

Neun LiPo-Akkus mit 2.200 bis 2.600 mAh im Vergleich

Hohes C

Antriebsakkus sind Verschleißmaterial, das ist hinlänglich bekannt. Bei jedem Neukauf stellt sich die Frage: Welcher Akku ist für die persönlichen Anforderungen der Beste? Leistet er tatsächlich, was die Herstellerangaben versprechen? Seit kurzem steht der FMT eine Hochleistungs-Stromsenke von Höcherl & Hackl zur Verfügung (siehe Ausgabe 11/2010). Im Test mussten sich neun aktuelle LiPo-Akkus der gängigen Größen 2.200 bis 2.600 mAh mit Dauerbelastbarkeiten von 30 bis 45c bewähren.

Allgemeines

Als der Verlag für Technik und Handwerk (VTH) an mich herantrat und die Möglichkeiten besprach, moderne Akkus für Hochleistungsantriebe zu testen und zu bewerten, war sofort klar, dass dies ohne eine entsprechend leistungsfähige technische Ausrüstung nicht möglich ist. Hier müssen hohe Entladeströme realisiert werden und das mit bestmöglicher

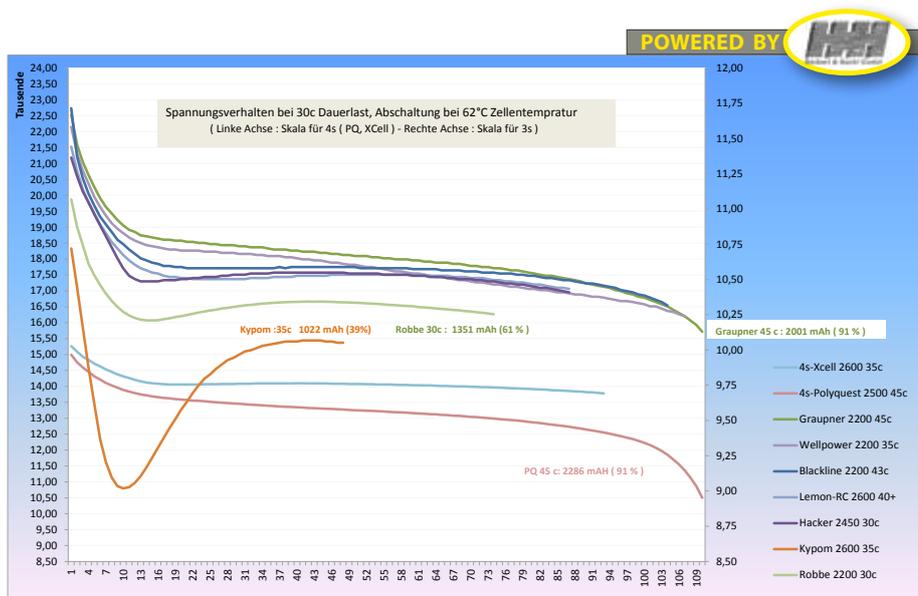
Präzision und Redundanz, um für alle Probanden gleich bleibende Testbedingungen zu gewährleisten. Für solche Aufgaben sind die Gleichstrom-Senken (Elektronische Lasten) der Firma Höcherl & Hackl GmbH die erste Wahl. Neben immensen Leistungen sind diese absolut präzise, zuverlässig und per PC ansteuerbar, so dass wirklich vergleichbare Ergebnisse gesammelt werden können.

Gleichzeitig beinhaltet eine solche Aufgabenstellung aber auch, dass ein aussagekräftiges Lastprofil ausgearbeitet werden muss. Es dient dazu, eine vergleichbare Bewertung unterschiedlicher Akkutypen, Kapazitäten und Belastbarkeiten zu gewährleisten.

Diese Aufgabe kann rein rechnerisch nicht bewerkstelligt werden. Die Angaben mit denen die Akkuhersteller werben, weichen von dem, was die physikalischen Gesetze vorgeben, recht deutlich ab. Wird beispielsweise die Dauerbelastbarkeit eines Akkus mit 30c angegeben, so bedeutet dies: Wird dieser Akku mit dem 30-fachen seiner Nennkapazität belastet, ist diese in 1/30tel Stunde (also 120 Sekunden) zu 100% verbraucht. Dabei muss sich der Akku innerhalb der Grenzen der Spezifikation verhalten. Das heißt: Es darf zu keiner Tiefentladung einzelner Zellen kommen, die Erwärmung muss innerhalb des zulässigen Bereichs bleiben.

Um es vorweg zu nehmen: Exakt diese Definition erfüllte keiner der getesteten Akkus, ganz gleich welcher Marke und welcher Leistungsklasse. Die meisten überschritten vorher die zulässige Höchsttemperatur von 62 °C, einigen anderen ging schon vorher „die Puste“ (Spannungslage, Kapazitätssende) aus.





Das Ergebnis des Härtestests mit einer Dauerbelastung von 30c. Keiner der getesteten Akkus konnte dabei 100% seiner Kapazität abgeben, teils musste wegen Überhitzung abgebrochen werden.

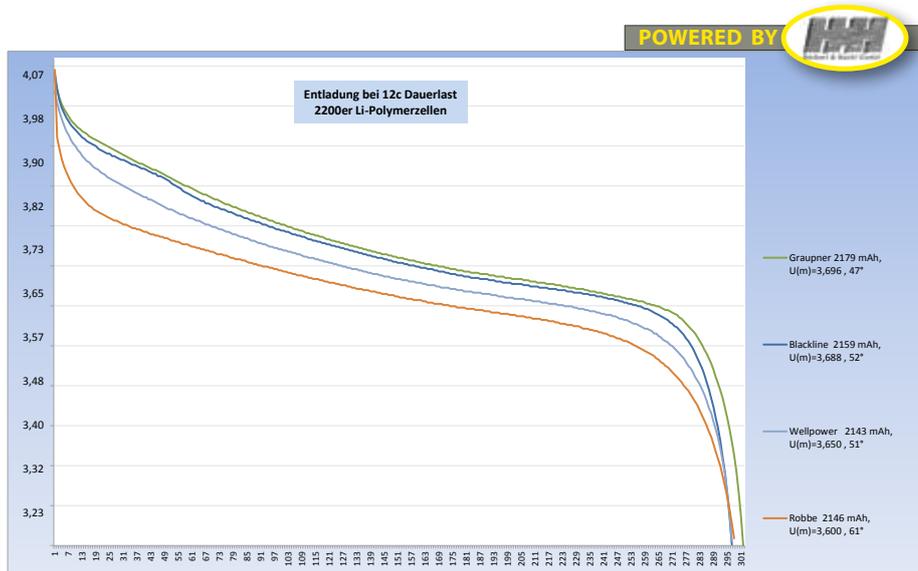
Testergebnis 2.200er-Akkus

Wie im Vergleichsdiagramm gut zu erkennen ist, bietet der Graupner-Akku eine durchweg hohe Spannungslage. Die Spannung bricht zum Kapazitätseende verhältnismäßig stark ein. Fast deckungsgleich verläuft die Kennlinie des Wellpower-Akkus aus dem Hause Lindinger, obwohl dieser mit 35c gelabelt ist, während der Graupner-Akku mit 45c angegeben ist. Der Unterschied zeigt sich hier in der Temperaturentwicklung: während der Wellpower zum Entladungseende 51° C aufweist, zeigt sich der Graupner-Akku mit 47° C äußerst „cool“. Beide liefern bei diesem Test mit 2.202 bzw. 2.201 mAh die volle angegebene Kapazität – ein ausgezeichnetes Ergebnis!

Der LiPolice Blackline v10 43c-LiPo von Schweighofer zeigt in der ersten Hälfte des Testablaufs eine deutlich niedrigere Spannungslage als die beiden erstgenannten, holt dann aber auf – eine Folge des durch den Temperaturanstieg sinkenden Innenwiderstands der Zellen. Mit 2.158 mAh und 52° C Temperatur liefert er 98% der Nennkapazität und bleibt dabei noch weit unterhalb des zulässigen Temperaturlimits von 62° C.

Als Vertreter mit der niedrigsten c-Rate in dieser Gruppe musste sich der robbe Roxxy 30c-LiPo beweisen. Die niedrigere Dauerbelastbarkeit zeigt sich insbesondere in der Endtemperatur von 61° C, die knapp unter dem zulässigen Limit liegt. Mit 2.152 mAh bringt er ebenfalls rund 98% der angegebenen Kapazität.

Die Herstellerangabe von 30c ist für den robbe Roxxy-LiPo also angemessen, der Wellpower von Lindinger ist mit 35c und der ermittelten niedrigen Temperatur eher als 35c+ Zelle einzustufen, hier sind deutliche Reserven vorhanden. Der LiPolice Blackline v10 von Schweighofer ist jedoch mit 43c Dauerbelastbarkeit etwas zu hoch angesetzt, hier erhält der Kunde eine ehrliche 35c Zelle mit guten Reserven.

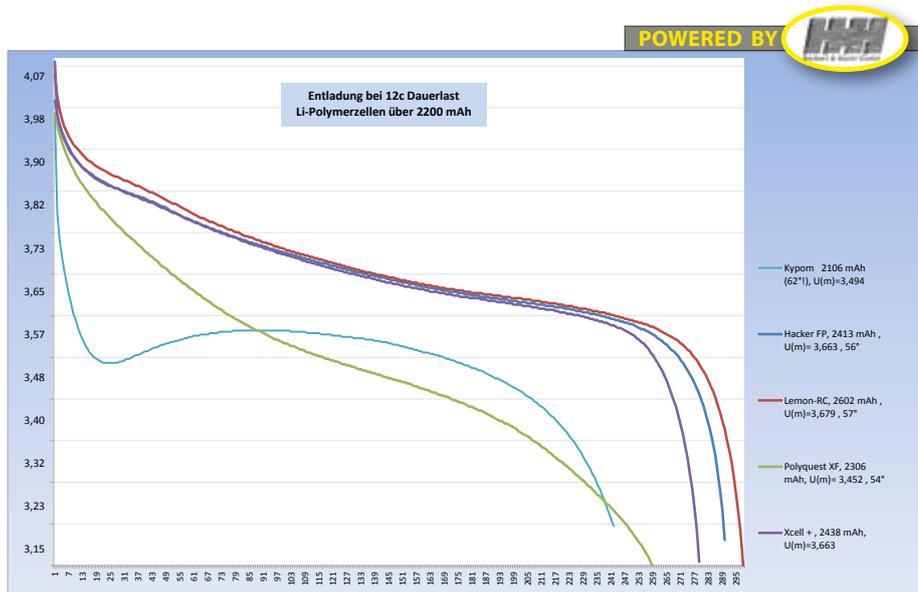


Bei einer mittleren Dauerbelastung von 12c (praxisnah) reichen alle getesteten 2.200er-Packs erheblich genauer an die Kapazitätsangaben ihrer Hersteller heran als bei der Entladung mit 30c.

Testergebnis 2.450–2.600er-Akkus

Die Klasse der Akkus mit mehr als 2.200 mAh Kapazität wird von dem Hacker TopFuel 30c als zunächst vermeintlich „schwächster“ Vertreter angeführt. Mit 2.372 mAh lieferte er knappe 97% seiner Nominalkapazität von 2.450 mAh – und das bei einer End-Temperatur von nur 56° C. Hier stecken noch Reserven drin, die Zelle ginge auch als 30c+ noch problemlos ins Rennen. Obwohl sie mit 3,8 Milliohm Impedanz den höchsten Wert (zusammen mit Kypom) aufweist, was für die Leistungsklasse aber ein sehr guter Wert ist.

Exzellent – aber auch unterschiedlich überraschend – treten die LiPos von Lemon-RC, XCell und Polyquest in Erscheinung: Der 2.600er Lemon-RC liefert stolze 2.607 mAh bei 57° C End-Temperatur und einen R(i) von 2,9 Milliohm, während der XCell trotz 2,3 Mil-

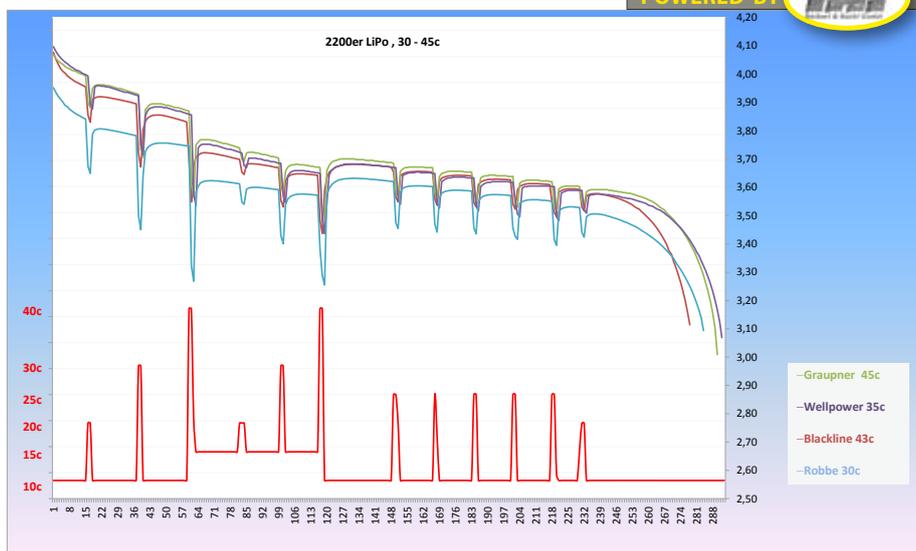


Bei den größeren Packs mit bis zu 2.600 mAh fällt das Ergebnis des Entladungstests mit 12c ebenfalls positiv aus. Einzig der Kypom LiPo scheidet wegen sehr früher Überhitzung vorzeitig aus.

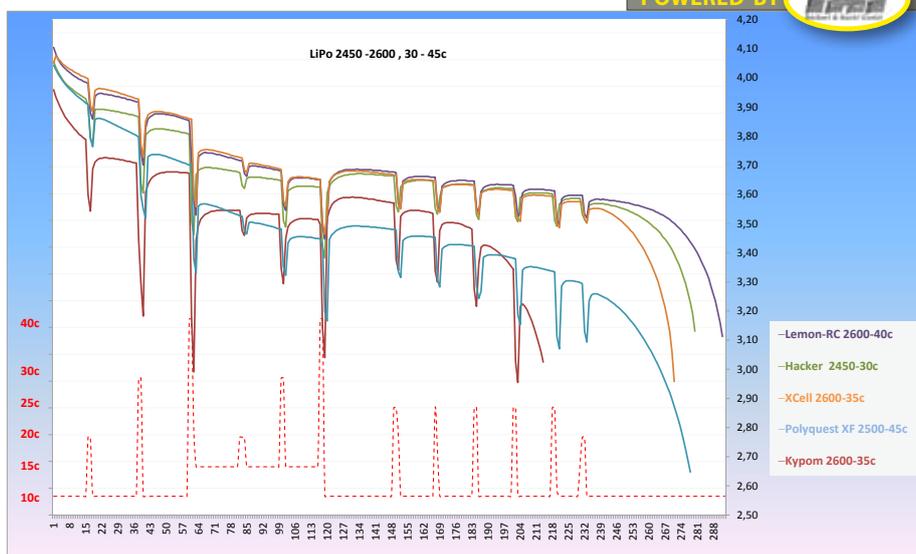


liohm „schon“ nach 2.453 mAh (94,3% von 2.600 mAh Nennkapazität) bei 55° C entladen ist. Der Polyquest XF fällt von Anfang an mit extrem geringem R(i) positiv auf: Sagenhafte 2,1 Milliohm lassen einiges hoffen, umso erstaunlicher ist die geringe Spannungslage vom Start weg. Mit 2.356 mAh (94,2% von 2.500 mAh Nennkapazität) ist die Kapazitäts-Ausbeute noch gut, mit 54° C die Temperatur erwartungsgemäß niedrig. Hier zeigt sich auch die im Eingangs gezeigten 30c-Diagramm deutliche Reserve der Polyquest-Zelle: Sie liefert noch 91% Kapazität bei 30c Dauerlast, während dort die Mitstreiter (außer Graupner) schon früher wegen Erreichen der 62° C-Marke zur Zwangs-Entlastung gezwungen wurden. Daraus erschließt sich, dass die Polyquest XF-Zelle für die Verwendung im Hochlast-Bereich konzipiert ist und dort ihre Vorteile ausspielen kann, während der „Normal-Pilot“ diese Leistungsfähigkeit kaum ausreizen können wird.

Das Schlusslicht dieser Riege bildet der Kypom 35c-LiPo, der trotz 3,8 Milliohm R(i) bereits nach 2.008 mAh (77,2% von 2.600 mAh Nennkapazität) die Temperaturgrenze von 62° C überschritten hatte und zwangs-abgeschaltet wurde. Nach dem zweiten Durchlauf begannen die Zellen des Packs bereits, sich heftig auszublähen – eine Folge der übermäßigen Erwärmung. Hier liegt eine klare Überzeichnung vor, bereits beim 12c-Lasttest bricht die Zelle anfangs erheblich ein. Kein gutes Ergebnis, hier ist der Hersteller in jedem Fall in der Verantwortung, für eine entsprechende Qualitätssicherung Sorge zu tragen, denn von einem 35c-Rating ist diese Zelle noch weit entfernt.



Entladung der 2.200er Zellen mit dem VTH-Lastprofil. Aufgrund der Zellen-Einzelspannung-Ermittlung lassen sich auch Packs mit unterschiedlicher Zellenzahl vergleichen. Die mittlere Spannungslage eines Akkus ergibt sich aus dem Spannungsverlauf während des Testdurchlaufs.



Entladung der 2.450–2.600er Zellen mit dem VTH-Lastprofil. Rechts ist wieder die mittlere Zellen-spannung angegeben. Der Kypom-LiPo scheidet wegen Überhitzung frühzeitig aus dem Vergleich aus.

Messwerte (ermittelt mit VTH-Lastprofil)				
Akku	Kapazität	R(i)	Temperatur	Zellenspannung (gemittelt)
Graupner/Vmaxx	2.202 mAh	2,6 Milliohm	47°C	3,70 V
Lindinger/Wellpower	2.158 mAh	2,8 Milliohm	52°C	3,68 V
robbe/Roxy	2.152 mAh	5,5 Milliohm	61°C	3,60 V
Schweighofer/LiPolice Blackline v10	2.158 mAh	2,4 Milliohm	52°C	3,68 V
Hacker/TopFuel	2.372 mAh	3,8 Milliohm	56°C	3,67 V
Kypom/K6-Serie	2.008 mAh	3,8 Milliohm	62°C (Limit überschritten!)	3,55 V
Hückmann/XCell LiPo Plus	2.453 mAh	2,3 Milliohm	55°C	3,69 V
Enerland/Polyquest XF-Serie	2.356 mAh	2,1 Milliohm	54°C	3,47 V
Pichler/Lemon-RC	2.607 mAh	2,9 Milliohm	57°C	3,69 V

Technische Daten (Herstellerangaben)								
Akku	Kapazität (mAh)	c-Rate (Dauer/Peak)	Laden (max.)	Maße (mm)	Gewicht (g)	Balancer-Stecker	Preis (3s-Pack)	Bezug
Graupner/VMMaxx	2.200	45c/o.A	4,5c	130x34x25	191	EHR	57,70 € (UVP)	Fachhandel
Lindinger/Wellpower	2.200	35c/o.A.	5c	100x33x25	194	XH	29,90 €	www.lindinger.at
robbe/Roxy	2.200	30c/60c	4c	100x33x25	191	EHR	37,00 € (UVP)	Fachhandel
Schweighofer/LiPolice Blackline v10	2.200	43c/70c	2c	100x33x25	190	EHR	49,90 €	www.der-schweighofer.at
Hacker/TopFuel	2.450	30c/50c	1c+	136x42x16	214	TP	49,00 € (UVP)	www.hacker-motor-shop.com
Kypom/K6-Serie	2.600	35c/70c	1c	136x42x15	204	EHR	ca. 42 € (Marktpreis)	Fachhandel
Hückmann/XCell LiPo Plus	2.600	35c/o.A.	1c	105x32x38	213	EHR	ca. 39 € (Marktpreis)	Fachhandel
Enerland/Polyquest XF-Serie	2.500	45c/90c	5c	128x42x22	209	EHR	ca. 53 € (Marktpreis)	Fachhandel
Pichler/Lemon-RC	2.600	40c/60c	2c	125x39x21	223	EHR	55,95 € (UVP)	Fachhandel oder direkt (www.pichler-modellbau.de)

Kurz und knackig: Die Bewertung

FMT-Power-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 12/10
Die führende Fachzeitschrift
9 LiPos 2.200-2.600 im Vergleich

Graupner VMaxx 2.200-45c



Bleibt beim Entladen sehr kühl, daher mit einigen Reserven ausgestattet. Ehrliches Rating mit 45c. Der teuerste 2.200-mAh-Akku im Test, aber auch der mit der höchsten Spannungslage.



robbe Roxy 2.200-30c

Gute Spannungslage, obwohl mit 30c die „schwächste“ Zelle bei den getesteten 2.200ern. Selektion könnte etwas besser sein, dann wäre volle die Kapazität entladbar. Im Preis inbegriffen ist ein BID-Chip plus Kabel. Ehrliche 30c-Zelle.

FMT-Power-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 12/10
Die führende Fachzeitschrift
9 LiPos 2.200-2.600 im Vergleich

Hückmann XCell 2.600-35c



Mit 30c ehrlich bewertete Zelle mit guten Reserven. Gute Selektion, hohe Spannungslage, preislich interessant.

Schweighofer LiPolice Blackline v10 2.200-43c

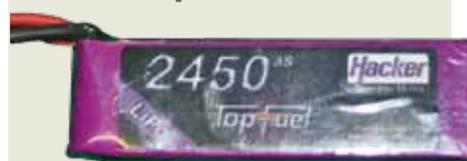


Insgesamt sehr gute Zelle mit hoher Spannungslage, aber mit 43c leicht überhöhtes Rating. Preislich im oberen Bereich angesiedelt.

FMT-Budget-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 12/10
Die führende Fachzeitschrift
9 LiPos 2.200-2.600 im Vergleich

Hacker TopFuel 2.450-30c



Mit 30c sehr ehrlich bewertete Zelle (eher etwas unterbewertet) mit guten Reserven, gute Selektion, gutes Preis-/Leistungsverhältnis.

Pichler Lemon-RC 2.600-40c+



Sehr gute Kapazität, gute Zell-Selektion, hohe Spannungslage, fast gleich auf mit der mit der XCell, jedoch teurer.

FMT-Budget-Empfehlung

FLUGMODELL UND TECHNIK
FMT Ausgabe 12/10
Die führende Fachzeitschrift
9 LiPos 2.200-2.600 im Vergleich

Lindinger Wellpower 2.200-35c



Sehr guter Allrounder, mit 35c ehrliches Rating mit hohen Reserven, 100% der angegebenen Kapazität, hohe Spannungslage, sehr attraktiver Preis.

Kypom K6 2.600-35c



Deutlich überzeichnete Zelle, eher 15c als 35c. Durch extreme Erwärmung schnelle Schädigung der Zellen, wie sich in der sofort einbrechenden Kapazität zeigte. Der Preis wäre interessant, wenn die Zelle die angegebene Leistung erzielen würde.

Enerland Polyquest XF 2.500-45c

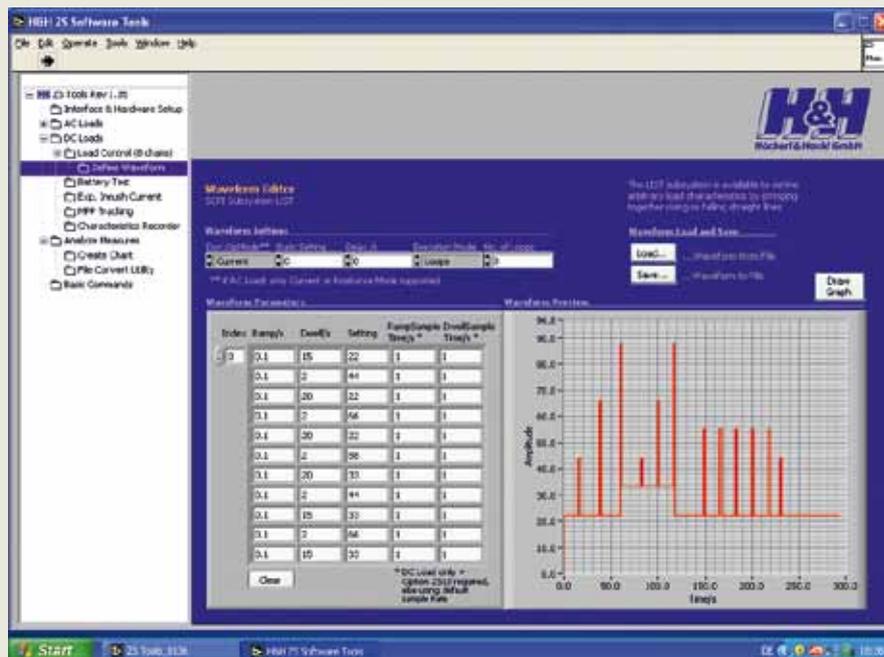


Sehr laststabile Zelle, allerdings mit geringer Spannungslage, hohe Reserven. Sehr gute Zell-Selektion, sensationell geringer Innenwiderstand, damit für Hochlastanwendungen prädestiniert.

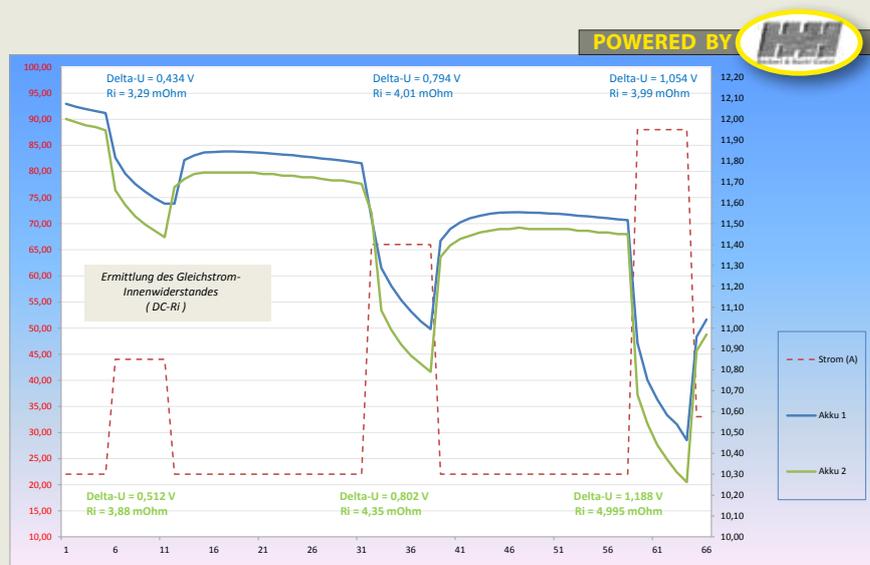
Das VTH-Lastprofil

Da alle zur Verfügung stehenden Akkus mindestens mit 30c Dauerbelastbarkeit ausgezeichnet waren, wurde ein Test mit dieser Belastung durchgeführt. Dieser ergab, dass auch die besten Akkus lediglich 91% ihrer nominellen Kapazität abgeben konnten, bevor wegen Überhitzung die Entladung unterbrochen werden musste. Im realen Einsatz treten solche immensen Belastungen aber selten auf, am ehesten kommt dies dem Einsatz im Pylon-Renner, Hotliner oder Impeller-Jet nahe, wo hohe Antriebsleistungen über eine relativ lange Zeit gefordert werden, und wo kühlende Luft Mangelware ist. Im Heli-Betrieb beispielsweise sind hingegen die geforderten Leistungen geradezu moderat im Vergleich dazu. Unter zur Hilfenahme von geloggenen Flugdaten von Anfängern, Fortgeschrittenen, Kunstflug- und 3D-Piloten wurde ermittelt, dass die mittlere Belastung der Akkus auf die Gesamtflugdauer betrachtet zwischen 12 und 15c liegt, wobei durchaus extreme Peaks (Impulsspitzen) auftreten können. Die Belastung von 15c ergibt sich dabei bereits aus der mittleren Flugzeit, die bei dem angenommenen leistungsfordernden Flugstil dann zwischen 3,5 und 4,5 Minuten liegt. Je nach Antriebsauslegung und Flugstil kann dies stark variieren, hier wurden bewusst Extreme gesucht, um keine „Weichspülerei“ zu betreiben, was die Daten nur unnötig beschönigen würde. Testweise wurde der identische Versuch mit einer reduzierten Dauerbelastung von 12c durchgeführt – mit einem Ergebnis, das dem realen Einsatz schon sehr nahe kommt. Unter diesen Bedingungen konnten die meisten Akkus ihre volle Kapazität innerhalb der zulässigen Temperaturgrenzen abgeben.

Aus diesen Erkenntnissen entstand dann das VTH-Lastprofil für Akkute tests, wobei zwei Varianten ausgearbeitet wurden. Beiden gemeinsam ist, dass neben einer variierenden Grundbelastung von 10c / 15c / 10c die Aufschaltung von Impulsen von 20 bis 40c in definierten Abständen und definierter Dauer mit einfließt. Bei der hier angewendeten Variante wurde besonderer Wert auf das Impulsverhalten gegen Kapazitäts-Ende gelegt. Die zweite Variante des Lastprofils wurde für selektierte Wettbewerbsakkus erarbeitet. Hier sind die Impulse am Anfang länger, um eine Berechnung des Gleichstrom-Innenwiderstands (DC-



Das VTH-Lastprofil kombiniert eine variierende Grundbelastung von 10 bzw. 15c mit Impulsspitzen von 20 bis 40c.



Aufgrund der Messgenauigkeit der Höcherl & Hackl Lastsenke wird durch das entsprechende Lastprofil eine präzise Ermittlung des Gleichstrom-Innenwiderstands möglich. Dieser liegt meist ca. 25% über der „Impedanz“ eines Akkus, die mit hochfrequentem Wechselstrom ermittelt wird.

Ri) zu ermöglichen. Für den Allrounder ist dies weniger von Bedeutung, und für den „Normalflieger“ nicht wirklich bedeutend für die Kaufentscheidung – hier reicht die Messung der Akku-„Impedanz“ mittels eines entsprechenden Ri-Messgerätes. Bei diesem Verfahren wird durch das Messgerät ein hochfrequenter modulierter Strom von

10 kHz durch den Akku geschickt. Durch den Spannungsabfall wird der Ri ermittelt. Da es sich aber um hochfrequente Wechselspannung handelt, ist dies nicht dem Gleichstrom-Widerstand gleichzusetzen. Die „Impedanz“ des Akkus ist nach den erfolgten Vergleichen im Mittel um 25–30% niedriger als der DC-Ri.