

Bleigel-Akkulader

für 6-V- und 12-V-Batterien

Yuasa, Kobe, Sonnenschein und Varta sind nur einige von vielen Herstellern von Bleigel-Akkus. Obwohl diese Batterien schon Jahrzehnte auf dem Markt sind, nimmt ihre Verbreitung aufgrund stark gefallener Preise in letzter Zeit einen starken Aufschwung, besonders die leistungsstarken und dennoch kompakten und einfach handhabbaren Typen mit einer Nennkapazität von bis zu 30 Ah. Wie stellen hier ein Ladegerät vor, das die besonderen Ladebedingungen von Bleigel-Batterien erfüllt.

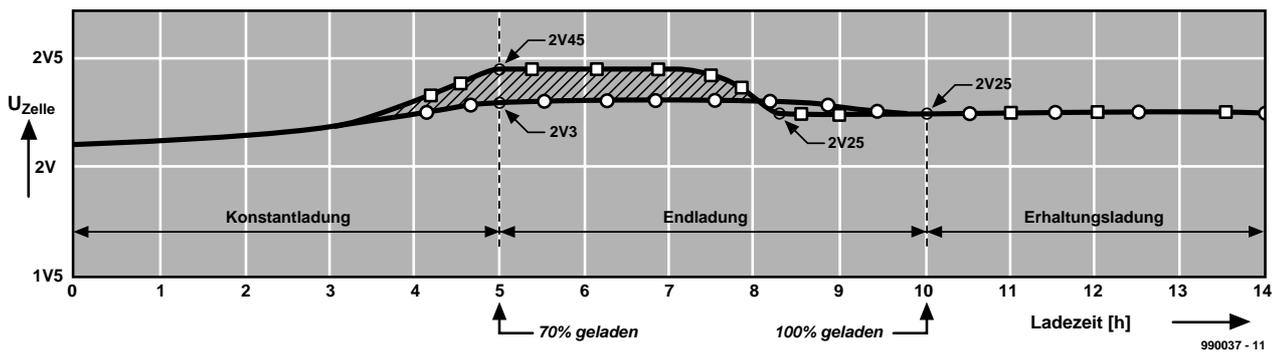


Im Versandhandel, in Elektronik-Geschäften, auf Messen und Flohmärkten werden oft Bleigel-Batterien zu sehr günstigen Preisen angeboten. Dabei muß es sich nicht unbedingt um Neuware handeln, denn auch Industrie-Restposten oder brauchbare aus Alarmanlagen oder Großcomputern "ausgeschlachtete" Typen befinden sich im Angebot. Diese Bleigel-Akkus dürften die vom Hersteller angegebenen Kapazität nur selten erreichen. Ein wenig Risiko ist beim Kauf immer dabei, aber vielleicht reicht die vorhandene Kapazität noch für ein jahrelanges klagloses Dasein in der vorgesehenen Anwendung. Wer diesen Unwägbarkeiten aus dem Weg gehen will und neue, garantiert frische Akkus bevorzugt, ist auf den "seriösen" Handel angewiesen. Die Preise dort sind im Vergleich zu Flohmarktangeboten allerdings gesalzen ...

ÜBER BLEIGEL - AKKUS

Die kunststoffummantelte Bleigel-Batterie ist nichts anderes als eine Weiterentwicklung der von Gaston Planté im Jahre 1859 erfundenen "flüssigen" Bleisäure-Zelle. Die mit einem festeren Inneren versehene Version, bisweilen auch unter der Handelsbezeichnung *Gelzelle* erhältlich, wird üblicherweise in portablen Equipment eingesetzt. Verglichen mit dem üblichen Bleisäure-Akku, wie man ihn beispielsweise in jedem Auto findet, weisen Blei-Gel-Typen eine niedrigere Klemmenspannung auf, die während des Ladevorgang genau überwacht werden muß, um die sogenannte Gasungsspannung nicht zu überschreiten. Ansonsten dehnt sich das Innere aus, bis bei einem Überdruck von etwa 35 kPa ein Sicherheitsventil öffnet und das Innere nach außen kehrt. Dieser

Bild 1. Die Hersteller von Bleigel-Batterien empfehlen diesen Ladealgorithmus, der zu Beginn der Endladungs-Phase die Wahl zwischen niedriger (○-Linie) und höherer (□-Linie) Zellenspannung erlaubt.



Zustand sollte nicht nur unbedingt verhindert werden, um der Batterie ein langes Leben zu ermöglichen, sondern auch, weil die entweichenden Gase stark korrosiv und außerdem entzündlich sind.

Die typische Nennkapazität von 2nd-hand-Bleigel-Batterien reicht von etwa 4 Ah bis 30 Ah. Sie stammen aus UPS-Applikationen (uninterruptible power supply), Sicherheits- und Beleuchtungssystemen, biomedizinischen Instrumenten, Rollstühlen, transportablen Radio- und Satelliten-Uplink-Terminale. Der Entwickler des Ladegeräts nutzt es, um die Bleigelbatterie (6 V / 4 Ah) seiner Spielö-Stirnlampe zu laden. Die Vorzüge von Bleigel-Batterien liegen in ihrer niedrigen Selbstentladung und dem Fehlen auch nur des geringsten Memory-Effekts. Sie sind nahezu wartungsfrei, besitzen einen sehr hohen Ladewirkungsgrad und (trotz ihres auf den ersten Blick hohen Preises) ein hervorragendes Preis/Leistungs-Verhältnis. Nachteilig machen sich das recht hohe Gewicht und die geringste Energiedichte (Kapazität zu Volumen und Gewicht) aller wiederaufladbarer Batteriesysteme bemerkbar. Zudem sind Bleigel-Batterien nicht für Schnell-Ladung geeignet. Ein Nichtbefolgen dieser Vorschriften bezahlt man in Form von Sulfatisierung, die je nach Stärke mehr oder

weniger verhindert, daß die Batterie den Ladestrom akzeptiert. Und als letzter Nachteil muß natürlich genannt werden, daß das Bleigel stark umweltschädlich ist. Ausgediente Batterien (egal welcher Sorte) müssen nach der Batterieverordnung vom 3.4.1998 ausschließlich über den Händler (Rücknahmepflicht!) oder den Sondermüll entsorgt werden, niemals aber über den Hausmüll.

LADE - ALGORITHMUS

Der Ladealgorithmus für Bleigel-Batterien ist im Prinzip spannungsbegrenzt (im Gegensatz zum strombegrenzten Laden von NiCd- oder NiMH-Akkus): Normalerweise sollten 14...16 Stunden ausreichen, um einen vollständigen Ladevorgang durchzuführen.

Die "offizielle" Soll-Ladekurve ist in Bild 1 aufgezeichnet. Sie dient den Multistage-Ladegeräten als Vorlage und zerfällt in die drei Abschnitte Konstantladen, Endladen und Erhaltungsladen. Die vertikale Achse gibt die Zellen- und nicht die Batteriespannung an. Eine 6-V-Batterie besitzt drei, ein 12-V-Typ sechs Zellen.

Etwa während der ersten fünf Stunden des Ladevorgangs fließt ein Ladestrom bis maximal 0,5 C (typisch 0,2...0,3 C). Dies reicht, um den Akku bis etwa 70 % seiner Nominalkapazität zu füllen. Die restlichen 30 % werden während

der Endladungs-Phase (nicht Entladen!) erreicht, die ungefähr weitere fünf Stunden dauert. Die Phase setzt ein, wenn die Zellenspannung 2,30 V oder 2,45 V erreicht. Die beiden Werte repräsentieren das untere und das obere Extrem, deren Vor- und Nachteile in Tabelle 1 aufgelistet sind. Die Endladungs-Spannung schließlich sollte 2,25 V pro Zelle betragen. Damit kommt man bei einer 12-V-Batterie auf 13,5 V.

Wie in Bild 1 zu sehen, kann die Ladezeit eingeschränkt werden, wenn man die höhere Ladespannung von 2,45 V nutzt. Die Erhaltungsladespannung der Phase 3 bleibt dagegen immer gleich auf 2,25 V/Zelle und kann, wenn erforderlich, jahrelang anliegen. So entpuppt sich die Bleigel-Batterie als ideal für Standby-Versorgungen!

Bedenken Sie, daß es sich bei der Kurve in Bild 1 um eine von der Batterie-Industrie vorgeschlagene theoretische Sollkurve handelt. In der Praxis verhalten sich Bleigel-Akkus während des Ladens dermaßen "gutartig", daß nur selten Ladegeräte mit fixer Zeitbegrenzung eingesetzt werden müssen.

REGLER FÜR SPANNUNG UND STROM

Die Schaltung in Bild 2 zeigt kein teures und schwer erhältliches Spezial-IC, sondern einen alten Bekannten, den

Sulfatisierung

Auch die schönste Bleigel-Batterie, die man auf dem Flohmarkt oder aus Überschußbeständen erwirbt, kann die vom Hersteller auf dem Kunststoffgehäuse angegebene Kapazität meist nicht erreichen. Der Grund dafür liegt in einer chemischen Umwandlung in der Zelle, der sogenannten Sulfatisierung. Dieses Phänomen ist in geringem Maß bei jeder Bleibatterie zu beobachten, aber bei Bleigel-Batterien wird der Effekt durch langfristige Lagerung ohne Ladevorgang oder ohne jede Erhaltungsladung gefördert.

Eine einfache, aber keineswegs sichere Methode, die Chancen zumindest einer teilweisen Beseitigung der Sulfatisierung und der damit verbundenen Wiederherstellung alter Leistungskraft

in etwa einzuschätzen, ist die Messung der Klemmenspannung unter leichten Ladebedingungen. Erreicht die Zellenspannung Werte gleich oder größer 2,10 V (ergibt 6,3 V beziehungsweise 12,6 V bei einer Batterie), stehen die Chancen nicht schlecht, die verlorene Kapazität zurückzuerhalten.

Eine Methode, die Batterie wiederherzustellen, ist es, sie zweimal hintereinander voll zu laden (dazwischen eine Ruhepause von 24...28 Stunden), eine zweite Methode setzt auf eine definierte Überladung der Zellen mit einer Spannung von 2,50 V pro Zelle für ein oder zwei Stunden. Diese Methode verlangt allerdings extreme Vorsicht, eine permanente Überprüfung der Batterietemperatur sowie ausführliche Sicherheitsmaßnahmen gegen ein Entweichen des Zelleninneren durch das Sicherheitsventil. Solche Versuche sollte man nur im Freien durchführen!

Tabelle 1. Maximale Zellenspannung		
	2,30 ... 2,35 V/Zelle	2,40 ... 2,45 V/Zelle
	Langes Leben, Akku bleibt während des Ladens kalt, Laden bei Umgebungstemperaturen über 30 °C.	Erlaubt verkürzte Ladezeit, geringes Beschädigungsrisiko durch Unterladen. Höhere und gleichmäßigere Kapazität.
	Lange Ladeperiode. Sulfatisierung kann auftreten, wenn nicht regelmäßig "scharf" geladen wird. Niedrige und ungleichmäßige Kapazität.	Höhere Batterietemperatur beim Laden kann die Lebensdauer verringern. Überladen kann dazu führen, daß die nominelle Zellenspannung nicht mehr erreicht wird.

Ladestrom auf einen Wert von etwa 0,02 C gesunken. Die Batterie ist ausreichend mit Energie gefüllt. Der Spannungsabfall über R4 ist zu gering, daß T1 voll durchsteuert, der L200 schaltet auf die niedrigere Zellenspannung von 2,30 V/Zelle um und geht in den Modus der Erhaltungsladung. Man sieht, das so einfach aufgebaute Ladegerät ist durchaus intelligent genug, die hohe Ladespannung nicht länger als unbedingt notwendig anzulegen. Auch sorgt der Lader dafür, daß nach einer sehr starken Stromentnahme die Batterie automatisch (im Stand-by-Betrieb) in den "Schnell-Lademodus" mit erhöhter Zellenspannung umschaltet.

Wenn keine Spannung am Ladereingang anliegt, bleibt die Batterie mit dem Ausgang verbunden und kann sich darüber entladen. D9 aber sorgt dafür, daß der Entladestrom auf etwa 1 mA plus den Strom durch die Low-current-LED D11 (etwa 2,5 mA) begrenzt bleibt. Also keine Panik!

Bleigel-Batterien sind relativ empfindlich gegenüber starker Welligkeit der Ladespannung. Aus diesem Grund ist mit C1 ein sehr großes Energiereservoir parallel zur Eingangsspannung des Laders geschaltet, eine kleinere Ausführung in Form von C4 hält den L200 unbedingt stabil.

EINGANGSSPANNUNG

Vorausgesetzt, sie möchten keine großen Bleigel-Akkus mit Kapazitäten über 10 Ah laden, reicht ein preiswertes und sicheres Steckernetzteil als Spannungslieferant für den Lader. Die erforderliche Leistungsfähigkeit richtet sich natürlich nach der Batteriekapazität und der gewünschten Ladezeit. Ein Steckernetzteil, das auf 12 V eingestellt ist, liefert ohne oder mit geringer

Belastung auch leicht 17 V. Auf jeden Fall sollten 17 V bei einem Ladestrom von 0,2 C erreicht werden. Wenn man beispielsweise einen 12-V-Akku mit 4 Ah laden möchte, so beträgt der Anfangsstrom etwa 0,8 A. Da ist schon ein ziemlich kräftiges Netzteil erforderlich. Übrigens: Es gibt kein Hindernis, die Batterie auch mit einem geringeren Strom zu laden. Natürlich dauert der Ladezyklus dann ein wenig länger, aber man kann ein übliches 500-mA-Netzteil verwenden.

In allen Fällen, in denen ein Steckernetzteil nicht die erforderlichen Werte für Spannung und/oder Strom erreicht, muß man ein größeres stabilisiertes Netzteil einsetzen, das wenigstens 18 V liefern kann. Dazu ist ein Trafo mit einer 15-V-Sekundärwicklung nötig, durch die das 1,4fache des erforderlichen maximalen Stroms fließen kann, weiterhin einen Brückengleichrichter und ein Pufferelko von wenigstens 2200 µF/A. Beachten Sie beim Aufbau die Sicherheitsvorschriften.

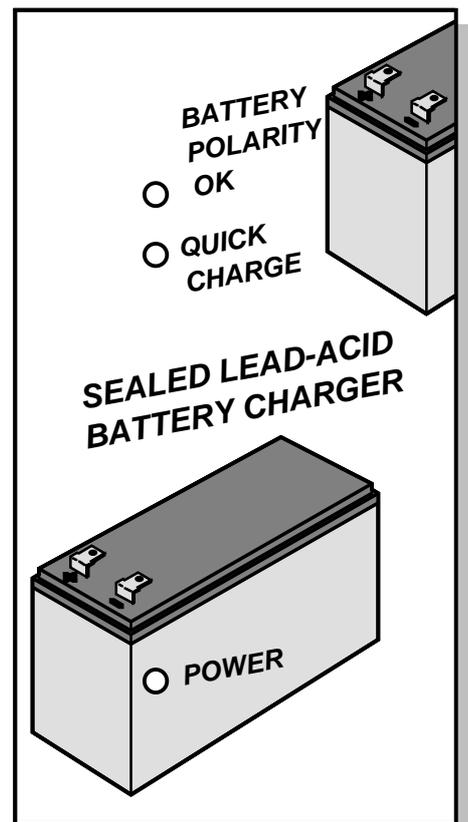
VOM BESTÜCKEN BIS ZUM EINSATZ

Das Ladegerät wird auf einer kompakten einseitigen Platine (Bild 3) aufgebaut, die man in einem kleinen Gehäuse unterbringen kann. Wenn es sich dabei um ein Metallgehäuse handelt, kann es gleichzeitig als Kühlkörper für IC1 dienen. Der L200 muß allerdings isoliert (mit Glimmerscheibe und Kunststoff-Schraubentülle) angebracht werden. Ein passendes Layout für die Frontplatte zeigt Bild 4.

Bevor die Batterie an das Ladegerät angeschlossen werden kann, muß es mit einem Netzteil ausgestattet werden, das etwa 17 V für 12-V-Akkus beziehungsweise 11 V für 6-V-Akkus liefern können muß. Bei Raumtempe-

Bild 4. Layoutvorschlag für eine Frontplatte.

4



990037-F

ratur (20...25 °C) dreht man P1 so, daß die Ausgangsspannung des Laders 13,8 V (6,9 V) beträgt. Schließt man mit einem Drahtstückchen die Basis-Emitter-Verbindung von T1 kurz, sollte die Spannung auf 14,4 V (7,2 V) steigen. Eine Toleranz von ±0,1 V ist akzeptabel. Ist die Spannung zu hoch, erhöht man R3 und umgekehrt.

Ein Ladevorgang sollte immer folgender Prozedur folgen:

1. Batteriepolartität eindeutig feststellen
2. Batterie an den Lader anschließen
3. LED D11 überprüfen
4. Eingangsspannung für den Lader anlegen.

(990037)rg

Tabelle 2. Bauteilwerte			
Bauteil	6 V	12 V	Bemerkung
R7	Drahtbrücke	3,9 kΩ	
R3	6,8 kΩ	56 kΩ	
R6	0,45 x I in Ω	0,45 x I in Ω	bestimmt den maximalen Ladestrom, I = 0,2 C ... 0,5 C
R4	0,5/0,02 C in Ω	0,5/0,02 C in Ω	bestimmt die Schwelle für die Reduzierung der Zellenspannung auf 2,3 V und den Ladeerhaltungsstrom. Wählen Sie den nächstliegenden E12-Wert. Ziel ist ein Strom von 0,02 C.
C = Nominelle Batteriekapazität in Ah I = Anfänglicher Ladestrom			