

Anorganische Lithium-Akkumulatoren

Mit dem Thema Lithium-Ionen-Akkumulatoren befasste sich [1]. Der Schwerpunkt lag hierbei auf der Lithium-Polymer-Technik. Es wurde dargestellt, dass diese Akkus in der Lage sind, in Leistungsbereiche der Bleiakkumulatoren einzudringen, ohne jedoch eine generelle Ablösung in nächster Zeit zu erreichen. Im Folgenden wird eine Innovation aus dem Bereich der Lithium-Akkus beschrieben.

Fertigungsbasis

Eine viel versprechende Weiterentwicklung der Lithium-Technik bilden anorganische Lithium-Akkumulatoren. Bereits vor Jahren wurden Forschungsarbeiten im Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal, begonnen. Die Entwicklungsarbeiten bis zur Einführung in die Serienproduktion laufen bei der Fa. Fortu PowerCell. Nach dem Start der Versuchsmusterproduktion, soll im Jahr 2006 ein eigener Produktionsbetrieb die Fertigung aufnehmen.

Chemische Grundlagen

Der Vorteil einer anorganischen Lithium-Akkumulatortechnik besteht darin, dass etwa 65 % des theoretischen Energiemaximums ausgenutzt werden können, bei Lithium-Ionen-Akkumulatoren liegt dieser Wert etwa bei 55 %. Der Stofftransport erfolgt durch Lithium-Ionen. Im entladenen Zustand ist der gesamte nutzbare Vorrat des Lithiums in einer chemischen Verbindung (Lithiumkobaltdioxid) reversibel eingelagert und daher kein metallisches Lithium im System. Beim Laden werden Lithiumionen aus dem Lithiumoxid-Gitter ausgelagert und in eine Graphit-Anode eingelagert oder als metallisches Lithium auf dem Kollektor der negativen Elektrode abgeschieden. Der umgekehrte Vorgang findet beim Entladen statt. Hierbei wird als Elektrolyt LiAlCl_4 und SO_2 verwendet. Der Leitwert des Elektrolyten ist um ein Viel-

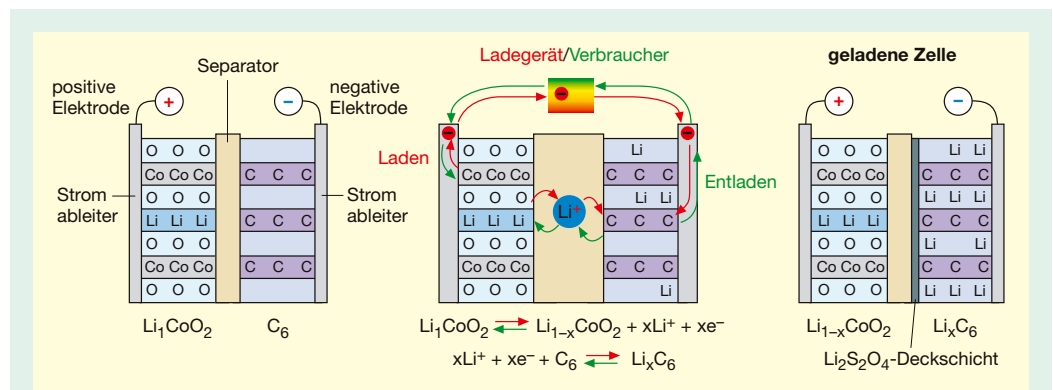
faches höher als der in Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkumulatoren verwendete organische Elektrolyt (Bild 1).

Eigenschaften

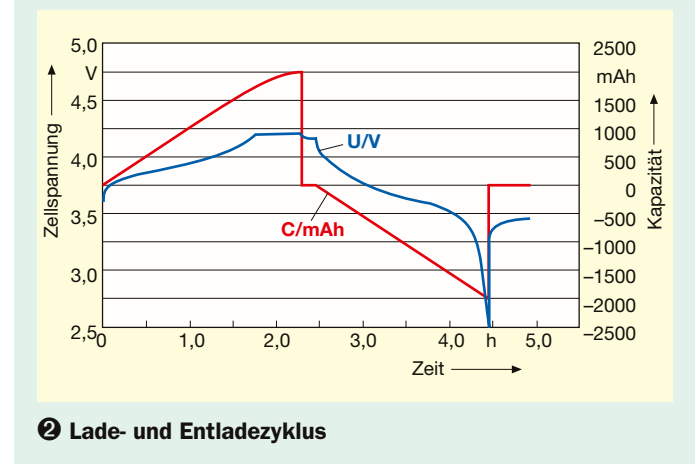
Die Zielstellungen dieser Akku-Generation erscheinen bahnbrechend. Es wird eine Zellspannung von 4 V erreicht. Entscheidend ist dabei, dass die Akkus durch den Elektrolyten und das verwendete Prinzip überlade- sowie tiefentladefest sind. Eine kontinuierliche Tiefentladung bis 1,5 V und darunter ist möglich. Daher können die zellenbezogenen elektronischen Schutzvorrichtungen entfallen. Auch Managementsysteme sind im Allgemeinen vermeidbar. Nur bei Akkumulatoren mit hoher Spannung wird dieses empfohlen. Der Aufwand kann jedoch, abhängig von der Anwendung, unterschied-

lich sein. Zu überlegen ist das Verwenden einer Temperaturüberwachung, da mit dauernder Überladung die Zelltemperatur ansteigt. Steigt diese über 100 °C, führt dies zu einer Zerstörung der Zelle. Die Zellen bestehen aus gasdichten, ventilregulierten Gefäßen, die im havariefreien Betrieb ein Austreten des Elektrolyten verhindern. Die Akkumulatoren haben keinen Memoryeffekt und können auch nach Teilentladung jederzeit wieder geladen werden. Bild 2

kritischen Zustand führt. Eine Spannungsüberwachung für je 6 Zellen kann für anspruchsvolle Einsätze auf Defekte hinweisen. Bei innerem Kurzschluss steigt die Temperatur in der Zelle soweit an, dass der Elektrolyt letztendlich verdunstet und über ein Ventil austritt. Das Fehlen des Elektrolyten führt dazu, dass die Reaktionsfähigkeit der Zelle entfällt und der Entladevorgang abgebrochen wird. Das Gleiche gilt auch für mechanische Zerstörung („Nageltest“). Eine Ex-



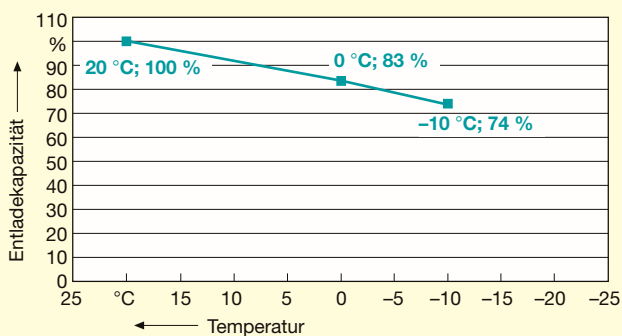
1 Entladene Zelle, Lade- und Entladereaktionen und geladene Zelle eines Lithium-Akkumulators



2 Lade- und Entladezyklus

zeigt einen Lade-Entladezyklus an einer Testzelle. Im dargestellten Fall ist die Ladung nach 2 h beendet und das Entladen beginnt. Kommt es zum Ausfall einer Zelle durch Alterung, so erhöht sich der Innenwiderstand, was zu keinem

plions- oder Brandgefahr besteht nicht. Der Hersteller geht davon aus, dass bei Austritt des giftigen Gases SO_2 die Menge so gering ist, dass dies akzeptiert werden kann. Vergleichbare Verhältnisse mit anderen chemischen Komponenten



③ Entladekapazität abhängig von der Temperatur

Quelle: Fortu

herrschen bei den Lithium-Ionen-Akkus mit flüssigem Elektrolyten.

Laden des Akkus

Die Ladung erfolgt unproblematisch mit Konstantstrom/Konstantspannung. Der Ladezustand ist eine Funktion der Zell- bzw. Akku-Spannung. Die Ausgleichsladung wird durch unschädliches Überladen einzelner Zellen erreicht.

Gebrauchsdauer und Temperaturabhängigkeit

Die Gebrauchsdauer wird durch die Zyklenzahl bestimmt. Eine Musterzelle zeigte in einem Test mit über 230 Zyklen, dass die Nennkapazität weitestgehend erhalten bleibt. Nach dem Kühlen auf 10 °C zeigte diese Zelle eine nutzbare Kapazität von 74 % (Bild ③). Der Grund hierfür ist die hohe Leitfähigkeit des Elektrolyten.

Sicherheit und Lagerung

Der aus der Technik resultierende Schutz wird durch den nicht brennbaren Elektrolyten ergänzt. Dieser Aspekt ist für den Einsatz in Fahrzeugen wie Elektromobilen sehr interessant. Die Lagerfähigkeit ist sehr hoch und wird praktisch nur durch schädliche Einflüsse, insbesondere die Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Von dieser ist auch die Gebrauchsdauer abhängig.

Produktionsziel

Viele Anwendungsbereiche sollen insbesondere durch die sehr hohe spezifische Energie und die extrem hohe Energiedichte erschlossen werden. Der Produk-

tionsbeginn ist in drei Linien vorgesehen.

- Zellen mit ca. 100 Wh/kg
- Zellen mit bis zu 120 Wh/kg
- Zellen für Elektrofahrzeuge mit etwa 350 Wh/kg

Der Serienstart wird sich auf die Akkumulatoren mit dem höchsten Einsatzvolumen konzentrieren.

Ausblick

Forschungen konzentrieren sich sehr auf die Lithium-Chemie. Bisher eingeführte Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus sind schon in vielen Belangen den Blei- und Nickel-Akkus überlegen, und mit anorganischen Lithium-Akkus wird die Entwicklung noch nicht abgeschlossen sein. Ein von der US-Firma Altair Technologies entwickelter Lithium-Titanat-Akku soll in 6 Minuten schnellladefähig sein [2]. Das Material, aus dem die Elektroden bestehen, ist mittels Nanotechnologie hergestellt und soll dadurch eine Oberfläche von 100 m²/g erreichen. Eine große Oberfläche ermöglicht, dass Energie schneller aufgenommen und wieder abgegeben werden kann. Eine theoretische Akkulebensdauer von 20000 Zyklen ist das Ziel, erreicht wurden bisher 400 Zyklen.

Literatur:

[1] Sieberth, W.-D.: Entwicklung bei Lithium-Akkumulatoren, Elektropraktiker, Berlin 59(2005)4, S.288-291

[2] Graham-Rowe, D.: Charge a battery in just six minutes. NewScientist, Ausgabe 2489/05. März 2005

W.D. Sieberth

**Aktuelle Nachrichten
und Metallpreise
unter
www.elektropraktiker.de**