

Das Laden von Lithium-Ionen-Akkus

Während die Lader für Nickel-Akkus strombegrenzend sind, wird bei Li-Ionen-Ladern die Begrenzung der Spannung angewendet. Es gibt nur eine Möglichkeit, Lithium-Akkus zu laden. So genannte „Wunderlader“, die angeblich alte Akkus wieder verjüngen können und lebensdauerverlängernd wirken, gibt es im Fall der Lithium-Chemie nicht. Auch ein superschnelles Laden ist nicht möglich. Die Hersteller von Li-Ionen-Zellen schreiben sehr präzise Ladeverfahren vor.

Die ersten Graphitsysteme erforderten eine Spannungsbegrenzung auf 4,10 V pro Zelle. Zwar führen höhere Spannungen zu mehr Kapazität, aber die Lebensdauer nimmt dabei durch Oxidieren der Zellen ab. Dieses Problem wurde durch chemische Zusätze gelöst. Heutige Li-Ionen-Zellen können bis $4,20\text{ V} \pm 0,05\text{ V}$ pro Zelle geladen werden. Die Ladezeit beträgt bei den meisten Geräten drei Stunden. Der Akku bleibt beim Laden kalt. Der volle Ladezustand ist erreicht, wenn eine bestimmte Spannung erreicht und der Strom auf einen konstanten niedrigen Wert abgesunken ist.

Eine Erhöhung des Ladestroms verringert die Ladezeit kaum. Zwar wird die Spannungsspitze mit einem höheren Strom schneller erreicht, doch die Auffüllladung dauert entsprechend länger. Bild 2 zeigt den Spannungs- und den Stromverlauf beim Laden eines Li-Ionen-Akkus mit den Ladenstufen 1 und 2. Einige Lader sollen Li-Ionen-Akkus angeblich in einer Stunde laden können. Solche Geräte lassen die Stufe 2 aus und melden einen vollen Akku, wenn die Ansprechspannung am Ende der 1. Stufe erreicht wird. Der Ladezustand beträgt aber erst 70 %. Die Auffüllladung dauert normalerweise doppelt so lange wie die Anfangsladung.

Bei Li-Ionen kommt keine Erhaltungsladung zur Anwendung, weil diese Akkus keine Überladung vertragen. Dabei würde es zu einer Beschichtung mit dem Lithiummetall kommen, wodurch die Zellen instabil werden. Statt der Erhaltungsladung wird die geringe Selbstentladung über den Akku und den Schutzkreis durch eine kurze Auffüllladung ausgeglichen. Akkuabhängig können Auffüllladungen alle 20 Tage -erforderlich sein. Die Auffüllladung wird normalerweise ausgelöst, wenn die Leerlaufspannung des Akkus auf 4,05 V pro Zelle abfällt, und bei 4,20 V pro Zelle wieder abgeschaltet.

Was passiert, wenn ein Akku versehentlich überladen wird? Li-Ionen-Akkus können im normalen Spannungsbereich gefahrenlos betrieben werden; sie werden bei höheren Spannungen jedoch instabil. Wird eine Zelle über 4,30 V aufgeladen, setzt sich Lithiummetall auf der Anode ab; die Katode wird zu einem Oxidationsmittel, verliert ihre Stabilität und gibt Sauerstoff ab. Beim Überladen wird die Zelle warm.

Damit Li-Ionen-Akkus sich sicher betreiben lassen, muss ein Überladen und Überentladen verhindert werden. Kommerziell erhältliche Li-Ionen-Akkupacks sind mit einem Schutzkreis ausgestattet, der verhindert, dass die Spannung beim Laden zu hoch ansteigt. Die obere Ansprechspannung beträgt normalerweise 4,30 V pro Zelle. Außerdem wird die Ladung abgeschaltet, wenn eine Temperatur von 90 °C erreicht wird. Viele Akkus sind zusätzlich mit Druckschaltern auf den Zellen ausgestattet, die den Ladestrom abschalten, wenn der Ansprechdruck erreicht wird. Ausnahmen bilden einige Spinellpacks (Mangan) mit einer oder zwei kleinen Zellen. Li-Ionen-Polymer-Akkus werden ähnlich geladen wie Li-Ionen-Akkus. Diese Akkus verwenden einen gelierten Elektrolyten, um eine höhere Leitfähigkeit zu erzielen.

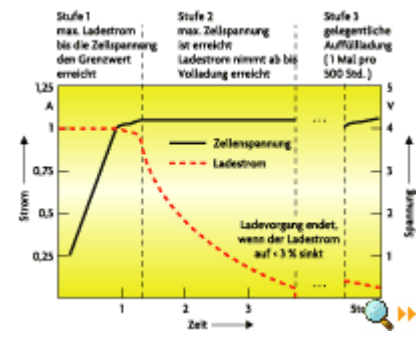
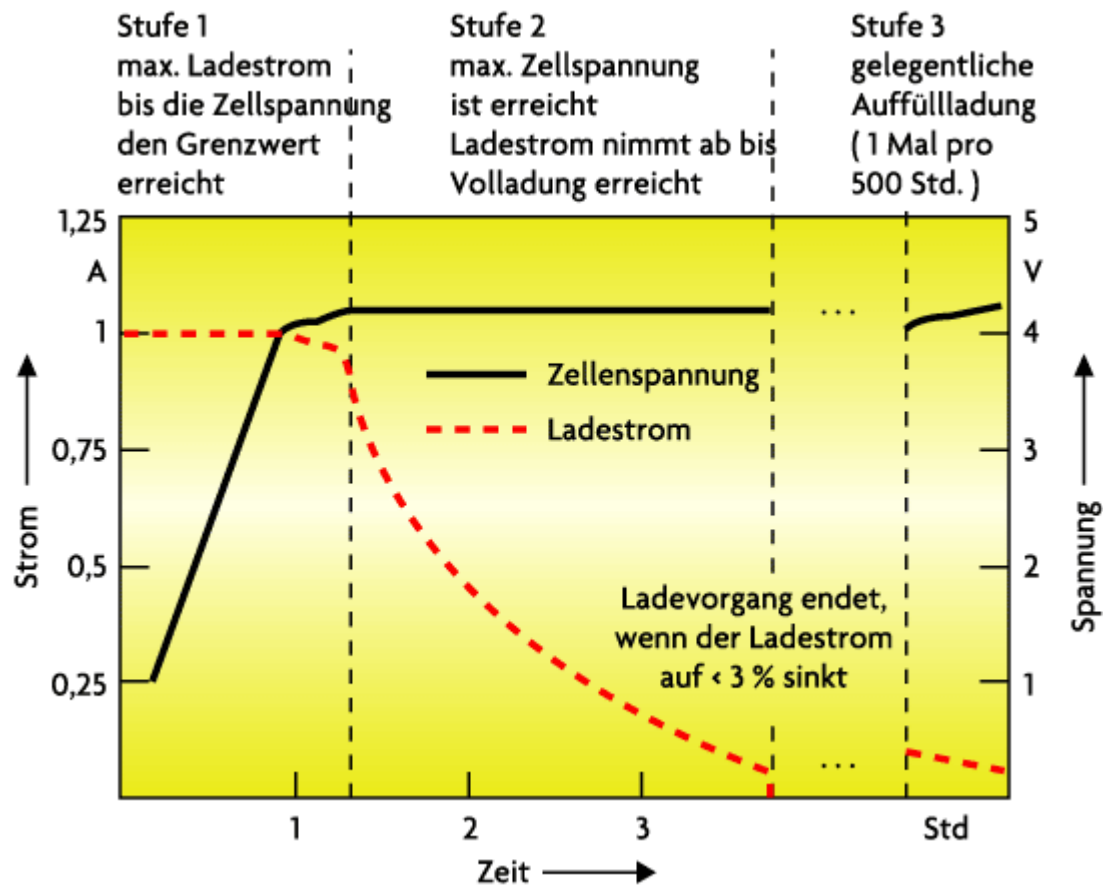


Bild 2. Bei Li-Ionen-Akkus führt ein höherer Ladestrom nicht zu einer sehr viel kürzeren Ladezeit. Zwar wird die Spannungsspitze schneller erreicht, die Auffüllladung dauert dann jedoch länger. (Quelle: Cadex)



Entladen:

Die Entladeschlussspannung von Carbon-Zellen liegt bei 2.5 Volt wobei Graphit-Zellen nur bis 3 Volt entladen werden dürfen (je nach Herstellervorgaben). Bei längerer Lagerung ist eine Selbstentladung unterhalb der vorgegebenen Spannungsgrenze möglich. Eine Tiefentladung führt zum Verkupferungseffekt, welcher einen Zellen-Kurzschluss auslöst.