



# Active Balancing Battery-Management-System für Stromer

**ESReC**  
Energy Storage Research Center

Yassin Kelay (Student MSE), Prof. Dr. Andrea Vezzini  
BFH-CSEM Energy Storage Research Center ESReC, Institute for Energy and Mobility Research  
Bern University of Applied Sciences, Quellgasse 21, CH-2501 Biel, Switzerland  
[yassinmichel.kelay@students.bfh.ch](mailto:yassinmichel.kelay@students.bfh.ch) ; [andrea.vezzini@bfh.ch](mailto:andrea.vezzini@bfh.ch)



### Abstract

Praktisch alle Hersteller von E-Bikes setzen heute auf eine Speicherlösung mit Lithiumionen-Technologie. Das Batteriepack besteht aus vielen einzelnen in Reihe geschalteten Zellen. Die Batteriezellen sind nie gleich, auch wenn sie vom selben Hersteller stammen unterscheiden sich alle. Es gibt immer leichte Unterschiede im Ladezustand, in der Kapazität, dem inneren Widerstand, der Selbstentladungsrate und dem Temperaturverhalten. Differenzen die sich mit dem Alter der Batterie, meist durch thermisches Ungleichgewicht im Pack weiter verstärken. Bei einer Batterie bestimmt die schwächste Zelle die Gesamtkapazität. Durch die unterschiedlich schnelle Alterung laufen die Zellen gegen Ende ihrer Lebensdauer immer mehr auseinander. Doch um auch den letzten Rest Energie aus einer Batterie herauszuholen, werden heute häufig ausgefeilte aktive Ladungsausgleichssysteme verwendet.

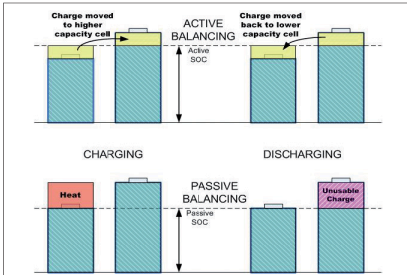
In diesem Projekt wurden die Vorteile eines Active Balancing Battery-Management Systems für die Stromer Batterie quantifiziert.



### Aktiver Ladungsausgleich

Beim aktiven Balancing wird überschüssige Ladung von einer Zelle zu einer anderen transferiert. Anstelle dass die in den Zellen gespeicherte Energie in Wärmeverluste umgewandelt wird, unterstützen sich die Zellen bei diesem Verfahren gegenseitig. Der aktive Ladungsausgleich kann mit verschiedenen Methoden bewerkstelligt werden, zum Beispiel mit geschalteten Kapazitäten oder Induktivitäten, sowie mit Hilfe eines hocheffizienten Flyback-Wandlers.

Da die schwächeren Zellen schneller vollständig geladen sind, geben sie beim Ladevorgang ihre überschüssige Energie an die stärkeren Zellen ab. Beim Entladen lassen sich alle Zellen vollständig entladen, ohne das Restladung zurückbleibt. Die Energie aus den stärkeren Zellen wird nun an die schwächeren Zellen zurückübertragen. In der Summe verleiht dies einem Akkusatz mit aktivem Ladungsausgleich eine höhere effektive Kapazität als einem Akkusatz mit passivem Ladungsausgleich.



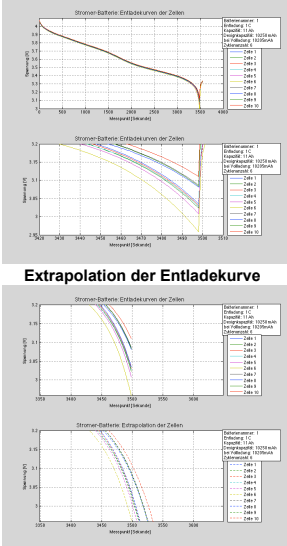
### Messaufbau

Für unsere Messreihen wurden 8 Stromer-Batterie mit jeweils einem Konstantstrom (0.5C, 1C und 2C) entladen. Die Spannung jeder einzelnen Zelle wurde mit einem Agilent Datenlogger aufgezeichnet. Die Zellspannungen wurden danach in einem Matlab-Skript verarbeitet, damit die Kapazitätsdifferenzen zwischen den einzelnen Zellen ermittelt werden konnte.

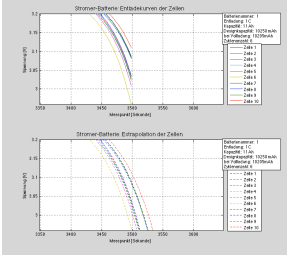


### Matlab-Skript

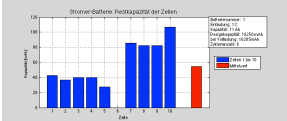

#### Entladekurven der Zellen



#### Extrapolation der Entladekurve



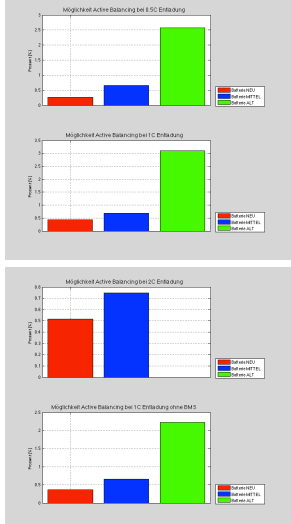
#### Bestimmung der Restkapazität

### Messresultate

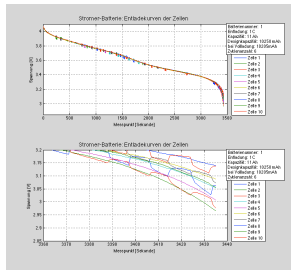
Indem sich die Zellen gegenseitig stützen, ermöglicht der aktive Ladungsausgleich die gesamte mittlere Kapazität einer Batterie zu nutzen. Die Abbildungen zeigen, wie viel an Kapazität man im Idealfall mit Active Balancing herausholen könnte.

Die Resultate sprechen für eine gute Stromer Batterie. Mit der ältesten Batterie könnte man im Idealfall höchstens um die 3 Prozent mehr an Kapazität herausholen. Bei der neuen Batterie lässt sich weniger als 0.5% mehr an Kapazität nutzen.



### Active-Balancing mit LTC3300-1

Die Messungen haben gezeigt, dass die Stromer Batterien sehr gut sind und auch mit hoher Zyklenzahl nur wenig mehr Kapazität mit Active Balancing genutzt werden könnte. Rechnet man noch dazu, dass die Effizienz von dem Active Balancing Baustein maximal 92% beträgt, so macht es wenig Sinn ein neues Balancing System zu entwickeln. Abschliessend kann trotzdem gesagt werden, dass mit Active Balancing bei der Stromer-Batterie mehr an Kapazität genutzt werden könnte, allerdings ist das Potential ziemlich gering. Um dies zu realisieren müsste in einem nächsten Schritt ein guter Balancing-Algorithmus für das LTC3300-Demoboard implementiert werden.



### Danksagung

Ich möchte mich herzlichst bei der Stromer AG für die interessante Projektaufgabe bedanken.