



# Akku- &

**Teil 3**

Nachdem die Grundlagen vermittelt und die Akku-Auswahl, Akku-Schutz und Ladetechnik erläutert wurden, widmet sich der letzte Teil dem praktischen Umgang mit Akkus.

Autor: Chris Domes

## ++ Balancing, Lagerung, Pflege ++ Balancing, Lagerung

**I**mmer wieder stößt man auf die Begriffe „Balancing“ oder „Equalizing“ im Zusammenhang mit LiPo-Zellen. Dabei meinen beide Begriffe letztlich das gleiche, lediglich die technische Ausführung, die zum Ziel führt, ist etwas abweichend. Und natürlich sind auch Urheberrechtliche Gründe dabei verantwortlich, das unterschiedliche Hersteller unterschiedliche Begriffe verwenden. Der Einfachheit halber werde ich nur den Begriff „Balancing“ verwenden.

Unter Balancing versteht man – vereinfacht gesagt – das nach dem Ladevorgang die einzelnen Zellen eines Akkupacks ein identisches Spannungsniveau aufweisen. Besteht zwischen den einzelnen Zellenspannungen ein Unterschied, spricht man auch von Gap oder Drift, wobei Gap (engl. für Abstand, Lücke) eigentlich der korrekte Ausdruck ist. Von Drift spricht

man normalerweise, wenn die Zellenspannungen während des Ladens oder Entladens voneinander abweichen und sich diese Werte auch verändern (Drift : engl. für abweichen, treiben).

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln angesprochen, ist diese Drift unter anderem ein

Punkt, der die nutzbare Kapazität eines Akkus begrenzt: sobald die erste Zelle eines Packs die Entladeschlussspannung erreicht, sollte die Belastung vom Akku getrennt werden. Dabei ist es unerheblich, auf welchem Spannungsniveau die anderen Zellen sich befinden, da eine weitere Belastung die bereits auf Entladeschlussspannung entladene Zelle tie-

fentladen würde. Hier ergibt sich bereits automatisch, das ein Balancing – also angleichen – der Zellenspannungen keinen Sinn machen würde. Es würde lediglich das Spannungsniveau der verbleibenden Zellen ebenfalls reduziert, also Energie ungenutzt in Wärme umgewandelt, hätte aber keinen praktischen Nutzen.

„Besteht zwischen den einzelnen Zellenspannungen ein Unterschied, spricht man auch von Gap oder Drift...“

Anders verhält es sich beim Laden, da eine nicht vollständig geladene Zelle automatisch das schwächste Glied der Kette (des Packs) wäre und auch als erste entladen wäre. Treten hier Unterschiede in der Spannungslage auf, hilft ein sogenannter Balancer dabei, den Zellen-Gap auszugleichen. Dabei wird in der Regel der Ladestrom kurz unterbro-

chen und die Zellen mit der höchsten Spannungslage kurz belastet, um die Spannung durch die Entnahme einer geringen elektrischen Leistung zu reduzieren, um anschließend wieder den Ladestrom durch den gesamten Pack zum anheben des gesamten Spannungsniveaus aufzuladen. Die technisch eleganteste und für Akkumulatoren schonendste Variante wäre ein Nachladen der Zellen mit niedrigerem Spannungsniveau, allerdings wäre es technisch auch aufwändiger umzusetzen und dementsprechend würde es den Preis entsprechender Geräte verteuern, weshalb heute so gut wie alle Geräte mit passiver Anpassung arbeiten.

Damit ein solches Balancing nicht mehr Zeit als unbedingt nötig erfordert, wird eine gewisse Gap-Toleranz zugelassen. Diese liegt bei gängigen Geräten bei 20 mV oder weniger. Je geringer diese Gap-

# Ladetechnik

Toleranz gewählt ist, umso präziser werden die Einzelspannungen aneinander angeglichen, jedoch kostet das mitunter viel Zeit, was sich aus der Art des Verfahrens wie oben beschrieben ergibt.

Natürlich stellt sich bei alledem die Frage: wie entstehen eigentlich Gap und Drift der Zellen? Dies ist eine recht simple Angelegenheit, die ihren Ursprung unter anderem in der Fertigung und Auswahl der Zellen hat. Hier muss irgendwo ein Kriterium bzw. Maßstab angelegt werden, nachdem die Zellen für einen Akkupack ausgewählt und zusammengestellt werden. Grundlage dafür ist zum einen die Temperatur, zum anderen der spezifische Zellen-Innenwiderstand und zu guter Letzt die Kapazität der Einzelzelle.

Da die Faktoren Innenwiderstand und Kapazität jedoch mit der Temperatur produktionsbedingt abweichen, ergibt sich eine gewisse „Streuung“ unter den Zellen, da nicht jede zu 100% identisch zu den anderen Zellen ist, auch wenn sie aus dem gleichen laufenden Fertigungsprozess entstammen. Die Veränderung des Innenwiderstands in Abhängigkeit der Temperatur wurde bereits in Teil 2 aufgezeigt, und hier kommt eine zusätzliche Problematik eines Akkupacks zum tragen: durch den Betrieb und die Entnahme mitunter hoher elektrischer Leistung im Bereich bis hin zu mehreren kW, werden die Zellen im inneren warm. Die

se Wärme kann nur über die Oberfläche abgeführt werden, was dazu führt, dass die mittleren Zellen eines Akkupacks im Betrieb eine andere Temperatur als die äußeren Zellen erreichen. Allein durch diese Veränderung die Verlustleistung der einzelnen Zellen kann damit auch die Spannungslage variieren, eine Zellendrift stellt sich ein. In der Regel werden die wärmeren, inneren Zellen durch den geringeren Innenwiderstand eine leicht erhöhte Spannungslage aufweisen, insbesondere wenn Fertigungstoleranzen mitwirken.

Durch den direkten Zusammenhang der Erwärmung und somit verbundenen Änderung des Innenwiderstands wird auch deutlich, warum Zellendrift kein konstanter Wert ist, sondern sich während der Entladung und Ladung von Akkus verändern kann.

Gleichzeitig wird deutlich, warum das Balancing beim Laden wichtig sein kann: Hat ein Akkupack eine gewisse Drift und besteht diese auch bei Ladeschlussspannung, so werden die Zellen mit niedrigerer Spannungslage unter Last stärker einbrechen. Gleichzeitig steigt die Verlustleistung in diesen Zellen an, da der Strom in einer Reihenschaltung durch alle Zellen identisch ist. Ist ein Akku nun bereits kritisch dimensioniert, können einzelne Zellen schnell überlastet werden, insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen.

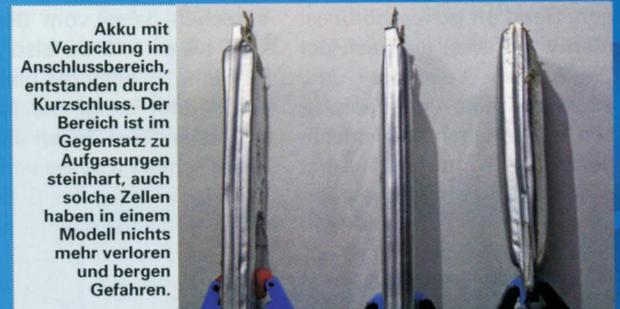
Einige Zellen wie LiFePo4 (A123, Konion, Prismatische FePo-Zellen) haben jedoch eine kleine Eigenart: sie neigen mitunter dazu, bei Erreichen der Sättigung sehr unterschiedliche Ladeschlussspannungen anzunehmen. Hier ist ein Balancing oftmals kontraproduktiv, da diese Zellen-Art sich unter Last sehr schnell angleicht, d.h. die Spannungen der Zellen brechen unterschiedlich stark, aber auf ein annähernd identisches Niveau, ein. Hier dient ein Balancer in erster Linie als Überladungsschutz der einzelnen Zellen

und weniger dem Angleichen der Zellenspannungen.

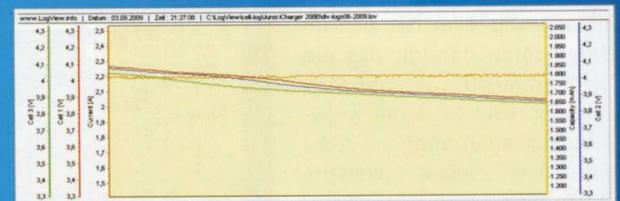
Aus den vorgehend genannten Zusammenhängen ergibt sich auch, dass die Ladezeit eines Akkus mitunter stark von der verwendeten Ladetechnik abhängen kann. Dabei muss man zwei Gerätearten auf dem Markt unterscheiden: Ladegeräte mit integriertem Balancer, die während des gesamten Ladevorganges balancieren und solche, die nur während der CV-Phase des Ladevorganges balancieren.



Einige Zellen blähen im Lauf der Zeit auf – der gezeigte Akku hat 160 Zyklen lang arbeiten müssen, die Aufgasung von ca. 7 mm insgesamt ist ein Zeichen der Alterung. Derartige Packs haben zumeist auch einen Kapazitätsverlust von 20% oder mehr.



Akku mit Verdickung im Anschlussbereich, entstanden durch Kurzschluss. Der Bereich ist im Gegensatz zu Aufgasungen steinhart, auch solche Zellen haben in einem Modell nichts mehr verloren und bergen Gefahren.



Unter Belastung kann es vorkommen, dass einzelne Zellen ihre Spannungslage verändern. Dies ist nicht unbedingt kritisch, solange bei bereits stark geleertem Akku die Entladeschlussspannung einer Zelle nicht unterschritten wird.

Geräte, die während des gesamten Ladevorganges balancieren, werden mehr Zeit zum Laden eines Akkus benötigen – und diesen in der Regel unnötig strapazieren, da permanent versucht wird, die Spannungslage, die sich während des Ladevorganges verändert, immer auf identischem Zellenniveau zu halten. Schonender und schneller ist dabei ein Balancieren ausschließlich in der CV-Phase, also in der Zeit, in der der Pack seine Ladeschlussspannung erstmalig erreicht hat und der Ladestrom zu sinken beginnt. Da dies die letzten 5-8% der Gesamtkapazität sind und die Zellen bereits im Bereich der Sättigung sind, müssen „vorausliegende“ Zellen weniger häufig „gebremst“ (also wieder teilentladen) werden, um das Spannungsniveau niedriger Zellen anheben zu können.

### ≡ Lagerung von Lithium-basierten Zellen

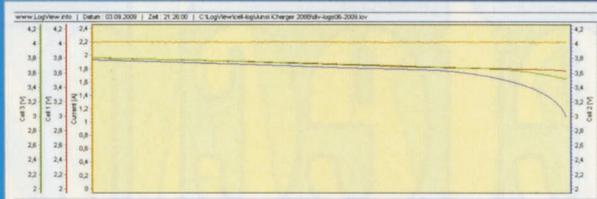
Die Lagerung von Lithium-Zellen/-Akkus ist immer wieder ein Thema für den Modellbauer, möchte man die wertvollen Energiespender doch durch den „Winterschlaf“ nicht unnötig schädigen. Denn oft genug hört/liest man von Packs, die nach der Winterpause Leistungs- und/oder Kapazitätsverlust aufweisen. Die Angaben sind leider in dem Bereich oftmals äußerst dürftig, nur wenige Hersteller sprechen hier Empfehlungen aus, und dabei sind diese oftmals auch unterschiedlich in Abhängigkeit der geplanten Dauer einer vorübergehenden Einlagerung. Hier hat sich im allgemeinen gezeigt, das ein Nichtgebrauch von vier Wochen zumeist keinerlei merkliche Veränderungen am Akku hinterlässt. Selbst geladene Zellen sind zumeist noch unkritisch. Wenn es über diesen Zeitraum hinausgeht, setzen jedoch einige Effekte ein, die

die Zellen altern lassen. Dabei sind Kriterien wie Lagertemperatur und Lagerspannung mitunter maßgeblich dafür, wie stark diese Alterungseffekte ausfallen. Im allgemeinen ist eine niedrige Lagertemperatur gut geeignet, wir sprechen dabei vom Bereich +4°C bis ca. +15°C – also „Keller-Klima“. Durch die niedrige Temperatur steigt der Innenwiderstand der Zellen an, die chemischen Prozesse verlangsamen sich und das Substrat bleibt stabiler als bei Lagerung bei Raumtemperatur. Diesen Effekt kennt jeder Autofahrer

– und zwar in negativer Form, wenn im Winter bei klirrender Kälte das im freien geparkte Fahrzeug morgens nicht oder nur sehr mühsam anspringen will. Durch die niedrige Temperatur kann die Autobatterie keine so hohe Leistung liefern wie in der warmen Jahreszeit (zwar haben sich die Qualität und Leistung moderner Bleisammler auch verbessert, doch solche Szenarien dürften den meisten noch gut bekannt sein, und der Leistungsverlust ist auch heute noch bei Autobatterien zumindest subjektiv erkennbar).

Nun kommt jedoch bei LiPo-Zellen noch ein Effekt hinzu, der maßgeblich an der Alterung der Zellen bei der Lagerung beteiligt ist: die Lagerspannung. Hier hat sich für die Lagerung ein Laden respektive Entladen des Akkus auf ca. 50% seiner Kapazität als bester Wert herausgestellt. Wird der Akku vollgeladen eingelagert, verliert er nicht nur durch Eigenentladung an Spannung, es tritt auch ein Verlust an nutzbarer Kapazität auf. Dies wird auf eine gewisse Zersetzung des Substrats und Elektrodenmaterials zurückgeführt, die sich bei geringer Spannung reduziert. Allerdings läuft man bei einem auf Entladeschlussspannung entladenen Akku auch Gefahr, dass durch weitere Selbstentladung die Zellen zu weit in der Spannungslage absinken und in den Bereich der Tiefentladung absacken. Dies muss nicht zwangsläufig zu größeren Zellschädigungen führen, kann sich aber ebenfalls in größeren Kapazitätsverlusten auswirken, da eingelagerte Packs ja nicht regelmäßig kontrolliert werden und so gegebenenfalls mehrere Wochen oder Monate mit extrem geringer Spannung gelagert werden. Die empfohlene Lager-Spannung variiert dabei je nach Generation des LiPo-Akkus – bereits im ersten Teil wurde erwähnt, das die neueren Zellentypen eine höhere Spannungslage als ältere Pendanten aufweisen. Daraus resultiert, das 50% der Kapazität beim einen Akku 3,8 V sein können, bei einem anderen nur 3,3 V. Daher ist die Orientierung an der entnommenen Kapazität eines vollgeladenen Packs die verlässlichste Methode.

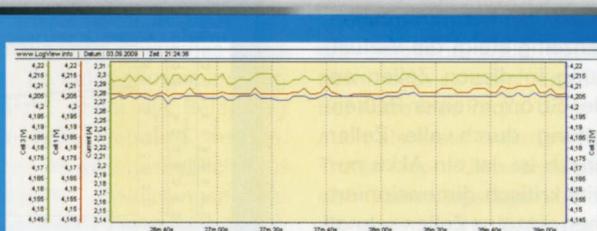
Während der Lagerphase empfiehlt es sich, sporadisch einmal die Zellenspannung zu überprüfen. Dies muss nicht im wöchentlichen Turnus erfolgen, aber alle 4-6 Wochen



Typische Drift zum Ende der Kapazität: die Unterschiede an den Innenwiderständen der Zellen, Toleranzen in der Fertigung und dergleichen zeigen deutlich, welche Zelle das Limit bei der möglichen Kapazitätsentnahme bestimmt.



Pfiffiger Helfer: ein Einzelzellen-Logger kann die Spannungen der einzelnen Zellen eines Packs unter Belastung aufzeichnen. Am PC kann man auswerten, ob und welche Zelle(n) unter Belastung besonders „nachgiebig“ sind und die Grenzen der Belastbarkeit setzen.



Typischer Zell-Gap gegen Lade-Ende. Hier setzen die Balancerstufen der Ladegeräte ein und gleichen die Spannungslagen der Einzelzellen besser aneinander an.

einen Blick drauf zu werfen, schadet den Akkus nicht: erkennt man stärkere Abweichungen in der Spannungslage eines Packs mit Gefahr der Tiefentladung, ist ein Nachladen mitunter empfehlenswert.

Sollen die eingelagerten Packs wieder Verwendung finden, empfiehlt es sich, sie vorher 24 Stunden auf Raumtemperatur klimatisieren zu lassen, bevor man sie erneut auflädt. Diese Zeit dient dem gleichmäßigen Durchwärmen der Zellen auf Raumtemperatur, um den Innenwiderstand beim Laden wieder auf gängiges Niveau zu bringen, was für den Akku schonender ist, als ihn im kalten Zustand zu laden. Schnellladefähige Akkus sollten trotzdem nicht direkt mit mehr als 1C Ladestrom beaufschlagt werden, genau wie beim Einpflegen neuer Akkus.

### ≡ Akkupflege

LiPo-Packs bedürfen bei normalem Gebrauch keiner besonderen Pflege – außer den bereits bekannten Schutzrichtungen vor Über- oder Unterladung. Ein Cycling wie bei NiCd-Akkus ist nicht erforderlich, da sich die Chemie der LiPo-Zellen nicht reversiert. Eine Ausnahme bilden dabei neue und unbenutzt länger gelagerte Zellen. Diese weisen im Substrat noch einen Zusatz

auf, der erst während der ersten Ladezyklen abgebaut wird und eine lange Lagerfähigkeit der unbenutzten Zellen sicherstellen soll. Hierbei kommt es aber ebenfalls zu dem Effekt, das mit der Zeit der Lagerung die nutzbare Kapazität mitunter stark abnimmt – bis zu 30% innerhalb eines Jahres sind keine Seltenheit. Sollte man einen solchen Pack sein Eigen nennen, empfiehlt sich ein Einpflegen wie bei produktionsfrischen Zellen, jedoch mit der Einschränkung,

dass man sie in den ersten 10 Zyklen nur mit 1C Laden und Entladen sollte. Hierbei wird der Zusatz im Substrat in der Regel noch zuverlässig abgebaut und es tritt eine Art von Regenerations-Effekt ein – die Zelle erhält wieder annähernd ihre nominell nutzbare Kapazität. Allerdings ist dies die absolute Ausnahme, gealterte Zellen reagieren auf dieses Treatment nicht weiter.

Besonderes Augenmerk sollte von Zeit zu Zeit den Anschlussleitungen gelten, insbesondere auch der Balancer-Buchse. Oftmals werden

verzinkte oder verzinnete Kontakte verwendet, die im Laufe der Zeit zur Oxidation neigen. Dies kann Übergangswiderstände verursachen, die Fehler beim Balancing zur Folge haben. Spätestens wenn bei der Überwachung der Zellenspannungen am Ladegerät „springende“ Zellenspannungen beobachtet werden, sollte man die Buchse einige Male ohne eingeschaltetem Lader auf die Stiftleiste des Balancerschlusses aufstecken und wieder abziehen, um Oxidati-

ausfall führen können. Ebenso sollten Akkus, die mechanisch beschädigt wurden (Sturz auf den Boden o.a.) besonders beobachtet werden. Gerade der Bereich der Zellen, wo die Anschlussfahnen herausgeführt sind, ist besonders anfällig für mechanische Schäden, die im Verlauf der weiteren Nutzung im schlechtesten Fall Initiator für einen Zellenbrand werden können. Packs mit mechanischen Verformungen sollten unbedingt während des Ladens auch auf die einzelnen Zellenspannungen hin überwacht werden. Ein plötzliches Vorauseilen einer Zelle beim Laden ist oftmals Indiz für einen gelockerten Wickel der Metallfolien im inneren einer Zelle.

„Eingelagerte Packs zur Wiederverwendung sollte man vor dem Aufladen 24 Std. auf Raumtemperatur klimatisieren lassen.“

### ≡ Tipps & Tricks

Das leidige Thema Tiefentladung trifft den Modellbauer immer wieder – oftmals unvermittelt und überraschend, insbesondere wenn keine Akkuüberwachung im Betrieb erfolgt. Stimmt die Timer-Einstellung am Sender für diese Packs vor wenigen Wochen noch, so kann es heute schon vorkommen, dass bereits bevor die Signalisierung erfolgte, der Antrieb deutlich Leistung verliert. Ursache sind manchmal lapidare Dinge wie ein unvollständig geladener Akku, der Einsatz im Modell für „nur eine Minute“ mit

onsschichten abzureiben. Ein Herausnehmen der Einzelkontakte aus dem Steckergehäuse sollten nur technisch versierte Modellbauer vornehmen, da eine zusätzliche Kurzschlussgefahr mit anderen Kontakten besteht. Ebenfalls ist Oxidation / Korrosion an den Lötstellen des Hauptanschlusses keine Seltenheit, gerade bei Einsatz in feuchter Umgebung oder nach Lagerung in Umgebung mit wechselnder Temperatur und Luftfeuchte. Die Folge können dann „abgefaulte“ Kabelenden sein, die sich während des Betriebs des Modells lösen und zum Total-



Schutz bei kühler Witterung und im Winter bietet ein Akku-Heizkoffer. Er wärmt die Packs vor. Dadurch sinken die Innenwiderstände und die Leistungsverluste in den Zellen werden minimiert, was wiederum dazu führt, dass die Packs geschont werden. Wie ein solcher Koffer – den man sich selbst bauen kann – aufgebaut ist, kann man sehr schön an diesen Fotos sehen. Von außen ist noch ein Temperaturmesser angebracht, der über den inneren Zustand Auskunft gibt.



Abbruch aus irgendwelchen Gründen und verbummeltem Aufladen oder einfach Änderungen an den Einstellungen des Modells, bei denen man die mögliche höhere Stromaufnahme des Antriebs nicht bedacht hat. Unabhängig davon muss eine Tiefentladung nicht gleich mit einem schrottreifen Akku enden. Erste Hilfe in solchen Fällen leistet ein 12-V-Ladegerät, mit dem der Akku sofort nach der Nutzung wieder mit (max.) 1C bis auf die Entladeschlussspannung, besser Lagerspannung (also ca. 50% der Kapazität), wieder aufgeladen wird. Dadurch werden die chemischen Prozesse im Akku umgekehrt, während ein liegen lassen bis zur Rückkehr in die heimische Werkstatt den chemischen Abläufen im Akku Zeit gibt, größeren Schaden anzurichten. Hierfür ist kein spezieller Lader nötig, er sollte lediglich über ein LiPo-Programm verfügen und zweckmäßigerweise einen integrierten Balancer mitbringen.

Wurde ein Akku versehentlich so tief entladen, dass der Lader eine „Voltage to low“ Fehlermeldung ausgibt, kann man sich mit einem kleinen Trick behelfen: man wählt ein NiCd/NiMH-Ladeprogramm aus, bei dem die Akkuspannung in etwa der des LiPo-Packs beträgt. Beispiel: für einen tiefentladenen 3S-LiPo mit 12,6 V Ladeschlussspannung würde man in dem Fall ein NiXX-Programm für 8 Zellen ( $8 \times 1,5 \text{ V} = 12 \text{ V}$ ) auswählen. Der Balancer wird in diesem Fall selbstverständlich nicht angeschlossen. Startet man nun den Ladevorgang, sollte man peinlich darauf achten, dass man es wieder manuell abbricht, wenn die Pack-Spannung oberhalb der eigentlichen Entladeschlussspannung angelangt ist (in unserem Fall 9,0 V). Danach wählt man das korrekte LiPo-Programm und

lädt wie gewohnt den Pack fertig.

Einige neue Ladegeräte wie die iCharger von Junsu haben eine Funktion, die ähnlich arbeitet: damit werden tiefentladene Packs mit geringem Strom bis zur Entladeschlussgrenze „aufgepöppelt“ und anschließend automatisch mit den normalen Einstellungen fertiggeladen. Hier entfällt der Programmwechsel und die

Einstellungen werden vom Lader automatisch den jeweiligen Gegebenheiten angepasst.

Unsicherheit herrscht auch beim Aufgasen von LiPo-Zellen, was allgemein als Aufblähen bezeichnet wird. Hier muss man jedoch unterscheiden, ob eine Zelle nur leicht aufgast oder wirklich richtig aufbläht. Ein leichtes Aufgasen kann durch unterschiedliche Faktoren hervorgerufen werden. Einige Zellentypen neigen dazu, wenn man sie vom ersten Einsatz an sofort mit hohen Lastströmen beaufschlagt, andere, wenn sie im

Randbereich der Spezifikationen betrieben werden, wieder andere, wenn es ihnen einfach zu heiß wird. Dabei wächst die Dicke der Zelle leicht an, die Form wird etwas rundlich. Solange dieses Aufgasen nicht größer als max. 1,5 mm pro Zelle beträgt, ist es noch nicht unbedingt als kritisch anzusehen. Allerdings sollte man solche Zellen mit besonderer Sorgfalt beobachten: wächst diese Aufgasung weiterhin an

„Gerne praktiziert und oft mit Schaden verbunden: der Betrieb eines Modells mit zwei in Reihe geschalteten Packs...“

oder ist sie bereits in einem Stadium, wo die Zelle eher einem Heliumballon als einem Akku ähnelt, gehört der Akku (bzw. die betroffene Zelle) unbedingt in den Sondermüll!

#### ⚠ Aufgepasst!

Gerne praktiziert und oft mit Schaden verbunden: der Betrieb eines Modells mit zwei in Reihe geschalteten Packs bzw. das Laden von z.B. 2x3S-Packs als 1x6S. Bei Ersterem sind oft nicht verpolungssichere Steckverbindungen wie Rundstecker Auslöser für derbe Kurzschlüsse, wenn der Pilot durch Passanten oder sonstige Einflüsse gerade beim Anschließen

abgelenkt wird. Solche Fehler sind schnell erkannt, Abhilfe schafft hier eine farbige Markierung an den Steckern, die sofort ins Auge fällt, oder die Verwendung verpolungssicherer Steckverbindungen, die einen Kurzschluss der verschalteten Packs nicht zulassen.

Bei der Variante als 1x6S taucht oft das Problem auf, das nicht darauf geachtet wird, wie die Packs und die zugehörigen Balancer-Anschlüsse verschaltet werden. Zwar bietet der Markt für zahlreiche Ladegeräte entsprechende Adapterplatinen an, um die Balancer von zwei oder drei Packs zu einem großen Pack zu verschalten, jedoch wird dann oft blind beim Verschalten der Hauptleitungen gearbeitet – mit dem Effekt, dass es blitzt, stinkt und irgend etwas seinen Dienst verweigert und wieder Kosten hervorruft. Auch hier können farbige Kennzeichnungen sehr hilfreich sein, man sollte aber immer im Hinterkopf haben, dass der Plus-Anschluss eines Akkus auch der Plus-Anschluss des Balancerports an diesem Pack ist, und ebenso die Minus-Leitungen zusammengeschaltet sind. Verbindet man nun z.B. von Pack 1 den Pluspol mit dem Lader, den Minuspol mit Plus von Akku 2 und dessen Minuspol mit dem Lader, so muss auch zwingend der Minuspol des Balancerports von Akku 1 mit dem Pluspol des Balancerports von Akku 2 verbunden werden – und nicht umgekehrt.

Wer alle angesprochenen Punkte beherzigt, wird mit seinen LiPo-Packs auch eine hohe Zyklenzahl und zuverlässigen Betrieb erreichen können. Ich hoffe, allen Lesern mit diesem Beitrag das Thema Akku- und Ladetechnik in ansprechender Form etwas nähergebracht zu haben und wünsche allzeit guten Flug.



Mechanisch beschädigte Akkus – auch wenn von außen fast nicht sichtbar – gehören in den Sondermüll. Insbesondere Beschädigungen im Bereich der Anschlussfahnen können im Betrieb zu Kurzschlüssen und Brand führen.