



Bern University
of Applied Sciences

Projekt UFCEV (Ultra-fast charging of electric vehicles) 100kWh-Lithium-Eisenphosphat-Speicher

ESReC

Energy Storage Research Center

Grzegorz Dziechciaruk, Patrick Haldi, 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
grzegorz.dziechciaruk@bfh.ch; patrick.haldi@bfh.ch; andrea.vezzini@bfh.ch



Übersicht

Das Projekt UFCEV wurde von der BFH, zusammen mit den Projektpartnern EMPA, ETH Zürich und EPFL ins Leben gerufen.

Im Projekt wird ein Speichersystem entwickelt, das langsam vom Netz geladen und mit hoher Leistung entladen werden kann.

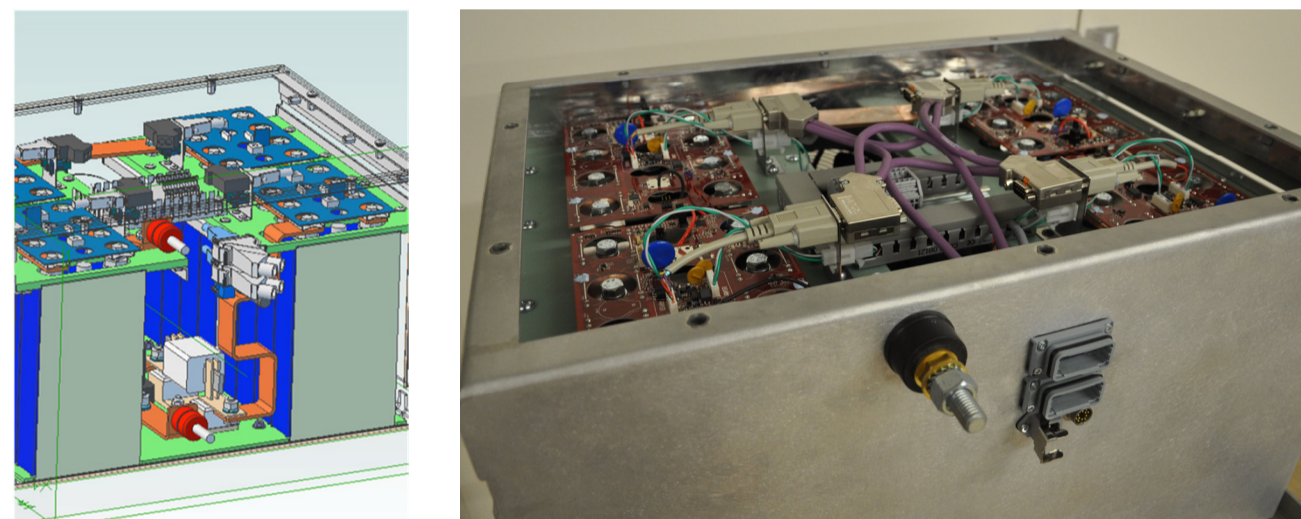
Der Lithium-Ionen-Speicher ist modular aufgebaut: Die 240 Lithium-Eisenphosphat-Zellen sind aufgeteilt auf 15 Module. Jedes Modul ist gekapselt und hat eine eigene Schutzschaltung.

Die Steuerung und Überwachung des Gesamtsystems wird von zwei Beckhoff-Steuerungen gewährleistet.

Batteriespeicherspezifikationen

Gesamtenergie:	100kWh
Maximal beziehbare Leistung:	240kW
Anzahl Batteriemodule:	15
Anzahl BMS:	60
Anzahl Zellen:	240
Akkutechnologie:	Lithium-Eisenphosphat
Gesamtgewicht Batterierack:	1600kg
Ladung:	über das dreiphasige Netz
Steuerungs-SPS:	Beckhoff Industrie-PC
Kommunikation BMS <-> SPS:	CAN-Bus

Batteriemodule

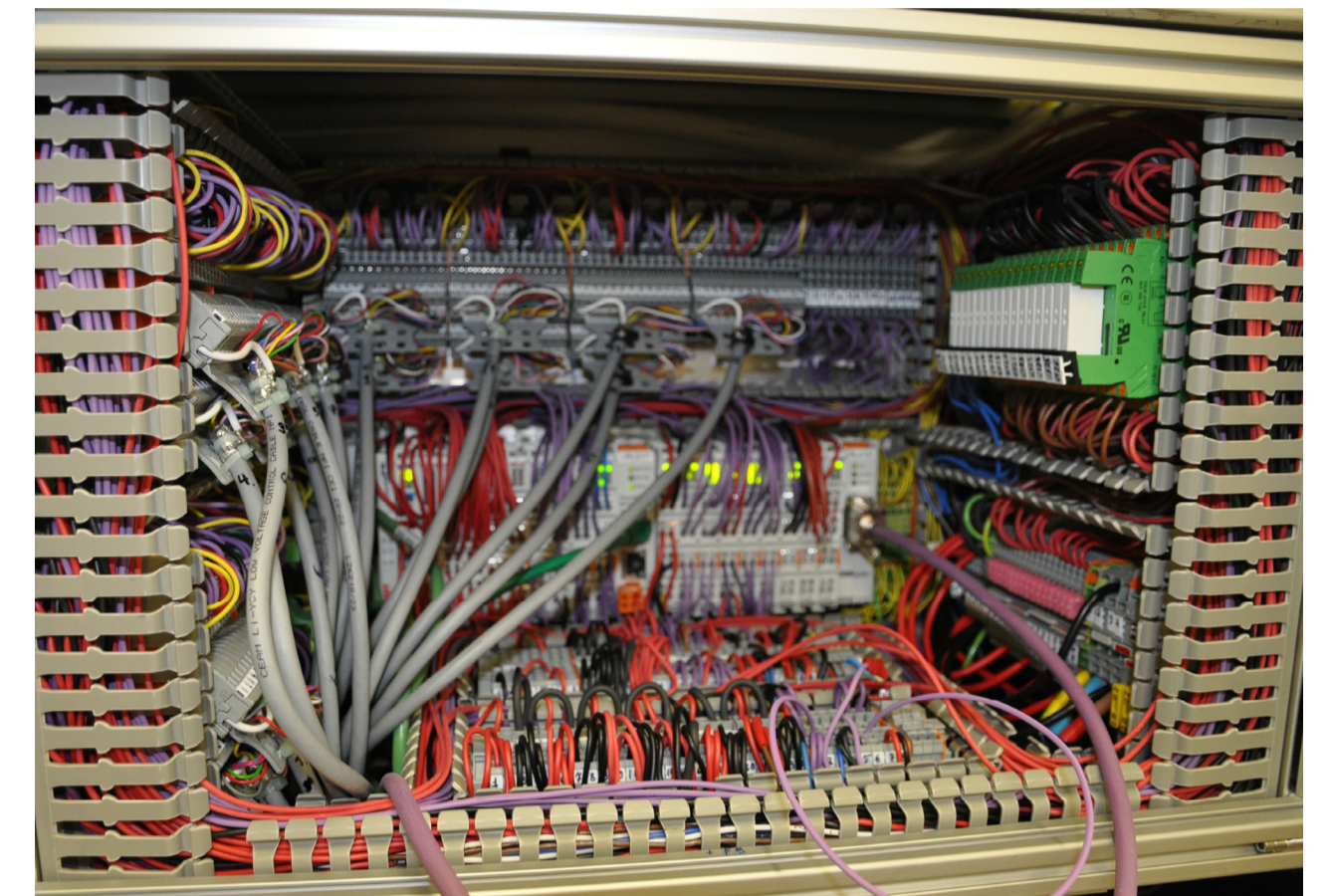


Jedes der 15 Module beinhaltet jeweils vier Batteriemanagementsysteme. Ein BMS wiederum ist für vier Batterie-Zellen zuständig. Jedes Modul hat eine eigene Schutzschaltung. Diese besteht aus einem Leistungsschalter und einer Sicherung. Der Leistungsschalter ist geöffnet, wenn das Modul nicht von der Steuerung aktiviert wird. Das heisst, die Leistungskontakte des Moduls führen im deaktivierten Zustand keine Spannung. Da die Leistungsschalter ein begrenztes Schaltvermögen unter hoher Spannung haben, ist zusätzlich eine Sicherung eingebaut.

Modul-Spezifikationen

Zellverschaltung:	16S1P
Messungen der BMS:	U_{Zell} , I , T_{Zell}
Gewicht:	87kg
Abmessungen:	592mm * 428mm * 346mm

Steuerungssoftware



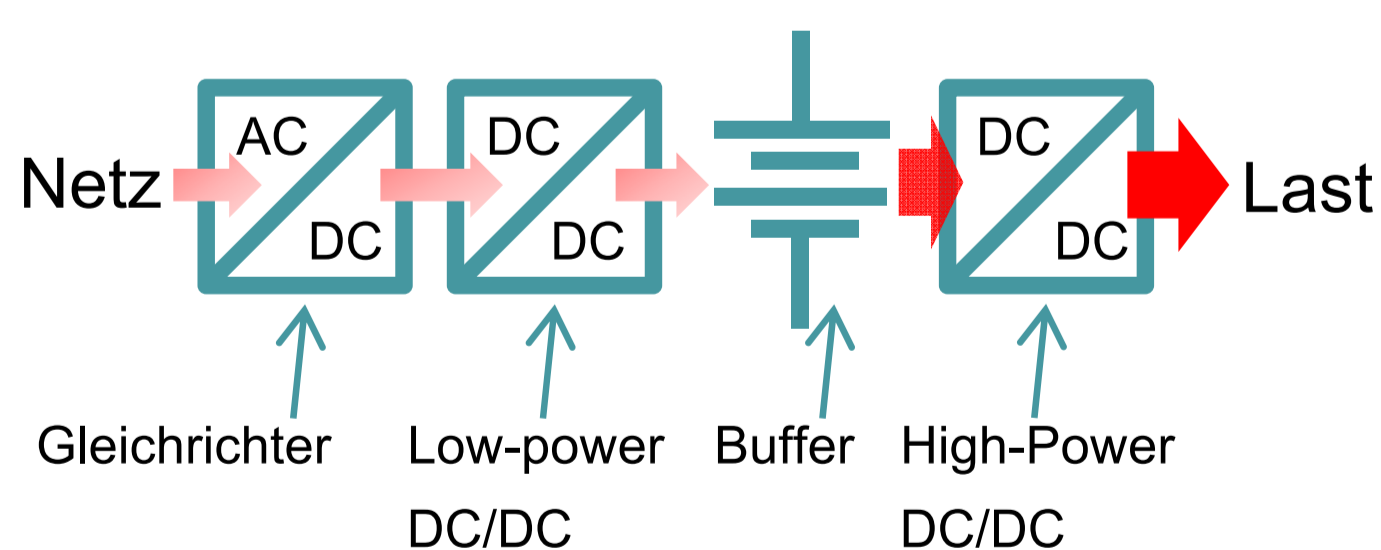
Eine Beckhoff-SPS ist die Steuer- und Kontrolleinheit des Batteriespeichers.

Sie verarbeitet die Statusnachrichten der 60 Batteriemanagementsysteme, die mehrmals pro Sekunde gesendet werden. Die dabei übertragenen Werte (Spannungen, Ströme, Temperaturen, Status-Bits, ...) werden den richtigen Zellen zugeordnet. Anschliessend wird eine Aufbereitung der Daten durchgeführt. Die Werte werden verdichtet, das heisst, es werden unter anderem Strangspannungen, mittlere Ströme und Maximaltemperaturen berechnet. Dabei werden die berechneten Werte ständig überprüft, und wenn sie unzulässige Werte annehmen, wird der Lade/Entladevorgang unterbrochen. Ausserdem werden die gemessenen und verarbeiteten Werte auf einem Touchscreen visualisiert, damit der Benutzer einen Überblick über den Batteriespeicher erhält, und das System steuern kann. Zur späteren Überprüfung der Daten werden die Batteriedaten laufend in .csv-Files geloggt. Diese können von einem externen Tool ausgewertet und als Graphen visualisiert werden. Eine weitere Funktion ist die Integration ins Gesamtsystem. Dazu sendet die SPS regelmässig die wichtigsten aufbereiteten Messwerte an das Überwachungssystem und reagiert auf Befehle, die vom Überwachungssystem gesendet werden.

Rackaufbau Buffer im Labor



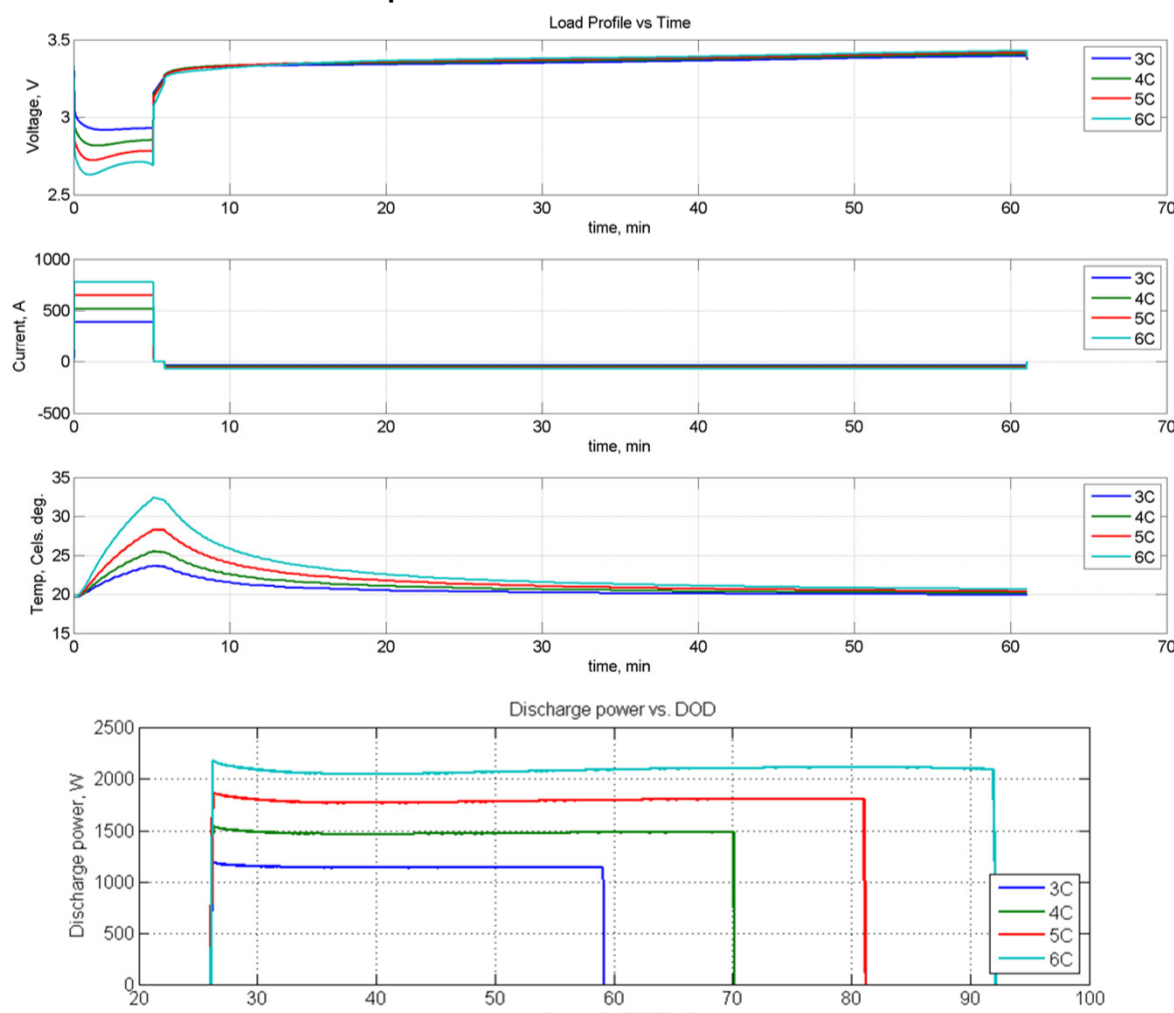
Projektkomponenten



Mit dem Gleichrichter und dem Low-power-DC/DC-Converter wird der Batteriespeicher (Buffer) während einer längeren Zeit mit geringer Leistung aus dem dreiphasigen Netz geladen. Danach kann er während einer kurzen Zeit eine hohe Leistung an die Last (z.B. ein Elektromobil) abgeben. Nicht eingezeichnet sind die Sicherheitsfunktionen. Die Zustände der Zellen (Ströme, Spannungen, Temperaturen, ...) sowie der externen Sensoren (Erdschluss, Not-Aus, Berührungsschutz durch Absperrtüren, ...) werden überwacht und im Fehlerfall wird der Lade-/Entladevorgang unterbrochen.

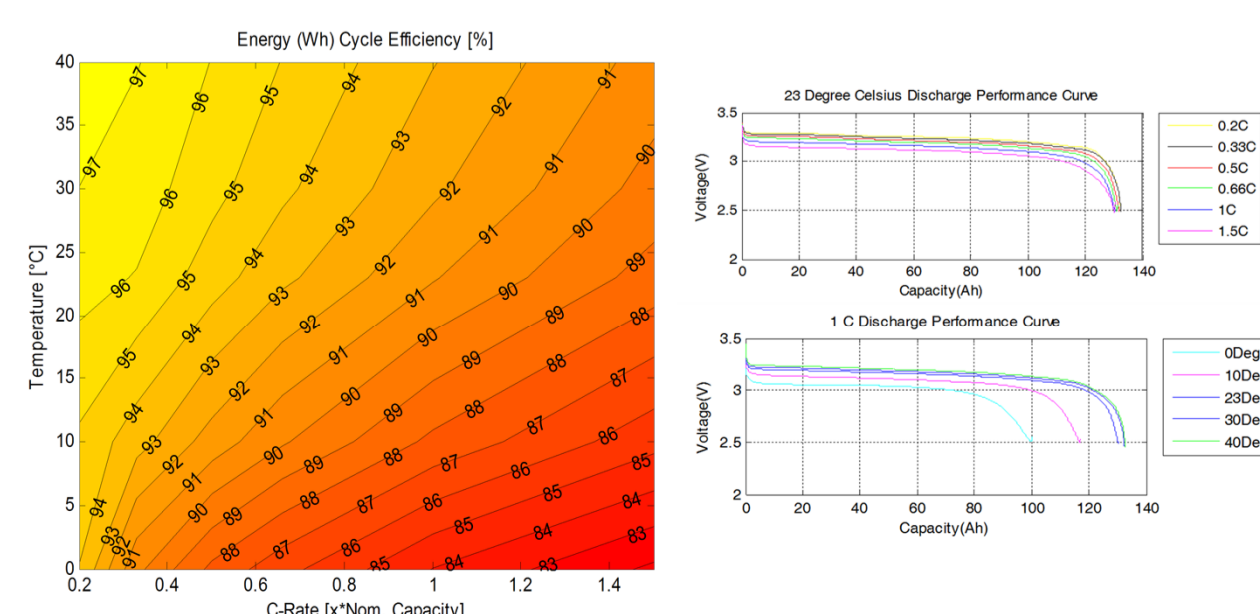
Akkutechnologie

Als Energiespeicher werden Lithium-Ionen-Zellen verwendet, genauer gesagt Lithium-Eisenphosphat-Akkus der Firma Lishen. Diese Zellen haben eine Nennkapazität von 130Ah, eine Energiedichte von 99Wh/kg und ermöglichen Entladeströme bis zu 6C, was 780A entspricht:



Wie man sieht, führt eine Entladung mit dieser hohen Rate zu einem Temperaturanstieg von ca. 13°C.

Batterietests an der BFH bei verschiedenen C-Raten sowie verschiedenen Temperaturen haben folgende Zyklen-Effizienz-Kurven ergeben:



Finaler Aufbau im Anhänger



Aufgabenteilung mit Projektpartnern

BFH:	Entwicklung, Fertigung und Inbetriebnahme Batteriespeicher
EMPA:	Sicherheitskonzept, mechanische Konstruktion, Tests und Messungen
ETHZ:	Leistungselektronik: AC/DC-Converter, low-power und high-power DC/DC-Converter
EPFL:	Überwachungssystem (supervisory system)

Ausblick

Die einzelnen Komponenten wurden bereits getestet. Der nächste Schritt im Projekt ist die Inbetriebnahme des Gesamtsystems. Dann folgen Leistungstests mithilfe des Testequipments der EMPA. Damit wird die hohe Entladefähigkeit des Systems getestet. Der Teststand simuliert dabei das Elektromobil. Wir bedanken uns bei allen Projektpartnern für die Zusammenarbeit und beim CCEM sowie bei swisselectric research für die finanzielle Unterstützung.