



NEXT LEVEL: Lithium-Batteriesysteme mit deutlich längerer Lebensdauer



BMS mit Q-Leveling

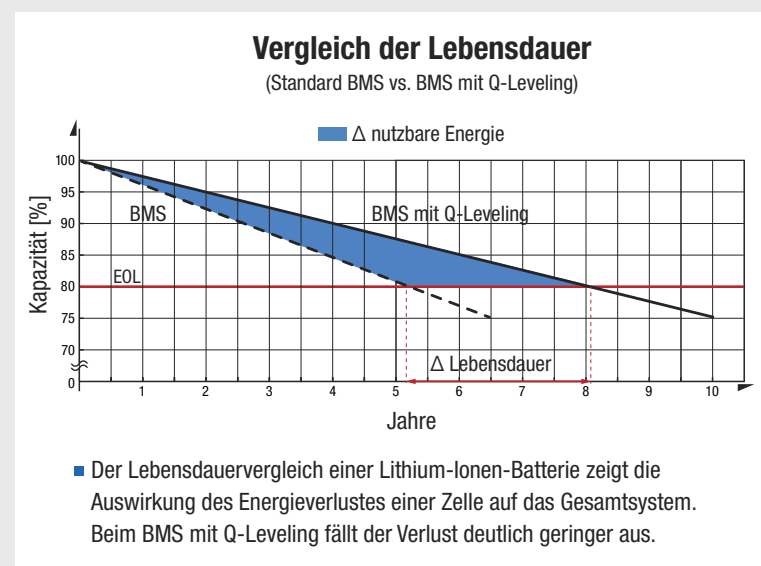
Bei einem BMS mit Q-Leveling erfolgt die Beurteilung des Systems nicht ausschließlich über Erkenntnisse aus den Spannungsverläufen der Zellen während des Ladens. Es nutzt zusätzlich eine individuelle dynamische „Kapazitätsmatrix“ mit Informationen über geringste Kapazitätsunterschiede zwischen den Zellen.

- allen Zellen kann ein individueller Lade- oder Entladestrom zugeteilt werden
- die schwächste Zelle bestimmt nicht mehr die Performance des gesamten Batteriesystems
- die alterungsbedingte divergente Entwicklung der Zellkapazitäten wird verlangsamt
- alterungsbedingte Auswirkungen können weitgehend kompensiert werden

Herausforderung: Mit zunehmender Zyklierung eines Batteriesystems unterliegt jede Zelle einem individuellen alterungsbedingten Kapazitätsverlust. Die so entstehenden Unterschiede zwischen den Zellen nehmen gewöhnlich mit der Zeit stark zu.

Technologie & Lösung: Anhand ausgefeilter Mess- und Steuerungsalgorithmen ist das Q-Leveling in der Lage, die individuellen Ladezustände und alterungsbedingten Kapazitätsveränderungen aller einzelnen Zellen zu erkennen.

Ergebnis - Längere Lebensdauer: Die bisher bestehende Abhängigkeit, dass innerhalb einer Reihenschaltung allen Zellen immer der identische Strom aufgezungen wird, ist durch das Q-Leveling auf-



gehoben – damit wird die Problematik, dass die schwächste Zelle in einer Reihenschaltung die Performance des Gesamtsystems bestimmt, gelöst.

Die im Verlauf eines Batteriealters innerhalb einer Reihenschaltung entstehende alterungsbedingte unterschiedliche Entwicklung der Zellkapazitäten durch das Q-Leveling wird verlangsamt und die negativen Auswirkungen können kompensiert werden.

Wissenschaftliche Studie

Die wissenschaftliche Untersuchung des Q-Leveling Verfahrens erfolgte durch die Hochschule Offenburg. Gegenstand der Untersuchung war die Analyse des Verfahrens und dessen Funktionsweise.

Ablauf und Verifizierung der Untersuchung

In einem Testaufbau wurde ein Batteriesystem einem viertägigen Monitoring unterzogen. Dabei wurde es mehreren dynamischen und Abuse-Szenarien ausgesetzt, während an verschiedenen Messpunkten Spannungen, Ströme und Leistungen aufgezeichnet wurden.

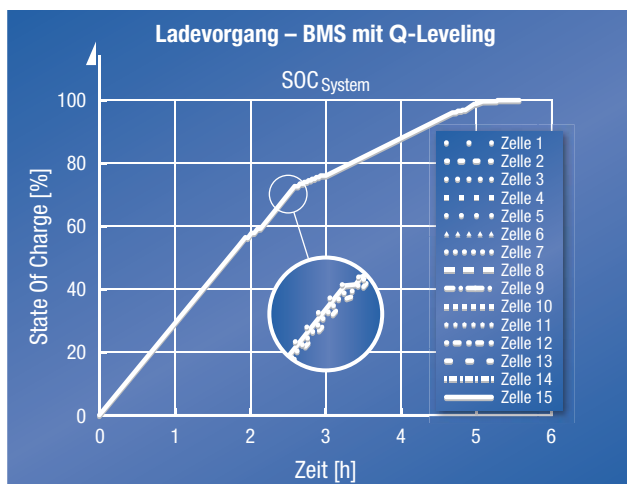
15 Zellen mit unterschiedlicher, individueller Zellkapazität wurden in einer Reihenschaltung mit Q-Leveling betrieben. Die maximale Kapazitätsdifferenz zwischen den einzelnen Zellen, innerhalb des Batterieblocks, betrug 96% (vgl. Tabelle).

Nr.	Zellechemie	Zelltyp	Nominale Kapazität	Reale Kapazität
1	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	39,3 Ah
2	LFP	InnoPower, LFP40 AH	40 Ah	38,5 Ah
3	LFP	Winston, WB-LYP60AHA	60 Ah	74,0 Ah
4	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	38,8 Ah
5	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	39,0 Ah
6	LFP	HiPower, HP-PW-60AH	60 Ah	52,9 Ah
7	LFP	Winston, WB-LYP40AHA	40 Ah	42,8 Ah
8	LFP	Winston, WB-LYP40AHA	40 Ah	44,2 Ah
9	LFP	Winston, WB-LYP40AHA	40 Ah	42,0 Ah
10	LFP	Winston, WB-LYP40AHA	40 Ah	44,6 Ah
11	LFP	Winston, WB-LYP60AHA	60 Ah	75,5 Ah
12	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	39,2 Ah
13	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	39,1 Ah
14	LFP	Winston, WB-LYP60AHA	60 Ah	76,0 Ah
15	LFP	Sinopoly, SP-LFP40AHA	40 Ah	39,5 Ah

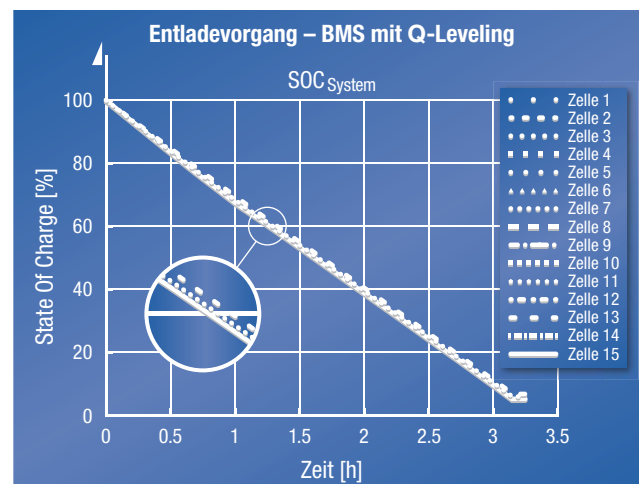
Die Nominale Kapazität entspricht den Angaben des Herstellers. Die Reale Kapazität (tatsächlich nutzbare Kapazität) wurde mit Hilfe des Q-Leveling-Verfahrens gemessen.

Im Anschluss wurden alle Zellen des Batteriesystems unter Laborbedingungen charakterisiert, um insbesondere die, durch das Q-Leveling durchgeführte, Kapazitätsmessung der einzelnen Zellen zu verifizieren.

SoC Verlauf des gesamten Batteriesystems.

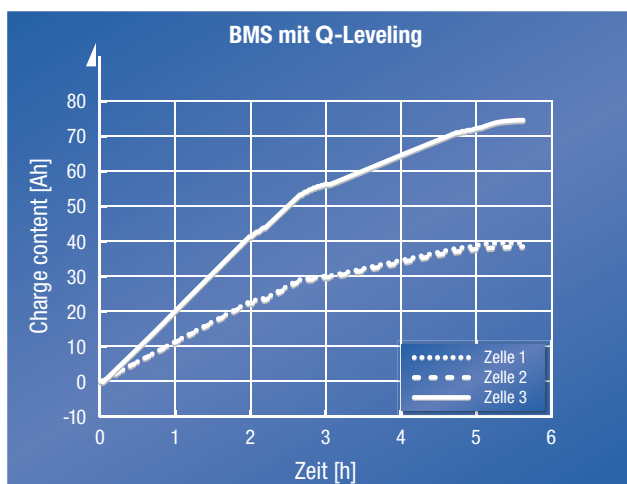


- Trotz der großen Kapazitätsunterschiede innerhalb des Batteriesystems, entwickeln sich die Ladezustände (SoC) der einzelnen Zellen nahezu identisch.

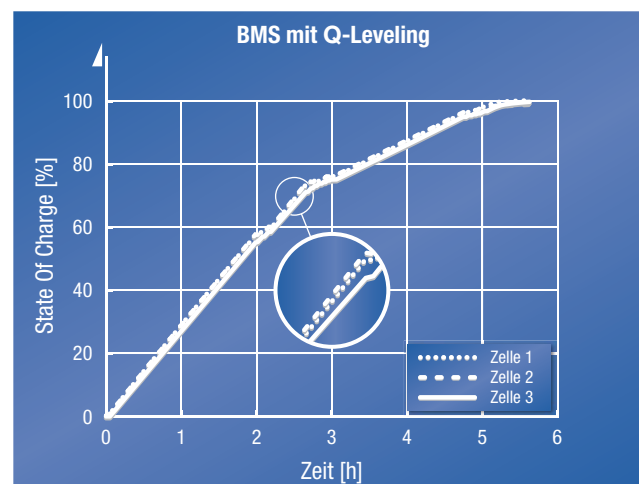


- Der SoC jeder einzelnen Zelle entspricht zu jedem Zeitpunkt dem SoC des Gesamtsystems.

Detaillierter Verlauf des Ladezustandes dreier exemplarischer Zellen aus dem überwachten Batteriesystem.



- Damit alle Zellen immer den gleichen SoC aufweisen, muss während des Be- und Entladens jede Zelle mit einem individuellen zusätzlichen Ladestrom „beaufschlagt“ werden. Hierdurch wird



- erreicht, dass sich trotz unterschiedlicher Zellkapazitäten der SoC der einzelnen Zellen (bezogen auf ihre eigene individuelle Kapazität) nahezu identisch entwickelt.

“ Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass das neuartige Verschaltungskonzept mit einer Kombination aus einem Reihenstrom und Zell-individuellen Parallelströmen erfolgreich in einem Testaufbau umgesetzt wurde.

Die Funktionalität des Kapazitätsmanagementsystems (CMS) konnte damit nachgewiesen werden.“ (Zitat aus HSOG-Bericht)

Anmerkung: CMS = ursprüngliche Verfahrensbezeichnung. Heute: Q-Leveling

Zusammenfassung der festgestellten Fakten

Zellen verschiedener Hersteller kombinierbar

- Das Verfahren ist in der Lage seriell verschaltete Lithium-Ionen-Batteriezellen unterschiedlicher Hersteller mit einer Kapazitätsstreuung von nahezu 100% erfolgreich in dynamischen Lastprofilen zu betreiben.

Umfassende Kommunikations- und Datenlage

- Ebenso verfügt das Verfahren über die Möglichkeit, relevante Informationen über den aktuellen Ladungsinhalt, die Gesamtkapazität, den aktuellen SoC, die Temperatur, die Spannung und den Lade-/Entladestrom jederzeit zur Verfügung zu stellen.

Nahezu gleicher Ladezustand (SoC) aller Zellen

- Zusätzlich zu dem Strom des primären Stromkreises erhält jede Zelle einen individuellen dynamischen Lade- bzw. Entladestrom aus einem sekundären Stromkreis. Damit behalten alle Zellen trotz der großen Kapazitätsstreuung zu jedem Zeitpunkt einen näherungsweise gleichen Ladezustand (SoC).

Vorteile eines BMS mit Q-Leveling

- ✓ Längere Lebensdauer der Batterien
- ✓ Größere Streuung der Zellvarianz innerhalb eines Systems möglich
- ✓ Mehr Energieumsatz innerhalb eines Systems über die Lebensdauer
- ✓ Zellen werden geschont, dadurch geringere Alterung der einzelnen Zellen
- ✓ Jederzeit Informationen über jede einzelne Zelle
- ✓ Defekte Zellen können ohne Einschränkungen jederzeit ersetzt werden
- ✓ Kostenreduktion durch verlässliche Planung der Lebensdauer (ROI)
- ✓ Kostenreduktion durch weniger Service/geringeren Wartungsaufwand
- ✓ Kürzere Ladezeiten
- ✓ Gleichmäßigere Alterung der Einzelzellen in einem System
- ✓ Alterungsmechanismen aufgrund hoher Zellspannungen werden verhindert

Q-Leveling ist ideal für:

- ✓ Batteriesysteme
 - mit großen Kapazitäten
 - mit großen Kapazitätsunterschieden zwischen den Zellen
 - die aus Einzelzellen unterschiedlicher Hersteller aufgebaut werden
- ✓ Zum Nachrüsten bestehender Batterien mit gewöhnlichen BMS-Systemen

Kooperationsmöglichkeiten

Es gibt mehrere Wege, wie auch Sie die von uns entwickelten Verfahren nutzen können. Zum Beispiels als:

Nutzung in Lizenz

Wenn Sie auf Ihre eigenen Entwicklungsressourcen zurückgreifen möchten, dann können wir Ihnen während der Entwicklungsphase beratend zur Seite stehen. Entweder nur punktuell während einzelner Phasen der Implementierung des Verfahrens oder über den gesamten Entwicklungszeitraum in regelmäßigen Workshops. Die Nutzung der verfahrensbezogenen Algorithmen wird dann auf Grundlage eines Lizenzvertrages erfolgen.

Entwicklungsauftrag

Möchten Sie die Entwicklung des Batteriemagementsystems an uns übergeben? Dann können wir Ihnen ein Angebot zur Entwicklung eines maßgeschneiderten BMS inklusive Q-Leveling erstellen.

Von der Erstellung des Konzeptes über die Entwicklung der Elektronikbauteile bis zur Zertifizierung des fertigen Produktes übernehmen wir alle Aufgaben für Sie, beispielsweise auch hinsichtlich der Funktionalen Sicherheit.

Auf Wunsch kümmern wir uns anschließend auch um die Serienproduktion der Elektronik. In diesem Fall kann eine Nutzungslizenz des Verfahrens bereits in den Preis der Hardware einkalkuliert werden.

Sie möchten Ihre eigenen Ideen verwirklichen

Haben Sie eigene Ideen, wie Sie vom Potenzial unserer Verfahren profitieren könnten? Dann lassen Sie es uns wissen, unabhängig davon, ob Sie ein komplett neues Produkt entwickeln oder sich die Exklusivrechte für den Einsatz in einer bestimmten Branche sichern möchten.

Wie Sie sehen, gibt es viele Wege, wie wir gemeinsam Ihre Ziele erreichen können. Allen ist jedoch eins gemeinsam: Durch den bestehenden Patentschutz können Sie sich in jedem Fall einen exklusiven Vorteil und technologischen Vorsprung gegenüber Ihren Mitbewerbern sichern, den Ihnen so schnell niemand nehmen kann.



BENNING CMS Technology GmbH wurde im Jahr 2017 gegründet und ist ein Unternehmen, das sich auf die Neuentwicklung von Batteriemagementsystemen (BMS) und deren technische Umsetzung für Lithium-Batteriesysteme spezialisiert hat. Inzwischen haben wir zwei revolutionäre Verfahren zum schonenderen, effizienteren und wirtschaftlicheren Betrieb von Lithium-Batteriesystemen patentiert. Für weitere Ideen sind die Anträge auf Patenterteilung gestellt.

BENNING CMS Technology GmbH

Am Untergrün 6 ■ 79232 March
T +49 (0)7665 52372-72 ■ F +49 (0)7665 52372-99
info@cms-technology.de ■ www.cms-technology.de