

Alterung und Post-Mortem-Analysen von Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Zellen

Mechanismen und Möglichkeiten zur Verlängerung der Batterielebensdauer



Termin

Do. 28.10.2027, 10:00 Uhr –
Do. 28.10.2027, 18:00 Uhr

Veranstaltungsort

Haus der Technik e.V.
Hollestr. 1
45127 Essen

Teilnahmegebühren

Präsenz-Teilnahme	785,00 €* Für HDT-Mitglieder 725,00 €* Online-Teilnahme
Für HDT-Mitglieder 725,00 €*	785,00 €* Für HDT-Mitglieder 725,00 €*



Weitere Informationen und die
Möglichkeit zur Online-Buchung
Ihrer Teilnahme finden Sie auf der
[Veranstaltungs-Webseite](#).

Stand: 17.09.2026, 15:31 Uhr

Alterung und Post-Mortem-Analysen von Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Zellen

Die Lebensdauer von Batteriezellen wird durch Alterungsmechanismen auf Zell-, Elektroden- und Materialebene begrenzt. Diese Alterungsmechanismen lassen sich durch die Demontage der Zellen und die anschließende Materialcharakterisierung (sogenannte Tear-Down- bzw. Post-Mortem-Analyse) aufklären. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf kommerziellen Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Zellen.

Im ersten Teil dieses Seminars werden allgemeine Grundlagen sowie typische Batteriematerialien, Zelldesigns und die Methodik zur Zellöffnung und Post-Mortem-Analysen behandelt. Konkrete Zellöffnungen werden auf der Grundlage aktueller Literatur und Beispielen aus über 15 Jahren Laboralltag gezeigt. Insbesondere werden verschiedene Analysemethoden (einschließlich SEM, EDX, ICP, GD-OES, CT usw.) und deren physikalische und chemische Grundlagen behandelt. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, welche Alterungsmechanismen mit welchen Methoden nachgewiesen werden können.

Zu den typischen Materialien in kommerziellen Lithium-Ionen-Zellen zählen Graphit, SiO_x/Graphit- oder Si/Graphit-Materialien für die Anode sowie NMC, LFP oder NCA für die Kathode. Im Gegensatz dazu verwenden kommerzielle Natrium-Ionen-Zellen meist Hardcarbon-Anoden und NFM-Kathoden. Auch Elektrolyte, andere inaktive Materialien und typische Zelldesigns (zylindrisch, pouch, prismatisch, Tabelss) werden behandelt.

Im zweiten Teil werden bekannte Alterungsmechanismen behandelt (z. B. Li-Plating/Na-Plating, SEI-Wachstum, Gasbildung, Degradation von Si-Verbindungen, Partikelbrüche, Elektrodenrisse, Jellyrollverformung, Poreclogging, Auflösung von Übergangsmetallen, EMSI, ...). Es werden auch Beispiele für systematische Materialvariationen in Pilotzellen angeführt. Abschließend werden Möglichkeiten zur Verlängerung der Lebensdauer von Lithium und Natrium-Ionen-Zellen aufgezeigt, wie beispielsweise optimierte Schnellladeverfahren oder optimierte Betriebsfenster (Spannungsbereich, Temperaturbereich, C-Rate). Auch Sicherheitsaspekte bei Second-Life-Anwendungen werden behandelt. Die Inhalte des Seminars basieren auf den eigenen Erfahrungen des Referenten (seit 2011) sowie der aktuellen Fachliteratur.

Zum Thema

Batterien in Fahrzeugen und stationären Anwendungen sollten so lange wie möglich funktionieren – das heißt, sie sollten so wenig Kapazität und Energie wie möglich einbüßen. Die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Zellen wird durch Alterungsmechanismen auf Materialebene begrenzt. Diese lassen sich durch Post-Mortem-Analysen (Tear-Down-Analyse) und anschließende physikalisch-chemische Materialcharakterisierung aufklären. Sind die Alterungsmechanismen für einen bestimmten Zelltyp bekannt, können Gegenmaßnahmen ergriffen werden, um dessen Lebensdauer gezielt zu verlängern. Durch die Verlängerung der Lebensdauer und gegebenenfalls die Wiederverwendung der Zellen in Second-Life-Anwendungen lässt sich die Nachhaltigkeit weiter verbessern und die Abhängigkeit von kritischen Ressourcen verringern. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf kommerziellen Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Zellen.

Zielsetzung

Dieses Seminar bietet einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu den Alterungsmechanismen in kommerziellen Lithium- und Natrium-Ionen-Zellen. Es werden Möglichkeiten zur Verlängerung der Batterielebensdauer auf der Grundlage optimaler Betriebsfenster, Schnellladeverfahren und Zelldesigns erläutert und Einblicke in Post-Mortem-Analysen vermittelt.

Programm

28.10.2027

- 10:00–18:00 Alterungs- und Post-Mortem-Analysen von Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Zellen
- Definition allgemeiner Begriffe
 - Typische Materialien & Zellkonstruktionen (zylindrisch, Pouch, prismatisch, tabless) von aktuellen kommerziellen Li-Ionen- und Na-Ionen-Zellen
 - Post-Mortem-Methodik (Umgebungsbedingungen, Ladezustand/Sicherheit, Zellöffnung, Probenvorbereitung)
 - Analysemethoden (einschließlich REM, EDX, ICP, GD-OES, CT usw.)
 - Beispiele für die Demontage kommerzieller Li-Ionen- und Na-Ionen-Zellen (einschließlich großformatigen Zellen)
 - Alterungsmechanismen auf Material-, Elektroden- und Zellebene (z. B. Li-Plating/Na-Plating, SEI-Wachstum, Gasbildung, Degradation von Si-Verbindungen, Partikel-/Elektrodenrisse, Jellyrollverformung, Poreclogging, Übergangsmetallauflösung, EMSI, ...)
 - Inhomogene Alterungseffekte in Zellen, Erwärmungsverhalten von Zellen bei Stromfluss, Temperaturgradienten
 - Zusammenhang zwischen Sicherheit und Alterung (Dendritenbildung, exotherme Reaktionen, Reinterkalation von Li in Graphit)
 - Veränderung der Alterungsmechanismen im Verlauf der Alterung
 - Überladung und Tiefentladung
 - Auswirkungen von Schnellladung auf Alterung, optimierte Schnellladeverfahren zur Vermeidung von Lithium-Plating
 - Optimierung der Betriebsfenster zur Verlängerung der Lebensdauer
 - Verlängerung der Batteriebensdauer durch gezielte Verhinderung von Alterungsmechanismen
 - Sicherheit gealterter Zellen, Second-Life-Anwendungen
-

Referenten



PD Dr. Thomas Waldmann

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Ulm

2024:

Habilitation "Aging mechanisms in Lithium-ion cells – detection, attenuation, and practical consequences", ZSW, Universität Ulm

Seit 2022:

Teamleiter Post-Mortem-Analysen und Alterungsmechanismen, ZSW, Ulm
Principal Investigator (PI) beim Helmholtz-Institut für Elektrochemische
Energiespeicherung (HIU), Ulm

Seit 2018:

Teamleiter Post-Mortem-Analysen und Alterungsmechanismen, Zentrum für
Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Ulm

2011 bis 2017:

Wissenschaftler / Projektleiter, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-
Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Ulm

2007 bis 2011:

Doktorand, Institut für Oberflächenchemie und Katalyse, Universität Ulm

Hinweise

[Hier finden Sie weitere Seminare im Bereich Batterietechnik und E-Mobilität.](#)