

Produktionsteams von Hörfunk-, Fernseh- und Internetbeiträgen

- Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

Ein Lithium-Ionen-Akku ist eine elektrochemische Spannungsquelle auf der Basis von Lithium. Er ist im Gegensatz zur Lithium-Batterie wieder aufladbar.

Wegen des relativ geringen Gewichtes und der relativ hohen Energiedichte von 250 bis 500 Wh/l (je nach verwendetem Material [entspricht einer spezifischen Energie von ca. 100 – 200 Wh/kg]) der Lithium-Zellen sind diese besonders für mobile Geräte geeignet. Ferner sind Lithium-Ionen-Akkus unempfindlich gegenüber dem sogenannten Memory-Effekt und haben eine geringe Selbstentladung. Erfahrungsgemäß bleiben sie etwa 5 Jahre funktionstüchtig.

Inzwischen existieren allerdings zahlreiche Varianten dieser Technologie, die sich in ihren Eigenschaften zum Teil erheblich unterscheiden. So reicht die Lebensdauer von ca. 3 Jahren bei einigen hundert Zyklen im Bereich der mobilen Elektronikgeräte bis zu über 10 Jahren bei einigen 1000 Zyklen für den industriellen mobilen und stationären Einsatz.

Aufbau

Je nach eingesetzten Elektrodenmaterialien werden Lithium-Ionen-Akkus hauptsächlich nach der für die Kathode verwendeten Chemie untergliedert in:

- Lithium-Cobaltdioxid-Akku (LiCoO_2)
- Lithium-Nickeloxid-Akku (LiNiO_2)
- Lithium-Mangandioxid-Akku (LiMn_2O_4)
- Akkus mit kombinierter Chemie der letzten Technologien
- Lithium-Eisenphosphat-Akku (LiFePO_4)

Zu den in naher Zukunft erwarteten Zellchemien zählen

- Lithium-Titanat-Akku
- Lithium-Luft-Akku
- Zinn-Schwefel-Lithium-Ionen-Akku

Kenndaten, wie Zellenspannung, Temperaturempfindlichkeit oder der maximal erlaubte Lade- oder Entladestrom variieren bauartbedingt stark und sind wesentlich vom eingesetzten Elektrodenmaterial und Elektrolyt abhängig. Die Angabe des Subtyps (z. B. „Lithium-Eisenphosphat-Akku“) ist aus diesem Grund informativer als die Angabe des Oberbegriffs „Lithium-Ionen-Akku“.

Die meistens zur Verwendung kommenden Lithium-Ionen-Zellen bestehen aus einer Lithium-Metalloxid-Elektrode (positiv) und einer Graphit-Elektrode (negativ). Die Nennspannung von Lithium-Ionen-Zellen beträgt – abhängig vom genauen Elektrodenmaterial – 3,2 Volt bis 3,8 Volt.

Lithium ist ein sehr leichtes Metall und reagiert heftig mit Wasser. Deshalb kommt als Elektrolyt ein wasserfreies Lösungsmittel zum Einsatz (welches aber brennbar ist!).

Lade- und Entlade-Funktion

Das Laden erfolgt nach dem I/U-Ladeverfahren. Dabei wird anfangs der Akku mit einem konstanten Strom und später mit einer konstanten Spannung aufgeladen. Dabei wandern die Li-Ionen ins Graphit und sammeln sich zwischen den Molekülebenen. Beim Entladen wandern diese zurück zur Lithium-Metalloxid-Elektrode.

Um den Akku zu schonen, sollte man ihn dennoch möglichst nicht über 90 Prozent laden oder auf weniger als 10 Prozent entladen.

Wichtig: Den Akku immer mit einem vom Hersteller freigegebenen Original-Ladegerät laden und keine anderen Ladegeräte verwenden! Diese können durch Überladung u.a. Schäden bis hin zum Brand / Explosion des Akkus verursachen!

Alterung

Die Alterung der Lithium-Ionen-Akkus wird hauptsächlich durch das Oxidieren der Elektroden (die sogenannte „Zell-Oxidation“) hervorgerufen. Diese verlieren dann die Fähigkeit, die für den Stromfluss wichtigen Lithium-Ionen zu speichern. Gründe für die Zell-Oxidation können sein: Temperatur und Ladezustand des Akkus. Bei hoher Temperatur und vollständig geladenem Akku verläuft die Zell-Oxidation besonders schnell.

Lagerung

Müssen Lithium-Ionen-Akkus längere Zeit gelagert werden, sollte regelmäßig der Ladezustand kontrolliert werden. Der optimale Ladezustand liegt zwischen 50 % und 80 %. Die Selbstentladung von 1 % pro Monat ist äußerst gering, allerdings stark temperaturabhängig. Lithium-Ionen-Akkus sollten alle 3 bis 4 Monate nachgeladen werden, um eine Tiefentladung zu vermeiden. Erreicht eine Zelle eine Spannung unter 2 Volt, kann sich die Zelle zerstören. Aufgrund der mit steigender Lagertemperatur rasch sinkenden Lebensdauer sollten Lithium-Akkus möglichst kühl gelagert werden.

Thermal Runaway

Unter bestimmten Umständen kann ein Lithium-Akku in einen instabilen Zustand kommen, der mit starker Hitzeentwicklung, einer Zerstörung der Zelle und in der Folge meist mit Brand einhergeht. Durch verschiedene Ursachen kann eine chemische Destabilisierung der Zellchemie ausgelöst werden, die in der Regel eine Überhitzung der Zellen und damit eine weitere Destabilisierung der Zellchemie bewirkt. Dieser einmal begonnene Prozess des Thermal Runaway kann nicht mehr gestoppt werden. Die wichtigsten Ursachen für eine Destabilisierung sind:

- Verunreinigungen in der Fertigung, die zu einer Beschädigung des Separators führen, auch Monate nach der Herstellung. Hierdurch kann ein interner Kurzschluss mit lokal hohem Strom entstehen, der die Kettenreaktion auslöst.
- Äußerliche Beschädigungen bzw. Deformationen
- Überhitzung durch externe Wärmezufuhr, Wärmestau im Betrieb oder Überladen
- Destabilisierung der Zellchemie durch Überladung und Tiefentladung
- Ladung bei niedrigen Temperaturen
- Kurzschluss

Die Fertigungsprozesse sind weitestgehend ausgereift, so dass nur noch von einer geringen Gefährdung durch Verunreinigung gesprochen werden kann. Zudem kann der Nutzer in diesem Zusammenhang keine der Sicherheit förderlichen Maßnahmen ergreifen.

Konfektionierte Akkupacks sind durch elektronische und thermische Schutzschaltungen vor Überladung und Tiefentladung geschützt. Diese Schutzschaltungen können jedoch durch elektrostatische Entladungen zerstört werden.

Bei niedrigen Temperaturen sind chemische Prozesse träger, sodass Akkus mit sinkender Temperatur nur geringere Ströme vertragen. Das gilt sowohl für Ladung als auch Entladung. Werden Lithium-Akkus vor allem bei zu niedrigen Temperaturen schnell geladen, kann eine irreversible Änderung der Zellchemie geschehen. Oftmals können die Batterieschutzschaltungen vor dieser Schädigung nicht schützen.

Tipps zum Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

Auf mechanische Beschädigung des Akkus achten

Solche Beschädigungen können zu inneren Kurzschlüssen im Akku führen. Der so entstehende Stromfluss kann zur Hitzeentwicklung und diese wiederum zu einem Brand bzw. zur Explosion führen, der auch erst Stunden nach der Beschädigung entstehen kann!

Verpackung

Im Interesse des Schutzes der verbauten Schutzschaltung sollten die Batteriepole nicht berührt werden (elektrostatische Entladung). Akkus, die nicht an einem Gerät angeschlossen sind, sollten mit geeigneten Mitteln wie mitgelieferten Kappen gegen Berührung gesichert werden. Dieser einfache Schutz ist ebenso wirksam zur Vermeidung von Kurzschlüssen durch kleine metallische Gegenstände im gleichen Behältnis. Als Schutz vor mechanischen Beschädigungen sollte eine zusätzliche, vor Stößen schützende Verpackung für Transport und Aufbewahrung verwendet werden.

Thermische Belastung vermeiden

Eine thermische Überbelastung kann zum Schmelzen des Separators führen, durch das dann ebenfalls ein innerer Kurzschluss entstehen kann. In keinem Fall darf ein Lithium Akku über 70 Grad Celsius betrieben werden. Diese Temperatur kann in warmer Umgebung ab ca. 50 Grad Celsius über zusätzliche Wärmezufuhr wie Sonneneinstrahlung überschritten werden. Auch für die Lagerung muss eine Erwärmung über 70 Grad Celsius sicher vermieden werden.

Überladung und Tiefentladung vermeiden

Normalerweise wird eine Überladung durch eine interne Schutzschaltung – die sich meistens im Ladegerät befindet – verhindert. Beim Defekt dieser Schutzeinrichtung kann sich jedoch durch eine Spannungserhöhung das Kathodenaktivmaterial zersetzen. Folge: Es entsteht Sauerstoff und Hitze, was wiederum zu einem Brand/zu einer Explosion führen kann.

Eine Tiefentladung wird in der Regel durch eine automatische Abschaltung des Gerätes vermieden. Verbleibt der Akku am Gerät, fließt in der Regel ein sehr kleiner Reststrom, der bei langer Lagerung den Akku auf ein unsicheres Maß entladen kann.

Daher sollten nach einem Einsatz alle Akkus – auch im Interesse ihrer Haltbarkeit – vom Gerät getrennt und auf ein mittleres Ladeniveau gebracht werden.

Schnellladung bei Temperaturen unter 5 Grad Celsius vermeiden.

Generell sollte ein Lithium-Akku nur in einem Temperaturbereich von 5 bis 50 Grad Celsius, noch besser mit einigem Abstand zu diesen Temperaturgrenzen geladen werden.

Brandbekämpfung

Bei einem Brand eines Lithium-Ionen-Akkus möglichst einen Feuerlöscher der Brandklasse D (= für Metallbrände geeignet) verwenden. Pulver / Schaum oder Wasserlöscher können zwar alternativ auch verwendet werden, jedoch ist deren Löschwirkung eingeschränkter.

Beschädigte Akkus nicht mit bloßen Händen berühren, Lithium bzw. auslaufende Elektrolytflüssigkeit kann schwere Hautverätzungen verursachen!

Transport

Die UN, die IATA – International Air Transport Association und andere Transportgremien stufen Lithiumzellen als Gefahrgut der Klasse 9 ein. Daher sind jenseits sogenannter Freistellungsgrenzen Lithiumzellen und -batterien für einen Transport fachgerecht zu verpacken und zu kennzeichnen sowie beim Frachtführer zu deklarieren, insbesondere im Luftverkehr. Im Zweifelsfalle sollten Transportfachleute oder das Transportunternehmen selber konsultiert werden, da die Regelungen komplex sind. Exemplarisch seien hier nur die Bedingungen für die Freistellung im Falle eines Transports im Flughandgepäck genannt.

Freigestellt von der Deklaration sind Lithium-Ionen-Batterien, wenn **alle** Bedingungen der folgenden Aufstellung erfüllt sind:

- Die Batterien sind im Handgepäck mitzuführen und nicht im eingecheckten Reisegepäck.
- Die Batterien sind vor einer Beschädigung durch entsprechende Verpackung geschützt.
- Die Batterien und/oder Zellen sind einzeln durch die Verpackung vor einem Kurzschluss geschützt. Im einfachsten Fall sollte eine verschlossene Plastiktüte bemüht werden, optimal sind hier die mitgelieferten Schutzkappen.
- Die transportierte Batterie hat eine Kapazität von weniger als 100 Wh (Wattstunden). Sofern nicht auf der Batterie vermerkt, ist die effektive Kapazität in Wh das Produkt aus Batteriespannung in Volt (V) und angegebener Kapazität in Amperestunden (Ah) oder Milliamperestunden (mAh). Beispiel: Nennspannung 14,4 V x Kapazität 3600 mAh = 51840 mVAh bzw. knapp 52 Wh.
- Insgesamt dürfen je Fluggast bis zu drei Batterien bis zu je 100 Wh transportiert werden.

Nicht zuletzt muss der Hersteller für seine Lithiumzellen eine ganze Reihe von Tests gemäß UN Richtlinie nachweisen, die die Sicherheit für den Transport gewährleisten. Im konkreten Transportfall hat der Eigner natürlich keinen Einfluss auf die Zertifizierung, die jeder seriöse Hersteller anstrengt, bevor er sein Produkt in Umlauf bringt. Da aber immer wieder Zellen ohne Zertifizierung von Billig-Drittherstellern oder gar gefälschte Originalbatterien gehandelt werden, kann der Nutzer im Sinne der Transportsicherheit nur im Vorfeld handeln, indem er seine Batterien aus verlässlichen Quellen bezieht.