

## **Untersuchungen zur Wärmeentwicklung und Temperaturerhöhung in Li-Ionen-Zellen mit kombinierten elektrochemischen und kalorimetrischen Messungen**

*M. Rohde, C. Ziebert, B. Lei, H.J. Seifert, Karlsruher Institut für Technology (KIT),  
Institut für Angewandte Materialien – Angewandte Werkstoffphysik (IAM-AWP),  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen*

Die Leistungsfähigkeit und die Eigenschaften einer Li-Ionen-Zelle sind abhängig von der Temperatur. Daher ist es notwendig, ein vertieftes Verständnis zu entwickeln für die Prozesse der Wärmeentwicklung und des Wärmetransports, und zwar nicht nur in einer einzelnen Zelle sondern auch in einem vollständigen Batteriemodul.

In dieser Arbeit wurden kommerziell verfügbare zylindrische Zellen (18650) mit  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ -Kathoden (LMO) sowie prismatische Zellen mit NMC-Kathoden mit hoher Kapazität untersucht. Die Zellen wurden getestet unter isoperibolen und adiabatischen Bedingungen in einem „Accelerating Rate Calorimeter“ (ARC, Thermal Hazard Technology), um thermische Effekte während der Lade- und Entladevorgänge untersuchen zu können.

Die Messungen unter isoperibolen Bedingungen wurden durchgeführt im Temperaturbereich von 25 bis 60 °C. Die Ergebnisse zeigen, dass in diesem Temperaturintervall die eingestellte Umgebungstemperatur keinen deutlichen Einfluss auf das thermische Verhalten der Zelle hat. Während des Ladens lässt sich ein endothermes Verhalten beobachten, während des Entladens der Zellen wird das thermische Verhalten durch exotherme Effekte bestimmt. Bei einer Laderate von 1C wurde ein maximaler Temperaturanstieg von 4 °C ermittelt nahezu unabhängig von der Umgebungstemperatur. Messungen unter adiabatischen Bedingungen wurden durchgeführt, um die thermischen Randbedingungen in einem Batteriemodul mit einer größeren Anzahl von Einzelzellen zu simulieren. Dazu wurde die Wandtemperatur der Messzelle des Kalorimeters auf dem gleichen Temperaturniveau gehalten wie die Oberflächentemperatur der untersuchten Li-Ionen-Zelle, um eine Abfuhr der erzeugten Wärme zu verhindern. Die Starttemperatur der Messungen wurde eingestellt in einem Bereich von 20 bis 40 °C. Die Oberflächentemperatur der Zelle erhöhte sich bereits nach drei Lade- bzw. Entladezyklen um mehr als 40 °C.

Eine spezielle Prozedur zur Kalibrierung des Kalorimeters wurde entwickelt. Damit konnten sowohl die effektive Wärmekapazität der untersuchten Zellen als auch die aufgenommene und abgegebene Wärmemenge quantitativ bestimmt werden als Funktion der Lade- bzw. Entladeraten.