

## Titel: Experimentelle Untersuchung Von Phasenwechselmaterialien Mit Fokus Auf Deren Verwendung Zur Steigerung Der Effizienz Von Lithium-Ionen-Akkupaketen

### Einleitung:

Die meisten Batterien erzeugen während der Be- oder Entladung eine erhebliche Menge an Wärme, die durch ausreichende Kühlung abgeführt werden muss, da die Batterietemperatur ein entscheidender Parameter für die Batterieleistung ist. Das Batteriethermomagementsystem (BTMS) sollte in der Lage sein, eine gleichförmige Temperatur unter allen Batteriezellen in dem gesamten Batteriepaket aufrechtzuerhalten, da eine effektive Wärmeableitung für eine gute Leistung von Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion) für Hochleistungsanwendungen notwendig ist. Ein passives BTMS kann Temperaturabweichungen kompensieren und die Temperaturgleichmäßigkeit in dem Batteriepaket ohne die Verwendung von aktiven Kühlkomponenten aufrechterhalten. Das Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des Wärmemanagements mit Phasenwechselmaterialien (Phase Change Material, PCM) auf ihre Machbarkeit und Wirksamkeit für Elektrofahrzeugbatteriemodule. Bei dieser Art der Latentwärmespeicherung wird ein PCM durch zugeführte Wärme geschmolzen, welche bei der Erstarrung wieder frei wird. PCM bieten die Möglichkeit, Wärmeenergie mit hoher Energiedichte zu speichern. Die Vorteile eines kompakten, leichten und energieeffizienten Systems können mit dieser neuartigen Form des Wärmemanagementsystems erreicht werden.

### Methode:

Daher konzentrieren sich die Untersuchungen während des Projektverlaufs auf die Implementierung solcher Materialien in ein Batteriepaket. Die Systemkomponenten eines Batteriepakets wurden identifiziert und geeignete Kandidaten für ein energieeffizientes Energiespeichersystem für Elektrofahrzeuge aufgelistet. Ein Überblick über die wichtigsten Batteriezellen für Elektromobilität wurde erstellt und die thermischen Parameter dieser Batteriezellen wurden definiert. Durch eine umfassende Marktforschung wurden geeignete PCMs gefunden, die die Anforderungen erfüllen des Weiteren konnten diese PCMs in Laborexperimenten untersucht werden. Detaillierte Erstarrungs- und Schmelzprozesse wurden untersucht und neue PCM-Daten wurden erstellt. In den Experimenten wurden speziell entwickelte Prüfstände verwendet, um Datenblätter zu verifizieren und offene Fragen zu klären.

### Ergebnisse:

Mit den Versuchsprüfständen konnten wir verschiedene Latentwärmespeichermaterialien auswerten und ein geeignetes PCM für den benötigten Temperaturbereich der gewählten Batteriezelle definieren. Ein System von einzelnen Batteriezellen wurde entworfen, um dem

PCM die bestmöglichen geometrischen Räume innerhalb des Batteriemoduls zu geben. Das thermodynamische Verhalten des PCMs im entwickelten Modul wurde mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) analysiert und simuliert. Um Aussagen über das thermische Verhalten von Batteriesystemen mit passiver PCM-Kühlung treffen zu können, wurden numerische Strömungsmechanik Modelle (CFD) für Batterien und die umgebende thermische Masse erstellt, die die bisherigen Annahmen und Berechnungen bestätigen konnten.

#### Diskussion/Conclusio:

Die Einbringung von Wärmeenergie von außen in das System (Batterie zu PCM) kann eine homogene Temperaturverteilung im Akkupaket erzeugen. Die starke Temperaturabhängigkeit der Leistung eines Li-Ionen-Akkupaketes kann durch Hinzufügen von Wärmespeichern mit hoher Energiedichte wie unserem PCM gedämpft werden. Für den sicheren Betrieb der Batterie bei Überhitzung muss eine zusätzliche Kühlung aufgrund der schlechten Wärmeleitung des PCM integriert werden. Eine passive Kühlung durch Einblasen von Umgebungsluft zur Wärmeabfuhr aus den Batterien reicht nicht aus. Die Implementierung von PCM in der Fahrzeugbatterie erhöht das Gesamtgewicht der Batterie und kann somit auch das Gesamtgewicht des Fahrzeugs erhöhen, was zu einem erhöhten Energieverbrauch führen kann. Um dies zu vermeiden, wurde das gesamte System während der Forschung immer beobachtet, um sich auf die richtige Lösung zu konzentrieren. PCMs, die die Anforderungen erfüllen, sind auf dem Markt nicht weit verbreitet, was zu einer Erhöhung der Batteriekosten führen kann. Dieses Risiko ist den technischen Risiken in diesem Sondierungsprojekt untergeordnet.