

Lithium-Ionen-Batterie: Forschung, Prüfung, Recycling

Vor der Hauptversammlung begrüßte der Tagungsleiter Peter Affolter die Teilnehmenden zu einem Fachvortrag von Prof. Dr. Priscilla Caliandro und lud zu einem Rundgang im Switzerland Innovation Park Biel/Bienne (SIPBB) sowie den Batterielabors ein. Dabei wurden die Prüfeinrichtungen für Zyklenversuche gezeigt sowie die Forschungstätigkeit rund ums Thema Zerlegung und Recycling.

Der Tagungsleiter Peter Affolter freute sich, den Teilnehmenden das SIPBB vorstellen zu dürfen und machte auf die Baugrube daneben aufmerksam: Der neue Campus der BFH-TI erfährt grosse Bauverzögerung und die Erstellung dauert länger als geplant. Dafür konnte die Forschungstätigkeit im SIPBB für Batterien in Betrieb genommen werden.

Professorin Dr. Priscilla Caliandro stellt in ihrem Fachvortrag die Forschungstätigkeiten vor: in 6 Labors wird am Standort Biel geforscht und in Burgdorf wird an den Themen Photovoltaik und Wasserstoffherzeugung gearbeitet. Die Forschungstätigkeiten werden hauptsächlich auf Fahrzeughersteller fokussiert und Batteriesysteme für künftige Personewagen und Nutzfahrzeuge getestet.

Das Referat streifte zudem die verschiedenen Materialkombinationen, welche unter dem Dach Lithium-Ionen-Batterien zusammengefasst sind. Die Zellchemie bestimmt dabei nicht nur die Energiedichte, sondern auch die Hochstromfähigkeit, die Zyklenzahl und damit die Lebensdauer. Für Fahrzeuge ist die Hochstromfähigkeit wie auch die Zyklenzahl verantwortlich, dass der Einsatz punkto Leistungsfähigkeit (rasches Beschleunigen aber auch Rekuperieren) funktioniert und die Reichweite über die Lebensdauer



Auf dem Rundgang durch den Innovation Park wurde aufgezeigt, wie herausfordernd es ist, eine Fahrzeug-Hochvoltbatterie in ihre Einzelteile zu zerlegen. Eine Doktorarbeit befasst sich aktuell mit der Programmierung eines Roboters, der die Demontage eines Batteriemoduls auf der Ebene der Einzelzellen durchführen soll, um kosteneffizient recyceln zu können.

des Fahrzeuges (oder die Garantiezeit des Automobilherstellers) gewährleistet ist. Caliandro zeigte auf, dass insbesondere hohe Ströme die Lebensdauer und damit den State of Health (SOH) negativ beeinflussen.

Die Hersteller sorgen mit einem Batteriemanagementsystem dafür, dass sowohl die Temperaturen wie auch die Zellspannungen im grünen Betriebsbereich bleiben. Zusammen mit einem aufwändigen Thermomanagementsystem ist es möglich, trotz hohen Belastungen die Zellen zu schützen und die Degradation zu

verlangsamen (Alterungsprozess, der die Speicherfähigkeit über die Lebensdauer beeinflusst). Der SOH ist für den Besitzer eines batterieelektrischen Fahrzeuges höchst relevant, da die Menge der möglichen, speicherbaren elektrischen Energie (SOC = State of Charge) von 100% kontinuierlich abnimmt und sich damit die Reichweite im Verlauf des Fahrzeuglebens reduziert. Die meisten Fahrzeughersteller gewähren eine SOH von 70% und mehr nach 8 Jahren oder 160'000 km. Für Caliandro ist aber auch das Thema Recycling bedeutend: «Wir haben in Europa keine



SAE-Tagungsleiter Peter Affolter übernahm vor der Hauptversammlung das Zepter und informierte die Teilnehmenden über den Ablauf der Fachtagung am SIPBB.



Prof. Dr. Priscilla Caliandro zeigte den Teilnehmenden die aktuelle Situation im Lithium-Ionen-Markt und Ergebnisse aus der Forschung über die Energiespeicher.



Nicht nur die Alterung wird untersucht, sondern auch die Möglichkeiten der Batteriezerlegung und des Recyclings. Hier sieht Caliandro ein grosses Potential für Europa.



Im Labor untersuchen die Forscher alle Bauarten von Lithium-Ionen-Batterien. Die im Bild gezeigten Rundzellen werden für viele Consumer Electronic Geräte wie Laptops usw. eingesetzt. Der Vorteil dieser Bauart ist die günstige Produktion.



Die prismatische Bauweise wird in der Personewagenwelt bevorzugt, da die Zellen eine hohe Packungsdichte aufweisen.



Für Busse und Nutzfahrzeuge kommen grosse Batteriezellen zum Einsatz. Diese werden zu Batteriemodule zusammengefügt.



Im Batterielabor wurde gezeigt, wie die Lithium-Ionen-Zellen in Klimakammern automatisiert geladen und entladen werden, um die Zyklenzahl zu erreichen, damit die Degradation (Alterung) festgestellt werden kann.

Batterierohstoffe. Entsprechend ist das Batterierecycling wichtig, um die Ressourcen kosteneffizient zu nutzen.»

Rundgang Recycling, Prüflabor

Nach dem Fachreferat konnten die Teilnehmenden in zwei Gruppen das Prüflabor für Batterien und die Forschungstätigkeit zum Thema Zerlegung und Recycling besichtigen. Im Prüflabor werden Lithium-Ionen-Batterien mit einem eigenen Batteriemanagementsystem in 7 Klimakammern auf Herz und Nieren getestet. Grundsätzlich stehen Lade- und Entladezyklen bei verschiedenen Temperaturfenster im Vordergrund, um den SOH zu bestimmen.

Dank der vollautomatisierten Regelung der Zyklen und der Überwachung sind die gefährlichen Überhitzungen und das thermische Durchgehen (thermal runaway) kaum möglich. Sollte trotzdem eine Batterie in den Klimakammern zu brennen beginnen, wird mit Stickstoff eine inerte Umgebung erzeugt. Ein eigenes Batteriemanagementsystem ist notwendig, um die Batterien und -zellen auch ausserhalb der vorgegebenen Temperaturfenster und mit höheren Lade- und Entladeströmen zu «stressen», um Rückschlüsse auf das Verhalten über die Zeit zu erhalten. Das Labor wurde so konzipiert, dass die Entladeströme über grosse Widerstände für die Heizung des Gebäudes eingesetzt werden kann.

Im SIPBB wird in einem Teil des Gebäudes die Zerlegung von gebrauchten Hochvoltbatterien aus Fahrzeugen erforscht. Es geht im Grundsatz darum, die Batterien nicht nur auf Modulebene auseinander zu nehmen, sondern auch die Zellen in den Modulen zu demontieren. Geschäumte Batteriemodule erschweren dieses Unterfangen. Anlässlich einer Doktorarbeit soll zudem untersucht werden, wie ein Roboter die Zerlegung bis auf Zellebenen vollautomatisiert durchführen kann, um Kosten zu sparen. Die Herausforderung dabei ist, dass jeder Batterieaber auch die Automobilhersteller andere Dimensionen einsetzen und verschiedene Zelltypen zum Einsatz kommen.

Das Thema Recycling wird national forciert und dank der Gründung der Firma Librec AG in Biberist aktiv angegangen. Durch das Steigen der Recyclingmenge ist das Zerlegen in die Einzelteile interessant. Auf dem Areal der ehemaligen Papierfabrik ist ein neues Gebäude mit entsprechender Infrastruktur erstellt worden, um die anfallenden Batteriemengen recyceln zu können (<https://librec.ch/>).



In diesen Klimakammern werden einzelne Zellen oder Module geprüft. Ein eigenes Batteriemanagementsystem kontrolliert dabei die Spannung und die Temperatur der Zellen.



Dank vollautomatisierten Prüfzyklen können viele Lade- und Entladevorgänge ohne Zutun des Menschen vorgenommen werden.



Sicherheit über alles: Wenn Lithium-Ionen-Zellen thermisch durchgehen, hilft nur Kühlen und Brandbekämpfung mit Stickstoff.