

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG UND ÜBERWACHUNG

OPTIMIERUNG DER BEFÜLLUNG VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEZELLEN MIT INLINE-METHODEN

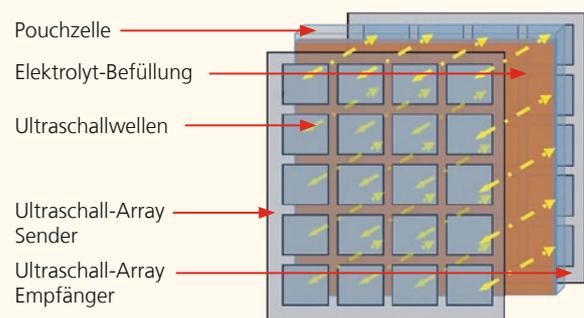
Dipl.-Ing. Mingzhe Han, Dr. Sebastian Reuber, Dr. Thomas Herzog, Prof. Dr. Henning Heuer

Die Elektrolytbefüllung ist ein für die Produktqualität maßgeblicher Prozessschritt bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Batteriezellen (LIB), der die Lebensdauer und Performance der Zelle direkt beeinflusst. Da es bisher keine Inline-Messmethode gibt, werden in der Industrie derzeit empirische Untersuchungen an Zellen durchgeführt. Meistens kommen dabei destruktive Methoden in Verbindung mit Zellöffnungen zum Einsatz. Um die Herstellungskosten zu reduzieren, bedarf es einer zerstörungsfreien Methode, mit der der Befüll- und Benetzungsvorgang während der Zellfertigung in-situ visualisiert werden kann. Das am Fraunhofer IKTS entwickelte Ultraschallsystem (Bild 1) wird zur Überwachung des Benetzungsvorgangs von Lithium-Ionen-Batteriezellen eingesetzt. Die Prüfköpfe werden dafür an der Vorder- und Rückseite der Zelle fixiert. Die Messung erfolgt mittels Transmission des Ultraschalls durch die Zelle während der Befüllung mit Elektrolyt. Hier zeigt sich eine sichtbare Änderung der Empfangssignale (Bild 2) bei der Befüllung und Benetzung: Der Ausbreitungsweg und die Energie der Schallwellen werden durch das Durchtränken des Zellkörpers mit Elektrolyten im Porenvolumen stark beeinflusst. Dies lässt sich durch die Vergrößerung der Amplitude des Empfangssignals nachweisen. Die benetzte Zelle zeigt eine geringere Dämpfung der Schallwellen als eine trockene Zelle.

Aus dem Signalverlauf der Ultraschallempfänger können weitere Details über den Befüllprozess gewonnen werden. So verläuft die Änderung des Empfangssignals in zwei Phasen: Zunächst nimmt die Signalamplitude schnell zu – dies entspricht der makroskopischen Benetzung der Zelle. Die anschließende verlangsamte Signaländerung wird auf die mikroskopische Benetzung zurückgeführt. Das unterschiedliche Befüllverhalten einer

Lithium-Ionen-Batteriezelle kann somit mittels Ultraschall zerstörungsfrei ermittelt werden. Durch Integration von Sensor-Arrays soll diese inline-fähige Methode zu einem Messsystem weiterentwickelt werden. Dieses wird es ermöglichen, den Benetzungsvorgang räumlich aufzulösen und so die vollständige Benetzung der Batterieelektroden und des Separators sicherzustellen, mit dem Ziel, den in der Industrie etablierten Sicherheitszuschlag für die Befüllzeit zu verkürzen.

Konzept des adaptiven Sensor-Arrays zur Benetzungsprüfung



- 1 *Ultraschallsystem zur Überwachung des Befüllprozesses.*
- 2 *Empfangssignale aus der Ultraschallmessung während des Befüllprozesses.*