

# Li-Ion Battery Course

## 04 – Thermal Design of Battery Packs

### Änderungsnachweis

**Autor:** Rouven Christen  
**Erstellt am:** 12.12.2024

**Version**      **Änderungsgrund**  
0                      Dokumentenerstellung

**Kurz-Z.**  
CHRO

**Datum**  
12.12.24

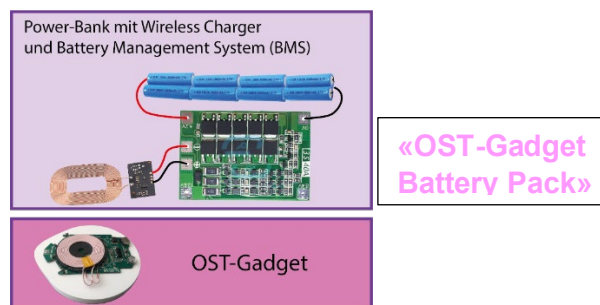
### Kurzbeschreibung und Bezug zur IT-Bildungsoffensive

Um mechatronischen Geräte mobil zu betreiben, werden Batterien als Energiespeicher eingesetzt. Dabei sind die Anwendungsbereiche sehr vielfältig und umfassen unter anderen medizinischen Geräten, Powertools, Mobile Roboter, Drohen, E-Bikes bis hin zum E-Auto. Die Gemeinsamkeit der verschiedenen Branchen und deren Anwendungen ist die eingesetzte Batterietechnologie, die Li-Ionen Zelle.

Mit dem beantragten «Battery Course» soll den Studierenden ein Verständnis für die Funktionsweise und technologischen Limitierungen von Li-Ionen Batterien gegeben werden. Dazu sollen folgende Fragestellungen beleuchtet werden:

- Welche Batterie ist für eine Anwendung geeignet oder eben nicht geeignet und warum?
- Wie kann das Verhalten von Batterien modelliert werden, um eine Aussage über das Systemverhalten zu treffen?
- Was wird benötigt, um ein Batterie-Pack aufzubauen?
- Welche Vorschriften und Zertifizierungen sind einzuhalten, um ein Batteriebetriebenes Produkt auf den Markt zu bringen?
- Welche Faktoren beeinflussen die Lebensdauer einer Li-Ionen Batterie und wie gestaltet sich der gesamte Lebenszyklus aus (Herstellung bis Verwertung/Recycling)?

All diese Fragestellungen werden anhand einer konkreten Anwendung behandelt. Als Beispiel dient eine Power-Bank, welche über eine induktive Ladeschnittstelle mit dem OST-Gadget geladen werden kann. Zu diesem Zweck wird ein «OST-Gadget Battery Pack» aufgebaut, welches in den unterschiedlichen Modulen des «Battery Course» als Fallbeispiel herangezogen wird.



## Rahmenbedingungen

| Entwickelt für Studiengänge   |                     | Semester  | Sprache der Materialien |
|---|---------------------|---|-------------------------|
| Studiengang Mechatronik   |                     | 4. oder 5. Semester   | Englisch                |
| Voraussetzungen   |                     |   |                         |
| Abschluss der Lerneinheiten   |                     | Li-Ion Battery Course Modul 01-03                                   |                         |
| Grundlagen in   |                     | Mathematik, Physik  |                         |
| Umfang  |                     |   |                         |
| Lektionen à 45min (inkl. Übungen)                                     |                     | 4 Lektionen   |                         |
| Benötigte Vorarbeiten   |                     |   |                         |
| keine   |                     |   |                         |
| Benötigte Ressourcen (z.B. Software)                                  |                     |   |                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matlab oder Excel</li> </ul> |                     |   |                         |
| Anforderungen an Verfügbarkeit von Anlagen und Support                |                     |   |                         |
| Smart Factory Rapperswil Lektionen à 45min                            | wird nicht benötigt | <input type="checkbox"/> Präsenz<br><input type="checkbox"/> online |                         |
| Hybride Lernfabrik Buchs Lektionen à 45min                            | wird nicht benötigt | <input type="checkbox"/> Präsenz<br><input type="checkbox"/> online |                         |
| Mindsphere Lektionen à 45min  | wird nicht benötigt | Im Unterricht   |                         |
| FESTO Lektionen à 45min   | wird nicht benötigt | Im Unterricht   |                         |
| SAP-Lektionen à 45min   | wird nicht benötigt | Im Unterricht   |                         |

## Lernziele

| Nr. | Lernziel  | Taxonomiestufe (K1-K6) |
|-----|---|------------------------|
| 1   | Innere Wärmequellen erkennen und zu analysieren   | K4 Analyse             |
| 2   | Wärmeeintrag von äusseren Quellen erkennen und analysieren  | K4 Analyse             |
| 3   | Mechanismen der Wärmeabgabe an die Umgebung bestimmen   | K2 Verstehen           |
| 4   | Gesamtwärmebilanz aufstellen und analysieren  | K3 Anwenden            |
| 5   | Einstellender Temperaturverlauf integral zu bestimmen   | K3 Anwenden            |
| 6   | Simulationstools für die Bestimmung der örtlich aufgelösten Temp.-verteilung auswählen und das grundsätzliche Vorgehen bei deren Anwendung kennen | K2 Verstehen           |

## Kurs-Beschreibung

**Einleitung** Dieser Kurs behandelt das thermische Design von Batteriepacks, insbesondere für Anwendungen wie Elektrofahrzeuge, die unter verschiedenen klimatischen Bedingungen betrieben werden. Die Teilnehmer lernen, interne und externe Wärmequellen zu identifizieren, zu analysieren und entsprechende Kühl- oder Heizsysteme zu entwerfen.

**Grundlagen des thermischen Designs** Der Kurs beginnt mit einer Einführung in die Notwendigkeit des thermischen Designs, erklärt die Bedeutung der Betriebstemperaturbereiche und die Risiken einer Überhitzung. Es werden die physikalischen und chemischen Prozesse der Wärmeerzeugung während des Ladens und Entladens erörtert.

**Wärmeerzeugung und Temperatursteuerung** Die Teilnehmer lernen die Mechanismen der Wärmeerzeugung in Batteriezellen kennen und analysieren das Temperaturverhalten unter realen Bedingungen. Besonderes Augenmerk wird auf die Risiken durch unkontrollierte Temperaturanstiege gelegt, die zu thermischem Durchgehen führen können.

**Alterung durch Temperatur** Anhand von Studien wird der Einfluss der Temperatur auf die Alterung von Batteriezellen diskutiert. Die Teilnehmer untersuchen, wie höhere Temperaturen die Alterung beschleunigen und welche Temperaturen als optimal gelten.

**Thermomanagementsysteme** Der Kurs behandelt die Gestaltung von Thermomanagementsystemen, einschließlich der Dimensionierung der Kühl- oder Heizkapazität und der Integration von Wärmepumpen. Es wird der Zusammenhang zwischen der Effizienz des Thermomanagements und der Reichweite bzw. Betriebsdauer der Batterie erläutert.

**Praktische Anwendung und Simulation** Abschließend lernen die Teilnehmer den Einsatz von Simulationswerkzeugen zur Bestimmung der räumlich aufgelösten Temperaturverteilung und die Grundverfahren ihrer Anwendung kennen. Praktische Beispiele, wie das thermische Management des E-Dumpers, veranschaulichen die theoretischen Konzepte.