

Qualität entscheidet über Performance

Labor- und Prozessanalytik von Batteriematerialien



Keywords

- **Prozessanalytik**
- **Batterieproduktion**
- **Qualitätskontrolle**

Die Rohstoffe in Batterien machen einen großen Teil der Kosten und der Leistungsfähigkeit einer Batterie aus. Die Qualitätskontrolle der Ausgangsprodukte wie auch der verarbeiteten Materialien im Prozess sowie auch von recycelten Batteriewerkstoffen trägt daher erheblich zur Kosteneffizienz der Batterieproduktion bei. Dr. Kerstin Dreblow und Sabrina Hakelberg geben im Interview mit CITplus einen Überblick über die Möglichkeiten der Metrohm Prozessanalytik, um die Batterieindustrie für mehr Effizienz und Performance zu unterstützen.

CITplus: Welche Analysemethoden bietet Metrohm auch für die Prozessanalytik an?

Dr. Kerstin Dreblow: Im Allgemeinen kennen viele Anwender Metrohm als einen Hersteller von Hochpräzisionsinstrumenten für die chemische Analytik im Laborbereich – Stichwort Titration. Bei der klassischen Analytik kommt die Probe ins Labor. In der Prozessanalytik dagegen wird das Labor zur Probe gebracht. Das bedeutet, dass die bewährten Laborlösungen für die Spektroskopie (Nahinfrarot und Raman) und nasschemische Analytik (Titration, Elektrochemie, Photometrie, Ionenchromatographie sowie Messungen mit ionenselektiven Elektroden) in vollautomatisierte und maßgeschneiderte Analysensysteme übertragen werden. Mit ihnen werden eine Vielzahl an chemischen und physikalischen Parametern erfasst. Besonders hervorzuheben ist, dass wir erst kürzlich unser Portfolio erweitern konnten und nun auch neben Prozess-NIR auch Prozess-Raman und Röntgenfluoreszenzmessung für Prozessanwendungen anbieten können.

Der Bedarf an Energiespeichern ist hoch und wird auch zukünftig noch weiter an Wichtigkeit gewinnen. Welche Möglichkeiten der Prozess- und Qualitätskontrollen in der Batterieproduktion gehören zum Portfolio?

Sabrina Hakelberg: Metrohm bietet eine große Bandbreite etablierter Analysemethoden für die gesamte Wertschöpfungskette in der Batterieindustrie an. Das beginnt mit der Qualitätssicherung während der Gewinnung von Rohstoffen. Hinzu kommen Lösungen für die Überwachung von Qualitäten und Zusammensetzungen von Komponenten in der Batterieherstellung an sich bis hin zum Recycling und der Wiederaufbereitung der Komponenten. Gerade an dieser Stelle lassen sich Produktionsprozesse durch eine lückenlose Überwa-



Sabrina Hakelberg, Produkt Managerin Process Spectroscopy, Deutsche Metrohm Prozessanalytik

chung der Parameterkonzentrationen optimieren und die anschließende Produktsicherheit gewährleisten.

Die stoffspezifischen Analysemethoden, wie sie die nasschemischen Methoden und die Raman- bzw. NIR-Spektroskopie bieten, haben den Vorteil, mehr über den Prozess zu erfahren. Abhängig davon, an welcher Stelle wir uns in der Wertschöpfungskette befinden und welche Parameter qualitätsrelevant sind, setzen wir gezielt und maßgeschneidert die passende Analyseverfahren für die Messaufgabe ein.

Sie beschreiben eine große Anwendungsvielfalt. Können Sie hierzu Beispiele nennen?

S. Hakelberg: Mit der Ionenchromatographie (IC) werden die Zusammensetzung von Elektro-

lytlösungen analysiert. Diese Analysetechnik ermöglicht die genaue Bestimmung von Ionen wie Lithium, Fluorid, Chlorid oder auch Verunreinigungen, die die Leistung und Lebensdauer der Batterie beeinflussen können.

Mit klassischen Titrationsmethoden werden Konzentration von Säuren, Basen und anderen chemischen Substanzen in Elektrolytlösungen bestimmt. Dies ist entscheidend für die Herstellung von Elektrolyten mit genau definierten Eigenschaften und Zusammensetzungen.

Potentiometrische Methoden ermöglichen die Messung von Redoxpotentialen in Batteriezellen. Diese Messungen sind wichtig, um die Effizienz und Stabilität der elektrochemischen Reaktionen innerhalb der Batterie zu überwachen.

Mittels Röntgenfluoreszenz (RFA) kann das Recycling von Kobalt, Nickel und Magnesium oder auch Schlämme von kathodenaktivem Material überwacht werden.

Die Raman-Spektroskopie kann zur Charakterisierung der Rohstoffe Li-basierter Batterien verwendet werden. Sie ermöglicht die Identifizierung von Phasenübergängen, Verunreinigungen und anderen strukturellen Eigenschaften, die die Batterieperformance beeinflussen können.

Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) setzen wir im Bereich der Batterieherstellung ein, um Trocknungsprozesse zu überwachen, beispielsweise die Beschichtungen von Elektrodenmaterialien oder den Feuchtegehalt im Batterieelektrolyt. Dieser Parameter ist sehr kritisch, da ein zu hoher Wassergehalt in einem Teil der Lithium-Ionen-Batterie (LiB) dazu führen kann, dass hygroskopisches Lithiumhexafluorophosphat (LiPF_6) mit Wasserdampf in der Luft zu Fluorwasserstoff (HF) reagiert. Dies führt dann zur Schädigung der Batterie bis hin zum Brand oder gar einer Explosion.

Das Recycling von Batterien ist eine Chance, um die Abhängigkeit von Rohstoffimporten zu reduzieren und um die Batterieproduktion klimafreundlicher zu gestalten. Welche Parameter können Sie in den Recyclingfraktionen, wie Kunststoffe, Metallfolie, Schwergut und Schwarzmasse, bestimmen und mit welchen Systemen?

Dr. K. Dreblow: Zweifelsohne ist Batterierecycling ein Thema, das an Bedeutung zunimmt. In einer 2021 veröffentlichten Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) wurden für 2030 jährlich 230 Kilotonnen Batteriekomponenten bzw. 1.500 Kilotonnen pro Jahr bis 2040 vorausgesagt^[1]. Gleichzeitig nimmt die Nachfrage an Batteriekomponenten zu. Daher bedarf es neuer ressourcenschonender Prozesse und Recyclingstrategien, u.a. auch um unabhängig von Rohstoffimporten zu werden und um neue Maßstäbe zu setzen.

Noch sind viele Einrichtungen an dem Punkt, neue Bereiche zu erforschen, bevor eine serienreife Anlagenproduktion erfolgen kann. Die Bereitstellung moderner Analysetechniken als auch die gemeinsame Erarbeitung der neuen Applikationen und Methoden ist der Fokus bei Metrohm.

Wir unterstützen beispielsweise bei der Charakterisierung der rezyklierten Schwarzmasse: Die unterschiedlichen Li- und weiteren Metallkomponenten werden überwacht und auf Reinheit geprüft. Zum Einsatz kommt hier die Raman-Spektroskopie, die in Sekunden schnelle und ohne den Einsatz von Chemikalien qualitative und quantitative Charakterisierung der Probe vornimmt. Die Technik kann genutzt



Dr. Kerstin Dreblow, Produkt Managerin Wet Chemical Process Analyzer, Deutsche Metrohm Prozessanalytik

werden, um Aufreinigungsschritte zu definieren. Das gleiche gilt für die Anwendung in der Rückgewinnung von Polymerkomponenten, die im Recyclingprozess anfallen. Neu im Portfolio ist der 2060 Raman Analyzer mit dem bis zu fünf verschiedene Messstellen mit einem einzigen Analyzer abgedeckt werden können. Durch die Verwendung von integrierten Standards ist die Übertragung von Methoden auf das System problemlos möglich. Dies ist insbesondere für Anlagenbauer interessant, die ihre Analysenmethoden einfach und weltweit einsetzen können.

Alternative Batteriesysteme, beispielsweise auf Lignin basierende Batterien, rücken immer mehr in den Fokus. Mit welchen Ansätzen kann Metrohm unterstützen?

S. Hakelberg: Biobasierte und erneuerbare Materialien wie beispielsweise auf Ligninbasis bieten komplett neue Möglichkeiten – und das nicht nur in Hinblick auf Nachhaltigkeit sondern auch hinsichtlich Skalierbarkeit und Performance von Batteriematerialien. Lignin fällt als Nebenprodukt des Holzaufschlusses in Papier- und Zellstofffabriken weltweit im Millionen-Tonnen-Maßstab an. So wird ein Abfallstoff genutzt, der CO₂ reduziert und eine echte Alternative zu Elektrolyten und Elektrodenmaterialien fossilen Ursprungs darstellt. Metrohm hat bereits vor vielen Jahren verschiedene Applikationen in der Papier- und Zellstoffproduktion entwickelt. Die zu analysierenden Parameter (z.B. Ligninbestimmung) lassen sich teilweise nun auf die Prozesse der für die „grüne Batterie“ übertragen. Sowohl der biobasierte Batterieelektrolyt als das Elektrodenmaterial kann sich qualitätssichernd analysieren lassen. Auch hier kommt u.a. der 2060 The NIR Analyzer, der 2060 Raman Analyzer und der 2060 TI Analyzer zum Einsatz.

Referenz

[1] https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2021/VDMA_Kurzstudie_Batterierecycling.pdf, abgerufen am 3.5.2024

Das Interview führte

Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Deutsche Metrohm auf der Achema
Halle 11.1 – Stand E73



Übersicht über die modularen Prozessanalytensysteme von Metrohm Process Analytics.

Wiley Online Library



Deutsche METROHM Prozessanalytik GmbH & Co. KG, Filderstadt (Plattenhardt)
Tel.: +49 711 7 70 88 - 924
kerstin.dreblow@metrohm.de
www.metrohm-prozessanalytik.de