



Sechs 6S-LiPo-Akkus mit 4.500 bis 5.000 mAh im Vergleich

Seit der FMT 12/2010, als wir den ersten Teil unserer LiPo-Testreihe veröffentlichten, ist das Interesse an diesem Leistungsmarathon ungebrochen. Grund genug, in die nächste Klasse der meistgenutzten Akkus zu blicken und einige Vertreter dieser Kategorie genauer unter die Lupe zu nehmen. Diesmal geht es um wahre Kraftpakete und der Test erbrachte wieder einige interessante Ergebnisse und Erkenntnisse für die Praxis.

Erste Runde mit Auffälligkeiten

Diesmal stellten sich diese 6S-LiPos dem FMT-Test:

- Dymond ZC-Serie 5.000 mAh, 35c von Staufenberg
- Lemon-RC XT-Serie 5.000 mAh, 55c von Pichler Modellbau
- Robbe Power ZZ-Serie 5.000 mAh, 45c von robbe Modellsport
- Thunderpower ProPower 5.000 mAh, 45c von Hacker Motor
- VMaxx 4.500 mAh, 45c von Graupner
- Wellpower DS-Serie 4.500 mAh, 35c von Modellbau Lindinger

Vor dem Leistungstest wurden die Packs wie üblich sorgfältig konditioniert. Erst nach fünf Lade- und Entladezyklen, die mit steigender Belastung und Laden mit 1c verbunden sind, ging es ans „Eingemachte“.

Im obligatorischen Test mit 12c Dauerbelastung haben wir die nutzbare Ka-

pazität ermittelt, die bei den geprüften Packs nicht unter 97,3% der angegebenen Kapazität lag – ein sehr guter Wert! Allerdings ist in dieser Leistungsklasse einiges aufgefallen, das nicht unerwähnt bleiben soll.

Der Thunderpower-Pack wird mit einer Steckbrücke zwischen Zelle 3 und 4 ausgeliefert. Diese ist mit einer 4-mm-Goldkontakt-Steckverbindung realisiert. Hintergrund dafür: Die EU-Sicherheitsbestimmungen verbieten den Import von metallischen Lithium-Batterien mit einem Energiegehalt von mehr als 100 Wh auf dem normalen Transportweg. Akkupacks, die diese Energiemenge überschreiten, müssen als Gefahrgut befördert werden, was sehr teuer ist und den Preis nach oben treibt. Hier wurde also auf einfachem Weg ein 6s-Pack aus 2x3s zusammengestellt, den der Kunde erst „scharf“ schalten muss,

da diese Steckverbindung für den Transport nicht verbunden und gesichert ist.

Einen etwas unorthodoxen Weg beschreitet die Firma Graupner. Deren VMaxx 4500 zeigt sich aufgrund der immensen Überkapazität von rund 10% (4.917 statt 4.500 mAh) als waschechte 5.000er Zelle. Hier liegt die Vermutung nahe, dass diese aus oben genannten Gründen als 4.500er deklariert ist. So kommt man auf einen (rechnerischen) Energiegehalt von 99,9 Wh, während die anderen 5.000er Packs mit 111 Wh aufwarten. Zudem wurden eher unterdimensionierte Kabel angebracht (4 mm² bzw. AWG 12 anstatt 6 mm² bzw. AWG 10), so dass dieser Akku schon rein äußerlich den Eindruck erweckt, dass er die angegebenen Leistungsdaten kaum erzielen können wird. Schließlich bedeuten auch bei den angegebenen 4.500 mAh 45c Dauerstrom satte 202,5 A, die es zu verdauen gilt. Dafür sind die 4-mm²-Kabel nicht ausgelegt. Graupner hat hier allerdings vorgesorgt und einen Hinweis auf eine maximale Dauerbelastung von 100 A auf den Pack drucken lassen, was aber eigentlich der 45c-Klassifizierung widerspricht. Dazu aber noch mehr weiter unten.

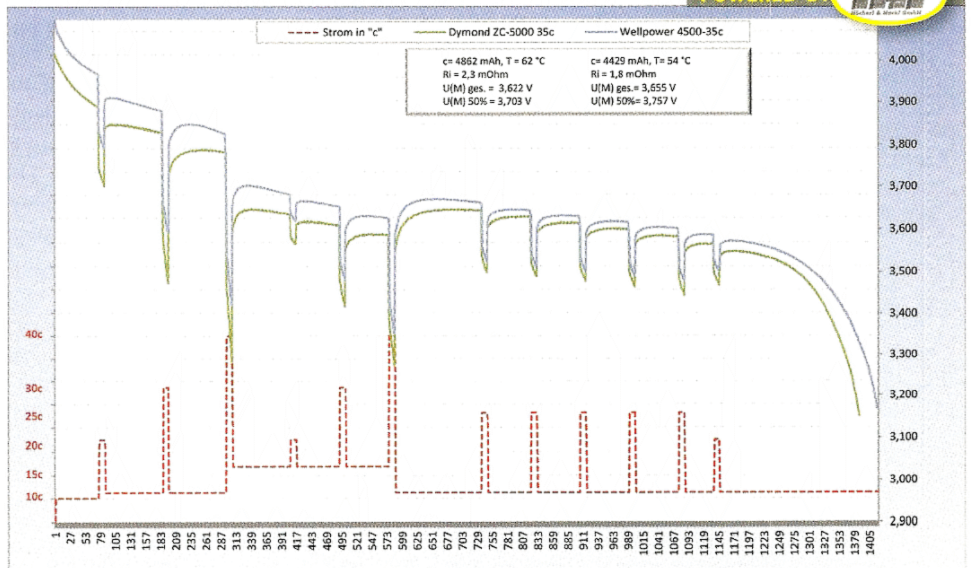
Starke Charaktere

Liegen im 12c-Test die Kennlinien noch sehr dicht zusammen, differenziert sich die Leistung bei Belastung mit dem VTH-Lastprofil schon ein wenig. Um die Übersicht zu verbessern, haben wir die Daten der beiden 35c-Packs (Wellpower und Dymond) in einer eigenen Grafik dargestellt. Hier fällt anhand der durchschnittlichen Spannungslage über die Gesamtentladung auf, dass der Wellpower 4500-35c es in dieser Disziplin durchaus in die 45c-Klasse schaffen würde, während der Thunderpower 5000-45c eher in der 35c-Liga spielt. Dies wird teilweise auch später im 30c-Test deutlich, allerdings warten dort noch andere Überraschungen auf uns.

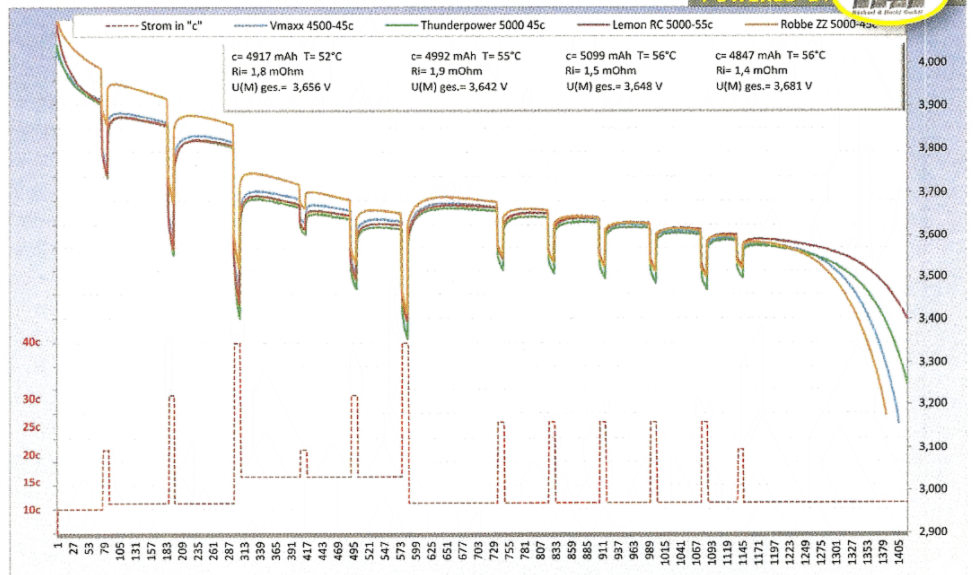
Im Großen und Ganzen überzeugen die Packs durch gute Selektion und Spannungslage. Der maximale Unterschied in der mittleren Spannungslage beim Testprofil liegt gerade einmal bei durchschnittlich 59 mV pro Zelle, also 0,35 V beim 6s-Pack.

Gerade in der 45c-Klasse überrascht die Roxxy ZZ-Zelle mit sehr hoher Spannungslage, dafür liegt die Kapazität mit 97,5% am unteren Ende des Feldes. Die Zelle hätte auch noch Potential, wenn nicht mit steigender Last der Zell-Gap (Spannungsunterschied zwischen den Zellen) zunehmen würde. Das begrenzt nicht nur die Kapazität, sondern aufgrund der nicht optimalen Selektion wird auch die Gesamtleistung begrenzt. Da wäre also durchaus noch Potential für mehr Leistung vorhanden, zumal hier zwei Packs zum Test herangezogen werden mussten, da der erste Pack bereits bei Anlieferung mit recht hohem Spannungsunterschied zwischen den Zellen auffiel und deswegen auch frühzeitig aus dem Test genommen werden musste.

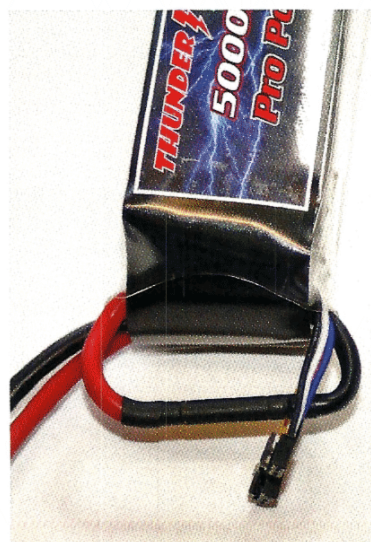
In krassm Gegensatz dazu steht die Wellpower-Zelle, die durch Understatement glänzt und gute Selektion mit fairem Rating vereinbart. Die Thunderpower-Zelle zeigt sich dagegen leicht überzeichnet, während die Lemon-RC zwar nicht mit den genannten 55c aufwarten kann, aber als ehrliche „40c+“-Zelle mit hoher Überkapazität und exzellenter Zell-Selektion überzeugt. Mit 103,3% nutzbarer Kapazität bietet sie die Reserven, die sie zur „Plus“-Zelle macht. Der Zell-Gap tritt erst bei einer Entladung von unter 3,3 V/Zelle auf und beschränkt sich auf vernachlässigbare 15 mV – ein echter Top-Wert, der eine extrem hohe Entladung möglich macht.



Hier wurden der Dymond- und der Wellpower-LiPo (beide 35c) mit dem VTH-Lastprofil vermessen. Der Wellpower glänzt dabei mit einer sehr hohen Spannungslage.



Bei den 45 bis 55c-Typen überzeugen die Packs durch gute Selektion und Spannungslage. Der Lemon-RC-LiPo konnte dabei sogar 103% seiner Nennkapazität liefern.



Vergleichbare Bedingungen

Die Bedingungen waren bereits durch den ersten Test gesetzt. Das eigens entwickelte VTH-Lastprofil, mit dem die elektronische Gleichstrom-Senke von Höcherl & Hackl die LiPos belastet, findet für alle Akkus seine Anwendung und dient als Grundlage für eine erste Bewertung. Dieses Lastprofil simuliert im Labor die Bedingungen im Einsatz mit praxisgerechten Strömen. Näheres zum VTH-Lastprofil steht im Downloadbereich der FMT-Homepage (www.fmt-rc.de).

◀ Mithilfe einer Steckbrücke wird beim Thunderpower-LiPo aus 2x3s ein 6s-Pack. Diese 4-mm-Goldkontakt-Steckverbindung ist allerdings zu schwach dimensioniert. Bei 30c-Dauerlast erhitze sie sich auf knapp 170° C.

Härtetest und Ergebnisse

Wie man im Lastprofil bereits erkennt, liegen unter dieser Testbedingung die Ergebnisse recht dicht beieinander. Zwar bietet die Trennung nach Packs mit 35c und darüber eine bessere Übersicht, jedoch lässt sich alleine hieraus noch nichts über die Hochlast-Eigenschaften sagen. Deshalb wurden die Packs noch einem Test mit 25c und 30c Dauerlast unterzogen. Dadurch wird überprüft, ob die Akkus in der Lage sind, ihre volle Kapazität bis zur Entladeschluss-Spannung abgeben zu können. Bei Bedarf wird vorher beim Erreichen einer Oberflächentemperatur von 62° C manuell abgeschaltet, um den Akku vor der Zerstörung zu bewahren.

Bereits beim 25c-Test fällt der **Dymond-Akku** auf. Die Spannungskurve bricht sehr stark ein, steigt dann aufgrund der Erwärmung wieder etwas an und flacht dann verhältnismäßig normal ab. Für den praktischen Einsatz wäre bei 25c die Grenze zu ziehen, was sich durch den 30c-Test auch bestätigt. Hier fällt die Spannung extrem ab, die mittlere Spannung betrug bei Abschaltung 3,1 V/Zelle, wobei eine Zelle bereits bis auf 2,8 V abgefallen war. Damit ist der Pack dieser Belastung nicht gewachsen und mit 35c Dauerbelastbarkeit deutlich überzeichnet, ein Rating von 25c Dauerbelastbarkeit würde auf die Zelle zutreffen. Auch die Temperaturentwicklung im 25c-Test zeigte dies bereits, da schon bei knapp unter 80% Entladetiefe die Oberfläche des Packs 64° C warm war – hier musste manuell abgeschaltet werden.

Ganz anders hingegen der **Wellpower-LiPo**, der mit 4.302 von 4.500 mAh

satte 96% seiner Kapazität bei 25c Dauerlast abgab. Zwar erreichte er dabei stolze 63° C zum Entladeende, es musste jedoch noch nicht eingegriffen werden – allerdings wäre eine weitere Entladetiefe wegen der hohen Temperatur auch nicht möglich. Im 30c-Test zeigt die Wellpower-Zelle zunächst einen leichten Knick mit anschließend ansteigender Zellspannung. Hier ist das Limit der Dauerstrom-Belastbarkeit genau erreicht, bei 62° C wurde manuell abgeschaltet und dabei eine Entladetiefe von 77% erreicht. Die Zelle zeigt sich also mit dem 35c Rating leicht überzeichnet und ist eher als 30c+ einzustufen.

In der 45c-Klasse zeigt sich der **Thunderpower ProPower** überraschenderweise als Zelle mit der niedrigsten Spannungslage, erstaunt dafür aber mit 96% nutzbarer Kapazität bei 25c Dauerlast. Die 30c würde diese Zelle vermutlich auch länger durchhalten, wäre nicht ab Werk die „Bremse“ in Form der Steckverbindung zwischen Zelle 3 und 4 eingebaut (siehe oben). Diese wurde bereits unter 25c Dauerlast beachtliche 146° C heiß, bei 30c Dauerlast wurden hier sogar 168° C gemessen und da zudem der Pack bereits 63° C erreicht hatte, musste eingegriffen werden. Im praktischen Einsatz ist die Steckbrücken-Angelegenheit noch heikler, da der Schmelzpunkt von Zinn nur knapp über 230° C liegt und das dann schon recht weiche Lot durch Vibrationen zusammen mit der Leitung aus dem Kontakt herausgerüttelt werden könnte. Es empfiehlt sich deshalb, an dieser Stelle eine geeignetere (größer dimensionierte) Steckverbindung anzu-

bringen, um die thermische Belastung geringer zu halten oder die Leitungen über passende Quetsch-Löt-Hülsen fest miteinander zu verbinden.

Ähnliche Überraschungen bot der **Graupner VMaxx 45c**. Zunächst weist der Hersteller darauf, den 4.500er Akku mit maximal 100 A Dauerstrom zu belasten. Dies entspricht lediglich 22c, also fern des Ratings von 45c. Wir haben uns dazu entschlossen, dem Pack das abzufordern, was er auf dem Label trägt und ihn zudem als 5.000er Zelle getestet, denn diese Kapazität steckt in ihm. Beim 25c Lasttest zeigte sich, dass der Hinweis auf den maximalen Laststrom bei unveränderter Anschlussleitung seine Berechtigung hat. Satte 156° C erreicht das Kabel nach 4.400 mAh Entladung, die Zellenoberfläche ist mit 64° C auch bereits am Limit. Die Spannungslage ist dabei sehr gut. Erst beim 30c-Test bricht die Spannungskennlinie anfangs leicht etwas ein, allerdings sehr gering, so dass die Zelle als 35c+ bis 40c tauglich wäre, wenn nicht die Temperaturentwicklung wäre. Diese zwingt beim 30c-Test zum manuellen Abbruch bei 1.716 mAh, da der Pack bereits 62° C und das Kabel sogar 168° C erreicht haben. Eine derart starke Wärmeentwicklung stuft die Zelle leider wieder etwas zurück. Hier steckt auf jeden Fall noch Potential drin, das durch Verwendung nicht lastgerechter Leitungen dem Benutzer vorenthalten bleibt. Mit 6-mm²-Anschlussleitungen wäre sicher noch etwas mehr herauszuholen und diese Zahlen sind noch nicht alles: als 5.000er Zelle mit 35c wäre die Zelle nach diesen Resultaten treffend bezeichnet.

Messwerte (ermittelt mit VTH-Lastprofil)

Akku	Kapazität (mAh)	R(i)*	Temperatur	Zellenspannung (gemittelt)
Dymond ZC-Series	4.866	2,3 Milliohm	62°C	3,622 V
Lemon-RC XT-Serie	5.166	1,5 Milliohm	54°C	3,648 V
Roxy-Power ZZ-Series	4.875	1,7 Milliohm	53°C	3,681 V
Thunderpower ProPower	4.992	1,8 Milliohm	55°C	3,642 V
VMaxx	4.917	2,2 Milliohm	52°C	3,656 V
Wellpower DS-Serie	4.429	1,8 Milliohm	54°C	3,655 V

* R(i) = Wert in Milliohm (differenzieller Innenwiderstand unter Lastbedingungen)

Technische Daten

Akku	Kapazität (mAh)	c-Rate (Dauer/Peak)	Laden (max.)	Maße (mm)	Gewicht (g)	Balancer-Stecker	Preis (6s-Pack)
Dymond ZC-Series	5.000	35c/k.A.	5c	162×50,5×45	739	EHR	149,90 €
Lemon-RC XT-Serie	5.000	55c/80c	5c	180×56×44	826	EHR	199,90 €
Roxy-Power ZZ-Series	5.000	45c/90c	4c	143×50×50	790	EHR	177,70 € (UVP)
Thunderpower ProPower	5.000	45c/90c	6c	160×54×47	813	TP	239,00 €
VMaxx	4.500	45c/k.A.	20 A (4,5c)	165×57×46	817	EHR	262,00 € (UVP)
Wellpower DS-Serie	4.500	35c/70c	5c	159×49×45	707	XH	124,90 €

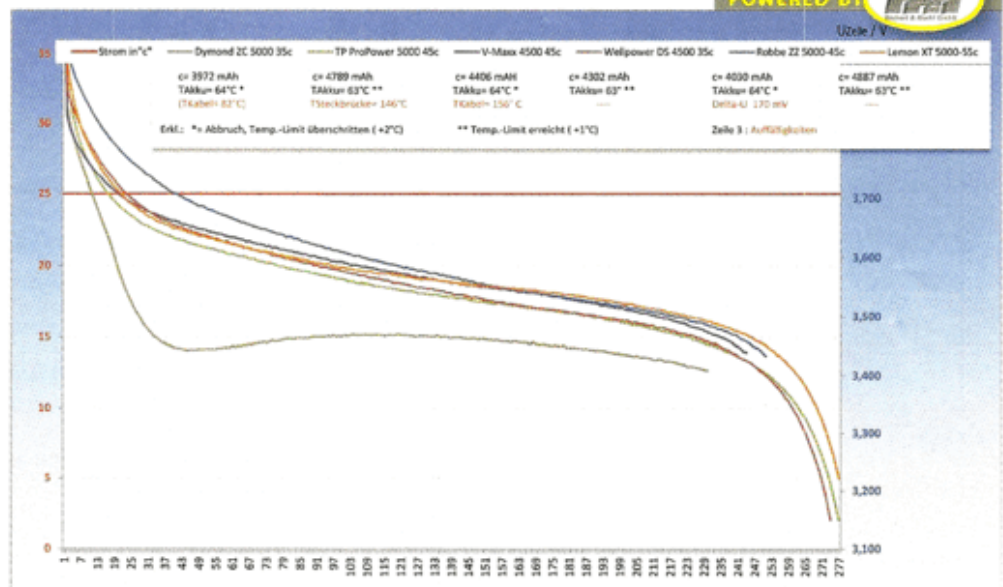


Der **Lemon-RC 55c** von Pichler überrascht im Hochlast-Test durch seine gute Kapazität und leider auch durch seine niedrige Spannungslage. Bei 25c Dauerlast schlägt er sich noch im oberen Mittelfeld, muss sich bei 30c Dauerlast jedoch wegen dem stärksten Spannungseinbruch mit dem letzten Rang begnügen. Dafür spielt er bis zum Ende mit und bietet beim 30c-Test mit 89% die höchste Kapazitätsausbeute des Testfelds. Allerdings ist dann auch diese Zelle mit 63° C am Limit angekommen. Ansonsten besticht der Lemon-RC durch sehr gute Zellselektion, wodurch unter anderem so hohe Entladeraten überhaupt erst ermöglicht werden.

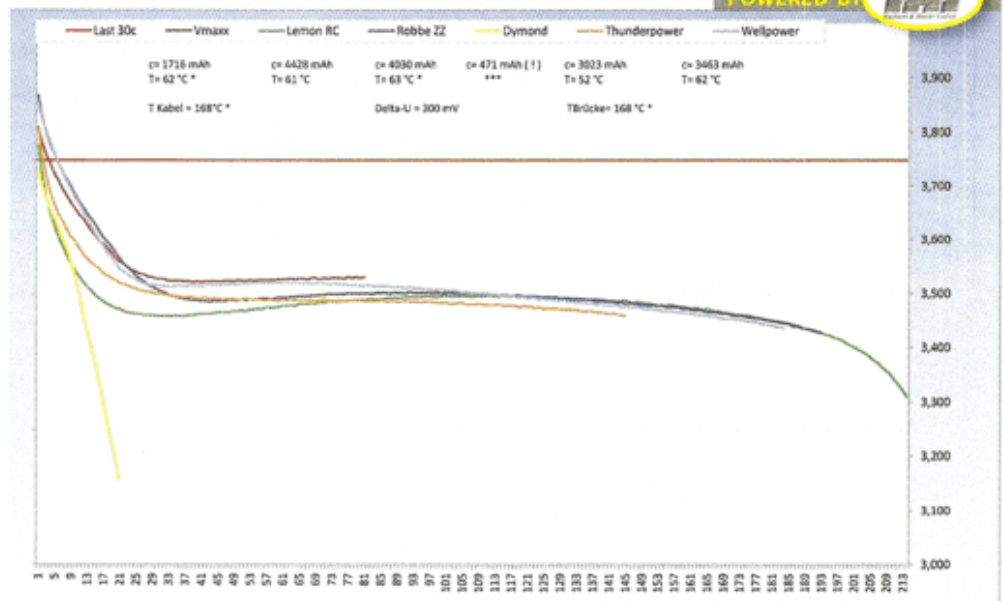
Als letzter Testkandidat dieser Testreihe ging die **robbe Roxxy ZZ 45c** an den Start. Hier zeigt sich ab einer Entladetiefe von 4.000 mAh (80%) ein sehr stark zunehmender Zell-Gap, weshalb hier in der Praxis der „Schlussstrich“ zu ziehen ist. Tiefer sollte man die Zelle im Interesse hoher Zyklenfestigkeit bei hohen Strömen nicht entladen, außer man setzt eine Einzelzellenüberwachung ein. Auch erreicht die Roxxy ZZ in beiden Disziplinen (25- und 30c-Test) mit 63/64° C einen kritischen Wert, der manuelles Eingreifen erfordert. In beiden Fällen waren dann 4.030 mAh entnommen. Neben der Temperatur wäre der Zell-Gap von 170 mV (25c) bzw. 300 mV (30c) Grund genug, die Belastung einzustellen, um eine Tiefentladung einzelner Zellen zu vermeiden.

Fazit

Auch in diesem Test gab es viele Überraschungen, obwohl das Qualitäts- und Leistungslevel insgesamt sehr hoch war. Trotzdem zeigt sich sehr eindrücklich, dass es in den jeweiligen Klassen mitunter deutliche Unterschiede gibt und man seinen Akku sehr sorgfältig nach den Einsatzbedingungen auswählen sollte – auch identische Aufdrucke können sehr unterschiedliche Leistung und Qualität bedeuten. So zeigt z.B. der Wellpower in seiner Klasse sehr gute Werte, während



Bei 25c-Dauerlast (also 125 A bei den 5.000ern bzw. 112,5 A bei den 4.500ern) kommen einige Packs schon an ihre Grenzen und überschreiten das Temperaturlimit. Der Wellpower und der Lemon-RC zeigen hier gute Leistungen.



Besonders der Lemon-RC hält sich beim 30c-Test (150 A) sehr gut, er kann immerhin 4.400 mAh liefern und die Temperatur bleibt knapp unter dem Limit. Der Dymond hingegen ist deutlich überlastet und kann nur noch ca. 500 mAh abgeben.

der Roxxy-LiPo mit außergewöhnlich guter Spannungslage glänzt, aber durch die schlechtere Selektion in der Nutzkapazität Abstriche hinnehmen muss. Etwas enttäuschend schnitt der Dymond ab, der deutlich überzeichnet ist, wie die Lastprofile verdeutlichen. Die Verarbeitung der Akkus ist insgesamt auf hohem Niveau, erfreulich viele Hersteller schicken ihre Packs zudem mit EHR-Balanceranschluss und silikonisolierten, flexiblen Balancerleitungen zum Kunden. PVC-Isolierungen sind nicht mehr Stand der Dinge und gerade im Modellbau eher ungeeignet, ebenso

die erfreulicherweise immer seltener verwendeten starren Balancerleitungen, die eher der Gefahr eines Kabelbruches unterliegen. Insbesondere bei der Verwendung des Graupner VMaxx- und des Thunderpower ProPower-Akkus sollte man die Schwachstellen „Steckbrücke“ und „Anschlussleitungen“ beseitigen und den Akkus dadurch zu mehr Sicherheit im Einsatz verhelfen. Es ist unverständlich, wieso bei solch leistungsfähigen Akkus derartige „Flaschenhälse“ eingebaut werden. Ein Umdenken der Hersteller käme hier dem Nutzer zu Gute.

Bezug

Staufenbiel, www.modellhobby.de
 Fachhandel oder direkt (www.pichler-modellbau.de)
 Fachhandel
www.hacker-motor-shop.com
 Fachhandel
www.lindinger.at

Kurz und knackig: Die Bewertung

Roxyx-Power ZZ 45c



FMT Power-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 6/11
Die führende Fachzeitschrift
6 LiPos 4.500-5.000 im Vergleich

Eine Zelle mit sehr guter Spannungslage und ehrlichem Rating. Sie wird den Leistungsdaten gerecht, ist allerdings damit auch ausgereizt und sollte nicht höher belastet werden. Trotz der nicht optimalen Selektion, die die nutzbare Kapazität in Hochlastanwendungen etwas einschränkt, verdient diese Zelle die Power-Empfehlung. Der Preis ist für die erbrachte Leistung absolut in Ordnung. Der Roxxy-Power ZZ 45c ist Sieger hinsichtlich der Spannungslage.

Wellpower DS 35c



FMT Budget-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 6/11
Die führende Fachzeitschrift
6 LiPos 4.500-5.000 im Vergleich

FMT-Geheimtipp

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 6/11
Die führende Fachzeitschrift
6 LiPos 4.500-5.000 im Vergleich

Gleich beide Auszeichnungen kann diese Zelle verbuchen. Sie zeigt neben dem ehrlichen Rating auch eine sehr gute Spannungslage, die im Vergleich sogar mit den 45c-Zellen konkurrieren kann. Geringer Innenwiderstand, hohe Nutzkapazität, gute Selektion und die damit verbundene sehr hohe Nutzkapazität in Verbindung mit einem sehr attraktiven Preis machen sie zu einem echten Geheimtipp.

Lemon-RC XT 55c



FMT Power-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 6/11
Die führende Fachzeitschrift
6 LiPos 4.500-5.000 im Vergleich

Trotz etwas schwächerer Spannungslage kann die Zelle im 30c-Test überzeugen und zeigt, dass durchaus noch Reserven vorhanden sind, wenn auch das 55c-Rating etwas überzeichnet ist, da sie bereits bei 30c Dauerlast zum Entladeende nahe am Temperaturlimit liegt. Aber gerade der Hochlastbereich ist die Domäne dieser Zelle, die hier die höchste Nutzkapazität bringt. Für ihren Preis ist die Lemon-RC XT-Zelle eine sehr interessante Wahl, die hohe Leistung zu einem attraktiven Preis bietet. Der Lemon-RC XT 55c ist Sieger bei der Kapazitätsausbeute.

VMaxx 45c



Eine sehr gute Zelle, die aber für eine 4.500er eine zu hohe Überkapazität zeigt und als 5.000er Zelle anzusehen ist. Dies ändert auch nichts bei der Bewertung der Zelle, denn auch für eine 5.000er Zelle zeigt sie eine beeindruckende Leistung. Die Selektion der Zellen ist gut. Allerdings bringt dieser Pack einige Schwachstellen mit, die ihm Punktabzüge bescheren: Die starren, PVC-isolierten Balancerleitungen, die zu schwach dimensionierten Hauptleitungen und die Verwendung von G3,5-Steckverbindungen, die das Potential des Akkus deutlich reduzieren und ihn in dieser Ausführung in die 25c-Klasse rutschen lassen würden. Mit lastgerechten Leitungen und Stecksystemen konfektioniert hätte sich die VMaxx 45c eine Power-Empfehlung verdient.

Dymond ZC 35c



Wie bereits bei den 2.200er Zellen zeigt sich auch die 5.000er 35c-Zelle als deutlich überzeichnet und ist eher dem Segment der 25c-Zellen zuzuordnen, dort würde sie im oberen Mittelfeld anzusiedeln sein. Mit 30c Dauerlast ist die Zelle bereits deutlich überfordert. Sie erweist sich aber für den durchschnittlichen Einsatz nach VTH-Lastprofil als günstige Alternative für alle, die keine Anforderung an höchste Dauerleistung haben. Wegen des höheren Preis' musste sie die Budget-Empfehlung allerdings an die Wellpower-Zelle abgeben.

Thunderpower ProPower 45c



Diese Zelle zeichnet sich als sehr guter Allrounder aus, fühlt sich aber in der Auslieferungsversion im Hochlastbereich nicht wohl. Im Test zeigte sich eine deutlich zu hohe Temperaturentwicklung im Bereich der Steckbrücke von Zelle 3 nach 4. Dies kostet der Zelle einen vorderen Rang im Hochlastbereich, denn die Spannungslage und Akkutemperatur hätten mehr zugelassen. Ein weiterer Wermutstropfen ist der Thunderpower-eigene Balanceranschluss, allerdings sind passende Adapter in jedem gut sortierten Fachhandelshop erhältlich.