

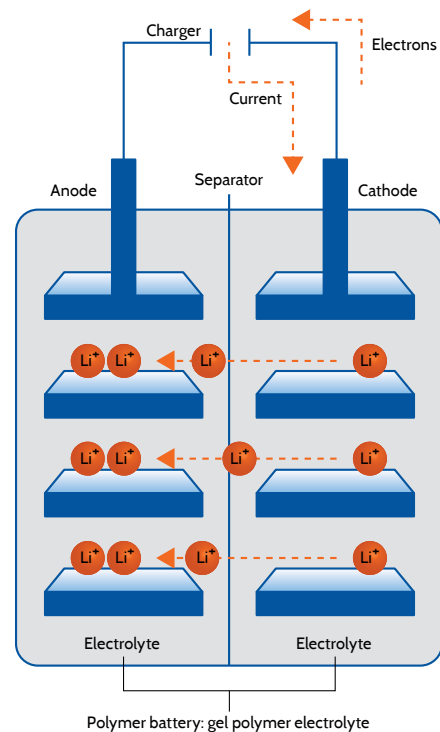
## Zetapotentialanalyse von Lithium-Ionen-Batterielektrolyten

Die Lithiumionen innerhalb einer Lithium-Ionen-Batterie (LIB) wandern während des Ladevorgangs und Entladens zwischen den beiden Elektroden hin und her. Die Ionen wandern zwischen der Anode und der Kathode über einen Separator durch einen Elektrolyten, der üblicherweise aus einem Lithiumsalz (beispielsweise LiPF<sub>6</sub>) in einem organischen Lösungsmittel besteht.

Die Elektrolytlösung spielt in LIBs eine entscheidende Rolle, indem sie eine effektive Leitung der Lithiumionen zwischen den Elektroden ermöglicht. Additive werden üblicherweise der Elektrolytlösung zugesetzt, um die Leistung und die Stabilität zu verbessern sowie den Lösungsabbau und die Bildung von dendritischem Lithium zu verhindern. Die Verhinderung der dendritischen Lithiumbildung ist der Schlüssel zum Erreichen der Batteriesicherheit, da die Lithiumdendriten eine Verbindung zwischen den Elektroden herstellen, wodurch die Batterie überhitzt und zu einer potentiellen Brandgefahr wird.

Die Elektrolyte und ihre Additive werden üblicherweise in LIBs verwendet, um die Stromdichte, Stabilität und die Zuverlässigkeit der Endbatterie zu identifizieren. Die Eigenschaften des Elektrolyten sind daher entscheidend für die Gesamtleistung der Batterie. Elektrolyte müssen eine gute Ionenleitfähigkeit besitzen und elektrisch isolierend sein, sie müssen ein breites elektrochemisches Fenster aufweisen, sie müssen gegenüber anderen Batteriekomponenten inert sein und müssen chemisch und thermisch stabil sein. Zusätzlich helfen Elektrolyte mit einer hohen Reinheit (frei von Verunreinigungen), Oxidation an der Elektrode zu verhindern und eine gute Zykluszeit zu fördern.

Der Elektrolyt erfordert die Fähigkeit, eine stabile Lösung mit Lithiumionen zu bilden und den Separator leicht passieren zu können. Ladungstrennungen treten an der Grenzfläche zwischen Separator und Elektrolyt auf und verursachen ein elektromotorisches Phänomen, das den Transport des Elektrolyten über den Separator entweder behindert oder unterstützt. Das durch dieses Phänomen verursachte elektrokinetische Potential wird als Zetapotential bezeichnet.



### Was ist das Zetapotential?

Das Zetapotential beschreibt das elektrokinetische Potential in kolloidalen Dispersionen und ist die Potentialdifferenz zwischen dem Dispersionsmedium und der stationären Flüssigkeit, die an ein dispergiertes Partikel gebunden ist. Das Zetapotential entspricht der Energie, die benötigt wird, um das Teilchen und seine innere Schicht von Gegenionen von der Masse abzulösen.

Das Zetapotential ist die Messung der elektrostatischen Abstoßung zwischen Partikeln und kann auf Oberflächenladungen, Elektrolytstabilität, Wechselwirkungen zwischen Batteriekomponenten und der Gesamtstabilität des Batteriesystems hinweisen. Ein großes Zetapotential, unabhängig davon, ob es positiv oder negativ ist, kann den Forschern helfen, zu erkennen, welche Komponenten in der

Batterie gut zusammenarbeiten, wodurch Zeit und Kosten für Tests gesenkt werden und die Endbatterie stabil bleibt.

Zetapotentiale werden üblicherweise unter Verwendung von Elektrophorese gemessen, wobei Elektroden in die Suspension eingeführt werden und eine Spannung angelegt wird, wobei die geladenen Teilchen mit entgegengesetzter Ladung zur Elektrode wandern. Lichtstreuungstechniken werden üblicherweise verwendet, um die zetapotentialabhängige elektrophoretische Mobilität oder die Geschwindigkeit der Teilchen zu quantifizieren.

Durch Messen der elektrophoretischen Mobilität kann das Zetapotential des Teilchens anhand der Henry- oder Van Smolukoski-Gleichungen abgeleitet werden. Nicht-wässrige Lösungen stellen jedoch aufgrund der geringen Partikelmobilität eine herausfordernde Umgebung für Zetapotentialmessungen dar, weshalb hochempfindliche und genaue Analysegeräte zur Messung von Batteriekomponenten erforderlich sind.

## Der NanoPlus HD Zeta Potential Analyzer

Micromeritics bietet das NanoPlus HD-Gerät, ein Zetapotentialanalysegerät mit herausragender Leistung, Empfindlichkeit, kompaktem Platzbedarf und intuitiver Software. Damit ist es das Instrument der Wahl, um das Zetapotential in einer Vielzahl von Materialien zu messen.

Der NanoPlus HD verwendet dynamische Lichtstreuung (DLS) und elektrophoretische Lichtstreuung (ELS) zur Messung der Partikelgröße, des Zetapotentials und des Molekulargewichts von Materialien. Der NanoPlus HD bietet auch hochgenaue Messungen für konzentrierte Lösungen, basierend auf der wahren Bestimmung der elektrophoretischen Mobilität. Damit ist der NanoPlus HD ein ideales Instrument zur Messung des Zetapotentials von Batteriekomponenten in Elektrolytlösungen mit einer Vielzahl von Messzellen, darunter eine einzigartige Zelle für die Oberflächen- und Membranforschung.

## Schlussfolgerung

Forscher, die neue Materialien für LIB-Anwendungen entwickeln, benötigen Zugang zu Instrumenten, mit denen Eigenschaften wie das Zetapotential schnell und genau bewertet werden können, um eine fundierte Entscheidung darüber zu treffen, welche Komponenten gut funktionieren und innerhalb eines Batteriesystems stabil sind.

Der NanoPlus HD Zetapotentialanalysator von Micromeritics ist die ideale Lösung für die Bedürfnisse und Anforderungen von Forschern, die die nächste Generation von Batterien entwickeln.

## Literatur

[http://www.micromeritics.com/Repository/Files/battery\\_brochure\\_2016\\_v2.pdf](http://www.micromeritics.com/Repository/Files/battery_brochure_2016_v2.pdf) Zugriff 14. August 2017.

Zhang SS 'A review on electrolyte additives for lithium-ion batteries' *Journal of Power Sources*, 165:1379-1394, 2006.

Li Q, Chen J, Fan L, Kong X Lu Y, 'Progress in electrolytes for rechargeable Li-based batteries and beyond' *Green Energy & Environment* 1(1):18-42, 2016.

Li J, Armstrong BL, Kiggans J, Daniel C, Wood DL, 'Optimization of LiFePO<sub>4</sub> Nanoparticle Suspensions with Polyethyleneimine for Aqueous Processing' *Langmuir* 28(8):3783-3790, 2012.

Li J, Armstrong BL, Kiggans J, Daniel C, Wood DL, 'Lithium Ion Cell Performance Enhancement Using Aqueous LiFePO<sub>4</sub> Cathode Dispersions and Polyethyleneimine Dispersant' *Journal of The Electrochemical Society* 160(2):A201-A206, 2013.

Bhattacharjee S 'DLS and zeta potential - What they are and what they are not?' *Journal of Controlled Release* 235(10):337-351, 2016.

<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=13573> Zugriff 14. August , 2017.