

Ladegeräte und Modellbau – die unendliche Geschichte

Ungeladen ist ein Akku keinesfalls nutzlos. Er taugt immer noch als Briefbeschwerer. Um Energie zu liefern, muss er allerdings erst einmal geladen werden. Deshalb spricht man beim Akku ja auch von einer Sekundärbatterie. Laden ist ein bisschen wie Auftanken, nur weitaus komplizierter und – wie im Zeitalter beginnender Elektromobilität hinlänglich bekannt – meist langwieriger. Deshalb ist die richtige Ladetechnik ja auch ein Thema, seit es Akkus gibt.

Der Mensch als Lademeister ist unzuverlässig, vor allem dann, wenn er dabei wiederkehrende Routineaufgaben zu erledigen hat. Er lässt sich zu leicht ablenken. Einen Ladevorgang zu überwachen und – wichtig – rechtzeitig zu beenden, erfordert sture Präsenz; die Kriegserklärung an jede Art von kreativer Intelligenz.

Die ersten auch im Modellhobby nutzbaren Akkus waren aus Blei: erdschwer, aber noch einigermaßen fehlertolerant, weil nach oben zu öffnen. Hatte man sie am Ladegerät vergessen, half späteres Nachschütten von destilliertem Wasser. Schwieriger wurde es, als der Wunsch aufkeimte, sie lageunabhängig zu betreiben. Jetzt mussten sie dicht sein. Zu den ersten wirklich gasdichten Sekundärsystemen zählten die Rulag*-Akkus, weshalb sie auch schon als «Trockenakkus» beworben wurden.

* Dr. Rudolph Mohr, Taschenlampen Gesellschaft



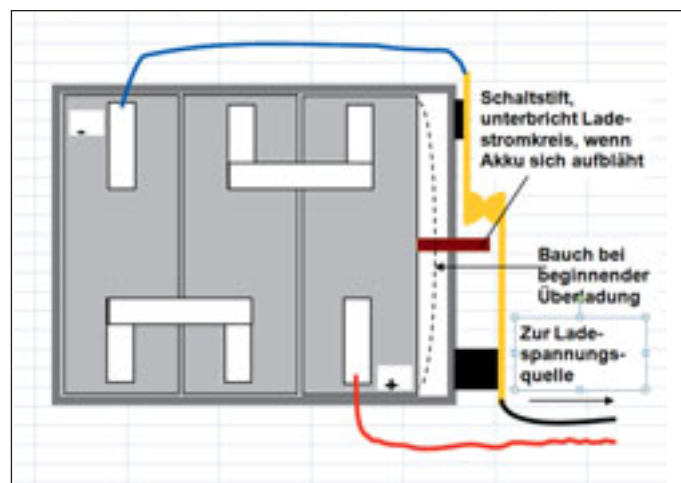
Gasdichter Trocken-Akku (Blei mit Säure-Gel); 2V/0,5 Ah für Kleingeräte und Experimente; 50 mA Nenn-Entladestrom. Erste Herstellung bereits 1936 in Zelluloid-Gehäuse.

Dieser Akku erlebte dann noch eine durchaus bemerkenswerte Militärkarriere als Torpedoantriebsbatterie. In den 1950er-Jahren erreichte er auch den Freizeitsektor (Heizbatterie für tragbare Radio- und Funkgeräte, Modellantriebe).



Rulag-Akkus im Dreierpack.

Es waren vermutlich Modellbauer, die das erste wirksame, automatisch abschaltende Akkuladegerät entwickelten. Sie machten sich die Tatsache zunutze, dass sich die in Weichplastik eingehüllten Zellen bei beginnender Überladung aufblähen.



Automatische Abschaltvorrichtung für Rulag-Akkus.

Wenn das heute nur auch noch so einfach wäre! Aber dies war wohl die Geburtsstunde des Automatladers.

Blei-(Pb-)Akkus gelten nach wie vor als pflegeleicht. Lange war hier die Ladestrombegrenzung eher nebensächlich, da die «Trinkfestigkeit» der Akkus (Beispiel: Kfz-Starterbatterie) die Spenderlust des Ladegeräts bei Weitem überbot. Das hat sich mit der Markteinführung «smarter» Bleizellen geändert. Verschlossene Pb-Akkus in Gel- oder Vliestechnik verfügen zwar schon über einen integrierten elektrochemischen Überladeschutz. Dabei wird am Pluspol Sauerstoff generiert, der dann auf der Minuseite wieder gebunden wird. Dies funktioniert allerdings nur bei Ladeströmen unterhalb 0,3 C und schliesst damit alle zeitsparenden Schnellladeoptionen aus.

Noch bis Anfang der 1980er-Jahre waren sog. DEAC-Akkus mit 250...500 mAh Nennkapazität die modellüblichen Empfängerstromquellen. Diese NiCd-Akkus galten als zuverlässig und pflegeleicht. Geladen wurden sie grundsätzlich «über Nacht» mit Strömen von maximal 0,1 °C. Da es keinerlei Kriterien gab, den Ladezustand dieser Knopfzellen hinreichend genau zu bestimmen, bemass sich die Ladedauer nach dem Schlafbedürfnis des Users oder

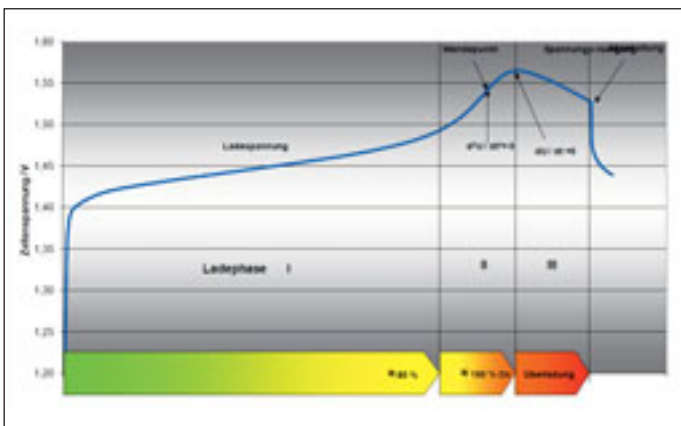
dessen Gefühl für den Ladezeitbedarf. Gefühlvolle Hobbyisten wurden mit höherer Lebensdauer (der Akkus) belohnt. Als Ende der 1970er-Jahre schnellladefähige NiCd-Akkus, konzipiert für den Einsatz in Powertools, die Knopfzellen langsam zu verdrängen begannen, kam Tempo in die Ladeszene. Geladen werden durften die sogenannten NiCd-Sinterzellen nun über ein Widerstandskabel mit 2...4 °C, also in weniger als einer Stunde. Die Frage war immer nur: Wann ist genug? Die Zellenspannung lieferte bei diesem Akkutyp kein eindeutiges Kriterium, denn ihre Höhe wurde von Faktoren wie Ladestrom, Temperatur, Vorbehandlung wie auch Alterung beeinflusst. Kontrollfreaks zweckentfremdeten Muttis Küchenwecker, um den Ablauf der berechneten Ladezeit zu signalisieren. Ging meistens schief. Doch aus Fehlern kann man lernen! Denn zu lange geladene NiCd-Batterien wurden fühlbar warm, im Extremfall heiss. Die Ladekontrolle durch Handauflegen, immer noch mit allen menschlichen Unzulänglichkeiten behaftet, konnte bald durch Thermoschalter oder Temperaturfühler mit Schaltmodul ersetzt werden. Der Automatlader war geboren – schon zum zweiten Mal. Das Problem dabei: Der Thermofühler musste auch wirklich am Akku dran sein.

Eine spätere Knacknuss: Bei der nachfolgenden NiMH-Akkugeneration setzte eine leichte Erwärmung schon während des Ladevorgangs ein, sodass die Abschalttemperatur relativ hoch gelegt werden muss, was der «Akkugesundheit» nur bedingt zuträglich war.

Etwa zeitgleich erkannte man auch, dass der Spannungsverlauf bei NiCd-Akkus Hinweise liefern konnte, wann der Akku voll war, denn die Erwärmung, welche beim Überladen auftritt, liess die Ladespannung wieder sinken. Dies war elektronisch verhältnismässig leicht



Selbstbau-Thermolader aus den 1990er-Jahren. Mit Conrad-Temperaturschaltmodul und Kfz-Biluxbirne als Stromstabilisator.



Ladeverhalten von NiCd-Zellen.

auswertbar. Man taufte diese Erkenntnis «Detla-Peak-Methode».

Sie funktionierte auch bei den nachfolgenden NiMH-Batterien noch einigermaßen verlässlich. Da der Peak dort weniger ausgeprägt ist, muss die Messempfindlichkeit etwas höher liegen. Allerdings ist diese Art der Vollerkenntnis immer mit einer kurzzeitigen Überladung verknüpft, welche die neue NiMH-Zellengeneration weit weniger zu goutieren schien. Akkufreundlicher wird das Ladeverfahren, wenn bereits am Wendepunkt der Spannungs-kurve Ladeschluss ist. Für dieses Schongangverfahren, bei dem man nur wenige Prozent

Kapazitätseinbusse in Kauf nimmt, hat sich der Begriff «Inflex» etabliert.

Das Aufkommen von Lithium-Ionen-Zellen Anfang 2000 glich einer Zeitenwende. Zuerst griff Unsicherheit um sich, weil die neuen Stars am Batteriehimmel als kapriziös galten und in den Händen unbedarfter Modellflieger dies auch gern unter Beweis zu stellen bereit waren. Der Feuerlöscher hatte Konjunktur. Doch bald lernte die Community den Umgang und die überragende Leistungskraft der neuen Batteriegeneration zu schätzen. Anfangs noch als wenig belastbar eingestuft, explodierte der beliebte C-Wert – bald das entscheidende Ver-



Bescheidene Anfänge – Schulze LiPoCard.

kaufsargument – binnen weniger Jahre. Elektroflug kam, auch dank neuer Motorentechnik, nun richtig in Schwung. Doch, wo ein Problem gelöst ist, taucht bald ein neues auf. Der Energiebedarf wuchs – neue Lader braucht das Land. Sie kamen von da an immer öfter aus Fernost, zum Ärgernis etablierter westlicher Firmen.

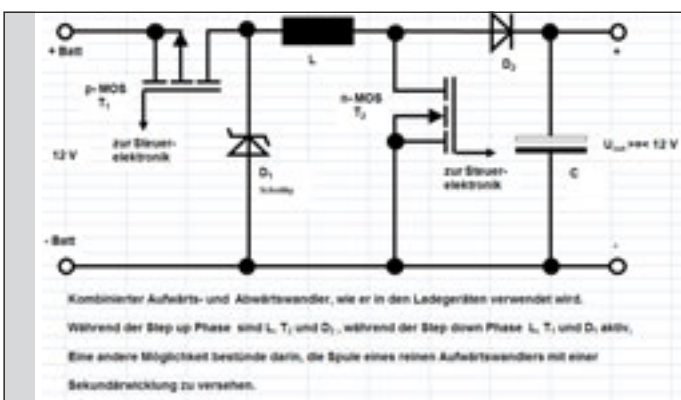
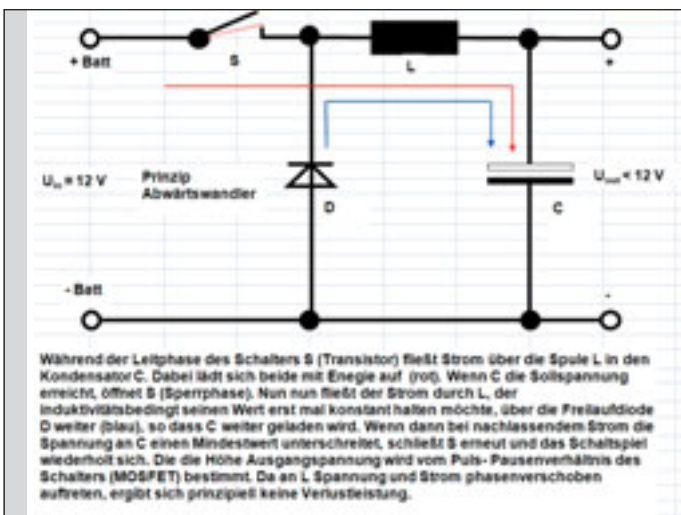
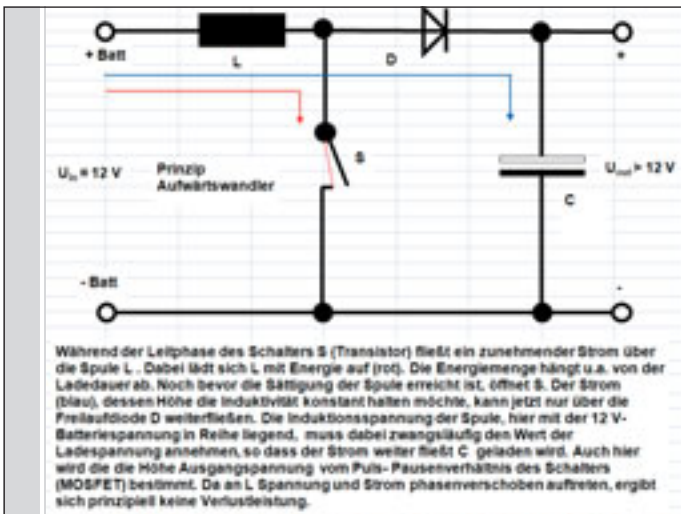
Und woher den Strom?

Stationäre Ladegeräte bedienten sich ehemals eines herkömmlichen Netztransformators. Das war o.k., solange sich die Ladeströme noch im Milli-Ampère-Bereich bewegten. Größere Ströme zu transformieren geriet mit der damaligen 50-Hertz-Technik voluminös, schwer und teuer. Heute dominiert das sog. Schaltnetzteil. Mithilfe moderner Leistungselektronik (Schaltprinzip siehe Kasten) können Leistungen von über ein Kilowatt durch Gehäuse von handlicher Grösse verlustarm hindurchgeschleust werden.

Als mobiler Stromspender war die 12-V-Starterbatterie bekannt. Bei 6...7 NiCd-Zellen war das auch noch o.k. Eine handelsübliche Kfz-Biluxbirne übernahm die strombegrenzende Funktion des Widerstandskabels. Bei höheren Zellanzahlen hiess es, den Akku in kleine Packs aufzuteilen. Dann entwickelte man den Gleichspannungswandler, um auch Akkus mit Zellzahlen >7 «am Stück» laden zu können. Die Geräte zerhacken Gleichspannung mit hoher Frequenz, um sie dann mit verhältnismässig kleinen Induktivitäten verlustarm auf ein anderes Spannungsniveau transportieren zu können. Wandler, die aus niedrigen Spannungen (z.B. 12 V) höhere (z.B. 50 V) erzeugen, bezeichnet man als Aufwärts- oder Step-up-Wandler. Soll die Spannung kleiner werden, kommt nach demselben Prinzip ein Abwärts- oder Step-down-Wandler zum Einsatz. Meist kombiniert man beide Systeme.



Separates Schaltnetzteil hoher Leistung.



me, um verschieden grosse Akkus von beispielsweise 1...12 Zellen laden zu können. Mit solchen Wandlern, die übrigens mit Wirkungsgraden um die 90% arbeiten, lassen sich Ein- und Ausgangsspannung flexibel und bedarfsgerecht anpassen. Das gilt auch für die speisende Eingangsspannung. Sie darf

sich in einem weiten Bereich bewegen, muss es sogar, denn bei Ladeleistungen im Kilowattbereich macht es wenig Sinn, den Wandler mit nur 12 V zu versorgen. Die Zuleitungskabel verwandelten sich bei dreistelligen Ampère-Werten bald in Glühdrähte. Hersteller empfehlen daher, Spannungsquellen

von bis zu 48 V einzusetzen. Direkt ins Ladergehäuse eingebaute Netzgeräte sind meist weniger leistungsfähig ausgelegt als separate Schaltnetzteile.

Wunschzettel an ein modernes Modell-Ladegerät?

Multifunktionalität, also alle gängigen Akkutypen (Pb, NiCd, NiMH, ev. NiZn, LiFe, Lilon, LiPo, LiHV) laden zu können, gilt bei Modell-Ladegeräten heute als obligat. Wegen der Vielzahl unterschiedlicher Ladeprogramme kommen die Geräte nicht ganz ohne menschliche Mithilfe zurecht. Aufgabe eines wirklich automatisch arbeitenden Ladegerätes wäre es, den angeschlossenen Akku hinsichtlich Typ (Zellentechnologie), Zellenzahl und Zellengröße zu identifizieren. Das klappt im Moment noch nicht. Die Elektronik ist diesbezüglich auf die Eingaben des Bedieners angewiesen. In Teilbereichen trauen sich moderne Ladegeräte immerhin schon Vorschläge zu, die der User dann bestätigen oder korrigieren kann. Im Gegenzug prüft das Gerät die Eingaben des Bedieners auf Plausibilität. Am besten funktioniert schon die Ladestrombegren-

zung. Dies geschieht durch Innenwiderstandsmessung am angeschlossenen Akku. Das autonome Erkennen der Zellenzahl ist auch nur begrenzt möglich, da Batteriespannung ja nicht allein von der Zellenzahl, sondern auch vom jeweiligen Ladezustand abhängt. Bei LiPos funktioniert es, wenn kein Balancerkabel angeschlossen ist, etwa bis vier Zellen. Universalladegeräte, wie aktuell in der Modelltechnik üblich, benötigen vorgenannte Eingaben, leiten dann aber aus den Grössen von **Ladespannung, Ladestrom und Ladezeit** alles ab, was sie für die Erkennung des Ladezustands des angeschlossenen Akkus brauchen. Bei NiXX-Zellen wäre eine zusätzliche Temperaturüberwachung durchaus hilfreich, wobei jedoch wegen des notwendigen äusseren Temperatursensors oft darauf verzichtet wird. Die Verknüpfung dieser Parameter besorgt in allen Fällen ein Mikroprozessor. Die Bedienung funktioniert bei den meisten Ladern über die üblichen vier Tasten. Es zeigt sich aber, dass eine Einknopfbedienung (Scrollrad mit Klickfunktion) zu komfortablen Lösungen führen kann.

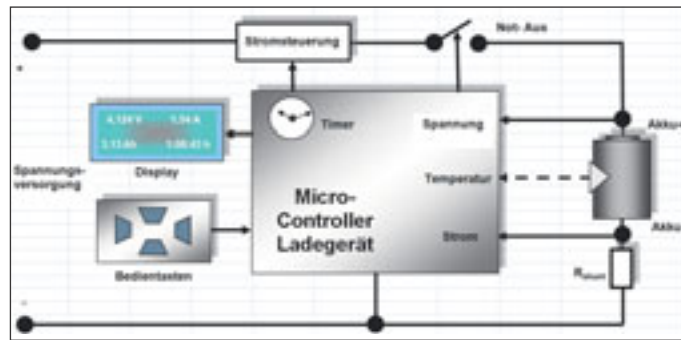


Der Universalladegerät-Klassiker. Für heutige Verhältnisse hatte er wohl noch ein paar Knöpfe zu viel?

Das Display unterstützt bei der Menüführung und informiert über die aktuellen Abläufe. Gesteuert wird von der Elektronik eigentlich nur der Lade-Strom, in Abhängigkeit von den anderen gemessenen Größen.

Bei den spannungsempfindlichen LiXX-Batterien ist eine Einzelzellenüberwachung geboten, auch wenn die Akkuzellen in den zurückliegenden Jahren immer besser – das heisst hier gleichmässiger – geworden sind, ergänzt um einen Balancer, der in der Ladeendphase vorhandene Unterschiede möglichst vollständig ausgleicht. Damit wird auch an die Balancereinrichtung die Forderung herangetragen, mit angemessenen Strömen arbeiten zu können. Lange galten 0,3 A als ausreichend. Das Anwachsen der realisierbaren Ladeströme in zweistellige Ampère-Bereiche lässt eine Anpassung auf 1 A pro Kanal als angemessen erscheinen.

Längst genügt «Einmal voll, bitte!» beim Laden nicht mehr. Ein Lader muss erst einmal prüfen, ob sich der angeschlossene Akku in einem ladefähigen Zustand befindet (z. B. durch das Lithium-Precharge-Programm). Bisweilen besteht der Wunsch, den Akku zu entladen, oder ihn via Storage-Programm in einen lagerfähigen Ladezustand zu versetzen. Sog.



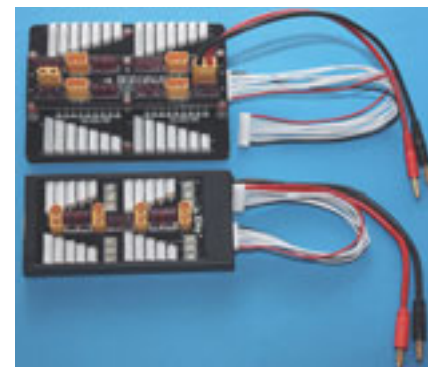
Prinzipieller Aufbau eines Universalladers.

Pflege- oder Konditionierungsprogramme aus der NiXX-Ära erfreuen sich nach wie vor gewisser Beliebtheit, auch wenn sie bei der Mehrzahl heutiger Akkus im günstigsten Falle nur «nutzlos» sind. Kritisch sind auch sog. Restore-Programme zu betrachten, welchen die Aufgabe zukommt, vorgeschädigte Akkus wieder «aufzupäppeln». Dies ist zwar selbst bei Lithium-Akkus kein anrühiges Unterfangen; die Bedienungsanleitung darf aber nicht suggerieren, dass solche Vorgänge ohne menschliche Aufsicht sicher durchführbar wären.

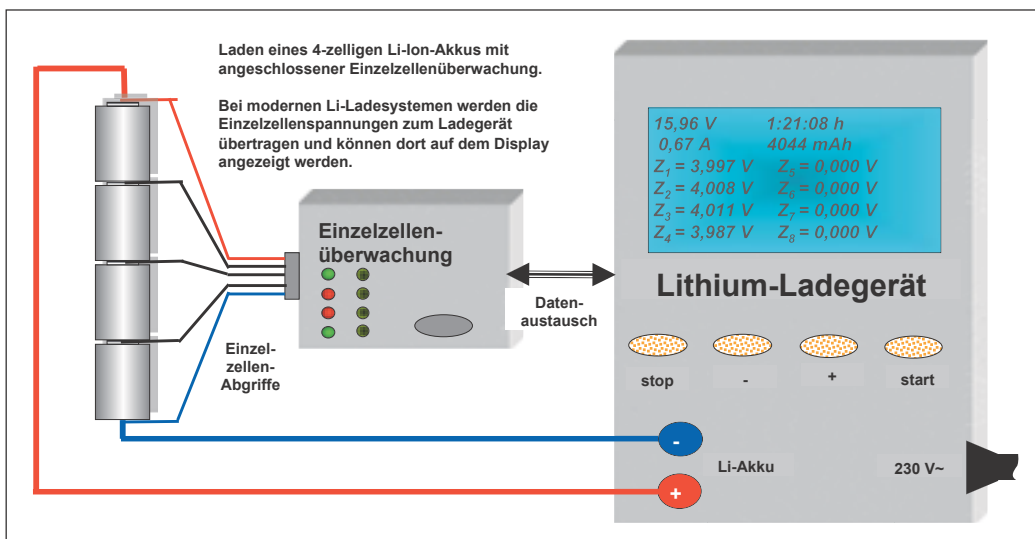
Unterhaltung hat immer Konjunktur. Sprechende und liederdudelnde Lader sind schon mitten unter uns. Moderne Lader-Displays haben sich zu veritablen Plaudertaschen entwickelt. Sie zeigen Strom und Ladedauer, eingeladene bzw. entnommene Kapazität, alle Zellenwerte, die Spannung, de-

ren Trend, die Lage innerhalb des Zellenverbunds, Extrem- und Differenzwerte. Gerne wird man als Modellflieger auch über den Innenwiderstand seiner Batterien informiert. Prinzipiell kann ein Mikroprozessor alles auswerten, verknüpfen und anzeigen und auf irgendwelchen Speichermedien zur späteren Nutzung deponieren. Beweglichkeit während des Akkuladens versprechen Bluetooth-Verbindungen zum Handy. Wer will, kann den Ladevorgang zeitgleich oder später am PC betrachten und auswerten. Über den Nutzwert derartiger Features wird zuweilen gestritten. Eine Temperatursteuerung des eingebauten Lüfters hingegen gilt unbestritten als nervenschonend. Gegen eine zusätzliche USB-Buchse, die 5V zum Laden z. B. eines Smartphones liefert, hat heute niemand etwas einzuwenden.

Als komfort- wie auch sicherheitssteigernd kann das Vorhandensein einer ausreichenden Zahl von Speicherplätzen gelten, in denen sich die Ladeparameter häufiger genutzter Akkus speichern und bei Bedarf wieder aufrufen lassen. So entfällt deren stets fehler-schwangere Wiedereingabe (Routineproblem) bei erneutem Gebrauch. Das bewährte, seinerzeit von Robbe eingeführte BID-(Batterie IDentifizierungs-) Chip-System verfolgte diesen Zweck. Anhand gespeicherter Ladeverläufe lässt sich beispielsweise die Leistungsentwicklung von Akkus abschätzen und vergangenen Behandlungsfehlern auf die Spur kommen.



Paraboards zum Parallel-Laden von 6s- oder 8s-LiPos. Zwischengeschaltete Widerstände und Schmelzsicherungen helfen, kleine Verbindungsfehler zu verzeihen.



Ladegerät mit separat dargestelltem Balancer (heute immer integriert).

Wer gerne mehrere Akkus gleichzeitig laden möchte, ist mit einem Mehrfachlader gut bedient, kann in neuerer Zeit aber auch ein Para-Board (Parallel-Ladeboard) nutzen. In letzterem Fall bleibt die Zeitgleichladung natürlich auf Batterien gleicher Zellenzahl beschränkt. Durch Entkopplungswiderstände zwischen den einzelnen Zellenabgriffen halten sich die Ausgleichsströme in Grenzen.

Leistungs- und Komfortklassen

Modell-Ladegeräte sind eine Klassengesellschaft. In der billigen «Holzklasse» reisen jene Geräte, die Lithium-Batterien



Aussen klein – innen ganz gross: der ISDT-Charger SC-620 mit immerhin 0,5 kW Ladeleistung; dazu mit geradezu vorbildlichem Bedienungskomfort.

bis maximal 3...4s laden können. Sie sind dem Beginner bzw. Toys-Sektor zuzurechnen. Wer sich ernsthaft mit E-Flug befassen möchte, ist mit der «Economy Class» besser bedient. Sie steht für LiPos bis 6s (bzw. 15-NiXX- oder 10-Pb-Zellen). Die Maximalspannung, welche die eingebauten Spannungswandler hierzu erzeugen müssen, liegen bei ca. 26 V. In diesem Spannungsbereich können die Hersteller auf preisgünstige Halbleiterbauteile zurückgreifen (ganz ähnlich ist es auch bei den Drehzahlstellern). Die angegebenen Ladeströme stossen schon in Sphären bis



Das HiTec multicharger X2 im Vertrieb von Multiplex schafft 2x8s – LiPo-Batterien mit maximal 30 A.

20 A vor. Doch Vorsicht: Sie stehen unter Leistungsvorbehalt. Ein 150-Watt-(W-)Ladegerät schafft bei Höchstzellenzahl nur noch 150 W/26V ≈ 6 A. Geräte, die LiPos von 8...10s bewältigen, buchen «Economy Plus». Es lohnt sich ein Blick

auf die gebotene Leistung. 300...500 W gelten als angemessen. Die «Business Class» schlägt zu meist den berechenbaren Umweg ein, Ladeausgänge von 6...8s im Doppelpack anzubieten. Die Ausgangsspannung

bleibt dabei unterhalb von 35V, was die Bauteilekosten noch nicht gerade explodieren lässt. Nachteilig dabei ist zu bewerten, dass Akkupacks, so sie mehr als die genannte Zellenzahl aufweisen, beim Laden geteilt werden müssen.

Bei Ladegeräten der «First Class» ist die Kostenseite erst einmal als nachrangig zu betrachten. Dies ist durch das benötigte Baumaterial wie auch durch die Chargengrösse durchaus zu rechtfertigen. Die mögliche Spannungshöhe am Ladeausgang findet hier durch die europäische Niederspannungsrichtlinie bei 60 V DC ihre Obergrenze. Damit kann man LiPos mit 14s randvoll laden. Konsequenterweise muss die Ladeleistung solcher Geräte dann in Kilowatt (kW) bemessen sein.

Als Repräsentant dieser Geräteklasse bietet sich der Pulsar 3 (+) von pp-rc an. Diese Rolex unter den Ladegeräten bedient sich in Teilen einer veränderten, an professionellen Massstäben



Chargery 5008B kann bis zu 8 LiPos «am Stück» mit 500W und max. 20 A laden. Ein vielseitiges Gerät für Zeitgenossen, die sich gerne mit Technik befassen.



Kann denn Schönheit Sünde sein? POLARON-EX-Lader mit angekoppeltem Netzgerät. Ladbar sind 2x7s-LiPos, max. 25 A.

orientierten Ladetechnik. Bei NiXX-Akkus steht Reflexladen die schonende Inflex-Vollererkennung zur Wahl. Lithium-Akkus können gleichfalls mit Refleximpulsen beaufschlagt werden. Durch Pulsadetechnik erreichen die Akkus rascher ihre Ladeschluss-Spannung mit durchaus positivem Einfluss auf die Alterung. Dies setzt aber ein sehr genaues, sich selbst kalibrierendes internes Mess-System voraus. Das Balancersystem arbeitet hier nicht mit einem festen Stromwert, sondern quasi analog, so dass auch Batterien mit grösseren Zellenspannungsdifferenzen egalisiert werden können. Ja, und das alles müsste dann schon mal einen Liebhaberpreis wert sein. ■



Text und Bilder:
Ludwig Retzbach

Gerät der Superlative: pulsar 3 von pp-rc Modellbau. Es lädt bis zu 14 LiPo- oder 16 LiFe-Batterien «am Stück» mit bis zu 25 A (1,5 kW).



Sonnenhof-Modellbau GmbH
M.+M. Kammerlander
Rütistrasse 14 • 8580 Amriswil
Telefon/Telefax 071 411 21 30
www.sonnenhof-modellbau.ch

Nicht irgendein Modellflieger ...

PILATUS PC-9-M PILATUS PC-9-M PILATUS PC-9-M



PILATUS PC-9-M

Masstab: 1:4 / Spannweite: 2,53 m

Gewicht ab 16,5 kg

Antrieb: Turbine SPT-5 oder Benziner 85 ccm

... ein Flugzeug mit dem Charakter einer Pilatus PC-9m.

PILATUS PC-9-M

Erleben Sie etwas Besonderes!

Inh. Hildbrand und Perätzli



Wieser Modellbau-Artikel
Die Welt des Modellbaus entdecken / Découvrir le monde des modèles réduits

Ihr Fachgeschäft mit persönlicher Beratung,
Service und einem über 16'000 Artikeln
umfassenden Sortiment






Mo - Fr
10h00 - 18h30
Sa
09h00 - 17h00

Wiesergasse 10
8049 Zürich-Höngg
044 340 04 30
info@wiesermodell.ch

www.wiesermodell.ch