



## Hacker LiFe-Akkus im Praxiseinsatz

von Fred Annecke

# MARATHON MEN



Die Firma Hacker ist in der Elektroflug-Szene als Motoren- und Antriebsspezialist bekannt. Unter dem Label „TopFuel“ bietet Rainer Hacker dem qualitätsorientierten Piloten Akkus an, die nach seinen Werkvorgaben hergestellt und qualifiziert werden (siehe auch ausführliches Interview in RC-Heli-Action 7/2010). Im Frühjahr 2010 wurde eine neue Sorte Energiespeicher vorgestellt, die so genannten Hacker-TopFuel LiFe-Zellen. Sie sollen im Vergleich zu LiPos außergewöhnlich robust und spürbar langlebiger sein. Ob die seit Spätsommer lieferbaren Batterien wirklich das Zeug zur „Volkszelle“ haben und was bei der Umstellung von LiPo- auf LiFe-Betrieb im Hubschrauber zu beachten ist, soll hier ein erster Überblick zeigen.

Die Ankündigung von Hacker, LiFe-Akkupacks im leichten Coffebag-Design (siehe Kasten Know-How), also analog zu den seit Jahren dominierenden LiPos anzubieten, war eine kleine Sensation. Bisher kannten wir eine ähnliche Chemie nur von den zylindrischen LiFePo-Zellen. Diese ursprünglich für Power-Tools entwickelten Batterien führen aber bis zum heutigen Tag ein Schattendasein bei uns Modellbauern, da ihr Platzbedarf durch die zylindrische Bauform mit Alumantel vergleichsweise riesig und das Gewicht hoch ist. Das soll jetzt mit den rechteckigen LiFe-Zellen anders werden.

### Konfektioniert

Hacker liefert seine LiFe-Akkus als fertig konfektionierte Packs von 2s bis 5s und in Kapazitäten von 600 bis 4.100 Milliamperestunden (mAh). Als Balancer-Anschlusskabel dient das bekannte FlightPower-System. Die Batterien sind absolut makellos verarbeitet, lehnen sich in ihren Abmessungen stark an die TopFuel-LiPos an und entsprechen überhaupt dem gewohnt hohen Hacker Standard. Wie immer liegt eine sehr ausführliche Bedienungsanleitung mit vielen Tipps zum praktischen Umgang bei. Doch was ist für uns Heli-piloten beim Einsatz der neuen Akkutechnologie wichtig?

Alle in jüngerer Zeit auf den Markt gekommenen Modellhubschrauber wurden von den Herstellern für den Antrieb mit LiPo-Zellen optimiert. Die Akkuschächte und Hauben-Abstände sind dabei auf deren rechteckige Bauform mit vorgegebenen Breiten- und Höhen-Verhältnissen ausgelegt. Weichen neue Zellentypen von diesem „Standard“ ab, bedeutet das nicht nur einen Verlust an sowie-so immer knappem Bauraum, sondern machen in manchen Fällen sogar einen Einsatz unmöglich. Hier gilt es aufzupassen.

### Gesamtspannung

Die Spannung pro Einzelzelle sollte natürlich möglichst nah an die von LiPos heranreichen, um mit identischer, beziehungsweise ähnlicher Zellenzahl die gleiche Gesamtspannung zu erreichen. Mehr Einzelzellen bedeuten ein Mehr an nicht aktivem Verpackungsmaterial und damit höheres Gewicht. Die Hacker LiFe-Zellen liefern eine Nennspannung von 3,3 Volt (V), haben eine maximale Ladeschluss-Spannung von 3,7 V und sollten nicht unter 2,5 V entladen werden. LiPos liegen hier zum Vergleich bei nominal 3,7 V, maximal 4,2 V und minimal 3,3 V.



Die TopFuel 4.100 mAh sind die kapazitätsstärksten LiFe-Zellen, die Hacker anbietet; hier die 3.100er. Wie gewohnt sind sie perfekt verpackt und besitzen einen Balancer-Anschluss vom Typ Flightpower für einen Pfostenabstand von zwei Millimeter

Aus diesen Zahlen ist zu erkennen, dass wir zum Erreichen vergleichbarer Gesamtspannungen einen 6s LiPo idealerweise durch einen 7s LiFe und einen 10s LiPo durch einen 12s LiFe ersetzen müssen. Ein 10s LiPo TopFuel light 20C mit 4.500 Milliamperestunden (mAh) wiegt 1.200 Gramm (g), während es ein 10s LiFe TopFuel 30C 3.100 mAh auf 1.042 g bringt. Wohlwollend bei 37 zu 33 V Nennspannung! Würden wir einen 12s LiFe-Pack zur Kompensation der niedrigeren Spannung einsetzen, wäre beim Gewicht Gleichstand, allerdings bei 30 Prozent Minderkapazität. Auch das Ladeprogramm ist zwingend von LiPo auf LiFe umzustellen! Am eigentlichen Ladeverfahren mit Konstantstrom => Konstantspannung ändert sich zwar nichts, doch die maximale Ladeschluss-Spannung darf 3,7 V pro Zelle nicht überschreiten. Gut, wenn man da in ein Gerät investiert hat, das ein paar Balancer-Ausgänge mehr bietet als bisher notwendig waren.

### Testbed

Als Versuchsobjekt zur Umrüstung auf „Eisen“-Betrieb wurde zunächst an einen lang gedienten LOGO 500 3D gedacht, dessen betagter 6s 5.000 mAh LiPo durch einen frischen 7s LiFe mit 4.100 mAh ersetzt werden sollte. Aus einem TopFuel 4s- und 3s-Pack wäre hier durch Reihenschaltung die passende Batterie entstanden. Der JIVE-Controller 100+ LV für 6s LiPo verkraftet auch einen 7s LiFe, da die Ladeschluss-Spannungen beider

Akkus nahezu identisch sind. Ein 8s LiFePo wäre definitiv außerhalb der Spezifikation.

Tatsächlich musste dann aber ein Henseleit Three Dee MP-E als Testhubschrauber erhalten, der bis dato bei 1.350 Millimeter Rotordurchmesser und einem 10s LiPo 4,5 Ah mehr als gut motorisiert war. Eigentlich wäre nun nach unserer Rechnung ein 12s LiFe zu konfektionieren gewesen. Das wurde jedoch nicht getan und anstelle dessen zwei 5s TopFuel LiFe 3.100 mAh Packs in Reihe geschaltet. Hintergrund: Aus vielen vorangegangenen Flügen war bekannt, dass das Drehzahlniveau des MP Rigid höher als tatsächlich notwendig liegt – und das selbst bei Verwendung des kleinstmöglichen 10-Zähne-Ritzels auf dem TANGO 45-07. Mit modernen Flybarless-Systemen können heute die Rotordrehzahlen – bei gleicher Wendigkeit – dramatisch gesenkt und damit sehr effizient Strom gespart werden. Außerdem wurden mit dem 10s LiPo 4.500 mAh light in schöner Regelmäßigkeit Kunstflugzeiten von 10 Minuten erreicht – und das bei einer Kapazitätentnahme von gerade mal an die 3 Amperestunden (Ah). Der Umbau auf den 10s TopFuel LiFe würde also das Drehzahlniveau des Helis wie gewünscht etwas nach unten korrigieren und gleichzeitig durch eine größere Öffnung des Controllers von 60 auf 80 Prozent dessen Wirkungsgrad optimieren. Die bei nahezu identischer Baugröße geringere Kapazität der LiFes sollte durch die (theoretisch) mögliche, größere Entladetiefe wieder kompensiert und so etwa sieben bis acht Minuten Kunstflugzeit erreicht werden.

### Eisenpaket

Bei der Konfektionierung der zwei 5s Hacker LiFe-Packs wurde aus Gewichtsgründen auf die sonst bei unseren LiPos obligatorische, zusätzliche mechanische Armierung mittels seitlicher Carbon-Platten verzichtet. Plus- und Minus-Anschlusskabel beider Packs sind auf kürzestem Weg direkt verlötet und sorgfältig mit Schrumpfschlauch isoliert. Ein „internes“ Verlängerungskabel für den Balancer bringt die Anschlüsse des hinteren Teilpacks unsichtbar nach vorne auf gemeinsame Höhe.

Achtung: Es ist zwingend notwendig, die Reihenfolge der beiden sechspoligen Balancer-Buchsen eindeutig zu markieren und sie damit ihrem jeweiligen Teilpack und dessen Position in der Serienschaltung



Die Versuchsprobanden – zwei Packs TopFuel 5s LiFe 3.100 mAh



Wie bei Hacker üblich, liegt jedem Pack eine ausführliche Beschreibung mit vielen Warnhinweisen und Tipps bei



Die beiden 5s LiFe-Packs, die zu einem 10s „long pack“ kombiniert werden



Die Balancer-Anschlusskabel des hinteren 5s-Packs werden nach vorne verlängert. Achtung bei der Reihenfolge der Zusammenschaltung von Pack/Balanceranschluss (Details siehe Text)



zuzuordnen. Macht man das nicht und vertauscht die Buchsen versehentlich beim Einstecken ins Ladegerät, liegt der Balancer-Eingang von Zelle 6 (Teilpack 2) auf Masse des Ladegeräts (=> Minus von Teilpack 1) und es gibt einen Kurzschluss über das Balancerkabel. Der Berichtersteller hat das gleich mal versehentlich selbst ausprobiert und musste nach einer kurzen Berührung den verschmolzenen Buchsenkontakt am Balanceranschluss tauschen. Also Vorsicht!

### Energiezufuhr

Wie bereits erwähnt, erfolgt das Laden der Hacker LiFes im entsprechenden Mode mit passend eingestellter Ladeschlussspannung. Unser Schulze-Lader „next generation“ liefert ab Werk 3,65 V pro Zelle. Hacker lässt offiziell 3,7 V zu. Um eines gleich vorwegzunehmen: Auch LiFes dürfen nur mit angeschlossenem Balancer geladen werden. In die Zellen sind keine Überladereserven eingebaut, sodass auch hier das Angleichen der Zellen-Einzelspannungen über die Elektronik des Ladegeräts Voraussetzung für ein langes Batterieleben ist.

Es ist sinnvoll, den fabrikfrischen Pack mit zwei, drei Zyklen bei geringen Strömen langsam an sein späteres, stressiges Leben heranzuführen. Die Lade-Kennlinie des LiFes zeigt nicht den von einem LiPo

gewohnten, völlig gleichmäßigen Spannungsverlauf bis zum Erreichen der dann konstant bleibenden, maximalen Ladespannung. Nach dem Erkennen der Vollladung sinkt die Spannung im Pack relativ schnell wieder ab, um sich dann unterhalb der Maximalspannung einzupendeln. Lade-Zustandsanzeiger für LiPos sind natürlich an den LiFes nicht zu gebrauchen, da sie auf ein anderes Spannungsfenster kalibriert sind.

Um die Zellen im Hubschrauber nicht durch Tiefentladungen zu schädigen, fliegt bei uns wie immer sinnvolle Elektronik mit. Ein LiPoWatch von SM-Modellbau ist auf LiFe-Betrieb konfiguriert und greift in den Controller bei Unterschreiten von 2,5 V pro Zelle bremsend ein. Dieses Gerät lohnt sich auf jeden Fall und kann nur allen Piloten wärmstens ans Herz gelegt werden.

### Konfiguration

Das Fliegen mit dem auf LiFe umgerüsteten Three Dee erfordert zunächst etwas Anpassungsarbeit. Auf einen zweiten Akkupack und den Wechsel auf dem Flugfeld wurde komplett verzichtet. Der LiFe bleibt dauerhaft im Modell und wird dort – wie der Tank eines Verbrenners – vor dem Flug direkt immer wieder befüllt. Die Anschluss- beziehungsweise Balancerkabel sind also entsprechend abgelängt, um sie problemlos stecken zu können.

Bei der möglichen hohen Zyklenzahl lohnt sich kein Wechselpack. Hacker lässt maximal 3C Ladestrom zu, weniger ist natürlich schonender. Rechnet man mit

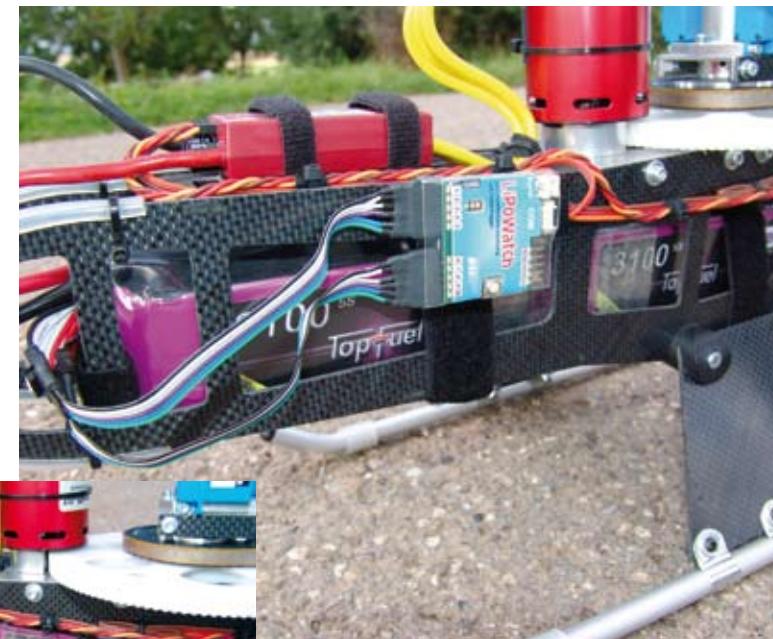
pessimistischen 500 möglichen Ladezyklen, ergibt dies eine Nutzungsdauer von über zwei Jahren bei fünf Flügen pro Wochenende.

Der bei uns zur Ansteuerung des Motors verwendete JIVE 80+ HV besitzt keinen speziellen LiFe-Mode und wird deshalb weiterhin im LiPo-Mode mit Governor-Funktion betrieben. Beim Anschließen des 10s LiFe erkennt der Controller acht „LiPo“-Zellen. Da die Abregelspannung der „Akku Leer“-Funktion im JIVE auf etwa 3 V pro erkannter Zelle gesetzt ist, ergeben sich daraus 24 V Gesamt-Abregelspannung. Das entspricht dann beim 10s LiFe wieder 2,4 V pro Zelle und passt ganz gut.

Aber Achtung! Wir betrachten hier die Gesamtspannung des Packs, und da die Zellen bei sehr hoher Entladetiefe zwangsläufig driften, laufen wir trotzdem immer noch Gefahr, einzelne Zellen zu schädigen. Eine Abregelung auf Basis Einzelzellenmessung (=> LiPoWatch) ist daher auf jeden Fall sinnvoll.

Beim Benutzen der Hacker LiFes fällt auf, dass sich der Innenwiderstand des Packs auf einem äußerst niedrigen Wert einpendelt und dem eines LiPo gleicher Zellenzahl wenig nachsteht. Wir sprechen hier von Werten zwischen 115 und 130 Milliohm (mΩ) für 10s \*. Dieser Wert schwankt je nach Häufigkeit der Nutzung und Last. Fliegt man zwei- drei Akkulaadungen flott hintereinander weg, sinkt der Innenwiderstand kontinuierlich ab. Die Zellen kommen also richtig in Fahrt. Liegt der Pack dagegen für ein paar Tage in der Werkstatt oder wird nur sporadisch benutzt, erhöht sich der Innenwiderstand auf 150 bis 170 mΩ. Es lohnt sich also, erst kurz vor dem Flugeinsatz zu laden.

Beim praktischen Fliegen ist diese Varianz nicht zu bemerken. Die LiFes haben eine sehr konstante Spannungslage von 3 V pro Zelle über die gesamte Entladezeit und fühlen sich auf Pitch auch ziemlich hart an. Kälte ist ihnen dabei weitgehend egal, sie funktionieren auch im Winter problemlos und hadern nicht wie LiPos mit stark nachlassender



Im Versuchsträger Three Dee MP-E macht der Hacker LiFe eine gute Figur. Er bleibt zum „Nachtanken“ permanent im Modell. Der LiPoWatch regelt den Antrieb bei 2,5 Volt pro Zelle langsam ab

\*) Die Messwerte wurden während dem Ladevorgang mit dem Schulze „next generation“ Lader ermittelt und sind deshalb nur relativ untereinander vergleichbar.

Kapazität. Sind sie erschöpft, wird das sehr schnell und abrupt durch ein „Weichwerden“ des Antriebs signalisiert. Hier ist dann der Flug sofort zu beenden.

Die während den Flügen aufgezeichneten Daten zeigen, dass bezogen auf die im Datenblatt angegebene Kapazität nur maximal 70 Prozent sinnvoll entnommen werden kann. Danach bricht die Leistung zusammen, Zellendrift setzt ein und Fliegen macht keinen Sinn mehr. Die theoretisch mögliche, größere Entladetiefe der LiFes kommt also nicht zum Tragen. Im konkreten Fall unseres Three Dee MP-E reicht das für sechs Minuten Kunstflug mit 1.750 Umdrehungen pro Minute (U/min) Rotordrehzahl bei 80 Prozent (%) Öffnung des Controllers (respektive 1.550 U/min bei 60% und Flugzeiten von über sieben Minuten). Der entscheidende Schritt zur Erhöhung des Flugspaßes war, das 10-Zähne-Ritzel durch eines mit 11 Zähnen im LiFe-Betrieb zu ersetzen. Das kompensiert die niedrigere Gesamtspannung und sorgt



Der fertig konfektionierte 10s LiFe 3.100. Auf zusätzliche mechanische Schutzmaßnahmen wurde verzichtet. Gewicht: 1.042 Gramm



Im Vordergrund der 10s LiFe 3.100 mAh, dahinter der praktisch gleichgroße TopFuel 10s LiPo 4.500 mAh zum direkten Vergleich

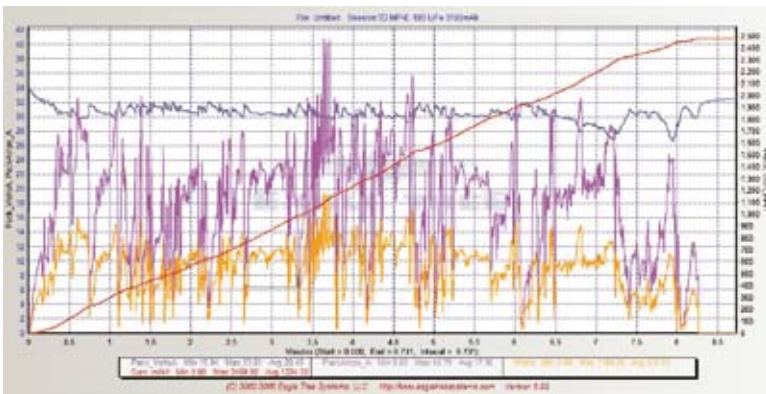
## DATEN

ZELLENTYP TopFuel LiFe 5s 3.100  
 ZELLENART LiFe  
 ZELLENZAHL 5s  
 NENNSPANUNG 16,5 V  
 KAPAZITÄT 3.100 mAh  
 BELASTBARKEIT 30 C  
 DAUERSTROM 93 A, Kurzzeit 155 A  
 GEWICHT 506 g \*  
 MASSE 136 x 42 x 47 mm  
 PREIS 97,- Euro \*\*)  
 BEZUG Hacker Motor  
 INTERNET [www.hacker-motor.com](http://www.hacker-motor.com)  
 \*) DARAUSS KOMPLETT KONFEKTIONIERTER 10S-PACK: 1.042 G  
 \*\*) ZUM VERGLEICH: TOPFUEL LIPO 20C 5S 3.400MAH, PREIS 93,- EURO



Wenn es darauf ankommt, ist der LiFe-Akku an der Tankstelle mit 3C Ladestrom ruckzuck wieder voll – vorausgesetzt, der Lader hat genug Power





EagleTree-Aufzeichnung – die Daten eines typischen Flugs: Die Kapazität der LiFes ist nach 6,5 Minuten erschöpft. Danach beginnt die Spannung bei Last stark einzubrechen. Zu diesem Zeitpunkt sind etwa 2.100 mAh entnommen. Die mittlere Zellenspannung beträgt 3,05 Volt, die Erwärmung des Packs bleibt dabei vernachlässigbar

für ein Drehzahlniveau wie zuvor bei den LiPos. So eingestellt, ist die Abstimmung des Helis perfekt.

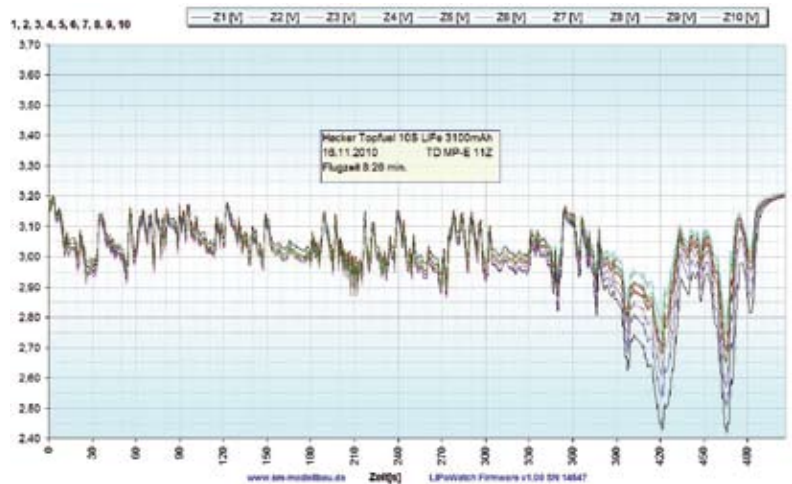
### Leistungsabgabe

Die Lebensdauer der Hacker TopFuel LiFe in einem überschaubaren Zeitraum durch Fliegen im Hubschrauber auszuloten, ist praktisch nicht möglich. Dafür halten sie bei richtiger Behandlung einfach zu lange. Nach Auswertung der aufgezeichneten Daten lässt sich den Zellen eine sehr geringe Streuung innerhalb der Einzelpacks attestieren. Der überraschend niedrige Innenwiderstand bringt in der Praxis eine sehr schön konstante Spannungslage, praktisch keine Erwärmung und eine hohe Leistungsabgabe. Dass sich die tatsächlich zum Fliegen nutzbare Kapazität vom Zellenaufdruck deutlich unterscheidet, muss bei der Auslegung berücksichtigt werden.

Wem können die LiFe empfohlen werden? Ganz sicher nicht dem ambitionierten Wettbewerbsflieger, denn hier zählt nur höchste Kapazität bei geringstem Gewicht. Für alle anderen jedoch, vor allem für Vielflieger, die sich nur einen einzigen Akkupack leisten (wollen), um ihn direkt am Platz nachzuladen, sind Hacker's TopFuel LiFe eine Alternative.

## KNOW-HOW

Seit Jahren haben wir uns an die silbrig glänzende Verpackung unserer LiPo-Zellen gewöhnt. Ein „Coffe-bag“ schützt das empfindliche Innenleben, einen druckempfindlichen Folienwickel aus Anode, Separator und Kathode. Mechanische Kräfte von außen darauf sollten tunlichst vermieden werden. Die Hülle wurde bei der Herstellung luftdicht verschlossen, wobei Plus- und Minusableiter durch den umlaufend verklebten Falz nach außen führen. Beim Konfektionieren zu fertigen Akkupacks mit Anschluss- und Balancerkabeln ist sehr sorgfältig vorzugehen, um diesen kritischen Durchgang nicht mechanisch oder thermisch zu beschädigen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Ableiter schwierig kontaktieren lassen und es nur erfahrenen Firmen gelingt, wirklich langzeitstabile Packs herzustellen.



Der gleiche Flug aus Sicht des Flugakkus: Ab 390 Sekunden (= 6,5 Minuten) beginnen die Spannungen der Einzelzellen stark auseinanderzudriften. Ein sicheres Zeichen dafür, dass der Akku leer ist. LiPoWatch regelt den Motor bei 420 Sekunden ab, die Zellenspannung erholt sich bis zur nächsten (provozierten) Lastspitze

Piloten von leicht gebauten (Scale-)Modellen, bei denen ausreichend Platz vorhanden ist und die als Stromquelle robuste Dauerläufer launischen Hochleistungs-Sportlern vorziehen, sollten in Zukunft Richtung LiFe denken. ■



Hacker's LiFes sind in ihren Abmessungen den TopFuel LiPo sehr ähnlich und passen daher ohne Umbauarbeiten in den Akkuschaft