, führen wir an dieser Stelle auf, was sich von Version zu Version geändert hat. Die aktuelle Version steht dabei als Erstes.

Version 070628

– Ursprungsversion

Version 070709

– Stückliste ergänzt