

Das kleine „LiPo ABC“ für den Alltag

Bitte sorgfältig alles durchlesen!

Lithium Polymer (LiPo) Akkus werden immer leistungsstärker und gleichzeitig immer leichter. Das zeigen die neu auf den Markt kommenden LiPos ganz deutlich. Endlos kann es aber nicht weitergehen und wie es im Leben so ist, das Gute und Schlechte hält sich immer die Waage und so werden die neuen LiPo Akkus wieder deutlich empfindlicher. Der richtige Umgang mit den Akkus wird in Zukunft wieder deutlich wichtiger und das hat uns dazu bewogen, eine kleine "Anleitung" für den Umgang mit LiPos zusammenzustellen.

Wie benutzt man LiPo Akkus richtig?

Der Nutzen eines LiPos ist optimal wenn er möglichst oft verwendet wird (Zyklen). Dabei gilt: Nicht an den Ladezyklen sparen denn das mehrmalige Schnellladen des LiPos ist erheblich effizienter, als diese Zyklen auf viele Packs zu verteilen. Der LiPo wirkt deutlich frischer über die gesamte Zyklendauer von (normal) 150 bis max. 200Zyklen! Alter schädigt mehr als ständiger Nutzen. Vorausgesetzt man bewegt sich innerhalb der Spezifikationen des Akkus. Vorteil: Man kauft nicht mehr, sondern früher ein neues Packs, die zudem einen Fertigungs-/Technologieschub erfahren haben.

Grundsätzliche Kontrolle

Um einen LiPo-Akku grundsätzlich zu kontrollieren, kann die sog. Zellenspannungs-/Differenz und die /Höhe herangezogen werden. Bei der Auslieferung eines Akkus sollte die Differenz nicht mehr als 0,05V (50mV) bzw. nicht unter 3,6V/Zelle betragen. Liegen diese Werte darüber, sollte der Akku möglichst sofort beim Händler reklamiert werden! Kontrollieren kann man die Spannungen mit der Balanceranzeige im Ladegerät oder alternativ mit einem LiPo-Checker. Nur, der LiPo-Checker sollte vorher auf korrekte Funktion überprüft werden, damit die gemessene Spannung auch möglichst genau stimmt. Eine Abweichung bis zu 0,03V (30mV) ist leider bei vielen LiPo-Checkern normal. Wer im Besitz eines Digital-Multimeters ist, sollte zur Spannungsmessung dessen Anzeigewerte vertrauen.

Info zum LiPo-Checker

Jeder LiPotyp hat eine „eigene“ Spannungskurve ... nur... das weiß aber der LiPo-Checker nicht. Hier entsprechen „nur“ 50mV/Zelle (0,05V/Z) schon einer Füllendifferenz von über 20%! Der Checker ist ein Universalinstrument und kein auf diesen einen LiPo-Typ abgestimmtes Messgerät. Der LiPo-Checker soll nur einen ersten Anhaltspunkt liefern mit einer sehr groben Füllgenauigkeit. Viel wichtiger ist die Spannungsanzeige, nicht der Prozentwert, den sollte man ignorieren wegen der erheblichen Ungenauigkeiten. Mit ihm sollte man i.G. nur drei Zustände im Leerlauf prüfen: Voll: $>4,15\text{V/Z}$ - Leer: $<3,6\text{V/Z}$ - Spannungsdifferenzen: $>50\text{mV/Z}$ wären kritisch.

Die ersten Ladungen

Ausschließlich nur Ladegeräte mit integriertem Balancer und als Ladung nur das „CC-CV“ Ladeverfahren verwenden. Als Ladestrom haben sich für den Anfang 1C (entspricht einem Ladestrom von 1x der Kapazität für einen 2200mAh Akku also 2,2A) bewährt, nach ein paar Ladungen (Zyklen) kann dieser dann auf die vom Händler / Hersteller freigegebene maximale Laderate erhöht werden.

Laden wenn der LiPo sehr kalt oder warm ist

Natürlich kann der Akku auch bei gut handwarmen (max. 40°C) oder kalten Temperaturen (minimal 10°C) schnell geladen werden! Dabei sollte der höchste Ladestrom aber in keinem Fall auf die maximal mögliche C-Rate eingestellt werden. Wenn der Akku z.B. mit einer maximalen Laderate von 4C freigegeben ist, dann sollte in diesem Fall max. 2-3C gewählt werden.

Ist der Akku so richtig heiß (deutlich über 40°C), ist es sinnvoll ihn erst etwas abkühlen zu lassen (wichtig wäre es zusätzlich den Antrieb zu analysieren oder einen Akku mit einer höheren C-Rate zu verwenden).

Sollte der Akku unter 10°C kalt sein, wären Laderaten von unter 1C (typisch: 0,2C bis 0,5C) ratsam. Bei fallender Temperatur ist aber zu beachten, dass der Übergang von 4C auf unter 1C nicht plötzlich, sondern ebenso fließend ist. Daher empfehlen wir bei kalten Temperaturen schon ab 15°C den Ladestrom deutlich zu reduzieren.

Das Balancen

Mit Balancen ist das Ausgleichen (Balancieren) der Akkuspannung innerhalb eines Akkupacks gemeint. Des Weiteren erhöht es die Betriebssicherheit des Ladevorgangs und sorgt gleichzeitig dafür, dass alle Akkus den gleichen Ladezustand haben. Das ist beim Nutzen/Entladen, also im Modell, nicht notwendig aber beim Laden dafür unverzichtbar. Auch während einer Test-Entladung ist ein Balancieren nicht nötig, eher sogar kontraproduktiv. Ebenso wenn ein LiPo auf Lagerspannung gebracht wird. Gute Ladegeräte starten erst ab einer bestimmten Spannungsschwelle (z.B. 3,8V / Zelle) mit dem Balancen der Einzelzellen. Das Aufladen mit einem konstanten Strom schont darüber hinaus die Akkus wodurch es Sinn macht, wenn der Balancer erst beim Übergang von der Konstantstrom- (CC) zur Konstantspannungs- (CV) Ladung (Phase) mit dem Balancen beginnt. Manche Ladegeräte ermöglichen dem Anwender auch diese Spannung einzustellen. Sollte das möglich sein, empfehlen wir hier einen Wert von 4,0V/Z oder 4,1V/Z vorzugeben.

Das Ganze bringt aber einen Nachteil mit sich weil das Balancieren den gesamten Ladevorgang verlängert. Das Ladegerät wird erst "fertig" melden, wenn alle Zellen des Akkupacks auf 4,2V geladen sind und sollte eine Zelle noch nachhinken wird es die Anderen so lange entladen, bis sie gleich auf sind.

Tipp: Deswegen sollte bei der Anschaffung eines Ladegerätes darauf geachtet werden, dass ein möglichst hoher Balancer-Strom möglich ist. Ein effizienter Balancer sollte eigentlich 1/20 des Ladestroms zum Ausgleichen der einzelnen Zellen schaffen und der niedrigste Ladestrom (CV-Phase) sollte bei einem 1/10 bis max. 1/15 des Ladestromes (einstellbar) liegen bis die Fertigmeldung erscheint („1/10" Beispiel mit 5A Ladestrom: bei 0,5A Ladestrom würde das Ladegerät bei ausgeglichenen Zellen „VOLL" melden!).

Innenwiderstand (DC-Ri) Anzeige bei Ladegeräten

Bei diesem Wert gilt: Je niedriger desto mehr Spannung liefert der LiPo unter Last (im Volksmund: mehr Druck). Nur die Messmethoden sind derart einfach und ungenau (bis auf ganz wenige Ausnahmen), dass hier nur eine relative Vergleichbarkeit (Tendenz) über die Zeit (Zyklen) gegeben ist. Bitte nicht den Fehler machen und diese Werte absolut betrachten. Vergleichen lassen sich nur die Werte eines gleichen Ladegerätetyps! Dabei muss auf die Temperatur und den Ladegrad geachtet werden, die sehr entscheidend die DC-Ri Werte beeinflussen!

Richtig entladen bzw. wie man lange Spaß mit seinem Akku hat

Oft hört und liest man, dass der LiPo bei den ersten Entladungen geschont werden sollte. Deutlich wichtiger ist es aber **den Akku grundsätzlich nicht zu überlasten** - egal ob in den ersten Zyklen oder später!

Woran erkennt man aber die Überlastung eines LiPo-Akkus?

Das ist einfacher als man denkt. An den folgenden vier Punkten kann eine Überlastung leicht festgestellt werden:

- Unter Last ergeben sich Spannungseinbrüche von kleiner als 3,3V pro Zelle.
- Der LiPo Akku ist nach der Entladung extrem heiß. Der LiPo darf unter keinen Umständen wärmer als 60°C werden - das schädigt nachhaltig die Chemie!
- Die Kapazität des Akkus ist voll ausgenutzt. Nutzung von über 80% der Nennkapazität ist nicht sinnvoll.
- Die Leerlauf-Zellenspannung (keine Last am LiPo oder offene Hochstromanschlüsse), sollte nie unter 3,6V liegen bzw. fallen.

Diese vier Punkte sind das Wichtigste für lange Freude am Nutzen (hohe Zyklenzahl) eines LiPo-Akkus! Wer sich daran hält wird merklich länger Spaß an seinen Akkus haben als Derjenige, der sie zwar "schonend" in Betrieb nimmt aber danach deutlich überlastet.

Zusammenfassend:

Entladen Sie den Akku unter Last nie tiefer als 3,3V pro Zelle, auch nicht kurzzeitig. Im Ruhezustand (gemessen ohne Belastung) sollte die Spannung pro Zelle nicht längere Zeit unter 3,70V liegen. Eine tiefere Entladung führt zur Zerstörung des Akkus. Verlassen Sie sich nicht auf die Sicherheitsabschaltung des Reglers, wenn dieser erst später abschaltet. Tasten Sie sich zuerst mit nur sehr kurzen Flügen/Fahrten und anschließendem Messen der Zellenspannung Stück für Stück an die maximale Flug-/Fahrzeit heran und stellen Sie sich dann unbedingt eine Stoppuhr im Sender. Belassen Sie ca. 20% Restkapazität im Akku. Nach der Benutzung (leerer Akku), sollten Sie ca. 80% der Nennkapazität einladen können. Die nachgeladene Kapazität zeigt Ihr Ladegerät am Ende des Ladevorgangs an. Achtung: Aufgrund der hohen Performance der SLS Akkus bleibt die Spannungslage bis zum Ende der Entladung nahezu gleich stabil.

Und wenn es mal kalt (unter 18°C) wird?

LiPos werden bei Kälte in der chemischen Reaktion „träger“ (hochohmiger) und deswegen scheint es, als hätten sie nun keine Leistung mehr. Grundsätzlich ist es so, dass die Leistungsfähigkeit mit fallender Temperatur kontinuierlich zurück geht und die Entladerate muss dem Rechnung tragen. Wer das übersieht befindet sich sehr schnell in der Überlastung (zu tiefe Spannungseinbrüche) des Akkus und schadet damit der Lebenserwartung. Hat ein Akku unter 18°C, fällt die empfohlene Entladerate deutlich auf die sonst mögliche C-Rate ab. Nähern wir uns den 10°C, dann sind es schon unter 50% der sonst möglichen C-Rate! Zusätzlich muss damit gerechnet werden, dass die volle Kapazität nicht mehr zur Verfügung steht und die Flugzeit sich merklich reduziert. Letztendlich sind die Akkus bei diesen Temperaturen, tatsächlich nur noch als Empfänger-/senderstromversorgung zu gebrauchen. Als Antrieb für ein Modell sind die notwendig schonenden Entladeraten dann zu niedrig.

Soll dennoch mit Hochstrombelastungen (größer 5C) gearbeitet werden, ist ein Vorwärmen

der Akkus unerlässlich. Dazu gibt es verschiedene Lösungen. Die verbreitetste Lösung ist die Vorwärmung in einem LiPo-Heizkofer. Als ideale Vorwärmtemperatur haben sich gut handwarm, also ca. 35°C bis 40°C herausgestellt. Die Vorwärmzeit sollte mindestens 90 Minuten betragen damit auch im Inneren des Packs die Wärme gleichmäßig verbreitet ist.

Die maximale Leistung aus dem LiPo-Akku rauskitzeln

Als Hochstrombelastung bezeichnet man bei LiPo-Akkus bereits Ströme die mehr als 5C betragen! Deswegen ist es wichtig ein paar Rahmenbedingungen rund um die Hochstrombelastung der LiPos zu kennen. **Generell gilt - wenn die Akkutemperatur unter 18°C ist, ist Vorwärmen Pflicht!** Wenn die Belastung innerhalb der Dauerbelastbarkeit des Akkus liegt, ist eine Temperatur von 30°C bis 35°C optimal. Sollte er über 18°C haben (ab 20°C, sommerliche Temperaturen), kann auf die Vorwärmung verzichtet werden. Grundsätzlich sollte bei solchen Belastungen aber nur etwa 70% der Kapazität entnommen werden. Wird die Entnahmekapazität per Telemetrie überwacht, können auch bis zu 85% (empfohlen: 80%) entnommen werden. Wichtig ist, dass bei Belastungsspitzen die Zellenspannung nicht unter 3,3V einbricht (siehe Entladeregeln von oben).

Bei Überlast-Nutzung, also wenn die Dauerbelastbarkeit des Akkus (auch nur kurzzeitig) deutlich überschritten (teilw. bis zum Dreifachen der max. C-Rate!) wird, sind noch ein paar mehr Regeln zu beachten um die Lebensdauer des Akkus nicht unnötig zu verkürzen. Ein LiPo Akku entfaltet hierbei seine höchste Leistung wenn er etwa 40°C warm ist. Daher ist ein Vorwärmen der Akkus (auch im Sommer) Pflicht und sorgt dafür, dass der Akku mit höchster Leistungsfähigkeit startet. Als Vorwärmtemperatur hat sich dabei 38°C - 45°C als optimal herausgestellt. Wichtig ist auch, dass die Kapazität des Akkus nicht voll genutzt wird! Lebensdauerförderlich ist es wenn nur etwa 50% der Nennkapazität genutzt werden. Eine Einzelzellen- und Kapazitätsüberwachung per Telemetrie ist speziell in diesen Belastungsregionen sinnvoll und sehr empfehlenswert.

Lipos richtig lagern

Das Lagern eines LiPo bei korrekter Akkuspannung sorgt dafür, dass der Akku möglichst wenig altert. Wichtig ist dabei, dass eine falsche Benutzung (siehe Entladeregeln von oben) den Akku deutlich mehr zusetzt als die korrekte Lagerung!

Kühl und trocken ist Voraussetzung und die LiPos sollten nicht vollgeladen gelagert werden. Auch nicht, wenn es nur über eine Nacht ist. Die Nächte summieren sich gerne und führen in der Summe zu einer Schädigung des Akkus, dabei unterscheidet man:

Kurzzeit: Wer mit seinen LiPos spontan „Einsatzbereit“ sein möchte, lädt den Akku auf etwa 4,1V Zellenspannung vor (ideal im Lilon-Programm) und lagert ihn anschließend sicher und geschützt. Dann kurz vor dem Einsatz im LiPo-Programm voll Laden (dauert nur wenige Minuten) und ab geht's. Wer auf ca. 5% bis 8% der Nutzkapazität verzichten kann darf gerne sofort loslegen.

Langzeitlagern: Bei längerer Lagerung (ab zwei Tagen), ist eine Zellenspannung von 3,65V bis 4,0V aus Sicht des LiPos völlig in Ordnung. Das ist auch der Grund, warum immer wieder die (mittleren) 3,80V bis 3,85V pro Zelle zu lesen sind. Energietechnisch sind die (hier wären

es 40% bis 50%) aber nicht ganz unproblematisch, dabei gilt: Je weniger Energie im Akku ist, umso weniger muss im Falle eines Supergaus (Kurzschluss) die gespeicherte Energie abgebaut werden. Leider ist der Energiegehalt ab 3,8V/Z derart hoch, dass im Fehlerfall (Supergau) des Akkus mit einer totalen Selbstzerstörung zu rechnen ist. Dabei entstehen extrem hohe Temperaturen die Sekundärbrände (Entzündungen im Umfeld des Akkus) nach sich ziehen können!

Daher wäre **eine Lagerspannung von 3,70V - 3,75V** (im Leerlauf gemessen, dabei kommt es schon auf 0,05V an!) **deutlich geeigneter**. Das entspricht einem Energiegehalt von etwa 10% - 20%. Hierbei wird bei den LiPos genauso die Lagersicherheit erhöht und energietechnisch enthält er nicht mehr die Leistung um einen Brandschaden im Fehlerfall anzurichten. Wir empfehlen einen derart gelagerten **LiPo monatlich** kurz auf seine **Spannungshöhe zu kontrollieren** und ggf. nachladen, sofern sich **die Spannung der 3,65V/Z** annähert!

Tipp bei Ladegeräten ohne einstellbarer Store-Spannung: Im „Lilon-Store“ lagern da hier meist 3,75V/Z (bzw. 3,70V/Z) voreingestellt sind!

LiPo Akkus richtig entsorgen

Auch LiPo Akkus halten nicht ewig und zeigen ihr Ende mit einem deutlichen Leistungseinbruch. Das muss aber noch nicht das Ende des Lebenszyklus des Akkus bedeuten, denn wenn er für eine Hochstromanwendung nicht mehr genug Leistung hat, kann er immer noch in einer "Zweitnutzung", die weniger leistungshungrig ist, verwendet werden. Perfekt also um Jugendförderung zu betreiben. Dessen Einstiegsmodelle entwickeln normalerweise deutlich weniger Stromhunger als „ausgewachsene“ Modelle. Sollte alles zu spät sein, dann gilt es den Akku richtig und fachgerecht zu entsorgen. Dazu wird er als erstes so beschriftet, dass der Akkutyp gut zu lesen ist. Danach entlädt man ihn deutlich unter die Lagerspannung. Ideal sind deutlich unter 3,6V pro Zelle im Leerlauf (der Akku ist ladetechnisch so gut wie leer). Beim Entladen mit dem Ladegerät dürfen es auch 3V/Z sein. Wenn dann alle Kabel einzeln! direkt am Gehäuse gekappt und mit Klebeband isoliert sind, bringt man ihn zum Händler des Vertrauens oder gibt ihn an jeder Batterie-Sammelstelle (z.B. Wertstoffhöfe) ab.

Gerd Giese

Anmerkung: *Sämtliche Spannungsgrenzen sind auf den LiPo- und HV-Typen bezogen. Bei Lilon bzw. LiFe müssen die Spannungsgrenzen angepasst werden!*

Stand: 04/2015 © V1.7

© <http://stefansliposhop.de/>

© <http://www.elektromodellflug.de/>