

Schnellladeverfahren für Lithium-Ionen-Akkus

Fachgebiet: Energietechnik
Betreuer: Prof. Roland Brun
Experte: Mario Giacometto

Akkus müssen noch immer sehr lange am Ladekabel angeschlossen sein. Konventionelle Ladeverfahren können den Innenwiderstand des Akkus während des Ladevorgangs nicht bemessen, sondern müssen diesen bei unbelastetem Zustand erfassen. Am Innenwiderstand des Akkus fällt eine Spannung ab, welche die Klemmenspannung der Batterie verfälscht. Deshalb wird nach Erreichen der Ladeschlussspannung der Strom gedrosselt. Durch ein neues Ladeverfahren wird die Ladezeit halbiert.

Bei den heutigen Ladeverfahren wird der Akku mit einem konstanten Ladestrom so lange geladen, bis die zugelassene Ladeschlussspannung erreicht ist. Diese ist schnell erreicht, allerdings besitzt die Batterie zu diesem Zeitpunkt gerade einmal zwischen 50% und 80% der Gesamtkapazität. Die restliche Ladung erfolgt durch eine konstante Spannung um die Ladeschlussspannung nicht zu überschreiten, da diese Lithium-Ionen-Akkus irreversibel zerstören können. Beim Laden mit der konstanten Spannung sinkt der Ladestrom immer weiter ab, was den Prozess in die Länge zieht. Das Problem ist das Bestimmen des Innenwiderstands der Akkuzelle, der sehr komplex ist und sich aus vielen verschiedenen Einzelwiderständen zusammensetzt. Dazu kommt ein kapazitiver Anteil durch die Doppelschichtkapazität an den Elektroden

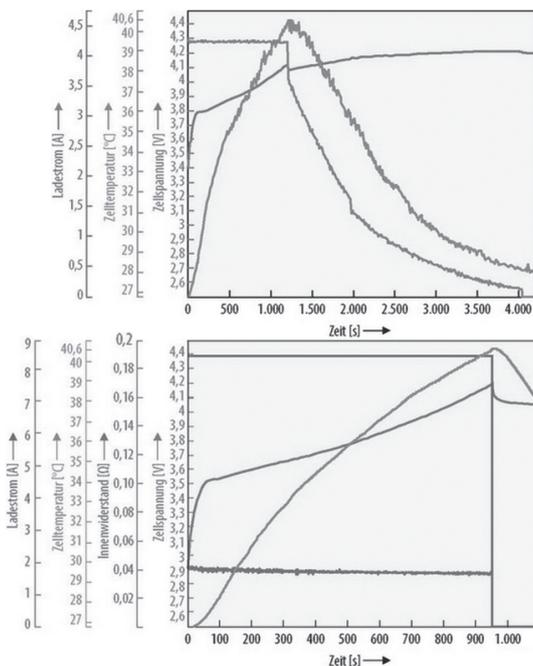
sowie ein induktiver Anteil. Zusätzlich wird der Innenwiderstand durch Faktoren wie die Temperatur, den Alterungszustand des Akkus und den Stromfluss beeinflusst.

Die Zellspannung, die an den Klemmen der Akkuzelle gemessen wird, setzt sich aus der am Innenwiderstand abfallenden Spannung zusammen, und der eigentlichen, chemischen Spannung der Zelle. Die gemessene Zellspannung beim Laden ist aufgrund des Einflusses des Innenwiderstands zu jeder Zeit dynamisch. Um diesen Spannungsabfall zu messen wird der Ladestrom moduliert. Das bedeutet, dass der Gleichstrom zum Laden der Batterie mit einem Wechselstrom überlagert wird. Dieser modulierte Wechselstromanteil dient dabei als Messhilfe. Geladen wird mit dem konstanten Gleichstrom. Der modulierte Anteil des Stroms erzeugt im Akku eine Spannung, die durch den Innenwiderstand der Zelle beeinflusst wird. Mit dieser gemessenen Spannung kann der Innenwiderstand der Zelle berechnet werden. Mithilfe dieser Informationen kann der Spannungsabfall an der Zelle berechnet werden und somit die chemische Spannung der Zelle bestimmt werden, ohne den Ladeprozess zu unterbrechen.

Der Langzeittest, bei welchem derselbe Akku während einer Woche geladen und entladen hat, zeigte keine Einbußen bezüglich der Kapazität des Akkus im Vergleich zu den konventionellen Ladeverfahren. Die Abweichung von der gewünschten Zellspannung im Ruhezustand beträgt unter 25mV. Die Ladezeit der Batterie konnte während der Tests um 52%–55% reduziert werden.



Ralph Reust
ralph.reust@hotmail.com



Spannungs- Temperatur- und Stromverlauf beim Laden;
Oben: CC-CV Ladeverfahren; Unten: Neues Ladeverfahren