

1-3 Öffnung unter Schutzgasatmosphäre und CT-Aufnahme einer Standard Lithium-Ionen-Batterie

ALTERUNGS- UND POST-MORTEM-ANALYTIK

Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC

Neunerplatz 2
97082 Würzburg

Jana Müller
Telefon +49 931 4100-244
jana.mueller@isc.fraunhofer.de

www.isc.fraunhofer.de

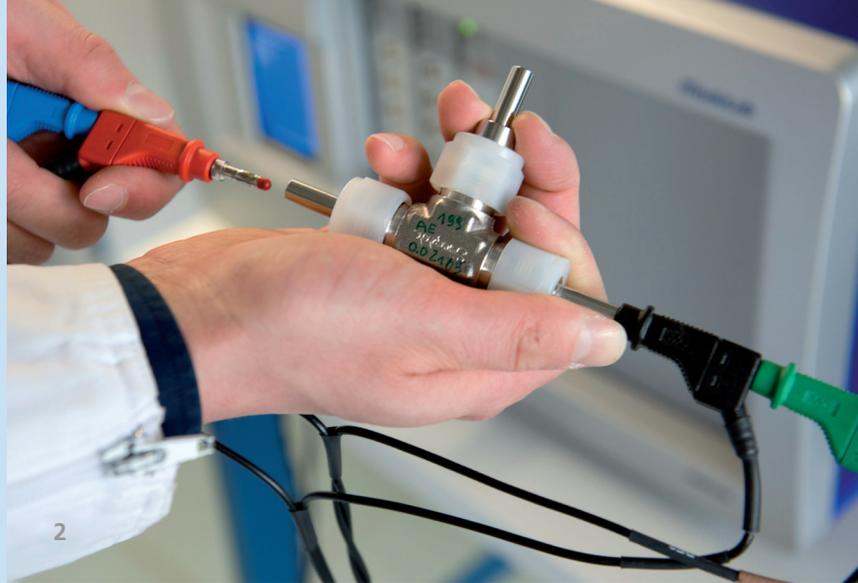
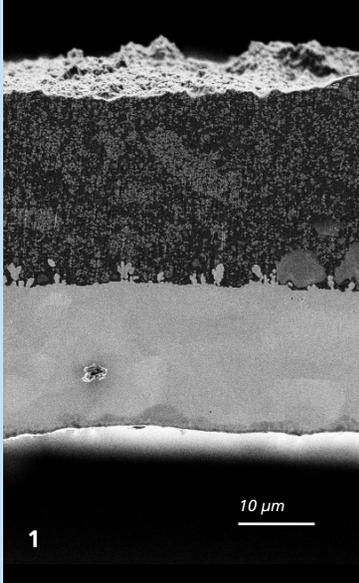
Die Weiterentwicklung von lithumbasierenden Batterien mit immer größeren Speicherdichten bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit und Sicherheit kann nur erfolgreich verlaufen, wenn die Alterungsprozesse und das Entstehen von Abnutzungserscheinungen besser verstanden werden. Hierzu bietet das Fraunhofer ISC umfassende Leistungen an.

Laborzellen zur Untersuchung verschiedener Zellkomponenten können am Institut direkt nach Kundenwünschen gefertigt werden. Alternativ besteht die Möglichkeit bereits vorhandene Zellen zu untersuchen. Die Zyklierung der Zellen erfolgt nach gängigen Testzenarien. Bei Bedarf können Prozeduren an die spezifischen Kundenanforderungen angepasst werden. Durch beschleunigte Alterung können Degradationsmechanismen effizient und zuverlässig untersucht werden. Die Untersuchung unter extremen Klimabedingungen können hierbei zusätzliche Informationen über die Widerstandsfähigkeit der untersuchten Zelltechnologie liefern.

Mittels zerstörungsfreier Methoden, wie der Computertomographie, können sowohl Produktionsfehler wie Partikelkurzschlüsse und Fehlwicklungen erkannt werden. Auch Alterungserscheinungen wie Delamination und Kontaktierungsprobleme werden detektiert.

Impedanzanalysen an der Zelle erlauben es, einen »elektrochemischen Blick« auf die Zelle zu werfen. Weitere Informationen zur Zelle können nach dem Öffnen in inerter Atmosphäre anhand einer Vielzahl physikalischer und chemischer Methoden erlangt werden.

Materialveränderungen können so ortsaufgelöst nachgewiesen werden. Dazu wird die Elektrode Schicht für Schicht durch einen Ionenstrahl freigelegt und anschließend per XPS oder EDX analysiert. Änderungen in der Kristallstruktur können mittels Röntgenbeugung dargestellt und kleinste mechanische Defekte per Rasterelektronenmikroskopie aufgespürt werden.



Degradationsprodukte in der Zelle können mittels verschiedener chemischer Analysemethoden (z. B. ICP-OES) bestimmt werden.

Diese Informationen helfen, materialspezifische oder durch die Umgebung bedingte Alterungsmechanismen sicher festzustellen. Auf Wunsch können auf Basis dieser Informationen Beschichtungen entwickelt und Prozesse angepasst werden, um die Degradation in der folgenden Zellgeneration zu verringern.

Unsere Leistungen

- Bau der Messzelle (Pouchbag, Laborzelle bis 2,5 cm²) aus Einzelkomponenten
- Beschleunigte Alterung (Kapazität bis 5 Ah)
- Zyklisierung unter extremen Umweltbedingungen (-20 °C bis + 80 °C, 100 % rt. Feuchte)
- Zerstörungsfreie Analyse mittels Impedanzspektroskopie und Computertomographie
- Darstellung von Defekten (Delamination, internen Kurzschlüsse, Risse, Dichteveränderungen)
- Öffnung und Charakterisierung von Zellen in Schutzgasatmosphäre
- Vergleichende Messung vor und nach der Zellalterung
- Probenpräparation für artefaktfreie Charakterisierung

Zur umfassenden Charakterisierung steht ein nahezu vollständiger Satz an Untersuchungsmethoden zur Verfügung.

Die chemische Analytik umfasst unter anderem:

- ICP-OES zum quantitativen Nachweis der Lithium-Verteilung im System
- Scanning Electrochemical Microscope (SECM)
- Thermogravimetrie mit Online Massenspektrometer und Infrarotspektrometer (TGA-FTIR-MS)
- Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)

Beispiele für physikalische Untersuchungsmethoden

- Elektronenmikroskopie: (Kryo-)REM, TEM, Vierpunktanalyse
- Tiefenprofil (TOF-SIMS, FIB/EDX)
- (Stereo-)Mikroskopie
- 3-D-Laserscanning Mikroskopie
- Spektroskopische Methoden (XPS, μ -Raman, IR)
- Röntgenbeugung (XRD)
- Computertomographie (CT)

Die Dokumentation erfolgt in üblichen Dateiformaten für eine direkte Verwendung in eigenen Präsentationen und Dokumentationen. Bilder aus der Computertomographie können beispielsweise TIFF oder JPG geliefert werden. Das Zusammenspiel von angewandter Elektrochemie und zertifiziertem Analytiklabor unter einem Dach ermöglicht Ihnen einen schnellen, vollständigen und wissenschaftlich fundierten Zugang zu Alterungsprozessen und Zelldefekten.

Darüber hinaus bietet das Fraunhofer ISC neben jahrelanger Erfahrung den Zugang zu Netzwerken und zahlreichen Kontakten innerhalb und außerhalb der Fraunhofer Gesellschaft. Dadurch können vielfältige und weiterführende Methoden wie zum Beispiel Sicherheitstests an Zellen sowie Untersuchungen der Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit von Batteriesystemen mit hohem Qualitätsanspruch realisiert werden.

1 CSP-Schnitt einer beschichteten Anode

2 Anschluss einer Laborzelle an einen Potentiostat für die elektrochemische Charakterisierung.