

In der FMT 12/2010 haben wir unter gleicher Überschrift den Vergleichstest von neun LiPos der gängigen Größe 2.100 bis 2.600 mAh veröffentlicht. Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle Probanden den Weg zum Verlag gefunden hatten, mussten sich nun noch die Vertreter der Marken Dymond, Himmelstürmer, Kokam, Rockamp, SLS sowie Team Orion der Herausforderung stellen und ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Was ihnen mitunter sehr eindrucksvoll gelang!

Hohes C

Sechs LiPo-Akkus mit 2.100 bis 2.400 mAh im Vergleich

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. Die Ergebnisse des ersten Akkutests in der FMT 12/2010 sind also absolut vergleichbar mit den hier ermittelten Daten. Näheres zum VTH-Lastprofil steht im Downloadbereich der FMT-Homepage (www.fmt-rc.de). Diesmal sind zum Test angetreten:

- Avionics 2.100 mAh, 30c von Team Orion
- Dymond 2.200 mAh, 35c von Staufenbiel
- Himmelstürmer 2.250 mAh, 45c von Parkflieger
- Kokam H5 2.100 mAh, 30c von Hückmann
- Rockamp 2.200 mAh, 40c von Ringel Modellbau
- SLS ECO 2.200 mAh, 40c von Stefans Liposhop

Stunde der Wahrheit

Nachdem die Akkus konditioniert waren, wurde zunächst der obligatorische Test mit 12c Dauerlast zur Überprüfung der Nominalkapazität durchgeführt. Dieser zeigte durchweg, dass die Angaben relativ genau stimmen. Der Rockamp kam mit 2.180 mAh am nächsten an den Nominalwert, der Himmelstürmer brachte fast 100 mAh weniger als angegeben, nämlich 2.153 anstatt 2.250 mAh. Dies sind rund 4,5% unter Nennwert, eigentlich etwas zu viel. Hier mag noch eingeräumt werden können, dass die Stromsenke so programmiert wird, dass sie abschaltet, sobald die erste Zelle eines Packs 3,0 V erreicht, sofern vom Hersteller kein anderer Wert angegeben wird. Bei diesem Akku fehlt dieser Hinweis auf die Entladeschlussspannung, so dass eventuell noch 1-1,5% mehr herauszuholen gewesen wären. Dem Dymond fehlten mit 2.128 mAh nur 72 mAh zum Nominalwert, was ca. 3% entspricht. Das ist zwar grenz-

wertig in dieser Klasse, aber noch tolerabel. Sehr positiv hat hier der SLS ECO abgeschnitten, der mit 2.202 mAh praktisch genau die angegebene Kapazität erreichte und unter Last sogar noch ein paar mAh mehr locker machte. Ebenfalls sehr positiv fiel der Team Orion Avionics-Akku auf: Anstatt der angegebenen 2.100 mAh wurden 2.182 mAh ermittelt. Andere Hersteller hätten diesen Akku als 2.200er eingestuft, bei Team Orion setzt man anscheinend auf Understatement. Da die Kapazität aber die Basis für den Multiplikator „C-Rate“ ist, wurde der Avionics ebenfalls als 2.200er Akku getestet. Überrascht hat auch der Kokam H5, allerdings nicht positiv, ihm konnten im besten Fall 1.937 mAh statt der aufgedruckten 2.100 mAh entlockt werden.

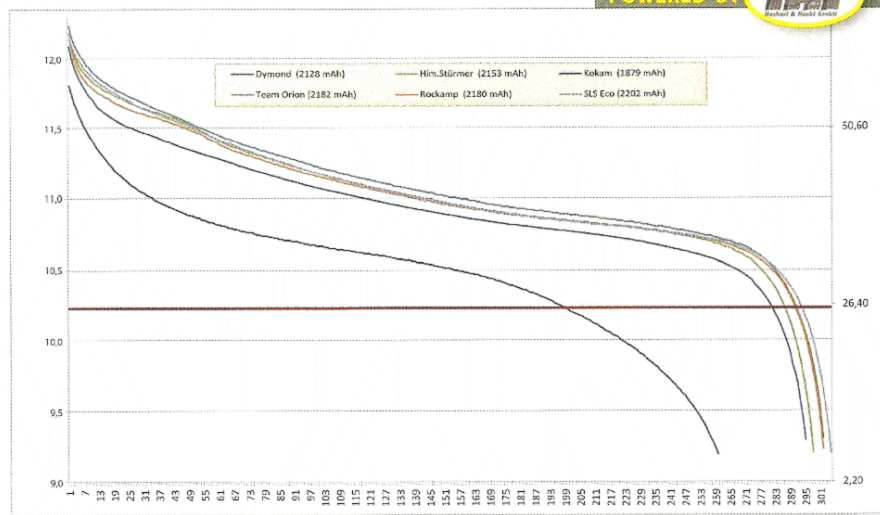
Im Detail

Der dicht gedrängte Kurvenverlauf des VTH-Lastprofils zeigt bereits: Es wird schwer werden, die Akkus nur anhand der Kennlinie zu

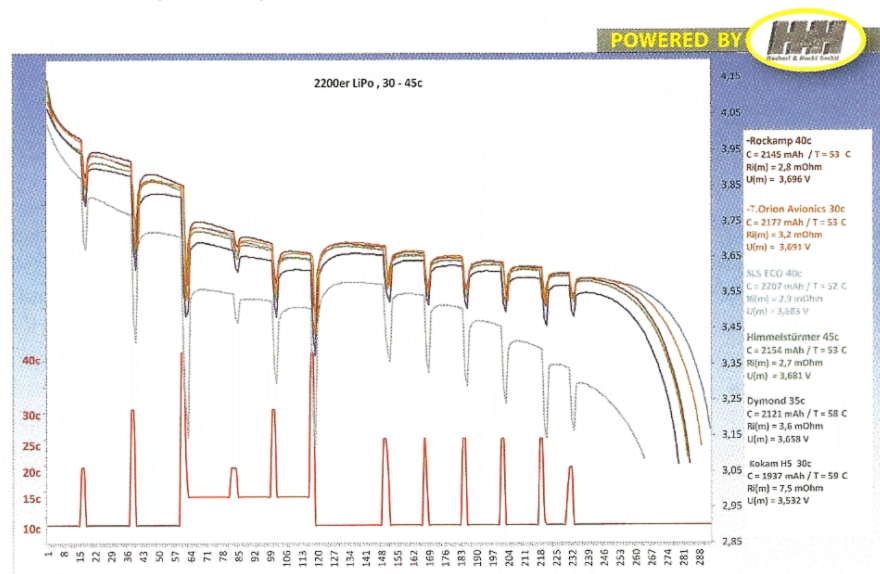
bewerten, hier muss akribisch gerechnet und ausgewertet werden und noch intensiver getestet werden, um die Leistung der Probanden differenzieren zu können. Alles in allem zeigt sich hier lediglich der Dymond-Akku etwas auffällig, liegt seine Spannungslage doch mit 3,658 V im Mittel etwas unter dem Feld der anderen 2.200er Packs, die mit mittleren Spannungslagen von 3,681 – 3,696 V sehr eng zusammenliegen. Die Spannungslage des Dymond überrascht dabei nicht besonders, da er mit einem R(i) (Gleichstrom-Innenwiderstand) von 3,6 Milliohm pro Zelle einen recht hohen Wert einbringt, der nur von der Kokam H5-Zelle überboten wurde.

Erstaunlich gut auch in dieser Disziplin zeigt sich der Team Orion Avionics-Akku, der nur ganz knapp hinter dem Rockamp mit 40c liegt, und das obgleich er mit 30c-Rating neben dem Kokam H5 der schwächste Teilnehmer in der Gruppe ist (nach Label). Die Spannungslage des Avionics-LiPo ist hervorragend und sogar einen Tick höher als beim SLS ECO 40c, der aber insbesondere ab 50% Entladung durch eine stabilere Spannungslage punkten kann. Das Ergebnis des Team Orion Avionics-Akkus überrascht dabei in mehrfacher Hinsicht, da er mit 3,2 Milliohm pro Zelle nicht mit Rockamp und SLS mithalten kann (2,8 bzw. 2,9 Milliohm) und somit eine höhere Verlustleistung verdauen muss. Trotzdem bleibt die Zelle in diesem Test genauso kühl und souverän wie der Klassen-Primus Rockamp.

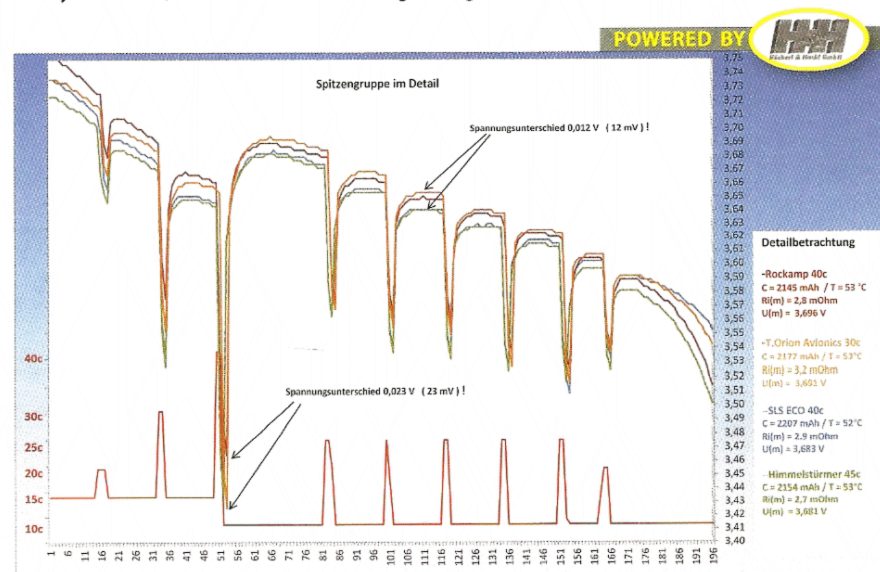
Dem entgegen bildet der Kokam H5 das Schlusslicht des Tests, und das sehr früh und offensichtlich. Bereits nach der Formierung ließ der ermittelte Innenwiderstand von 7,5 Milliohm erahnen, dass die Spannungslage deutlich unter der der Mitbewerber liegen würde. Ebenso überraschte die gemessene mittlere Kapazität bei 12c Dauerlast in Höhe von lediglich 1.878 mAh, die im VTH-Lastprofiltest zwar noch auf 1.937 mAh anstieg, jedoch mit 92% deutlich unter der Nennwertangabe blieb. Die Erwärmung auf 59° C macht ihn leider zum „Spitzenreiter“, was unter anderem auf den hohen Innenwiderstand und die damit verbundene hohe Verlustleistung zurückzuführen ist. Für die Abarbeitung des Lastprofils mit den Belastungswerten für einen 2.100-mAh-Akku musste zudem ein zweiter Durchgang mit reduzierter Sicherheitsabschaltung bei Unterspannung (2,75 statt 3,05 V/Zelle) erfolgen, da im ersten Test bei 84 A Peakauftaschung (also 40c) die unterste Grenze von 3,05 V/Zelle unterschritten wurde. Die Starttemperatur lag bei 21° C. Beim zweiten Durchgang hatte der Pack dann bedingt durch die Vorbelastung eine Starttemperatur von 28° C, trotzdem sind die Lasteinbrüche außergewöhnlich ausgeprägt, wie das Diagramm zeigt.



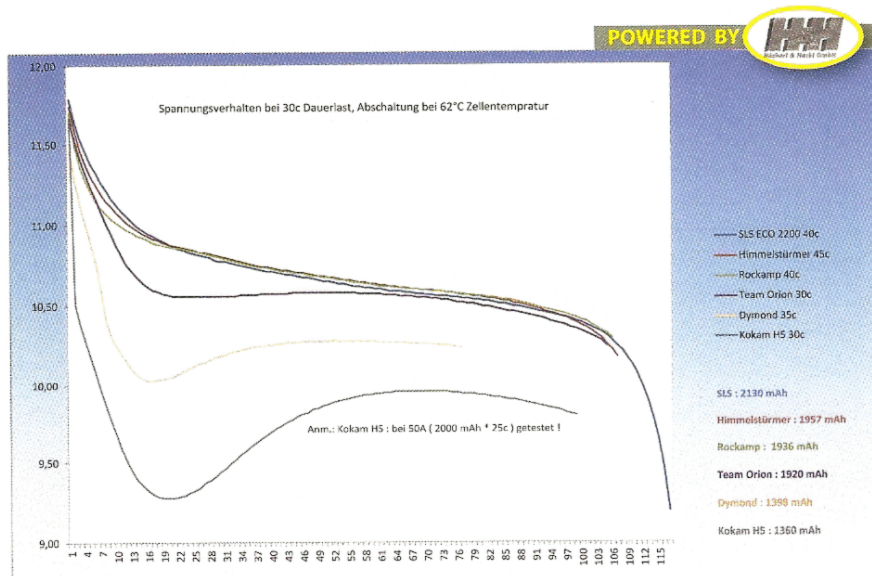
Beim Test mit 12c Dauerlast zeigten besonders der Team Orion-, der SLS- und der Rockamp-LiPo sehr gute Leistungswerte. Der 2.100er Kokam-Akku liefert mit 1.937 mAh deutlich weniger Leistung als seine Nennkapazität verspricht.



Das VTH-Lastprofil zeigt, wie eng die Spitzengruppe aus SLS, Team Orion, Himmelstürmer und Rockamp zusammenliegt. Eine etwas geringere Spannungslage bietet der Dymond-LiPo, der Kokam ist deutlich abgeschlagen.



Dieser Detailausschnitt zeigt, wie stark vergrößert werden muss, um die Unterschiede gut deutlich sichtbar zu machen. Beim 40c-Impuls beträgt der max. Spannungsunterschied zwischen den Spitzenreitern gerade einmal 0,023 V pro Zelle, also 23/1.000 Volt. In der normalen Belastungsphase sind es bei ca. 50% Entladetiefe sogar nur 0,012 V.



Beim Härtest mit 30c Dauerlast wird das Feld vom SLS ECO 40c angeführt. Ebenfalls gute Leistungen zeigen Team Orion, Himmelstürmer und Rockamp. Der Dymond- und der Kokam-LiPo waren mit dieser Last überfordert.

Härtest und Ergebnisse

Nachdem das Lastprofil alleine hier zu wenig Möglichkeiten zur Differenzierung gibt, wurden die Testkandidaten noch einmal einem 30c-Dauerlast-Test unterworfen. Hierbei wird festgestellt, ob die Akkus in der Lage sind, ihre volle Kapazität bis zur Entladeschlussspannung abgeben zu können – bei Bedarf wird vorher beim Erreichen einer Oberflächentemperatur von 62° C manuell abgeschaltet, um den Akku vor der Zerstörung zu schützen.

Hier wird das Feld deutlich vom SLS ECO 40c angeführt, der mit 2.130 mAh nutzbarer

Kapazität fast die volle Leistung bereitstellen kann, während der Rest des Feldes mit ca. 88% deutlich unter der Nominalkapazität bleibt. Das Schlusslicht bildet hierbei der Dymond-Akku, der bereits nach knappen 1.400 mAh eine Temperatur von 62° C erreicht hatte und sich nach Lastabschaltung an den Seitenflächen der Zellen sogar noch bis auf 71° C aufheizte. Die Zellen fühlen sich dann leicht schwammig an, in solchen Fällen sollte unbedingt sofort nach der Verwendung der Akku mit 1-2c aufgeladen werden, um die chemischen Prozesse zu reversieren und

mögliche Schäden zu vermeiden. Ein Einladen von ca. 10% der Nominalkapazität reicht dazu bereits aus.

Positiv fällt hier wieder der Team Orion Avionics-Akku auf, der trotz seines 30c-Ratings satte 1.920 mAh und somit ebenfalls 87% bringt – bezogen auf 2.200 mAh angenommene Kapazität. Nimmt man die vom Hersteller angegebenen 2.100 mAh als Basis, ergeben sich sogar 91,5%. Ein sehr guter Wert, da im Allgemeinen die Werte um 80 – 85% bei guten Zellen liegen. Hier kann man unter Berücksichtigung der Entladekurve der Avionics-Zelle ein absolut ehrliches Rating attestieren, ohne es zu schönen. Dabei hat der Akku eine herausragende Spannungslage im gemischten Betrieb, die bei 50% Entladetiefe sogar die des Rockamp übertrifft. Daher für den Allroundeinsatz, wo keine Extremströme fließen, eine sehr gute Wahl.

Die SLS ECO überzeugt neben ehrlichem Rating mit deutlich erkennbaren Reserven mit maximaler Nutzkapazität, selbst unter harten Bedingungen eine sehr gute Zelle mit Potential. Himmelstürmer und Rockamp zeigen bei hohen Lasten einen zunächst deutlicheren Spannungseinbruch und profitieren dann von der Erwärmung. Die Spannung ist minimal stabiler als beim SLS ECO, dafür heißt es hier bei Hochstromanwendungen auf Temperatur bzw. Entladetiefe achten. Mehr als 80% der Nennkapazität sollten keinesfalls gezogen werden, dann sollten die Zellen auch härtere Gangarten lange überstehen.

Der Kokam H5 wurde – trotz der ernüchternden ersten Testdurchgänge – ebenfalls einem 30c-Test unterzogen. Hierbei wurde die

Technische Daten

Akku	Kapazität (mAh)	c-Rate (Dauer/Peak)	Laden (max.)	Maße (mm)	Gewicht (g)	Balancer-Stecker	Preis (€) (3s-Pack)	Bezug
Team Orion Avionics	2.100	30c/k.A.	k.A.	105×34×25	178	XH	54,90 (UVP, Marktpreise z.T. deutlich niedriger)	Fachhandel
Dymond ZC	2.200	35c/k.A.	5c	109×35×23,5	179	EHR	36,90	Staufenbiel, www.modellhobby.de
Himmelstürmer	2.250	45c/k.A.	5c	102×35×26,5	192	XH	29,95	www.parkflyer.eu
Kokam H5 SLPB	2.100	30c/50c	2c	105×35×28	198	EHR	ca. 50,- (Marktpreis)	Fachhandel, z.B. www.hoelleinshop.com
Rockamp HiQ	2.200	40c/k.A.	k.A.	100×35×27,5	192	HH	39,95	www.parkflyer.eu
SLS ECO	2.200	40c/80c	4c	108×35×27	199	EHR	34,-	www.stefanslipshop.de

Messwerte (ermittelt mit VTH-Lastprofil)

Akku	Kapazität	R(i)	Temperatur	Zellenspannung (gemittelt)
Team Orion Avionics	2.177 mAh	3,2 Milliohm	53°C	3,691 V
Dymond ZC	2.121 mAh	3,6 Milliohm	58°C	3,658 V
Himmelstürmer	2.154 mAh	2,7 Milliohm	53°C	3,681 V
Kokam H5 SLPB	1.937 mAh	7,5 Milliohm	59°C	3,532 V
Rockamp HiQ	2.145 mAh	2,8 Milliohm	53°C	3,696 V
SLS ECO	2.207 mAh	2,9 Milliohm	52°C	3,683 V

Kurz und knackig: Die Bewertung

FMT Power-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT
Die führende Fachzeitschrift
Ausgabe 4/11
6 LiPos 2.100-2.400 im Vergleich

Rockamp HiQ 40c

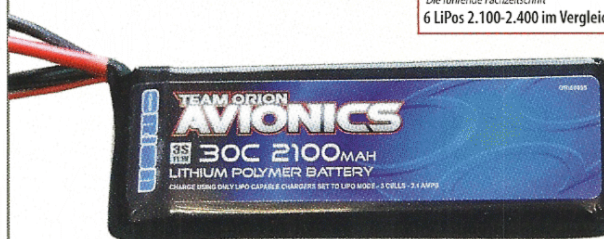


Eine Zelle mit echten Nehmer-Qualitäten. Kühl im Lasttest, mit ehrlichem Rating. Hohe mittlere Spannungslage und geringer Innenwiderstand bieten Reserven für „mehr“. Obwohl kein Schnäppchen, ist sie ihr Geld wert und für hohe Belastungen absolut empfehlenswert.

FMT Geheimtipp

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT
Die führende Fachzeitschrift
Ausgabe 4/11
6 LiPos 2.100-2.400 im Vergleich

Team Orion Avionics 30c



Die Team Orion-Zelle überraschte im Test mit 77 mAh Überkapazität (rund 4%). Dabei bleibt sie sehr kühl und gelassen und zeigt bei 12c Dauerlast sogar die höchste Spannungslage im Test. Auch im letzten Drittel der Entladung verfügt sie über erstaunliche Reserven bei absolut ehrlichem Rating, wie der 30c-Test zeigt.

FMT Budget-Empfehlung

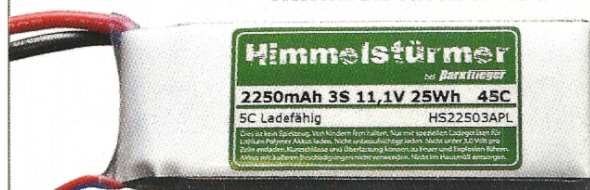
FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT
Die führende Fachzeitschrift
Ausgabe 4/11
6 LiPos 2.100-2.400 im Vergleich

SLS ECO 40c



Die SLS ECO-Zelle zeigte sich im Test mit hoher Spannungslage als kühlste Zelle mit 100% Nutzkapazität. Im 30c-Test beweist sie ein ehrliches Rating mit hoher Kapazitätsausbeute und das zu einem mehr als fairen Preis – deshalb unsere Budget-Empfehlung. Für diese kernige Leistung ein echtes Schnäppchen!

Himmelstürmer 45c



Eine gute Zelle zum attraktiven Preis, jedoch im direkten Vergleich mit den anderen Testteilnehmern etwas überzeichnet, eher als 40c+ Zelle einzustufen. Trotz niedrigstem Innenwiderstand kann diese Zelle mit der Rockamp, Team Orion und SLS nicht ganz mithalten, ist aber dicht dran und liegt nur um Haarsbreite hinter den ausgezeichneten Zellen. Punktabzug bringt hier das etwas überzeichnete Rating (ehrliche 40c) und dass sie nur 95% reale Nutzkapazität bietet.

Dymond 35c



Eine etwas überzeichnete Zelle, die eher als sehr gute 25c-Zelle einzustufen wäre, wie der 30c-Lasttest zeigt. Die mittlere Spannungslage ist noch als gut zu bewerten, wenn man das zu hoch gesetzte Rating berücksichtigt. Für die gezeigte Leistung im Vergleich mit den anderen getesteten LiPos teuer und mit dem gezeigten Temperaturverhalten ein „heißes Eisen“.

Kokam H5 SLPB

Der Kokam-LiPo enttäuschte in diesem Test. Bei 30c Dauerlast, der er eigentlich exakt gewachsen sein sollte, zeigte er den größten Spannungseinbruch und die geringste nutzbare Kapazität vor der Zwangsabschaltung wegen Überhitzung. Auch im VTH-Lastprofil bringt die Kokam-Zelle mit maximal 92% die geringste nutzbare Kapazität. Der sehr hohe Innenwiderstand steht im Widerspruch zum Rating. Die dadurch bedingte Verlustleistung in den Zellen liegt um über 100% über der der Team Orion-Zelle, was die Kokam H5 überraschenderweise zum Schlusslicht dieses Tests stempelt. Zudem ist sie teuerste der sechs hier verglichenen Zellen.



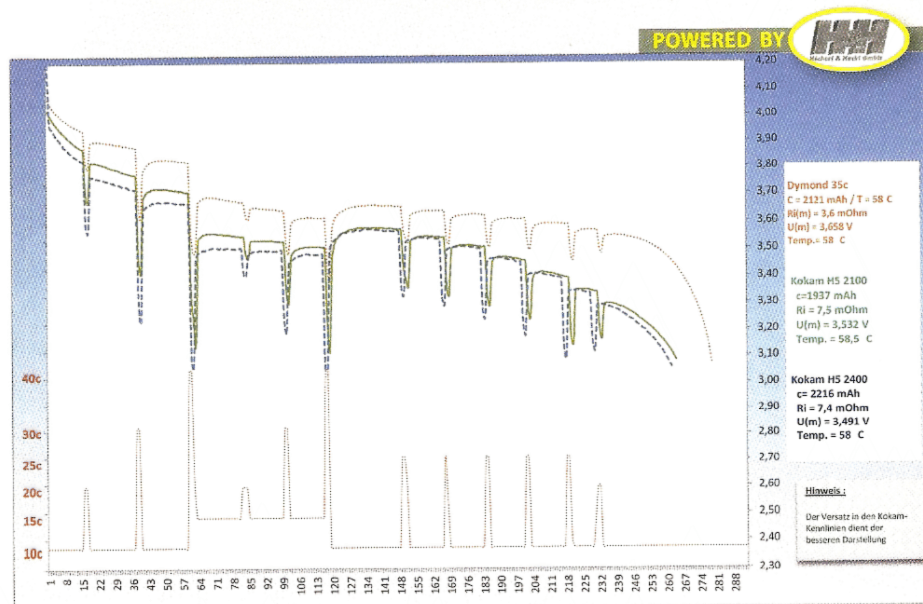
In die Jahre gekommen

Die Kokam H5-Zelle zeigte sich in diesem Test deutlich den anderen LiPos unterlegen, allerdings sollte man dazu auch die Hintergründe betrachten: Die Kokam H5 wurde im ersten Quartal 2007 in den USA erstmalig auf den Markt gebracht, in Deutschland war sie ca. ab Ende des zweiten Quartals 2007 flächendeckend verfügbar. Seit diesem Zeitpunkt wird die Zelle unverändert produziert. Andere Hersteller haben auf die sich ständig ändernde Nachfrage aufgrund neuer Modelle und immer leistungsfähiger Antriebe reagiert und quasi jährlich eine neue Zellen-Generation auf den Markt gebracht.

Auch wenn man ihr zugute hält, dass sie nicht mehr die modernste Zelle ist, erweist sich die Kokam H5 trotzdem mit einer genannten Dauerbelastbarkeit von 30c als deutlich überzeichnet, da die Zellspannung bei dieser Belastung auf unter 3,0 V einbricht. Selbst bei 25c Dauerlast zeigt sie sich etwas überfordert, da die Temperatur zu extrem ansteigt, um mehr als ca. 55% an Kapazität entnehmen zu können. Eine Dauerbelastung mit 30c würde nach einer Entladung bereits zu irreversiblen Schäden führen, die Lebenserwartung des Akkus würde extrem zurückgehen.

Die angegebene Nominalkapazität bei dieser Zelle ist nur bei einer Belastung mit 1c zu erreichen. Damals eine durchaus gängige Praxis, heute jedoch für unsere Anwendungsbereiche nicht mehr angebracht, da Angaben unter Einsatzbedingungen benötigt werden.

Wie man jedoch an den Werten der mittleren Spannungslage sowie der Innenwiderstände der beiden getesteten Packs unschwer erkennen kann, wird hier gleich bleibende Qualität gefertigt. Insofern gilt: Wer bislang mit der Kokam H5-Zelle zufrieden war und nicht mehr Leistung braucht, erhält auch weiterhin die bekannte konstante Qualität. Für die Anwendung mit einer Belastung wie im VTH-Lastprofil definiert, ist die Kokam H5 nach wie vor keine schlechte Wahl, wenn man nicht auf extreme Spannungslagen angewiesen ist. Größtes Manko ist dann die maximal nutzbare Kapazität von nur ca. 92% der Nennkapazität. Bei einer Entladung von ca. 75 – 80 % sollte der Akku jedoch problemlos lange Zeit funktionieren.



Neben dem 2.100er Kokam-LiPo wurde ein weiterer Pack zum Test herangezogen.

Dieser 2.400er Kokam zeigte ein sehr ähnliches Verhalten unter Last.

Bei beiden Packs liegt die mittlere Zellspannung deutlich unter der der Mitbewerber (hier zum Vergleich der Dymond).

Sicherheitsgrenze auf 2,75 V/Zelle reduziert. Da sich keine Herstellerangabe über die Entladeschlussspannung finden ließ, wurde für den „Worst Case“ dieser Wert angenommen, der sonst nur noch von Polyquest mit 2,5 V niedriger angegeben wird. Um eine Schädigung durch Überlastung zu vermeiden, wurde auf eine Sicherheitsabschaltung nicht vollständig verzichtet. Wenn eine Zelle unter Nennlast unterhalb die Entladeschlussgrenze einbricht, ist das Rating definitiv höher angesetzt, als es die Zelltechnik erlaubt. (Durch die angenommene Kapazität von 2.000 mAh und den daraus resultierten Belastungswerten erscheint die Entladekurve der Kokam H5 so, als sei die entnehmbare Kapazität höher. Dies liegt aber an der Skalierung, da hier der Endwert 2.000 mAh anstatt 2.200 mAh wie bei den übrigen Probanden beträgt.) Allerdings muss auch erwähnt werden, dass der Gleichlauf der Zellen im Kokam H5-Pack absolut mustergültig ist – selbst bei Entladeschluss differieren die Einzelspannungen um weniger als 20 mV (0,02 V), was bisher kein Mitbewerber halten konnte, hier lagen die Werte zwischen 100 mV und 250 mV.

Fazit

In diesem Test gab es einige Überraschungskandidaten, insgesamt lag das Leistungs-niveau sehr hoch. Das Feld führt diesmal in Bezug auf die Spannungslage der Rockamp 40c an, der sich jedoch nach 50% Entladung dem Team Orion Avionics 30c geschlagen geben muss. Die Unterschiede sind aber marginal und betragen nur 5 mV im Gesamtdurchschnitt. Dicht gefolgt werden die beiden vom SLS ECO 40c, der überdies mit sehr hoher Nutzkapazität glänzt und sich als eine hervorragende Hochlast-Zelle entpuppt hat, die sowohl Rockamp wie auch Himmelstürmer in dieser Disziplin den Rang abläuft. Der Team Orion Avionics präsentiert sich mit höchst ehrlich angesetztem Rating, was die 30c-Entladekurve deutlich zeigt. Dem entgegen sind die Packs von Dymond leicht und von Kokam deutlich überzeichnet. Der Dymond-Akku dürfte mit Lastwerten einer typischen 30c-Zelle besser klarkommen und diesem Rating dann auch gerecht werden. Der Kokam hingegen dürfte eher in der Klasse 25c oder niedriger angesetzt werden, wobei dies durch die fehlende Angabe der zulässigen Entladeschlussspannung sowie der zulässigen Endtemperatur in gewissen Grenzen spekulativ ist. Spannungslage und Nutzkapazität bis 62° C zusammen mit dem außergewöhnlich hohen Innenwiderstand sprechen da derzeit zumindest eine eindeutige Sprache und machen die Kokam H5-Zelle zum Schlusslicht im Test dieser sechs LiPo-Akkus.