

WISSENSCHAFTLICHES BEIBLATT

Wegweisende Verbesserung von Lithiumionen-Batterien

«swisselectric research award 2010»

Andreas Hintennach, ETH Zürich und Paul Scherrer Institut

Bedeutung der Lithiumionen-Batterie

Die Speicherung von Strom ist eine der grossen Herausforderungen der Zukunft. Neben effizienten Batterien für Geräte und Fahrzeuge werden auch Stromspeicher für wetterabhängige Wind- und Sonnenenergie entwickelt.

Die heute bereits weitverbreitete Lithiumionen-Batterie könnte diesen Ansprüchen gerecht werden. Voraussetzung dafür sind Fortschritte in der Forschung, um die Batterien leistungsfähiger, langlebiger, umweltfreundlicher und kostengünstiger zu machen. Andreas Hintennach, der Gewinner des swisselectric research award 2010, leistet dafür einen wesentlichen Beitrag.

Aufbau der Lithiumionen-Batterie

Die Lithiumionen-Batterie erzeugt die elektrische Spannung durch das Verschieben von Lithium-Ionen zwischen den Elektroden.

Wird die Batterie geladen, wandern positive Lithium-Ionen von der positiven Elektrode (meistens ein Lithium-Metalloxyd) zur negativen Elektrode und setzen sich zwischen den Graphitschichten ab. Beim Entladen wandern die Lithiumionen zurück in das Metalloxyd.

Bei diesen Vorgängen blättert der Graphit der Elektrode langsam ab. Durch dieses Abblättern, auch Exfoliation oder Alterung genannt, verringert sich die Speicherkapazität der Batterie.

Andreas Hintennach konnte nachweisen, dass die Beimischung spezieller Minerale, sogenannte Olivine, das Elektrodenmaterial auch bei häufigem Laden und Entladen stabiler macht.

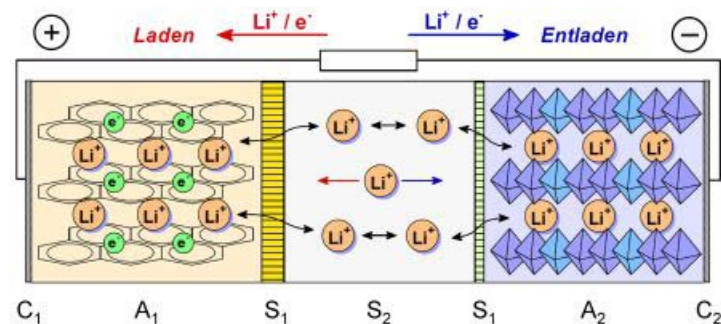


Abb. 1: Aufbau und Funktionsweise einer Lithiumionen-Batterie

Beobachtungen mit dem Rasterelektronenmikroskop und dem Ramanmikroskop

Um die Alterung des Elektrodengraphits mess- und sichtbar zu machen, verwendete Andreas Hintennach ein Rasterelektronenmikroskop und ein Ramanmikroskop.

Mit dem Rasterelektronenmikroskop konnte er die feinen Strukturen der Graphitelektrode rund

300'000-fach vergrössern.

Die Ramanmikroskopie liefert nicht Bilder, sondern strukturelle Daten über die untersuchten Materialien, so auch über die Alterung von Graphit respektive Olivinen.

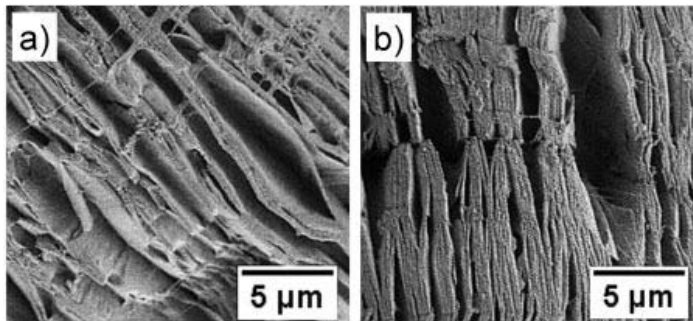


Abb. 2: Abblättern (Exfoliation) des Graphits unter dem Rasterelektronenmikroskop

Mikrowellengestütztes Herstellungsverfahren

Die Vorläufersubstanzen der Olivine werden zusammen mit Benzylalkohol 3 Minuten lang bei 180 Grad Celsius mit Mikrowellen erhitzt. Das Gemisch wird anschliessend zentrifugiert, mit Ethanol und Diethylether gewaschen und im Vakuum getrocknet.

Das Verfahren weist eine kurze Reaktionszeit, eine einfache Handhabung, tiefe Kosten, einen geringen Energieeinsatz und eine hohe Ausbeute auf.

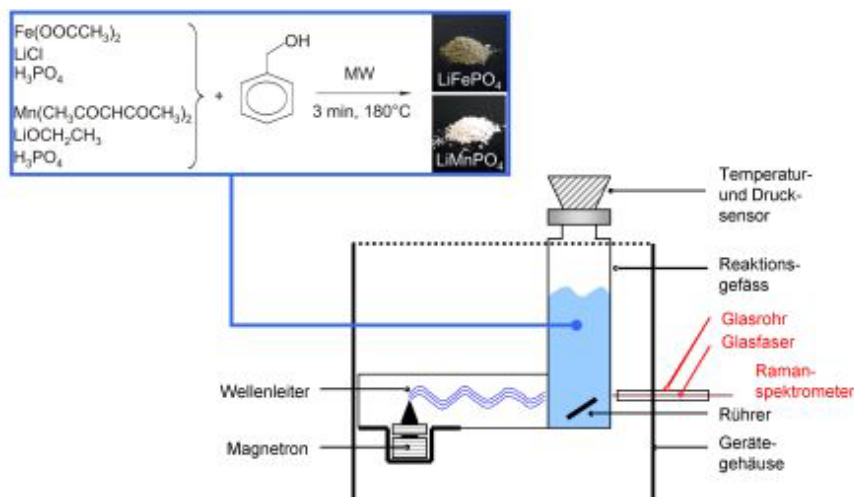


Abb. 3: Schematische Darstellung des mikrowellengestützten Herstellungsverfahrens

Flammenspray-Herstellungsverfahren

Die Vorläufersubstanzen der Olivine werden mit einem Lösungsmittel vermischt und versprüht. Dieser Sprühnebel wird anschliessend entzündet. Die Olivine werden mit Acetylenruss (Kohlenstoff) versehen und anschliessend ausgeglüht. Am stabilsten erwiesen sich Olivine, die bei 800 Grad Celsius während 4 Stunden ausgeglüht wurden. Jedoch führten die hohen Temperaturen teilweise zum Verlust der Kohlenstoffbeschichtung.

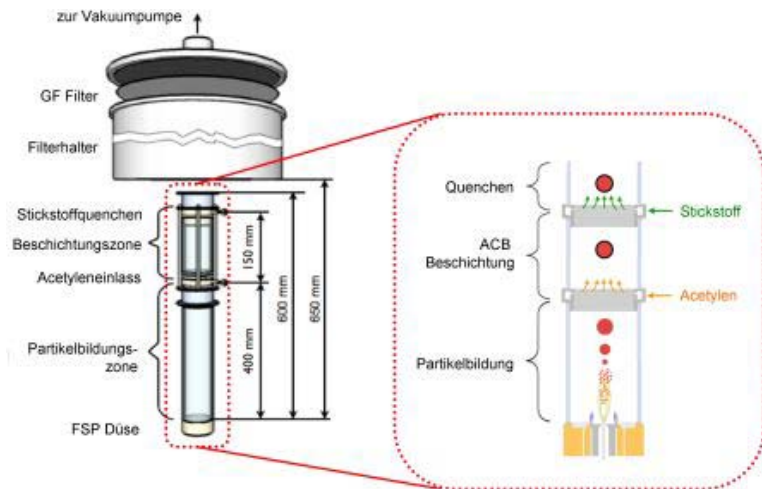


Abb. 4: Schematische Darstellung des Flammenspray-Herstellungsverfahrens