

Akku- &

Teil 2

Nachdem im ersten Teil in der Heli4fun 4-09 die Grundlagen eingehend erläutert wurden, beschäftigt sich der zweite Teil mit der Akku-Auswahl, dem Akku-Schutz und der geeigneten Ladetechnik.

Autor: Chris Domes

++ Akkus richtig auswählen, schützen und laden ++ Akku

Die LiPo Akkutechnologie hat dem Elektroantrieb im Modellbau neben den Brushless-Motoren zum Durchbruch verholfen. Nur tendieren die Modellbauer nun wieder dazu, diese neue Akkutechnologie zu überfordern. Daraus resultiert eine kurze Lebensdauer der Akkus – und relativ hohe Kosten. Das kann durch die richtige Dimensionierung von Akkus vermieden werden.

Die Lebensdauer eines Akkus ist am höchsten, wenn man sie im Bereich von 20-85% ihrer Nennkapazität einsetzt, denn jede Überladung oder Tiefentladung führt zur Verringerung der Leistung und der Kapazität. LiPos sollten nicht leer geflogen werden – und müssen nicht immer unbedingt voll geladen werden. Das CC/CV-Ladeverfahren für diese Akkus drängt geradezu danach, die Akkus nicht voll zu laden, da bei der aktuellen Generation

von LiPo-Zellen die letzten ca. 10% im CV-Verfahren eingeladen werden – was aber gut 20-25% der Gesamtladezeit in Anspruch nehmen kann. Hierzu ein kleines Beispiel:

Zu Grunde gelegt wird ein RC-Modell, das 200 mAh pro Minute an Leistung verbraucht. Dieses Modell wird zurzeit mit einem LiPo mit 1.800 mAh betrieben. Entnimmt man dem Akku gemäß allgemeiner Empfehlungen 80% seiner Kapazität, also 1.440 mAh, reicht dies für eine Flugzeit von 7 Minuten. Nach dem Flug kann man bei der neuesten Zellen-Generation die entnommene Kapazität mit 2C, also 3,6 A, wieder einladen. Der Ladevorgang bis zur Vollladung dauert damit in der Regel 32-35 Minuten, je nach verwendeter Ladetechnik. Das Verhältnis von Flugzeit zu Ladezeit beträgt ca. 1:5. Betreibt man dieses Modell aber mit einem LiPo von 2.200 mAh, sieht das Ganze wie folgt aus: der

zu Hause vollgeladene Akku wird beim ersten Flug auf 20% seiner Kapazität entladen. Das sind 1.760 mAh, bzw. knapp 9 Minuten Flugzeit. Danach wird der Akku mit 2C, hier 4,4 A, mit 1.440 mAh geladen. Dies dauert lediglich 22-25 Minuten, da der CV-Teil der Ladung nicht zur Anwendung kommt. Das bedeutet, der Akku wird nach Einladung von 1.440 mAh vom Ladegerät getrennt. Mit dem so geladenen Akku können Sie dann wie mit den 1.800-mAh-Akku 7 Minuten fliegen. Das Verhältnis von Flug- zu Ladezeit beträgt dann ca. 1:3. Das heißt, die Flugzeit am Platz verdoppelt sich fast. Zudem wird Ihnen der Akku dies durch eine erheblich längere Lebensdauer danken. Die eventuell 30 g Mehrgewicht des 2.200er Akkus spielen sicher keine große Rolle.

Hinzu kommt der Effekt, dass ein Akku mit gleichem Entlade-Rating (z.B. 20C Dauer) als 2.200-mAh-Variante mit

44 A im Dauerbetrieb belastet werden dürfte, während das 1.800-mAh-Pendant „nur“ bis 36 A Dauerstrom verträgt – in den Peak-Eigenschaften würde die Differenz noch größer ausfallen. Im Umkehrschluss bedeutet das für uns, das durch die Wahl eines Akkus mit höherer Kapazität bei gleichem Rating auch mehr Leistungsreserve geschaffen wird. Ein paar Gramm mehr an Gewicht hat meist wenig Einfluss auf das Flugverhalten des Modells, aber um so mehr auf die Performance und die Lebensdauer des verwendeten Akkus. Sollte es doch einmal vorkommen, dass ein Akku tiefentladen wird, kann man den größten Schaden abwenden, indem man ihn direkt nach dem Flug mindestens bis zur Lagerspannung lädt. Jede Ruhezeit nach einer Tiefentladung ist nachteilig.

LiPo-Schutz: was & warum?
Immer wieder treten Fragen rund um das Thema Tiefentla-

Ladetechnik

dung und Akku-Lebensdauer auf – und wie man seine teilweise teuren Energiespender vor allzu raschem „ableben“ schützen kann. Hierfür muss man die Faktoren kennen, die das „Akku-Leben“ (auch Zyklenfestigkeit genannt) negativ beeinflussen, nämlich: 1.) Überladung; 2.) Überhitzung; 3.) Tiefentladung und 4.) Kaltbetrieb.

Die Überladung

einer LiPo-Zelle findet dann statt, wenn sie auf ein Spannungsniveau von mehr als 4,25 V geladen wird. Einige Hersteller geben diese Schwelle, die wir in Teil I bereits als Ladeschluss-Spannung kennen gelernt haben, niedriger an. Das liegt nicht an minderer Qualität, sondern dient dem Schutz des Anwenders; da auch Ladetechnik einmal versagen kann oder durch Zellendrift eine einzelne Zelle beim Laden diesen Wert überschreiten könnte. Wegen der Folgen ist ein „Polster“ in der Ladeschlussspannung vorteilhaft. Die Einbußen in Bezug auf Kapazität oder Leistung des Akkus sind marginal und im Betrieb nicht wirklich wahrnehmbar. Gängige Ladegeräte beenden das CC-Laden der Zellen bei einer Spannung zwischen 4,19 und 4,22 V. Einige wenige Anbieter haben ihren Ladern die Option mitgegeben, die Ladeschlussspannung in einem gewissen Bereich frei einzustellen – hier sollte man besser nicht ans Limit gehen.

Die Überhitzung

eines Akkus kann aus verschiedenen Gründen auftreten. Der

häufigste ist wohl die Überlastung der Zellen, insbesondere im bereits stärker entladene Zustand, je höher der Strom ist, der durch den Akku bereitgestellt werden muss, umso heftiger laufen die chemischen Reaktionen im Inneren des Akkus ab – und umso heißer werden die Zellen. Ein gesunder und ausreichend dimensionierter LiPo-Pack sollte nach dem Betrieb noch anzufassen sein; 60° C sind das obere Limit. Zwar vertragen die meisten Akkus auch noch 5-10° C mehr, jedoch muss man bedenken, dass die

Schließt man es an eine solche Zelle an (einen geeigneten Messbereich vorausgesetzt) wird man sehen können, wie sich die Zellspannung unter mechanischem Druck verändert (anstiegt). Und dort liegt bereits der Fallstrick zur dritten „Todsünde“ für LiPo-Zellen: die Tiefentladung.

Von Tiefentladung

sprechen wir, wenn unter Last – also im Betrieb – die Spannung einer oder mehrerer Zellen unter den vom Hersteller angegebenen Wert der Entladeschluss-

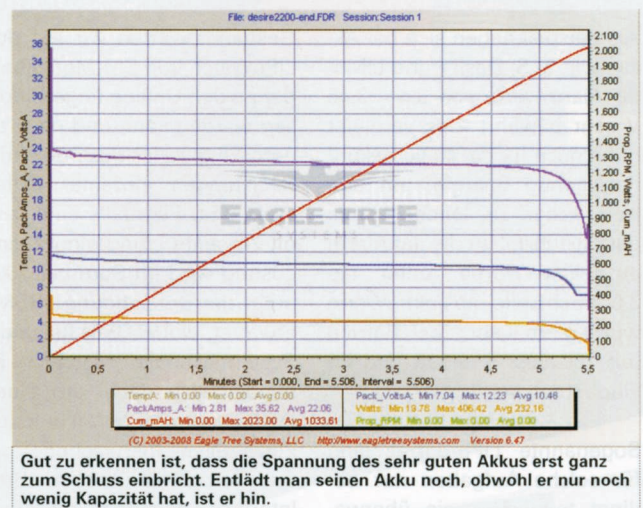
nicht die heute typische hohe Spannungslage und oftmals geringere Lade-/Entlade-Raten (C-Rates). Hinzu kommt der Effekt, dass ältere LiPo-Zellen in der Regel einen relativ konstanten Spannungsverlust hatten, man merkte bereits frühzeitig, dass der Akku keinen „Druck“ mehr hatte (was soviel bedeutet wie, dass die Leistung spürbar nachließ). Bei den heute meist angebotenen, namhaften Zellen ist die Spannungslage aber sehr konstant und bricht erst ab ca. 90% entnommener Kapazität sehr stark ein (siehe Mess-Diagramm). Die Gefahr einer Tiefentladung ist jetzt definitiv gegeben. Misst man nach der Landung des Modells die Akkuspannung, ist zu berücksichtigen, dass bei Lastfreiem Akku die Spannung sehr schnell um bis zu 0,5 V je Zelle (und mehr) wieder ansteigt. Der Akku scheint „noch gut“, ist es aber gar nicht. Für den Helipiloten bedeutet das, dass diese Messung keinerlei

„Faktoren die das Akkuleben beeinflussen: Überladung, Überhitzung, Tiefentladung, Kaltbetrieb.“

Innentemperatur in der Zelle bereits einige Grad höher ist. Im LiPo ist Alkohol enthalten, das einen Siedepunkt von 65-78°C hat (Methanol 65°C, Isopropanol 78,3°C). Je näher man diesem Siedepunkt kommt, umso stärker tritt der Effekt des Aufblähens einer Zelle ein – sie wird regelrecht dick, bläht sich auf.

Dieses Aufgasen der Zellen hat eigentlich noch keinen wirklich negativen Einfluss auf das elektrische Verhalten der Zelle, jedoch die Folgen des Aufgasens. Die Wicklungen im Akku, der im Prinzip aus zwei Metallfolien besteht, die durch eine Membranschicht getrennt sind, lockern sich. Dadurch wird die Zellspannung instabil. Man kann diesen Effekt ganz leicht nachweisen, wenn man ein Vielfachmessinstrument hat.

spannung fällt (siehe auch Teil I – Begriffe). Diese liegt bei modernen LiPo-Zellen meist bei 3,0 V, bei älteren LiPo-Zellen waren Spannungen von um 2,5 V als Entladeschluss üblich – diese Zellen hatten auch noch





LiPo Wächter V2 von Meury Electronics.



LiPo-Watch von SM-Modellbau zum Anschluss an den UniLog.



Auch interessant ist der LiPo-Wächter BSM, der bald erhältlich sein soll.



Mit zunehmender Temperatur (von 10°C auf 19°C, dann 24°C und schließlich 31°C) sinkt auch der Innenwiderstand, was sich positiv auf die Akkuperformance auswirkt.

Aussage über den Zustand der Zellen zu einem bestimmten Zeitpunkt zulässt.

Hier bieten sich Systeme an, die im Betrieb die Einzelzellen-Spannung überwachen. Dies sind meist Microcontroller-basierte Systeme, die kaum größer als eine große Briefmarke sind und am Balancerport des Akkus angeschlossen werden. Sehr gute Systeme bieten die Möglichkeit, die Warnspannung frei einzustellen, und schlagen Alarm, wenn eine oder mehrere Zellen für mehr als 1 Sekunde diesen Wert im Betrieb unterschreiten. Dies empfinde ich als besonders sinnvoll, da zum einen mit abnehmender Kapazität die Zellendrift größer wird, zum anderen durch eine richtig gewählte Schwellenspannung genug Zeit verbleibt, das Modell sicher zu landen – gerade für uns Heli-Piloten ein wichtiger Faktor, will man nicht unbedingt in solchen Fällen mittels Autorotation seinen Heli zu Boden bringen.

Als Beispiel haben sich bei Akkus wie SLS, Desire und LiMnPo Alarmwerte von 3,4 – 3,45 V sehr bewährt – es verbleibt dann noch für ca. 40-60 Sekunden genug Energie, um den Heli sicher zu landen, ohne dass die Zelle, für die der Alarm ausgelöst wurde, unter die 3,0-V-Schwelle absinkt; Werte wurden im Labor bei Betrieb mit 15C Last ermittelt und im Flugbetrieb verifiziert.

Sogenannte LiPo-Blitzer sind für solche Aufgaben nur bedingt tauglich – sie überwa-

chen nur die Gesamtspannung des Akkus, was aber wegen einer möglichen Zellendrift keine verwertbaren Aussagen zulässt. Oft wundert man sich, warum der Akku plötzlich so schlapp und kraftlos ist, oder nach erheblich weniger Flugzeit keine Leistung mehr bringt. Das ist oft eine Folge von zu später Alarmierung aufgrund ungeeigneter Technik. Die Firma robbe geht da noch einen anderen Weg mit ihrem „MC Balancer“. Dieser Baustein wird in die Steuerleitung des Reglers eingeschleift und mit dem Balancerport des Akkus verbunden. Unterschreitet

weiterer Module wie Logger, Terminalmodul und PC erlaubt. Im BSM arbeitet ein moderner Microcontroller, der in Echtzeit die Einzelzellen überwacht. Dieses System soll ferner über Features wie über den Sender frei konfigurierbare Parameter (alternativ über LCD-Terminal) sowie einstellbarer Warnschwelle bei Erreichen einer vorprogrammierten Restkapazität des Akkus verfügen, wodurch ein frühzeitiges Warnen auch bei variierendem Flugstil möglich wird. Die Logik dieses Gerätes wird es dann z.B. erlauben, mit diesen Warnschwellen über die Erweiterungsmodule

„Das Vorwärmen der Zellen wirkt sich durchaus positiv auf die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit aus.“

eine Zelle den kritischen Wert, wird Leistung zurückgenommen, was der Pilot wahrnimmt und den Landeanflug einleiten kann.

Gespannt warten wir auf den LiPoWatch von SM-Modellbau, der an den UniLog angeschlossen werden kann und nach einem Flug Aufschluss über die Belastungen einzelner Zellen Preis gibt. Ebenfalls eine sehr interessante und modulare Lösung wird im Sommer 2009 unter der Bezeichnung „BSM“ erwartet, wobei BSM für „Bus-System-Module“ steht. Es handelt sich dabei um einen intelligenten LiPo-Wächter mit Einzelzellen-Überwachung und Erweiterbarkeit über ein Bus-Interface, das den Anschluss

z.B. Landescheinwerfer einzuschalten, sodass im Scale-Bereich eine optische Warnung ohne Scale-fremde Lichteinheiten möglich ist. Die kompakte Bauform von 2x4,5 cm bei 10 g Gewicht wird auch den Einsatz in kleinen Modellen ermöglichen – hier zeigt sich der hohe Stand der aktuellen Technik, bereits das Prototypen-Layout lässt da einiges erwarten (siehe Kasten).

Kaltbetrieb

Oftmals belächelt und mit entsprechender Handbewegung untermalt, dürften wohl die diversen Methoden zum Vorwärmen von LiPo-Akkus sein. Obwohl sich das Vorwärmen der Zellen durchaus positiv auf die Lebensdauer und Leistungs-

fähigkeit auswirkt. Der Grund ist ein sehr simpler: bei Temperaturen unter +18°C verlangsamten sich die chemischen Prozesse in den Zellen und der Innenwiderstand (R_i) steigt mit jedem Grad geringerer Zellentemperatur an. Im Versuchsaufbau zeigt sich, dass eine LiMnPo-Zelle bei 19°C einen R_i von 10,7 Milli-Ohm aufwies. Bei Erwärmen der Zelle auf 31°C sank der R_i auf 5,5 Milli-Ohm ab, beim Abkühlen auf 10°C stieg der R_i auf 21,4 Milli-Ohm an. Dementsprechend sinkt die Leistungsfähigkeit der Zelle, während die Verlustleistung innerhalb der Zelle ansteigt. Zwar führt dies wiederum zur Erwärmung der Zelle, allerdings bricht die Spannung bis dahin erheblich ein, der Laststrom steigt bei identischer Wirkleistung entsprechend an und kann zu einem Überschreiten des zulässigen C-Ratings führen, was wiederum die Zellen schädigen kann (siehe Bilderstrecke Temperaturverhalten zu R_i).

Ein vorgewärmter Akku wird also nicht nur mehr Flugspaß bereitstellen, er wird sich auch dankbar in der Lebenserwartung verhalten. Wobei ein Vorwärmen auf mehr als 35°C nicht unbedingt sinnvoll sein muss, zwischen 35 und 40°C sind die Unterschiede im Leistungsverhalten eher marginal, wobei einige auch auf Temperaturen von 40°C schwärmen. Hier machen sich merkbare Vorteile allenfalls bei LiFePo4-Zellen bemerkbar, da bei diesen beim Belastungstest bei Zimmertemperatur nach ca. 2 Minuten ein durch den Temperaturanstieg

bedingter leichter Spannungsanstieg nachgewiesen werden konnte.

Ladetechnik

Nachdem wir nun viel grundsätzliches über die LiPos&Co. kennen gelernt haben, können wir auch die Wahl des geeigneten Lade-Equipments erfolgreicher und vor allem wirklich anwendungsorientiert treffen.

Oftmals ist die Frage, ob Ladegerät und Balancer als All-in-One-Gerät oder als separate Geräte gekauft werden sollten, mehr eine Glaubenssache als eine logische Entscheidung. Hier wird es erst im Hochleistungssektor vermehrt so sein, dass die Geräte aufgrund der erforderlichen Leistungsdaten nicht mehr als All-in-One gebaut, sondern als separate Einzelgeräte ausgeführt werden – nicht zuletzt wegen der hohen Ströme und Leistungen, die eine entsprechende Wärmeabfuhr voraussetzen und eine kompakte Bauweise erschweren oder unsinnig machen.

Wer braucht was?

Viel zu oft wird beim Einstieg ins Hobby RC-Helifliegen probiert, mit möglichst geringem finanziellen Aufwand möglichst viel zu erreichen. Diese Versuche reichen vom Kauf ungeeigneter Spielzeug-Helis über gebrauchtes Equipment bis hin zur Zusammenstellung guter Komponenten in Verbindung mit ungeeigneten. Die Ursache ist häufig mangelnde Kenntnis oder Hilfestellung, oder ganz einfach der vermeintliche Schnäppchenkauf aufgrund wohlklingender Worte. Auch im Bereich der Ladetechnik sollte man nicht am falschen Ende sparen. Vielmehr ist es eine Investition in die Zukunft, gleich etwas weiter zu denken. Auch hier ein kleines Beispiel:

Wer mit einem Heli der 450er Klasse anfängt, wird für den Antrieb in der Regel einen 3S



Ein typischer Pocketlader mit vielen Qualitäten ist der PC6 von Pichler.

High-End-Geräte reißen zwar ein tiefes Loch in die Hobbykasse, sind ihr Geld aber wert, weil sich das Verwendungsspektrum wesentlich erhöht.

LiPo um ca. 2.000 mAh Kapazität benötigen. Soll ein solcher Akku mit 1C Laderate geladen werden, muss das Ladegerät eine Leistung von $12,6 \text{ V} \times 2,0 \text{ A} = 25,2 \text{ W}$ für den Ladevorgang bereitstellen. Der Ladevorgang dauert bei LiPo-Packs der aktuellen Generation damit ca. 60 Minuten (bei Packs älterer Technik bis zu 90 Minuten). Ist der Akku zum Schnellladen mit 2C seitens des Herstellers freigegeben, verdoppelt sich die dafür erforderliche Ladeleistung bereits auf 50,4 W. Dabei ist wichtig, dass der Lader auch in der Lage ist, die dann erforderlichen 4 A (4.000 mA) bei 12,6 V Ausgangsspannung zu Verfügung zu stellen – einige Klein-Lader bekommen da schon Probleme.

Richtig interessant wird es dann bei einem Heli der 500er Klasse, die zumeist mit 5S- oder 6S-Packs geflogen werden. Hier kommen Kapazitäten zwischen 2.500 und 3.200 mAh zum Einsatz. Für den benötigten Lader heißt das nun, das bereits für 1C-Laden eines 6S 3.000er Akkus eine Leistung von $25,2 \text{ V} \times 3,0 \text{ A} = 75,6 \text{ W}$ benötigt werden – wer sich da eines Ladegeräts mit nur 50 W Ladeleistung

bedient, muss Ladezeiten von bis zu 2 Stunden in Kauf nehmen, beim Einsatz von mehreren Packs ein abendfüllendes Programm. Deshalb bei der Beschreibung eines Laders unbedingt beachten, dass die Ladeleistung angegeben ist. Einige Hersteller von Kleinladern (Pocketladern) geben Ausgangsströme bis 5 A an und „für bis zu 6 Zellen“. Irgendwo findet sich dann evtl. noch der Hinweis, dass die max. Ladeleistung 50 W beträgt – was im Fall des 6S-Akkus einen maximalen Ladestrom von 1,98 A ergibt, und dann kann der 6S 3.200er LiPo schon nicht mehr mit 1C geladen werden. Manche kleine Lader mit integrierten Netzteilen leisten z.B. 120 W, doch nur an einer 12-V-Spannungsquelle, z.B. Autobatterie. Im Netzbetrieb reduziert sich die Ladeleistung auf 50 W – auch darauf ist zu achten.

Besonders interessant und für empfehlenswert empfinde ich Geräte mit zwei separaten Ladeausgängen. Sie bieten nicht nur die Möglichkeit, zwei Flugakkus zeitgleich und unabhängig voneinander zu laden, sie ermöglichen auch z.B. das Laden von Antriebsakku und Sen-

derakku zur gleichen Zeit, da für jeden Ausgang ein eigenes Ladeprogramm ausgewählt werden kann. Einige Geräte bieten dabei sogar die Möglichkeit, die maximale Ladeleistung beliebig auf die Ausgänge zu verteilen, sodass z.B. 30% für das Laden von kleineren Packs und dem Senderakku auf Ausgang 1 und 70% für das Laden größerer Packs an Ausgang 2 zur Verfügung stehen, z.B. Hyperion EOS 0620i DUO / DUO II. Bei solchen hochleistungsfähigen Duo-Chargern mit Gesamtleistungen von 360 W verzichten die Hersteller zuweilen auf ein eingebautes Netzteil, die Geräte können oft nur mit 12 V gespeist werden. Denn ein entsprechendes Netzgerät wäre zu groß und schwer – und für den Einsatz am Flugfeld mit Speisung aus der Autobatterie ebenso überflüssig. Wer daher ein solches Gerät favorisiert, sollte auch die Anschaffung eines entsprechenden Netzgerätes für den Betrieb zu Hause berücksichtigen. Gute Dienste leisten Festspannungs-Netzgeräte mit 13,8 V Ausgangsspannung und Strömen von 20 A oder mehr, die auch im Funksektor eingesetzt werden. Da keine regelbare Spannung benötigt wird, sind diese Festspannungsgeräte recht günstig zu erhalten; verglichen mit Geräten mit regelbarer Ausgangsspannung.

Graupner bietet hier übrigens auch eine interessante Alternativlösung im Ultra-Duo an: das Gerät hat ein eingebautes Netzgerät, das bis maximal 120 W Ladeleistung im 220-V-Betrieb ermöglicht, was für das Laden zu Hause in einigen Fällen schon voll ausreicht, da ein Laden mit 1C auch bei schnellladefähigen Akkus nur dann zu favorisieren ist, wenn der Akku z.B. auf dem Flugfeld schnell wieder einsetzbar sein soll.

Solche Leistungsgeräte schlagen zwar mit einem Preis zwi-

schen 200 bis 350,- € zu Buche, haben aber auch bereits für beide Ladeausgänge die nötigen Balancer mit eingebaut, was die Anschaffung eines externen Balancers pro Ladekanal erspart. Berücksichtigt man die Leistungsfähigkeit, bekommt man hier nicht nur mehr fürs Geld, man investiert auch in die Zukunft, da die Hersteller solche Geräte über eine Schnittstelle mit neuer Software ausstatten können, die z.B. Ladeprogramme für neue Akkutypen enthält. Ein Lader mit eingebautem USB-Interface für Firmware-Updates hat daher einem Gerät mit nicht updatetfahiger Betriebssoftware gegenüber einen wesentlichen Vorsprung.

In der Preisklasse ab ca. 200,- € verfügen die Geräte heute oftmals über einen Menüpunkt zum Anzeigen des Innenwiderstands des Packs oder der Einzelzellen. Diese nette Funktion sollte nicht als hochwertiges Messgerät verstanden werden – viele Faktoren bleiben unberücksichtigt und die Verfahren mit denen der Ri ermittelt wird, sind zu unterschiedlich, um sie als realistische Messwerte anzusehen. Es ist aber ein probates Hilfsmittel, um Veränderungen an Packs frühzeitig zu erkennen (steigende Innenwiderstände sind ein Anzeichen für „sterbende“ Akkus, die Zellenchemie verändert sich), sofern man die Werte unter identischen Bedingungen vergleicht (Temperatur, Ladestrom).

Die Ladeprogramme eines kleinen Allrounders sollten heute auf jeden Fall LiPo, FePo (A123), NiCd, NiMH und PB (Blei) umfassen. Einige Lader haben auch Li-Ion-Programme, die jedoch eher selten benötigt werden. In jedem Fall sollte unbedingt das für die verwendeten Akkus passende Ladeprogramm im Lader vorhanden sein. Das laden von Akkus mit nicht dafür spezifizierten Lade-

programmen kann zur Beschädigung von Akku und Lader führen, bis hin zu Brandentwicklung.

≡ Sonderzellen

Neben den bereits angesprochenen Typen gibt es auch einige interessante „Nischenprodukte“, die (noch) weniger bekannt sind, aber deshalb nicht weniger interessant. Die langsam populär werdenden A123 LiFePo4-Zellen führten anfangs ein ähnliches Schat-

tem eine Kapazität von 1.400 mAh bieten – bei einer Nominalspannung von 3,8 V. Da die Ladeschlussspannung wie bei LiPo-Zellen 4,2 V beträgt, werden diese Zellen auch im LiPo-Programm geladen. Zwar ist die Leistungsfähigkeit mit 20 A max. Dauerstrom, was 14C entspricht, nicht außerordentlich hoch, was aber durch Parallelschaltungen von Zellen den Erfordernissen angepasst werden kann. Da es sich um Metallbecher-Zellen handelt,

prismatische Bauform haben – also wie eine LiPo-Zelle als Flachzelle ausgeführt ist. Die chemische Zusammensetzung sorgt für hohe Eigensicherheit; Brand und Explosion sollen bei sachgemäßer Handhabung nahezu auszuschließen sein. Da es sich jedoch um eine Folienzelle handelt, ist die mechanische Belastbarkeit nicht mit Becherzellen gleichzustellen. Dafür ist die Leistungsfähigkeit und Kapazität durchaus mit der von LiPo-Zellen vergleichbar, auch das Gewicht ist durch die Bauform und den fehlenden Metallmantel erheblich geringer als bei Becherzellen. Was die Zellen besonders von LiPo-Zellen unterscheidet ist die Tatsache, dass diese beim Laden nicht balanciert werden dürfen, sondern erst danach (dieses Verfahren wird auch von A123Systems für die LiFePo4 empfohlen). Laut Anbieter ist dies aber nur sporadisch nach einer Überprüfung nach 20 Zyklen nötig, während LiPo-Zellen nicht ohne Balancer geladen werden sollten.

In diesem Jahr haben sich auch neue Hochleistungs-LiPo-Zellen den Weg auf den Markt erkämpft. Neben Hyperion und LRP bieten immer mehr Hersteller LiPo-Zellen an, die mit 3C oder gar 5C geladen werden dürfen. Hier ist jedoch besonders leistungsfähiges Lade-Equipment gefragt, will man die Packs mit den möglichen maximalen Laderaten auch vollladen. Im Umkehrschluss sollte sich daraus beim Laden mit geringeren Laderaten eine entsprechend höhere Zyklenfestigkeit / Lebenserwartung der Zellen ableiten lassen, sofern die Zellen auch ansonsten korrekt verwendet werden.

In Teil 3 in der Heli4fun 6/09 werde ich mich den Themen Balancing, Lagerung und Pflege widmen. Was ist schädlich, was nützlich? Know-how aus der Praxis. ☒

„Es gibt auch einige interessante „Nischenprodukte“, die (noch) weniger bekannt sind, aber deshalb nicht weniger interessant.“

tendesein, eine Weiterentwicklung daraus bilden sogenannte prismatische FePo-Zellen, die im Laufe dieses Jahres auf dem Markt eingeführt werden. Diese haben Eigenschaften, die denen der A123 sehr ähnlich sind – jedoch ist die Bauform rechteckig-flach, wie Lithium-Polymerzellen, was den Einsatz in Flugmodellen erheblich vereinfachen wird.

Die Anbieter www.first-products.de und www.ha-di.de vertreiben bereits seit einigen Jahren Lithium-Ion-Mangan-Becherzellen (LiMn), die bei einer Baugröße von 65x18,5

sind diese mechanisch sehr robust. Der Spannungsverlauf unter Last ähnelt dem der A123-Zellen, sie bricht stärker ein als bei LiPo-Zellen, steigt dann nach ca. 2 Minuten mit Erwärmung wieder etwas an. Da ein Balancing nicht erforderlich ist und die Zellen schnellladefähig sind, ergeben sich damit interessante Einsatzmöglichkeiten. Die FC-1400 LiMn ist eine Weiterentwicklung der bekannten Konion 1300-Zelle.

Seit September 2008 wurde das Sortiment um Lithium-Mangan-Polymer-Zellen (LiMnPo) erweitert, die ebenfalls

