

Ladetechnik – Technische Daten und deren richtige Interpretation

Ein Leitfaden von Elprog und pp-rc Modellbau

Seit einigen Jahren passiert im Sektor Ladetechnik recht viel. Leider wird auch der umworbene Kunde immer mehr mit technischen Begriffen und Daten zugeschüttet, die wenigstens richtig interpretiert sein wollen. Die Interpretation und Vergleiche werden auch für technisch Versierte immer schwieriger. Viele ungeschützte Begriffe werden mehr oder weniger absichtlich missbraucht, ein wirklicher Vergleich der Angebote ist kaum noch möglich. Deshalb haben wir uns dazu entschlossen etwas Licht in die Materie zu bringen, um einen fairen Vergleich der angebotenen Technik zu ermöglichen.

Ladegeräte

Die Revolution in der Akkutechnik ist im vollen Gange. Die NiCd- und NiMH-Akkus werden kaum noch entwickelt und die Akkuladerhersteller haben scheinbar auch die Lust verloren, sich um die für Modellbau immer noch wichtige Sparte zu kümmern. Die Inflex-(Gradienten-)Vollerennungsmethode, die besonders bei den NiMH-Zellen so wichtig ist, finden wir in ganz wenigen Ladegeräten. Auch Formierungs- und Regenerierungsprogramme sind kein Standard in aktuellen Ladegeräten. Von den individuell einstellbaren Delta-Peak-Werten ganz zu schweigen. Aber was hier oft richtig vorgegaukelt wird, ist das **Reflex-Ladeverfahren**.

Eine klassische Reflexladung sollte eine Ladephase, einen kräftigen Entladeimpuls und danach folgenden Ruhephase aufeinanderfolgend haben. In der klassischen Variante soll der Entladeimpuls in der Höhe der 2,5-fachen Ladestromstärke sein. Bei heutigen Ladeströmen ist das Prinzip kaum realisierbar und nicht wirklich notwendig. Wenn man sich vorstellt, dass u.U. mit 12 A geladen wird, dann müsste so ein Entladeimpuls um die 30 A betragen! Es ist technisch sicherlich machbar, aber die Kosten stünden hier in keinem Verhältnis zum Nutzen. **Pulsar**-Ladegeräte halten das Prinzip an, aber mit auf gleichem wie Ladestromstärke reduziertem Strom des Entladeimpulses. Das Verfahren ist in der Lage wenigstens teilweise die Vorteile der Lademethode zu gewähren. Alleine die Genauigkeit der Akkuvermessung in der kurzen Ladepause nach dem Entladeimpuls, wenn das chemische Rauschen der Zelle und Einfluss des Wandlers auf ein Minimum reduziert ist, bringt schon enorme Vorteile. Es gibt aber Ladegeräte, die scheinbar ein solches „Reflexladen“ nur aus Marketinggründen vorgaukeln, ohne in Wirklichkeit jegliche Vorteile zu bringen. Solche Geräte mit kaum messbaren Entladeimpulsen oder auch teilweise ohne darauf folgende Ladepause sind leider anhand der technischen Daten kaum erkennbar. Eine gezielte Nachfrage bei dem Hersteller bzw. Importeur kann sich hier lohnen.

Einer der wichtigsten Parameter von einem Ladegerät ist seine **Ladeleistung**. Besonders in heutigen Zeiten, wo die Akkupacks immer mehr Kapazität zur Verfügung stellen und mit immer größeren Strömen geladen werden dürfen. Die Ladeleistung kann relativ einfach berechnet werden, wenn wir wissen welche maximale Spannung und Strom ein Ladegerät liefert. Berechnet wird das alles nach der bekannten und recht einfachen Formel

$$P \text{ (Watt)} = U \text{ (Volt)} \times I \text{ (Ampere)}$$

Aus der gleichen Formel können wir auch den Strom berechnen, mit dem ein Lader an einem Akkupack werkeln kann. So als Beispiel **Pulsar 2+** hat 350 W Ladeleistung und wir möchten wissen, mit welchem Strom ein 12s-LiPo-Pack geladen werden kann: $12 \times 4,2 \text{ V} = 50,4 \text{ V}$. Unsere Formel sieht dann so aus:

$$I \text{ (A)} = P \text{ (W)} / U \text{ (V)}$$

Also $I = 350 \text{ W} / 50,4 \text{ V} = 6,94 \text{ A}$. Um ein Akkupack mit dem Ladestrom zu laden, muss aber ein Lader noch Reserven haben. Bei den 4,2 V pro Zelle (Ladeschlussspannung) endet das Ganze nicht. Ein Akkupack, muss auch überwacht werden können und dann muss mit einer Notabschaltspannung von z.B. 4,3 V pro Zelle gerechnet werden. Und mit einer solchen Spannung muss auch der Lader klarkommen können. Damit muss auch der über solche Leistungsreserven verfügen. Also hat ein Ladegerät schon 2 verschiedene mögliche Leistungsangaben: Ladeleistung und Ausgangsleistung (nicht zu verwechseln mit Eingangsleistung – diese ist um den Wirkungsgrad des Ladegerätes höher). Hier sind wir auch schon bei einer nächsten Sache, wo ein Vergleich mehrerer Geräte nicht immer sofort möglich ist. Auch wir haben damals bei dem **Pulsar 2** die Ausgangsleistung (250 W) angegeben, weil der Wandler so viel liefert (und liefern muss). Aber wenn wir wie oben versuchen

nachzurechnen, kommen wir bei Ausgangsleistung von 250 W auf „nur“ ca. 227 W Ladeleistung (gemessen an der Ladeschussspannung), was den besagten 12s-LiPo-Pack mit ca. 4,6 A zu laden ermöglicht. Wie man sieht, lohnt es sich immer die Ladeleistung der Ladegeräte genauer unter die Lupe zu nehmen. Auch ohne böse Absicht und je nach der Interpretation können die Angaben unterschiedlich sein.

Normalerweise ist es auch ehrlich und technisch richtig, jeglichen Leistungsangaben im Bezug auf die Eingangsnennspannung zu beziffern. Es gibt aber Geräte, die mit einer Leistung von z.B. 300 W werben und erst nach genauerem Betrachten ergibt sich, dass die Leistung erst ab einer gewissen Eingangsspannung zur Verfügung steht. An der Autobatterie kommen wir nicht annähernd an die angegebene Leistung und das ist desto bitterer, weil es zu Hause an einem Netzteil nicht so wichtig ist, ob ein Akku an dem Lader 15 Minuten länger hängt, aber auf dem Flugplatz schon. Also auch bei den Leistungsangaben soll man sich nicht sofort blenden lassen, weil aus 300 W schnell „nur“ 260 W werden können. Es gibt im Bezug auf die Leistungsangaben noch ein Haken. Es gibt Lader, in denen die eingegebene Leistung nur über die ersten Minuten gehalten werden kann. Danach wird es dem Gerät einfach zu warm und unauffällig fährt so ein schlaues Gerätchen den Ladestrom nach unten. Wirklich nicht die feine englische Art.

Unserer Meinung nach hat der Kunde ein Recht darauf, die wahren technische Daten ohne solche Mogeleyen zu erfahren. Schließlich möchte ich, wenn ich ein Auto kaufe wissen, was der Wagen wirklich Verbraucht und nicht das was vielleicht auf abfälliger Strecke rauskommen kann. Ich will wissen, wie schnell es fährt und die Angabe erwarte ich ohne Rückenwindinfluss.

Bei den Lithiumakkus war der **Pulsar 2** von Elprog das erste Modellbauladegerät, das über **Fastmod** Ladefunktion verfügte. Es gab damals von der einen Seite viele Diskussionen und Zweifel, ob das eine sicherere Lademethode ist, ob die Akkupacks nicht dadurch beschädigt werden können. Aber andererseits wollten auch immer mehr Kollegen auf so deutlich verkürzte Ladezeiten nicht mehr verzichten. Heute spricht kein Mensch mehr davon, ob die Akkus nicht beschädigt werden und der Fastmod hat sehr viele Anhänger gewonnen. Auf den Flugplätzen wundern sich diejenigen, die den **Pulsar** noch nicht genug kennen, oft, warum manche Leute viel öfter fliegen können als sie selbst. Bis heute haben wir noch keine einzige Behauptung gehört, dass ein Akkupack unter dem Fastmod gelitten hat. Aber viele Modellfreaks haben uns schon informiert, dass sie nur noch (auch wenn zu Hause mehr Zeit zum Laden zur Verfügung steht) mit Fastmod laden. Kapazitätsverlust im Vergleich zur Standardmethode sehr gering ist und alle merken, dass im Fastmod geladene Akkus mehr „Druck“ haben. Um diese Ladetechnik wirklich sicher zu gestalten, muss der Lader über ganz genaue Vermessungstechnik verfügen. Ohne Impulsladung und die Messpausen dazwischen kann die Methode nicht sicher gestaltet werden. Desto mehr wunderte uns, dass in letzter Zeit viele Billiglader über Fastmod verfügen! Nach genauerem Betrachten hat sich ergeben, dass diese Fastmods nur auf dem Papier als Marketingstrick existieren. Die „schlaue“ Technik funktioniert so, dass der Ladevorgang vorzeitig schon bei dem ersten oder zweiten Erreichen der Ladeendspannung abgebrochen wird. Na klasse! Der Akkupack wird einfach nicht zu Ende geladen, die so erreichte Kapazität ist je nach Zustand der Akkupacks sehr weit von der nominalen entfernt. Derartige „Fastmods“ sind schon für mich hart an der Grenze der arglistigen Täuschung. Hier kann ich auch nur raten, sich die Sachen genau und misstrauend anzuschauen. Fastmod muss nicht unbedingt gleich „Fastmod“ sein!

Jedes Ladegerät muss mit Strom angespeist werden. Leider konzentrieren sich die Entwickler oft so sehr auf den Ladegerätausgang, dass scheinbar vergessen wird, sich um den Stromeingang zu kümmern. Wahrscheinlich deswegen gibt es auf dem Markt so viele Ladegeräte, die durch kleinste Unregelmäßigkeiten in der Stromversorgung gestört werden können. So spielen manche Ladegeräte verrückt, wenn an dieselbe Autobatterie oder an dasselbe Netzteil ein zweites Ladegerät angeschlossen wird. Wobei es in heutigen Zeiten nur Sache des Anstands eines Konstrukteurs ist, auch hier eine vernünftige technische Lösung zu schaffen. Es gibt auch unter Umständen Probleme, wenn ein Ladegerät beim Entladen in der Lage ist, die Energie des Akkupacks in eine Autobatterie rückspeisen zu können. Heutzutage ist es technisch gesehen kein Problem den Eingang so abzusichern, dass die entladene Energie nur an die Autobatterie und nicht an ein Netzteil geschickt wird, was oft mit der Beschädigung dessen endet. Wie wir sehen, muss die Qualität des Laders auch hier stimmen.

Mit ganz anderen Sachen haben wir es zu tun, wenn wir uns auf die Suche nach einem geeigneten Balancer machen.

Balancer

Da fangen wir gleich bei den Leistungsangaben an. Welch ein Wunder – wieder ein Ampere ist nicht gleich einem anderen Ampere. Als Elprog-Entwickler an dem **Pulsar-EQUAL** arbeiteten, hat uns gewundert, dass manche mehr oder weniger „billige“ Geräte über Ausgleichsströme (angeblich) verfügten, an denen Elprog so viel zu Knabbern hatte. 0,5, 0,7 oder gar 1 Ampere soll es sein. Wir wollten ein Gerät auf den Markt bringen, das noch in 10 Jahren genug Leistung bringen wird, um ganz dicke „Amperestundenbriketts“ zu bedienen. Und dann lesen wir, dass der oder andere auf den Markt kommende Balancer glatt eine solche Leistung bringen soll. Die ersten **Pulsar-EQUAL**-Tests haben gezeigt dass 1,0 A auch für ganz große Akkupacks zu viel des Guten sind, aber gleichzeitig berichteten Kollegen die Balancer von auch namhaften Herstellern im Einsatz bereits hatten, über deren Leistungsschwäche. Erst als wir so einen Balancer unter die Lupe genommen haben, ist uns klar geworden, dass unser Ampere mit dem der Konkurrenz nicht vergleichbar ist. **Pulsar-EQUAL** (und danach auch **Pulsar-EQmini**) arbeitet ganz anders. Bei uns wird die betroffene Zelle mit gleichmäßigem Strom bearbeitet, wobei die Stromstärke dynamisch nach Bedarf (in 10 Stufen) geregelt werden kann. Somit kann die Zelle wenn nötig mit z.B. 0,75 A so lange wie notwendig und durch die nicht ausreichend leistungsfähige Technik nicht begrenzte Zeit belastet werden. Und noch mehr – so können bei uns mehrere Zellen zugleich (bei dem **Pulsar-EQUAL** bis zu 45 W, also wenn nötig 7 Zellen gleichzeitig) bearbeitet werden. Die 0,75 A bei den **Pulsar-EQUAL** und **Pulsar-EQmini** sind so viel, dass es sich als Notwendig erwiesen hat, den Balancierstrom für kleinere Akkupacks manuell reduzierbar zu machen. Die niedrigste Stufe ($I=0,25$) entspricht in etwa der maximalen Leistung der stärksten Geräte der Konkurrenz. Und wie sieht mit der Technik bei den (uns bekannten) Konkurrenzgeräten aus? Meistens wird zugleich nur eine Zelle bearbeitet. Die Stromstärke ist nicht regelbar, aber gearbeitet wird mit Impulsen. Und der Strom als in den technischen Daten angegebener Wert fließt nur als kurzer (Bruchteil der Sekunde) Impuls. Das Ganze erinnert an die Senderleistung in dem Hoppingsystem des 2,4-GHz-Systems. Dort beträgt auch die Impulsstärke beispielsweise 100 mW, aber auf eine Sekunde vermittelt kommt man gerade auf 10 mW Dauerleistung. So ähnlich sind die Ampere bei den Impulsen. Ein Gerät das angeblich 0,75 A liefern sollte, kochte förmlich bei den gemessenen 0,3 A Dauerstrom. So adäquat zu den technischen Daten könnten (müssten) wir bei den **Pulsar-EQUAL** und **Pulsar-EQmini** wenigstens so um 1,5 – 1,7 Ampere in den technischen Daten reinschreiben, um in den Daten vergleichbar zu sein! Man kann sich fragen, ob dass alles so wichtig sei? Ja, uns erreichen Kundeninformationen und Fragen: das Paket, das sich mit dem oder anderen Gerät nicht mehr balancieren ließ, ist wieder im Einsatz, oder was haben Sie gemacht, dass der **Pulsar-EQUAL** das schafft, was die andere Geräte mit der gleichen Leistung nicht schaffen? Wäre es nicht fair, wenn der oder andere Hersteller in den Daten von vielleicht auch nicht schlechten Geräten angegeben hätte: „0,75 A Impulsleistung“? Wenigstens so hätte der eine oder andere Kunde einen Anhaltspunkt, um sich die Sache genauer anzuschauen. Hier soll noch betont werden – wir wollen nicht beurteilen welche der beiden Balancierungsmethoden schlechter oder besser ist. Unser Ziel ist lediglich auf die dadurch resultierende Leistungsangaben aufmerksam zu machen.

Es gibt bei den Balancern noch einen Wert, den wir uns vor dem Kauf unbedingt genauer anschauen sollen. Der Balancer ist ein elektronisches Gerät, das wie alle anderen Geräte nur dann funktionieren kann, wenn der mit Strom versorgt wird. Also ist ein Balancer ein ganz gemeiner Stromverbraucher, und der um die Funktionen zu Wahren den Strom aus dem balancierten Akkupack verbraucht. Es ist (meistens) nicht so schlimm, weil meistens beim laden balanciert wird. Es gibt aber Ladegeräte, die zum Ladeschluss den Strom bis auf 50 mA reduzieren und es gibt (recht viele) Balancer, die selbst deutlich mehr als 50 mA verbrauchen! Unter dem Strich wird ein Akkupack während des Ladens Entladen (!) und der Prozess kann nur durch Abklemmen des Akkupacks beendet werden! Wer das nicht macht, riskiert tief entladene (oder gar beschädigte) Akkupacks. Bei dem **Pulsar-EQUAL** liegt der Eigenstrombedarf je nach Zellenzahl zwischen 10 und 18 mA. Bei dem **Pulsar-EQmini** entsprechend 6 und 8 mA. Dort droht keine Gefahr, dass unsere Akkupack wesentlich entladen wird. Es ist schon ehrlicher (aber auch umständlicher), wenn ein Balancer mit extra Stromanschluss vom Lader (oder andere Stromquelle) mit dem nötigen Strom versorgt wird. Also bitte bei den technischen Daten immer darauf achten, dass der Eigenstromverbrauch des Balancers niedriger ist als die niedrigste Ladestromstufe bei dem Ladegerät!

Wie man sieht, ist es nicht einfach Kunde zu sein. Aber die Konkurrenz auf dem Markt wird immer schärfer und die Methoden mit denen gekämpft wird, werden immer unübersichtlicher. Wir haben versucht etwas Licht in die nicht einfache Problematik zu bringen. Auf jeden Fall denken wir, dass ein richtig und ehrlich informierter Kunde eine für sich selbst bessere Wahl treffen kann. Es muss natürlich nicht immer das Beste und Teuerste sein. Aber es muss auch keine Katze im Sack gekauft werden.

Zum Schluss noch eine kleine Bemerkung. Bei dem Kauf soll auch noch berücksichtigt werden, dass ein Ladegerät oder Balancer auch mal upgedatet oder (nach der Garantiezeit) repariert werden muss. Bei den sehr vielen Geräten kann bezweifelt werden, ob je ein Upgrade angeboten wird (obwohl das

Gerät theoretisch upgradefähig ist) und ob auch nach 3 - 4 Jahren sich jemand findet, der eine Reparatur durchführen wird. Bei uns musste bis jetzt noch niemand auf eine Reparatur oder auf ein Update länger als 24 Stunden warten. Wir haben immer noch nicht vergessen, wie wir in der besten Flugsaison unter den Laderentzug über Wochen gelitten haben. Übrigens, der Lader war damals zum Service in Deutschland nicht in Korea oder China.

ELPROG / pp-rc Modellbau (www.pp-rc.de)
18.04.2009