

LiPo – die neue Akku-Generation

Sie sind zwar noch nicht allzu lange auf dem Markt, erobern sich aber rasant neue Anwendungsfelder – die superkompakten Lithium-Ionen-Polymer-Akkus, kurz LiPo genannt. Dieser neue Akku-Typ verfügt über eine hohe Energiedichte bei geringem Gewicht sowie kompakten Maßen und bietet somit erhebliche Vorteile, z. B. im Modellbau oder bei der Konstruktion von sehr kompakten Geräten. So findet man diesen Akku-Typ inzwischen auch im Handy.

Wir beschreiben, passend zu unserer LiPo-Ladeschaltung in dieser Ausgabe, den Aufbau, die Möglichkeiten und den Umgang mit dieser neuen Akku-Technologie.

Flache Boliden

Lange Zeit konnte man aus Anwendersicht von der Entwicklung der Akku-Technik nicht viel mehr erwarten als die stetige Verbesserung der Technologien Blei-, NiCd- oder NiMH-Akku. Innovative Stromlieferanten wie die Brennstoffzelle sind nach wie vor Zukunftsmusik, hier fanden bisher lediglich wenig handliche und gering leistungsfähige Experimentalaufbauten den Weg zum Anwender.

Aber da war doch noch etwas? Richtig, die Lithium-Ionen-Technologie (Abgekürzt: Li-Ion). Sie weist die derzeit höchste Energiedichte, das beste Temperaturverhalten, eine extrem hohe Lebensdauer, kaum Selbstentladung und eine günstige Spannungslage von 3 V (geringe Zellenzahl) auf. Man kennt sie schon lange als langlebige (bis 10 Jahre und mehr) Primär-Energiequellen in Knopfzellenform für Uhren, Taschenrechner, PDAs, Fotoapparate.

Erst ca. Mitte der 90er Jahre eroberte der Li-Ion-Akku als wiederaufladbares System

mit 3,6 V Zellenspannung den Markt für Stromversorgungen der stromhungrigen Camcorder, später der Digitalfotoapparate (Abbildung 1), Handys und PDAs. Auch sind seit einigen Jahren über die so genannten kundenspezifischen Akkus hinaus Li-Ion-Akkus für universellen Einsatz verfügbar. Sie fanden z. B. schnell bei den Flugmodellbauern als Empfänger-Akkus Verwendung. Um sie quasi im Akku-Pack als Antriebsakku „zu verheizen“, waren und sind sie eigentlich nach wie vor zu teuer. Dazu kommt, dass die Dauerstrom-



Bild 1: Hier fanden Li-Ion-Akkus ihre erste verbreitete Anwendung – in Kameras und Camcordern.

belastbarkeit gegenüber den „dicken“ NiCd-/NiMH-Zellen geringer ist. Und ein weiteres starkes Argument gegen den Einsatz der teuren Speicher im Modellbau ist die hohe Empfindlichkeit gegen Fehlbehandlung. Nur mit aufwändiger Elektronik-Überwachung sind diese Akkus gegen Fehler beim Laden und Entladen zu schützen. Denn jedes Tiefentladen oder Überladen, auch kurzzeitig, führt hier unweigerlich zur Beschädigung, darauf werden wir noch kommen.

Die späte Marktreife dieser Akku-Art ist der nicht einfach beherrschbaren Technologie der Lade- und Entladevorgänge und der langen Suche nach geeigneten Materialien geschuldet. Nicht umsonst sind Li-Ion-Akkus in stabile Metallgehäuse verpackt, die den Nutzer insbesondere bei Fehlbehandlung oder mechanischer Belastung des Akkus vor Gesundheitsschäden schützen sollen – Explosionen aufgrund der hohen, plötzlich frei werdenden Energie (warum, werden wir noch diskutieren) sind durchaus möglich, wenn auch selten. Zumindest entsteht hierdurch eine hohe Brandgefahr.

Wie klar die Vorteile dieser inzwischen weitgehend als ausgereift geltenden Technologie sein können, beweisen aktuelle Anwendungen wie die im Akku-Schrauber Bosch IXO (Abbildung 2), im Flächenschleifer „Prio“, ebenfalls von Bosch, oder in der neuen Akku-Bohrmaschine von Dre-

mel. Hier verrichtet ein leistungsfähiger Li-Ion-Akku seinen Dienst und bedient alle Unarten des mehr sporadischen Heimwerker-Werkzeug-Daseins. So kann er z. B. lange liegen bleiben, ohne dass der Akku an Ladung verliert – die Rest-Kapazität steht mit einer Selbstentladungsrate von unter 1 % im Monat auch nach längerer Zeit relativ verlustfrei zur Verfügung. Eine intelligente Elektronik verhindert zu weites Entladen. Der NiCd-Akku-Schrauber dagegen muss, je nach Akku-Qualität, „alle paar Tage“ nachgeladen werden. Ein weiterer Vorteil ist den genannten Werkzeugen gleich anzusehen – sie sind kompakter als ihre mit NiCd-Zellen bestückten Artgenossen.

Doch zurück zur Technologie. Seit etwa zwei Jahren tauchen sie immer öfter auf – die letzte Entwicklung der Akku-Industrie heißt Lithium-Ionen-Polymer-Akku, kurz LiPo-Akku genannt. Dieser Akku basiert vollständig auf der Li-Ion-Technik, hier hat man jedoch zu einem revolutionären Mittel zur Beseitigung von flüssigen oder halbflüssigen Elektrolyten gegriffen. Der Name sagt es: Polymer ist eine der Grundlagen des Akkus. Hier wurde das Elektrolyt, ähnlich wie bei der Blei-Gel-Batterie, verdickt und quasi mit einer Polymer-Folie vereint. Ergebnis sind extrem flache Akkus (Abbildung 3) mit einer sehr hohen Energiedichte. Ursprünglich waren diese Akkus mit ihren 3,7 V je Zelle für tragbare



Bild 2: Absolut handlich dank leistungsfähigem Li-Ion-Akku – der Akku-Schrauber IXO von Bosch. (Foto: Bosch)

Geräte wie Handys, PDAs, GPS-Handgeräte u. Ä. konzipiert, inzwischen haben sich aber vor allem jene Modellbauer diese Energiequelle erschlossen, die vom günstigen Leistungsgewicht leben – die Flugmodellbauer. Hier bringen die platzsparenden und vor allem leichten Zellen die größten Vorteile. Vor allem die leichten Flyer profitieren davon. Aber auch als Energiequelle für tragbare Geräte kommen die LiPo-Akkus mit ihren günstigen Eigenschaften in Frage. Allein die Preise sind derzeit noch etwas hoch, aber Hightech kostet eben, solange sie noch neu ist.

Wie funktioniert's?

Sieht man in das Periodensystem der Elemente, findet man Lithium als leichtestes festes Element mit hohem chemischen Reaktionspotenzial ganz oben. Diese Eigenschaften machen das Element so interessant für die Akku-Herstellung.



Bild 3: Nur 3 bis 5 mm stark – die superflache und leichte LiPo-Zelle

Zusammen mit Mangan- oder Kobaltoxid bildet das in diese Materialien eingelagerte Lithium die Katode. Die Anode des Akkus besteht aus einer Kohlenstoffverbindung (Graphit). Dazwischen befindet sich das wohl interessanteste „Bauteil“ des Akkus – die Elektrolyt- und Separatorschicht. Im Gegensatz zu allen bekannten Akku-Technologien, auch des Li-Ion-Akkus, bei denen man ein flüssiges bzw. gelartiges Elektrolyt einsetzt, stechen die LiPo-Akkus, wie bereits angedeutet, durch eine neuartige Form der Verbindung von Separator und Elektrolyt hervor. Hier ist es gelungen, eine Fortentwicklung der Gel-Technologie zu realisieren, indem man das Gel als Elektrolytträger so verdickt hat, dass es sich zusammen mit einer Polymerfolie als Träger zu einem flexiblen, festen und trockenen Elektrolyt verarbeiten lässt. Eine ähnliche Technik, wenn auch in anderer Akku-Technologie, haben wir ja bereits bei den Blei-Gel-Wickelzellen beobachten können, die auch kein direkt flüssi-

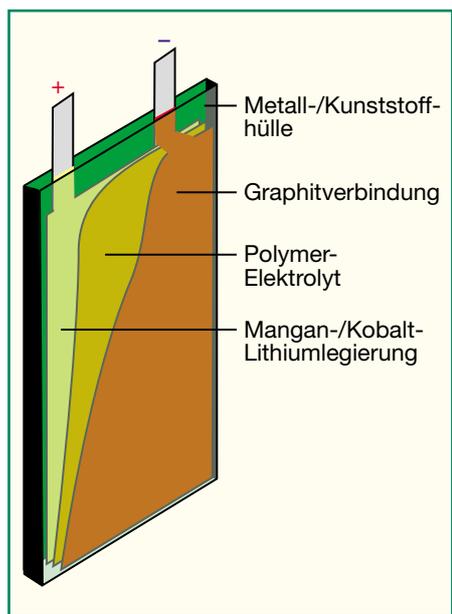


Bild 4: Der prinzipielle Aufbau der LiPo-Zelle

ges Elektrolyt mehr enthalten. Allerdings nehmen hier Matten das sonst gelartige Elektrolyt auf.

Die gesamte Anordnung der Elemente der LiPo-Zelle wird jeweils eng übereinander laminiert und von einem dicht verschweißten Kunststoff-Metall-Mantel aus laminiertes Metallfolie umschlossen. Die Elektroden sind über dünne Metallstreifen herausgeführt. Abbildung 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau solch einer Zelle. Vor allem fällt auf, dass man den Weg weg von der raumfressenden gewickelten Zelle gefunden hat. Da man es hier durchweg mit flexiblen Materialien zu tun hat, liegt der Gedanke nahe, diese Akkus in die unterschiedlichsten Formen bringen zu wollen und so quasi bei „vollgestopften“ Geräten jeden Kubikmillimeter Platz für den Energieerzeuger nutzen zu können. Doch das ist praktisch bisher nur wenig verbreitet, und die handelsüblichen LiPo-Zellen sind auch nicht besonders flexibel. Hier muss

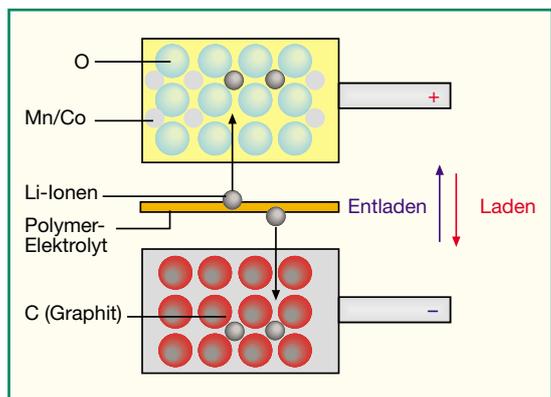


Bild 5: Je nach Betriebsart (Laden/Entladen) bewegen sich die Lithium-Ionen zwischen den Elektroden.

wohl noch einiges an den Materialien getan werden, um eine Unfallgefahr durch geknickte oder gebogene Akkus auszuschließen. Lediglich mit einigen speziellen Customer-Akkus, die normalerweise vom Nutzer nicht erreicht werden können, liefern die Hersteller solche speziell geformten Akkus. Der Rest ähnelt durchweg einem flachen Schokoladentäfelchen mit einer Dicke von wenigen Millimetern und ist nur sehr wenig flexibel.

Was tut sich chemisch in dieser interessanten Anordnung? Eigentlich nichts anderes als im Li-Ion-Akku, nur dass hier das Elektrolyt nicht flüssig ist. Abbildung 5 illustriert die Vorgänge.

Beim Laden und Entladen erfolgt eine Wanderung der extrem kleinen Lithium-Ionen von einer Elektrode zur anderen. Dort lagern sich die viel kleineren Lithium-Ionen in den Kristallgitter-Zwischenräumen der Elektroden-Atome ein.

Je nach Vorgang entsteht an einer der beiden Elektroden ein Mangel bzw. ein Überfluss an Elektronen (die wiederum über den Last- bzw. Ladestromkreis fließen). Diese Elektronen-Umladung löst eine physische Wanderung der aus den Lithium-Atomen herausgelösten Ionen (elektrisch geladene Atome) durch die auch als Separator fungierende Polymerfolie hindurch zur jeweils anderen Elektrode aus.

Durch die verwendeten Materialien wird eine enorme Energiedichte realisiert, die mit bis zu 380 Wh/l Größen erreicht, die von keinem anderen Akku-System bekannt sind. Das ist eine bis zu 3fache Energieausbeute wie bei herkömmlichen Akkus.

Zwar reichen die mit einer Zelle realisierbaren Kapazitäten und auch die Strombelastbarkeit noch nicht etwa an NiMH heran, diesem Problem kann man aber leicht durch das Parallelschalten mehrerer Zellen begegnen. Vergleicht man dann adäquate Kapazitäten, sind die LiPo-Zellen in Masse und Größe unschlagbar – sie erreichen nur ca. 1/3 des Gewichts von NiCd-/NiMH-Akku-Packs.

Und auch der Vorteil der geringen Selbstentladung soll hier nicht unerwähnt bleiben. Da hier keine ständigen chemischen Vorgänge stattfinden, beträgt die Selbstentladerate (hier gibt es unterschiedliche Angaben) nur zwischen 5 % im Jahr bis 1 % im Monat! Deshalb also kann eine längere Lagerungszeit einem (geladenen) Akku nur wenig anhaben.

Umgangsregeln

So viele Vorteile das LiPo-Akku-System aufweist, so viele Anforderungen stellt es auch an den Nut-



Bild 6: So mit einer Platine konfektioniert, sind die LiPo-Akkus sofort einsetzbar – ideale Voraussetzung zur Bildung eigener Akku-Packs.

zer, will dieser lange Freude daran haben. Das beginnt bereits beim Anschluss der Zellen.

Konfektionierung

Die LiPo-Zellen gibt es zwar auch als Einzelzelle zu kaufen, jedoch ist die Konfektionierung der empfindlichen Streifen-Elektroden, die aus einem hauchdünnen Metallfolienstreifen bestehen, nicht einfach. Zu schnell ist der extrem dünne Folienstreifen abgeknickt, abgerissen oder gar beim Lötten abgebrannt. Für die Selbst-Konfektionierung muss man hier mit speziellen Lötmitteln, etwa zur Verarbeitung von Aluminium, greifen.

Will man Akku-Packs selbst konfektionieren, setzt man besser die mit einer kleinen Platine vorkonfektionierten Akku-Packs (gibt es auch an Einzelzellen) ein, die dann mit weiteren Platinen zur gewünschten Spannung und Kapazität zusammengeschaltet werden. Abbildung 6 zeigt diese Art des mit einer Platine konfektionierten Akkus.

So groß die Verlockung ist, extrem kompakte Akku-Packs herzustellen, sollte man doch mindestes 1,5 mm Abstand zwischen den einzelnen Zellen „einbauen“, etwa mit dünnen Kunststoffstreifen. Dies dient sowohl der Kühlung der innen liegenden Zellen als auch insgesamt der mechanischen Stabilität des Akku-Packs.



Bild 7: Komplett einsatzbereit konfektioniert – LiPo-Akku-Pack mit Anschlusskabel.

Für den, der das Selbst-Konfektionieren umgehen möchte, gibt es fertig mit Anschlüssen und Steckverbindern versehene Akku-Packs, die man wie gewohnt einfach anschließt (Abbildung 7).

Oft enthalten konfektionierte Akku-Packs eine integrierte Elektronik, die die beiden größten Sünden beim Einsatz der LiPo-Akkus kompensieren – sie vermeiden sowohl zu weite Entladung als auch zu hohe Stromentnahme.

Regeln einhalten – Laden, Entladen, Lagern

Womit wir bei einigen Grundregeln des Umgangs mit diesem Akku-System sind. LiPo-Akkus sind lange kein so robustes Akku-System, wie NiCd-, NiMH- oder Blei-Akkus es darstellen. Sie quittieren selbst kurzzeitige Misshandlungen mindestens mit stark verringerter Lebensdauer, hohem Kapazitätsverlust oder gar Totalausfall. Eine Regenerierung mit Spezial-Auffrisch-Zyklen spezieller Ladegeräte ist hier bisher nicht bekannt und möglich.

An erster Stelle ist hier die Empfindsamkeit gegen zu weites Entladen, sog. Tiefentladen, zu nennen. Die nominelle Zellenspannung beträgt 3,7 V. Die Ladespannung darf 4,2 V nicht überschreiten, und die Entladung unter 2,5 V ist nicht zulässig.

Die Hersteller raten zum Abbruch des Entladens mit höheren Strömen bereits bei 3 V, bis 2,5 (besser 2,7) V ist eine Ausnutzung der Restkapazität mit geringeren Strömen zulässig. Ein zu weites Entladen wird umgehend mit den genannten Reaktionen quittiert. Deshalb sind oft entweder bereits in die Akku-Packs oder in die nutzenden Geräte Schutzschaltungen integriert, die ein zu weites Entladen verhindern sollen. Diese sorgen auch für die diskutierte Stromreduzierung.

Für den Modellbauer heißt dies, bei der Auswahl eines Fahr- bzw. Flugreglers auf solche Exemplare zu achten, die derartige Schutzschaltungen bereits enthalten. Die SCORPIO- μ -tron-Flugregler etwa bieten solch ein intelligentes Akku-Schutzsystem.

Zumindest sollte man eine wirksame Spannungskontrolle betreiben, etwa über das ELV-Telemetriesystem VAM/VAT 300 (Abbildung 8). Das ist so programmierbar, dass bei Erreichen einer bestimmten Akku-Spannung Alarm geschlagen wird. Jetzt sollte der LiPo-Akku nur noch zur Landung des Modells benutzt werden.

Auch bei der Strombelastung sollte man sich streng an die Hersteller-Angaben halten. Hier sind mögliche Dauerbelastungen zwischen 2 C und 10 C die Regelangabe. Für die Kurzzeitbelastung (und das gilt wirklich nur für einige Sekunden) sind bis zu 20 C angegeben. Auch wenn hier der Schaden nicht sofort sichtbar wird – eine kurze Überlast schädigt den Akku nicht

gleich –, die Hersteller stehen mit der angegebenen Anzahl der Ladezyklen von bis zu 800 nur für ihre jeweilige Angabe gerade. Tests haben bewiesen, dass eine dauernde Belastung darüber hinaus die Anzahl der Ladezyklen dramatisch reduziert. Will oder muss man also über diese Stromentnahme hinausgehen, kann man den einzelnen Akku entlasten, indem man die Last auf mehrere parallel geschaltete Akkus verteilt. Damit wird die Lebensdauer der beteiligten Akkus deutlich erhöht.

Zum Thema Tiefentladung schließlich noch dies – lagert man weit entladene LiPo-Akkus über eine längere Zeit, so quittieren diese solch eine Behandlung ebenfalls mit vorzeitigem Ableben. Allerdings sollte man sie auch nicht voll geladen lagern, auch dies führt über längere Zeit zumindest zu Kapazitätsverlust. Die ideale Lagerung findet mit der nominellen Zellenspannung von 3,7 V statt, also leicht entladen. So sollte der Akku auch über den Ladentisch gehen – alles andere beherbergt schon eine Fehlbehandlung und damit eine verkürzte Lebensdauer.

Kommen wir zum heikelsten Thema, dem Laden dieser Akkus. Schaut man sich die Ladekennlinie des LiPo-Akkus an (Abbildung 9), fühlt man sich unweigerlich an jene von Blei-Akkus mit ihrer Ladestrombegrenzung durch den Innenwiderstand erinnert. Ganz ähnlich verhält sich der LiPo-Akku auch. Das Ladeverfahren heißt CC/CV (Konstantstrom-/Konstantspannungsladen). Und das bedeutet für den an das Super-Schnellladen moderner NiMH-Akkus Gewohnten: Umdenken und sich mal daran erinnern, wie lange denn die Autobatterie braucht, um voll geladen zu sein. Hier geht es nicht mehr um Minuten, sondern in den Stundenbereich – ein Manko, auf das man sich einrichten muss. Ein Plus ist allerdings die Möglichkeit, jederzeit zwischendurch nachladen zu können, denn der LiPo-Akku kennt keinen „Lazy-Effekt“, der andere Akku-Typen befällt, wenn sie nicht vor dem Laden vollständig entladen sind – sie „merken“ sich durch

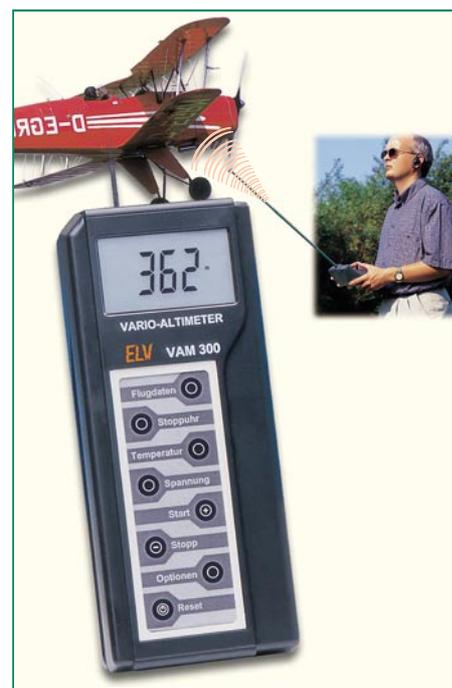


Bild 8: Mit dem VAM/VAT 300 kann man die Spannungslage eines LiPo-Akkus automatisch überwachen und signalisieren lassen.

chemische Vorgänge, dass sie keine volle Leistung mehr bringen müssen, und geben diese auch nicht mehr ab.

Ein Ladegerät für LiPo-Akkus muss folgenden Zyklus realisieren:

- Abtastung der Akku-Spannung und Startladung mit 10 % des maximalen Ladestroms bis zum Erreichen von etwa 3 V bis 3,6 V, dies realisiert bei weit entladem Akku eine schonende Vorladung
- Konstantstromladung bis zum Erreichen der Ladeschlussspannung von 4,2 V je Zelle
- Weiterladen mit Konstantspannung, dabei begrenzt der Akku automatisch den Ladestrom und die noch restlich mögliche Kapazität wird eingeladen
- Abschaltung, wenn ein Ladestrom von 5 bis 10 % des maximalen Ladestroms erreicht ist

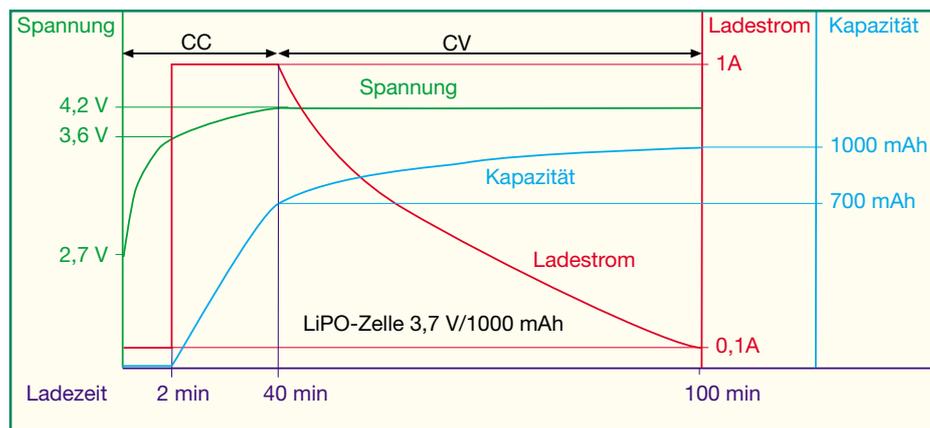


Bild 9: Typische Ladekennlinie des LiPo-Akkus



Bild 10: LiPo-Akkus dürfen nur mit darauf spezialisierten Ladegeräten geladen werden.

Dass hier ein NiCd-/NiMH-Lader völlig fehl am Platze ist, sieht man anhand dieses Zyklus sofort. Denn der würde vor allem das wichtigste Kriterium nicht einhalten – die Ladeschlussspannung einer Zelle darf niemals, auch nicht kurzzeitig, 4,2 V (exakt 4,235 V) überschreiten. Bereits 50 mV über diesem Höchstwert schädigen den Akku irreversibel und können sogar zu Brand oder Explosion führen. Nicht ohne Grund schreiben die Lieferanten der Akkus vor, während des Akkuladens anwesend zu sein und für das Laden (sowie auch den Transport) nicht brennbare Unterlagen bzw. Behältnisse einzusetzen.

Ein normaler Akkulader mit seinem $-\Delta U$ -Ladeend-Kriterium würde den LiPo-Akku „im ersten Anlauf“ zerstören, denn NC- und NiMH-Akkus werden nicht mit konstanter Spannung geladen. Bei Lithium-Akkus würde das Ladeende nicht erkannt werden, da kein $-\Delta U$ -Spannungskriterium auftritt. Die max. zulässigen Spannungsgrenzen werden dann nicht eingehalten und die Zerstörung des Akkus, evtl. auch des Ladegerätes, ist die Folge.

Deshalb darf man auch nur Ladegeräte mit LiPo-Ladefunktion, wie die in Abbildung 10 gezeigten, einsetzen. Für die weit verbreiteten 3-Zellen-Akkus finden Sie auch eine preiswerte Ladeschaltung in dieser Ausgabe.

Mit welchen Strömen wollen LiPo-Akkus eigentlich geladen werden?

Hier gilt allgemein 0,5 C bis 1 C, also ein 1000-mAh-Akku ist mit maximal 1 A zu laden. Ströme bis zum Doppelten, also 2 C, sind zwar (auch praktisch) möglich, aber verkürzen, wie beim Entladen bereits diskutiert, die Lebensdauer.

Es kann gefährlich werden

Auf jedem Akku steht heute der lange Satz (mehr oder minder vollständig): „Nicht kurzschließen, nicht ins Feuer werfen, nicht überhitzen, nicht öffnen, nicht mechanisch belasten“.

Und das gilt für LiPo-Akkus im Besonderen. Schon naturgemäß dürfte die Art der „Verpackung“ zur Vorsicht mahnen. Die mechanische Einwirkung auf das Foliengehäuse sollte so gering wie möglich sein. Alles, was etwa ein Loch in die Umhüllung reißen könnte, gehört nicht in die unmittelbare Umgebung des Akkus. In Modellen, zumal Flugmodellen, die ja schon einmal etwas schneller zu Boden gehen, als es dem Piloten lieb ist, sollte der Akku stets stoß- und vibrationsgedämpft untergebracht werden. Denn eine Beschädigung oder ein Kurzschluss kann hier wirklich fatale Folgen haben. Aufgrund der sehr hohen Energiedichte kommt es hier zu einer schlagartigen Energieentfaltung, die sich als Brand oder sogar kleine Explosion äußert. Und das Schlimmste daran ist, dass das Ganze auch noch zeitverzögert passieren kann. Deshalb ist bei einem Modellcrash äußerste Vorsicht walten zu lassen, dito beim Laden. Wie gesagt, schon ein Überladen kann sehr gefährlich werden, denn der Akku fängt an zu brennen oder platzt einfach irgendwann mit einem großen Knall! Beim Kurzschluss oder bei mechanischer Beschädigung fängt er mindestens an zu brennen. Insbesondere ein überraschend platzender und in Brand geratender Akku kann schwere Schäden an Gut und Gesundheit hervorrufen. Apropos – in Kinderhände und damit auch in Spielzeuge gehören diese Akkus ohnehin nicht!

Vergleicht man die spezifische Energiedichte von NiCd-/NiMH-Zellen, die derzeit bei bis zu 60 Wh/kg liegt, mit der der LiPo-Akkus, die bis zu 150 Wh/kg erreicht, kann man ahnen, was im Fall eines Unfalls passieren kann ...

Was tun, wenn man merkt, dass der Akku mechanisch beschädigt oder beim Laden falsch behandelt wurde? Vor allem erst mal Abstand nehmen, insbesondere wenn man merkt, dass der Akku heiß wird! Die in der Literatur manchmal zu findende und umstrittene Empfehlung, den Akku zur Neutralisation in Salzwasser zu legen, kann fatale Folgen haben. Durch das Wasser kann die Lithium-Legierung unter gewissen Umständen noch heftiger reagieren! Besser und hundertprozentig wirksam ist das Löschen mit Sand.

Und wenn der Akku defekt oder verbraucht ist, gehört er nicht einfach in die Altbatteriensammlung geworfen – erst die Anschlüsse sorgfältig isolieren, siehe Kurzschlussgefahr, und nach Vorschrift entsorgen! Denn auch alle, die mit der Entsorgung zu tun haben, möchten Augenlicht und Finger behalten!

Das alles hört sich zwar etwas martialisch an, aber es gab schon genug Unfälle durch falsche Neugier (Aufschneiden wirkt nun mal wie ein Kurzschluss), ungeeignete Ladetechnik und vor allem Kurzschlüsse, besonders bei Konfektionierungsarbeiten. Die Anschlüsse solch eines Akkus, insbesondere, wenn es sich um offene Litzenenden handelt, sind immer zu isolieren, wenn der Akku nicht irgendwo angeschlossen ist!

Dennoch hält man mit dem LiPo-Akku keine kleine Bombe in der Hand – auch bei anderen Akkus haben wir uns ja an gewisse Umgangsregeln gewöhnt und halten diese ein. Schließlich können auch andere Akkus, etwa beim Überladen, explodieren!

Hält man die genannten Umgangsregeln ein, ist der LiPo-Akku, der eigentlich noch ziemlich am Beginn der Entwicklung steht, eine äußerst leistungsfähige Energiequelle, die völlig neue Projekte ermöglicht und sich in vielen Bereichen ganz schnell zum Standard entwickeln wird. Und mit massenhaftem Einsatz werden dann auch die heute noch recht hohen Preise sinken und recht schnell auf dem Niveau heutiger guter NiMH-Zellen ankommen – und man bedenke, dass man schließlich (ohne die Kapazitätsfrage zu betrachten) allein drei dieser Zellen braucht, um die Zellenspannung des LiPo-Akkus zu erreichen ...

Ach ja, bleibt ganz zum Schluss noch zu erwähnen, dass man aufgrund der Materialzusammensetzung und des neuen Wirkprinzips mit dem LiPo-Akku einen äußerst umweltverträglichen Akku in Händen hält, der bei der Entsorgung die Umwelt weit weniger belastet als seine derzeitigen Konkurrenten. 