



Sicherheitsmerkblatt

für den Umgang mit Lithium- Akkus

Bei falscher Verwendung von Lithium-Akkus besteht die Gefahr, dass die Zellen Feuer fangen, ja sogar explodieren. Lithium Akku's sind bei sachgemäßer Verwendung und Lagerung jedoch relativ ungefährlich. Alle bisher bekannt gewordenen Unfälle konnten auf unsachgemäße

Handhabung oder Lagerung zurückgeführt werden.

Häufige Ursachen für Unfälle sind starke Überladung, Überhitzung im Betrieb, Kurzschlüsse der Anschlusskabel und mechanische, zum Teil nicht sichtbare Beschädigung durch Crash, Schock, Herunterfallen.

Technisch wird im Moment zwischen 3 Grundarten von Lithium- Akku's unterscheiden.

- Lilon – Lithium- Ionen Akku's sind meistens in zylindrischer Bauform im Metallgehäuse erhältlich, die Ladeschlussspannung beträgt 4.1V und die Nennspannung 3.6V. Lilon-Zellen sind für geringe bis allenfalls mittlere Stromstärken ausgelegt und finden daher keine Anwendung im Hochstrom RC Bereich.
- LiPo (LiPoly) – Lithium- Polymer- Akku's sind Akku's, die chemisch gesehen den Lilon-Akku's sehr ähnlich sind, jedoch aus beschichteten Folien aus Kupfer und Aluminium, mit einer Polymer- Folie dazwischen, aufgebaut sind. Es sind viele Bauformen möglich. Alle im Moment erhältlichen Zellen haben eine Ladeschluss- Spannung von 4.2V und Nennspannung von 3.7V. Lipo- Akku's finden Einsatz im Hochstrombereich, aber auch in anderen Bereichen wie Empfängerstromversorgung.
- LiFePO₄ – Lithium- Eisen- Phosphat Akku's sind Akku's, die ähnlich wie Lipo Akku's eingesetzt werden können. Der amerikanische Hersteller A123 hat LiFePO₄ durch Nanotechnologie erst für Hochstromanwendungen verwendbar gemacht. LiFePO₄ Zellen besitzen eine Ladeschluss- Spannung von 3.6V. Die Nennspannung ist mit 3.2 - 3.3V angegeben. LiFePO₄ Akku's haben Vorteile gegenüber Lipo's bezüglich Sicherheit.

Die Polymer- Folie in Lipo- Akku's ist mit einem Elektrolyt getränkt, welcher organische Lösungsmittel enthält, und ab etwa 85-90°C zu sieden beginnt.

Folgende Sicherheitshinweise sind zu beachten:

- LiPo- Akkus sind ausschließlich in geeigneten Behältnissen zu transportieren und zu lagern. Dies kann entweder ein hitzebeständiger Metallkoffer oder ein sogenannter LiPo- Bag sein.
- LiPo- Akkus dürfen nicht überladen und auch nicht tiefentladen werden. Die Zellen sollen nur in einem Spannungs- Fenster von 3.30V bis 4.20V Leerlaufspannung betrieben werden.
- Die Lagerung der LiPo- Zellen sollte bei einer Zellenspannung von ca. 3.5V - 3.8V erfolgen.
- Es dürfen nur für LiPo- Akkus geeignete Ladegeräte verwendet werden.
- Für Lader, welche die Zellenzahl nicht automatisch erkennen, ist vor **jedem** Ladevorgang die korrekte Einstellung der Zellenzahl erforderlich. Fehlerhafte Lade- Einstellungen beinhalten großes Gefahrenpotential.
- Es wird empfohlen Lader mit integrierten oder externen Balancern/Equalizern und Ladeunterbrechungs- Funktion zu verwenden.
- LiPo- Akkus verändern ihren Innenwiderstand mit der Temperatur, da die Ionenleitfähigkeit des Polymers mit der Temperatur ansteigt. Für hohe Stromstärken ist daher eine

Mindesttemperatur des Akku's von ca. 25°C anzuraten. Bei geringeren Temperaturen besteht Gefahr, dass die Zellen beschädigt werden und sich sogar aufblähen.

- Die Zellen müssen in dem vom Hersteller angegebenen Temperaturfenster betrieben werden! Üblicherweise ist eine Maximaltemperatur von 60°C angegeben.
- Eine Tiefentladung schädigt LiPo-Zellen irreparabel. Bei Weiterverwendung besteht hier sogar erhöhtes Risiko. Die Leerlaufspannung nach der Benutzung sollte daher nie unter 3.3V betragen. Die automatische Reglerabschaltung (CutOff) bei Unterschreiten der Minimalspannung ist zu empfehlen.
- Aufgeblähte Akkus enthalten Gas. Diese sind defekt und könnten, wenn sie weiterhin benutzt werden, zu Verpuffungen und Bränden führen.
- Sollte ein Akku zu brennen beginnen, dann kann dieser mit Sand, Wasser oder einem Feuerlöscher gelöscht werden. Die Verbrennungsgase sind giftig! Daher nur mit entsprechender Vorsicht und mit der Windrichtung löschen.
- Beschädigte Zellen sind fachgerecht zu entsorgen. Dazu müssen die Zellen vorher mit einem geringen Strom (max. 1A) über mehrere Stunden völlig entladen werden. Die Entladung muss auf einer feuerfesten Unterlage erfolgen und muss solange andauern bis die Leerlaufspannung dauerhaft auf 0V bleibt. Anschließend kann der Akku gefahrlos entsorgt werden. Entsprechend der Gesetzeslage geschieht die Entsorgung bei der örtlichen Entsorgungsstelle für Batterien bzw. über den Fachhandel.

Handhabung von Lithium Akku's

- Voll geladene Li- Zellen unterliegen einer erhöhten Alterung, die zu dauerhaftem Kapazitätsverlust und dauerhafter Zunahme des Innenwiderstands führt. Li-Akkus sollten daher nicht vollgeladen gelagert werden. Es empfiehlt sich eine Lagerspannung zwischen 3,5 bis 3,8 Volt je Zelle.
- Auch bei Li- Zellen gibt es einen von Ni- Zellen bekannten Effekt – eine vor längerer Zeit eingebrachte (Teil-) Ladung besitzt eine reduzierte „Stromabgabewilligkeit“. Es kommt zu einer temporären Erhöhung des Innenwiderstands für diesen Teil der Ladung. Solche Zellen sind also weniger belastbar, sie liefern weniger Spannung und sie können gar unter hoher Last aufblähen. Und das unter Lasten, die sie frisch geladen problemlos verkraften würden. Bei halbvoll gelagerten und dann nur nachgeladenen Zellen ist dieser Effekt auch deutlich feststellbar – aber der Menge der nachgeladenen Kapazität bricht die Spannung merklich ein. Ladungen (auch Teilladungen) sollten daher nach einer längeren Lagerung (länger als einige Tage) vor einer erneuten Ladung und anschließenden Benutzung vorher mit moderaten Strömen entladen werden.
- Der Innenwiderstand von Li- Zellen sinkt bei steigender Temperatur, bis etwa 60°C. Dort wird das Minimum erreicht. Allerdings hat eine erhöhte Temperatur auch negative Effekte. Die Alterung der Zellen wird dadurch deutlich beschleunigt. Lagert man volle Li- Zellen für mehrere Stunden unter erhöhter Temperatur, so forciert dies einen dauerhaften Kapazitätsverlust. Desweiteren wird durch eine solche Lagerung aber auch der Innenwiderstand vorübergehend erhöht. Dadurch ist eine solche Zelle trotz erhöhter Temperatur weniger belastbar. Li- Zellen sollten also erst kurz vor der Benutzung geladen und auf Temperatur (Thermokoffer) gebracht werden und nur so kurz wie möglich einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden.
- Lagern sollte man Li- Akku's am besten kühl, wenn möglich bei Kühlschranktemperaturen.

LiPo- Zellen und deren Gefahren:

LiPo- Zellen bestehen aus mehreren, abwechselnd übereinander gelegten und beidseitig beschichteten Folien aus dünnem Kupfer und Aluminium. Zwischen den einzelnen Schichten befindet

sich als Trennlage eine Polymer- Folie. Diese Polymer- Folie bewirkt eine elektrische Isolation zwischen den Schichten. Diese Folie ist jedoch durchlässig für Lithium- Ionen. Die Kupfer- und Aluminiumfolien dienen als Leiter und Trägermaterial. Die Metallfolien an sich sind nicht an der chem. Reaktion im Akku beteiligt, jedoch besitzen sie eine chemisch reaktive Beschichtung. Als Anoden- Schicht dient derzeit meistens eine gitterähnliche Struktur aus Graphit oder Kohle, denn diese kann Lithium- Ionen aufnehmen. Als Kathoden- Schicht kommen Metalloxide auf Kobalt-, Nickel- und Manganbasis zum Einsatz. Zwischen Anoden- und Kathoden- Schicht können Lithium- Ionen ausgetauscht werden. Die Ionen diffundieren (durchwandern) durch die Polymer- Folie. Um eine Ionen- Leitfähigkeit der Polymer- Folie zu erreichen, ist diese mit einem Lösungsmittel auf Alkoholbasis getränkt. Außen ist dieser Stapel aus Folien von einer luftdicht abschließenden Kunststoff- Folie umgeben. Brennbar in den Zellen ist das Lösungsmittel (Alkohol), sowie die enthaltenen Kunststoffanteile. Bei sehr hohen Temperaturen kann auch die Beschichtung der Metall- Folien brennen.

- Ein LiPo- Akku entzündet sich fast ausnahmslos durch einen inneren Kurzschluss einer geladenen Zelle oder eines ganzen Zellen- Packs. Meistens wird solch ein Kurzschluss durch eine äußere, mechanische Beschädigung verursacht. Durch einen eingetretenen Kurzschluss erhöht sich die Temperatur in der Zelle enorm. Bei Temperaturen über 90°C wird das Lösungsmittel gasförmig und die Zelle bläht sich auf. Dieses Gas kann sich dann leicht entzünden und die Zelle fängt an zu brennen. Die beim Brand der Zelle entstehende Hitze kann leicht benachbarte Zellen entzünden.
- Die Brandgefahr geht also nicht von der normalen elektrochemischen Reaktion aus. Um das Brandrisiko zu minimieren, sollten LiPo- Zellen nicht voll gelagert oder transportiert werden. Nicht vollgeladene Zellen beinhalten weniger elektrische Energie und dadurch minimiert sich das Risiko eines Brandes erheblich.
- Lithium in Metallform, welches bei Berührung mit Wasser brennt, ist nur in geringen Mengen in den Li-Zellen vorhanden. Der typische Gesamtgehalt an Lithium (Lithium-Ionen) beträgt etwa 1,5g/ 5000mAh Kapazität. Mit Wasser reagierendes Lithium (Metallform) kann sich allerdings bei einer Überladung des Akku's in kleinen Mengen ausbilden (Zellen- Spannungen größer 4.2V). Bei massiver, permanenter Überladung kann es daher zu einer Selbstentzündung bei Kontakt mit Wasser oder Feuchtigkeit kommen. Aus diesem Grund ist die Einhaltung der max. Ladeschluss- Spannung wichtig.
- Wenn eine LiPo- Zelle brennt, dann brennt zuerst das organische Lösungsmittel und später, als Folge dessen, der Kunststoff der Umhüllung bzw. die Polymer- Folie. Dabei entstehen dann giftige Gase.
- Sollte ein Akkupack in einer brennbaren Umgebung (Auto, Wohnung) zu brennen beginnen, dann sollte man zunächst versuchen, den brennenden Akku so schnell wie möglich aus der brennbaren Umgebung zu entfernen. Je schneller der Brand gelöscht wird, umso besser. Die vorhandenen geringen Mengen an metallischem Lithium sollten auf keinen Fall davon abhalten, den Brand mit Wasser oder Schaum- Feuerlöschern zu löschen, die entsprechende Vorsicht natürlich vorausgesetzt.