

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	7
<b>Über den Autor</b> .....	8
<b>Der Revolutionär – eine Akkufamilie erobert die Welt</b> .....	9
<b>Viel Licht und viel Schatten</b> .....	11
Energiepaket – der LiPo hat’s mächtig in sich .....	11
Knautschzone – LiPos mögen das Kn(a)utschen nicht .....	13
Nackedei – das Problem der fehlenden Elektronik .....	14
Bodyguards – Balancer und Equalizer im Einsatz .....	15
Der Tiefentladeschutz - auch das Entladen will überwacht sein .....	16
Dreamteam – LiPos lieben moderne Fernsteuersysteme .....	17
Den Letzten beißen die Hunde - die innere Homogenität macht den Unterschied .....	18
Hürdenlauf - wenn LiPos auf die Reise gehen .....	19
<b>Entdeckungsreise durch die Welt der LiPos</b> .....	20
Der Tauschfaktor.....	20
Nennspannung und Ruhespannung .....	20
Maximale Ladespannung .....	21
Entladeschlussspannung .....	21
Die C-Story – ein unscheinbarer Buchstabe macht Karriere .....	22
Ladestrom.....	23
Nennstrom .....	24
Maximalstrom .....	24
Lebensdauer .....	25
Kapazität kontra Performance.....	25
Reihen-/Parallelschaltung und das zugehörige Bezeichnungsschema .....	26
Babylon lässt grüßen – Sensorsteckersysteme im Überblick.....	27
Powersteckersysteme im Überblick .....	29
Im Hochstrombereich ist einiges anders .....	31
<b>Typenvielfalt – für jeden Einsatzzweck der richtige LiPo</b> .....	33
Leichtgewichte – 1S-LiPos unter der Lupe .....	33
Empfangsbereit – 2S-Lipos und ihre Sonderqualifikation .....	34
Alltagstauglich – die Stärken der 3S-Gruppe.....	36
Darf’s ein bisschen mehr sein? – 4S-LiPos machen Dampf .....	37
Powerriegel – mit 5S und mehr ist nichts mehr unmöglich .....	39

<b>Mahlzeit – bewährte Menüs für energiehungrige LiPos .....</b>	<b>42</b>
CC/CV, das Leben kann manchmal so einfach sein .....	42
Der BID-Chip – weniger ist manchmal einfach mehr .....	43
Klassengesellschaft – die Ladegerätefamilien und ihre Stärken .....	44
<b>Streicheleinheiten – Tipps für ein langes LiPo-Leben .....</b>	<b>47</b>
Einsatz für drei – Hand in Hand geht’s besser von der Hand .....	47
Dreisprung mit System – Die 80-10-10-Regel .....	49
Keep cool man – Kühlung ist das halbe Leben .....	50
Die „Wohlfühl-Temperatur“ – auch LiPo-Chemie mag es nicht zu kalt .....	53
Winterschlaf, korrekte Lagerung mit System .....	54
Hamsterbacken – ein LiPo plustert sich auf .....	55
<b>Viel Spaß! .....</b>	<b>57</b>

# Viel Licht und viel Schatten

## Energiepaket – der LiPo hat's mächtig in sich

Die Lithium-Familie hat einen enormen Vorteil auf ihrer Seite: sie bietet von allen Akkufamilien die höchste Energiedichte sowie die höchste Klemmenspannung. Und da das Periodensystem mittlerweile ganz gut erforscht ist, wird sich daran wohl auch nichts mehr ändern.

Das ist an und für sich ein beruhigender Gedanke für die Modellsport-Hersteller, denn wer heute in Entwicklungen rund um die LiPos investiert, kann davon ausgehen, dass er seine Produkte auch morgen noch verkaufen kann. Der einzige ernst zu nehmende Konkurrent, die Mini-Brennstoffzelle, hat mit vielen grundsätzlichen Nachteilen zu kämpfen und stellt auf absehbare Zeit keine echte Alternative dar. Und so hat sich der LiPo in den letzten Jahren zu dem Energielieferanten schlechthin entwickelt, der in nahezu allen Bereichen des Modellsports vorrangig eingesetzt wird.

Gar nicht witzig ist hingegen die Reaktionsfreudigkeit, die Lithium an den Tag legt. Es gibt kaum ein Element in der Natur, das Lithium nicht unwiderstehlich anziehend findet und sofort eine Verbindung fürs Leben eingeht. Das gilt übrigens auch für Wasser, d.h., ein Lithium-Brand wird mit Wasser nicht gelöscht, sondern zusätzlich angefacht. Das ist dann in etwa so, als würde man in ein normales Feuer einen Kanister Benzin

kippen. Und da wir Menschen bekanntlich zu einem sehr hohen Prozentsatz aus Wasser bestehen, führt der Kontakt mit Lithium zu schweren Verätzungen und Verbrennungen.

Wer LiPos in seinen Modellen einsetzt, sollte also wissen, auf was er sich da einlässt. Ein LiPo kann enorm viel Freude machen, aber auch – wenn er falsch behandelt wird – ebenso viel Schaden anrichten. In den Anfängen des LiPo-Zeitalters gab es denn auch so manche unangenehme Überraschung wie ausgebrannte Autos oder Zimmerbrände.

Aber auch wer alles richtig macht, kann sich mit Lithium-Energie einiges einhandeln. So musste Akkuspezialist Sony im Jahr 2006 einen weltweiten Rückruf von über sechs Millionen Lithium-Ionen Akkupacks starten, weil es immer mal wieder zu Bränden in Laptops gekommen war. Man stellte fest, dass bei der Produktion winzige Metallsplinter in die Akkupacks geraten waren, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 zu 200.000 einen Kurzschluss verursachen konnten. Im Frühjahr 2011 geriet das Wrack eines Chevrolet Volt 21 Tage nach einem Crashtest plötzlich in Brand. Wie sich herausstellte, war der im Fahrzeug verbaute Lithium-Ionen Akku der Verursacher. Ziemlich bekannt geworden sind auch die Lithium-Ionen Batterieberände in den Boeing 787 Dreamlinern, die im Frühjahr 2013 zeitweise zur kompletten Stilllegung der 787-Familie führten. Immer wieder erscheinen in den Medien Berichte von Handy-LiPos, die mit nichtzugelassenen

Li	Ca	Al	Zn	Cd	Ni	Pb	Ag	Au	Cl	F
-3,02 V	-2,90 V	-1,66 V	-0,76 V	-0,40 V	-0,25 V	-0,13 V	+0,81 V	+1,50 V	+1,36 V	+2,80 V

Billig-Ladegeräten aufgeladen wurden und in Brand gerieten oder sogar explodierten.

Nun sind wir es ja gewohnt, mit gefährlichen Stoffen umzugehen. Durchschnittlich 40 Liter hochentzündliches Benzin im Auto können auch viel Schaden anrichten, hindern uns aber nicht daran, Autos zu benutzen. Angst ist meist der schlechteste aller Ratgeber und ist sicher auch in Sachen LiPo-Power fehl am Platz. Sinnvoll sind aber der richtige Respekt und eine angemessene Vorsorge. In den nächsten Kapiteln werden deshalb immer wieder Sicherheitshinweise auftauchen – nehmen Sie sie bitte zu Ihrem eigenen Schutz ernst.

Zwei zentrale Sicherheitsmaßnahmen seien an dieser Stelle aber schon mal herausgestellt:

## Tipp!

**1. Beschädigte LiPos** stellen eine erhebliche Gefahr dar; sie müssen sofort isoliert und am besten feuersicher gelagert werden. Die Erfahrung zeigt, dass ein defekter bzw. beschädigter LiPo unter Umständen erst nach einigen Stunden oder Tagen in Brand gerät – heben Sie die Isolations-Lagerung also nicht zu früh auf. Da LiPos nicht gerade billig sind, ist die Versuchung groß, sie zum Beispiel nach einem Modellabsturz weiter zu verwenden. Gehen Sie auf Nummer sicher!

**2. Brennende LiPos** dürfen auf gar keinen Fall mit Wasser gelöscht werden. Ersticken Sie den Brand mit viel Sand oder mit einer Löschdecke. Halten Sie genügend Abstand und kalkulieren Sie eine eventuelle Explosion ein.

Die Industrie ist sich der Problematik bewusst und hat eine Reihe nützliche Produkte für das sichere Lagern und Laden von LiPos auf den Markt gebracht. Sehr bewährt hat sich der sogenannte LiPo-Safe, der in verschiedenen Größen und Ausführungsformen erhältlich ist. Einige Hersteller verpacken und verschicken ausgewählte LiPos gleich von Haus aus in einem LiPo-Safe.

Mehr Informationen zu diesem Thema wurden auf der Internetseite zum Buch LiPo-Buch.de zusammengestellt und werden dort laufend aktualisiert.



LiPos sollte man immer in einem LiPo-Safe lagern und transportieren – Sicherheit geht vor!



Einige Hersteller verpacken und verschicken ihre LiPos bereits von Haus aus in einem LiPo-Safe

## Knautschzone – LiPos mögen das Kn(a)utschen nicht

Im Gegensatz zu den meisten anderen Energieträgern arbeiten LiPos mit einem gel-artigen Elektrolyt. Eine LiPo-Zelle kann prinzipiell nicht auslaufen und benötigt aus diesem Grund auch keinen Auslaufschutz. Die Hersteller haben sich diesen Vorteil zunutze gemacht und packen LiPo-Zellen in eine dünne Aluminium-Folie ein. Das spart Gewicht und macht flexibel in Sachen Außenmaße. LiPo-Akkupacks gibt es denn auch in allen Formen zu kaufen; ob dick oder dünn, ob lang oder kurz, ob klein oder groß, ob wenig Kapazität oder viel Kapazität, es gibt nichts, was es nicht zu kaufen gäbe.

Eines haben alle LiPos aber gemeinsam: sie sehen aus wie Kaugummistreifen, die in der Regel von einem Schrumpfschlauch zusammengehalten werden. Und sie sehen nicht nur so aus, sie haben auch die Konsistenz eines Kaugummistreifens. Sie lassen sich in Grenzen verbiegen, eindellen, durchlöchern oder auch stauchen – alle diese Verformungen führen zur Zerstörung des LiPos! Zwar verpacken die meisten Modellsport-Hersteller ihre LiPo-Power in zusätzlichen Schutzfolien, aber diese Folien schützen in der Regel nur gegen spitze Gegenstände und das auch nur begrenzt. Den bei Flugmodell-Abstürzen wirkenden enormen Verformungskräften sind praktisch alle LiPos schutzlos ausgeliefert. In Bereichen des Modellsports, in denen es nicht so sehr auf das Gewicht ankommt, zum Beispiel bei Modell-Booten und -Fahrzeugen, verpacken

die Hersteller die LiPos zusätzlich in robuste Plastik-Kästen und schützen sie so sehr effektiv vor möglicher Beschädigung.



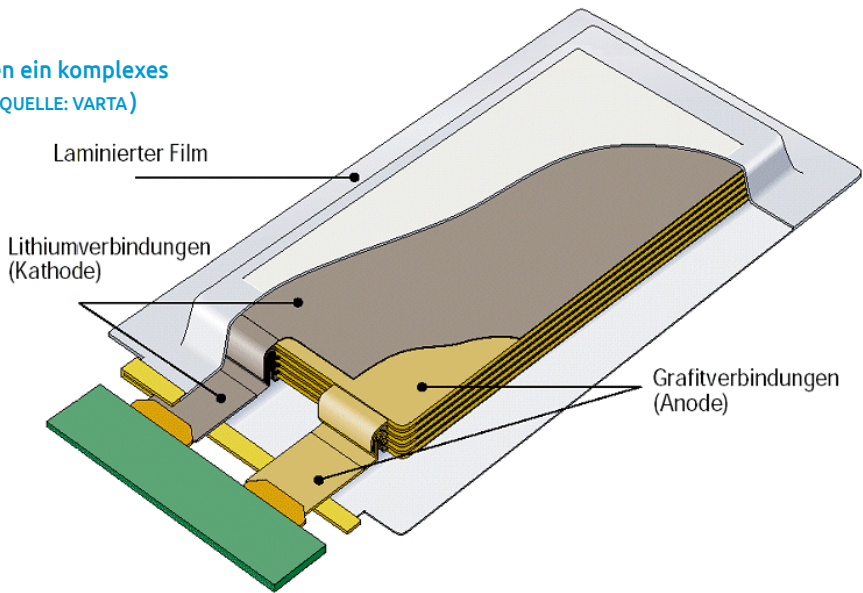
LiPos kommen in einem leichten  
Alu-Kleidchen daher



LiPos kommen in einem leichten  
Alu-Kleidchen daher

Auch wenn sie nicht so aussehen, LiPos besitzen ein komplexes Innenleben und verhalten sich entsprechend empfindlich. Zwischen den beiden aktiven Substanzen befindet sich nur ein sehr dünner Separator, der schnell be-

## LiPos besitzen ein komplexes Innenleben (QUELLE: VARTA)



schädigt werden kann. Kommen die aktiven Substanzen miteinander in Kontakt, wird der LiPo innerlich kurzgeschlossen – es fließt ein hoher Strom, der den Akku aufheizt und somit immer mehr zerstört. Im Extremfall kann bei modernen LiPos ein so hoher Strom fließen, dass ein Brand entsteht oder sogar eine Explosion ausgelöst wird. Beim Akku-Einbau in das Modell sollte man deshalb immer darauf achten, dass der LiPo möglichst gut geschützt ist. Nichts ist ärgerlicher, als dass die teure LiPo-Power zum Beispiel durch eine Schraube perforiert wird und ausgetauscht werden muss.

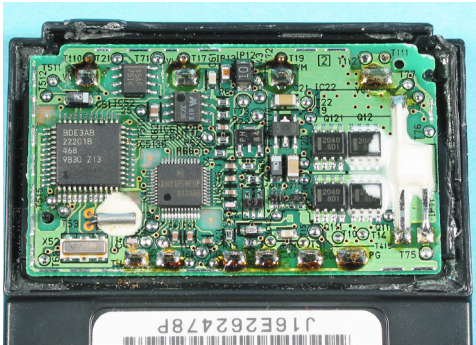
## Nackedei – das Problem der fehlenden Elektronik

Die Nickel-Familie (NiCd, NiMH) gilt gemeinhin als äußerst robust. Und zwar nicht nur, weil NiCd- und NiMH-Zellen in stabilen Stahlbechern ausgeliefert werden, sondern auch deshalb, weil die Techniker in die Nickel-Zellen einen genialen chemischen Trick eingebaut haben. Und so funktioniert der

Trick: ein voll geladener Akku neigt generell dazu, die überschüssige Lade-Energie in Gas umzuwandeln. In einer Nickel-Zelle wird das entstehende Gas einfach an der negativen Elektrode in Wärme umgewandelt, was die Zelle weitgehend überladefest macht.

Leider funktioniert dieser chemische Überladeschutz bei der Lithium-Familie nicht. Eine Lithium-Zelle reagiert deshalb äußerst sensibel auf ein Überangebot an Ladeenergie und fängt sofort an zu gasen. Und da eine LiPo-Zelle ja nur ein dünnes Alumäntelchen um sich herum trägt, ist sie in dieser Hinsicht besonders empfindlich – kaum ist sie voll geladen, beginnt sie sich wie ein Luftballon aufzublasen und ist danach reif für den Sondermüll.

Die Ingenieure haben lange darüber nachgedacht, wie man eine Lithium-Zelle trotz fehlendem internen Chemieschutz überladefest machen kann. Schließlich hat man eine intelligente Schutzschaltung konstruiert, die jede einzelne Zelle im Lithium-Akku separat überwacht und volle Zellen vor dem Überladen schützt. Heute werden alle Lithium-Akkus für Laptops, Notebooks, Tablets und Mobiltelefone zusammen mit der dazuge-



**Industrie-Lithiumakkus werden durch Elektronik geschützt**

hörigen Schutzelektronik in stabilen, verschweißten Gehäusen ausgeliefert – wo auf das Akkugehäuse verzichtet wird, ist das Gerät selbst so konstruiert, dass es nur mit Spezialwerkzeugen geöffnet werden kann. Die Elektronik sind so ausgelegt, dass sie den kompletten Akku abschalten, wenn nur eine einzige Zelle kurzzeitig im kritischen Bereich gearbeitet hat. Laut den geltenden technischen Regeln muss diese Notabschaltung dauerhaft sein, d.h. der Lithium-Akku kann danach nur noch entsorgt werden. Sicherheit geht eben vor.

LiPo-Power für Modellsportler wird demgegenüber fast immer ohne Schutzelektronik ausgeliefert. Das ist auch kein Wunder, denn die existierenden Industrie-Elektroniken sind natürlich nicht für die im Modellsport verlangten sehr hohen Ströme ausgelegt. Ein käuflicher LiPo für den Modellsport gleicht denn auch eher einem Nackedei – er kommt völlig „unbekleidet“ daher und ist schutzlos allen möglichen Überlastungen ausgeliefert. Wird eine Zelle im LiPo nur kurzzeitig außerhalb ihrer Spezifikationen betrieben, fängt sie an zu gasen und fällt kurze Zeit später aus. Wird die Zelle dann nicht aus-



**In den LiPo integrierte Spannungsmesser informieren auf Knopfdruck über den Ladezustand**

getauscht (was wohl nur die wenigsten Modellsportler beherrschen), muss alsbald der komplette Akkublock entsorgt werden – ein teures Vergnügen. Eine schnelle Information über den Ladezustand ermöglichen interne Spannungsmesser, die einige Hersteller ihren LiPos schon ab Werk spendieren. Ein Druck auf den Taster genügt und schon weiß man, ob der LiPo voll, halbvoll oder leer ist.

## Bodyguards – Balancer und Equalizer im Einsatz

Nachdem die ersten großen LiPo-Kraftwerke teilweise bereits nach zehn Lade-/Entladezyklen ein Fall für den Sondermüll geworden waren, besann sich die Modellsport-Industrie eines Besseren und entwickelte Balancer. Ein Balancer wird mit einem speziellen Adapterkabel (heute spricht man häufig von dem „Sensorkabel“) direkt an eine einzelne Zelle im LiPo angeschlossen und überwacht deren Klemmenspannung. Steigt die Spannung an der Zelle den LiPo-Grenzwert von 4,2 V, leitet der Balancer den Ladestrom