

# Lösungsmittelreduzierte Direktextrusion von Batterieelektroden

Dr. Granit Jashari, Dr. Sergii Zelinskyi, Dr. Dietrich Goers, Dr. Kristian Nikolowski, Dr. Mareike Partsch

Die halbtrockene Extrusion (Semi-Dry-Extrusion, SDE) von Batterieelektroden ermöglicht die extrusionsbasierte Formgebung bei deutlich reduziertem Lösungsmittelgehalt. Die Elektrodenfertigung wird so nachhaltiger und vereint zudem Vorteile wie eine präzise Prozesskontrolle und die Kompatibilität mit modernen Elektrodenarchitekturen. Das Verfahren schließt damit die Lücke zwischen Slurry-Casting und Dry-Coating.

Im Rahmen des BMFTR-Projekts HEADLINE (FKZ: 03XP0394I) wurden mit dem Verfahren Elektroden mit hoher Massebeladung hergestellt – eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung schnellladefähiger, energiedichter Lithium-Ionen-Batterien. Im Rahmen des Projekts wurden

- ein lösungsmittelreduzierter Direkt-Extrusionsprozess implementiert,
- Inline-Testverfahren zur Echtzeitüberwachung von Reinheit, Mischqualität und Elektrodenintegrität entwickelt,
- wasserbasierte Elektroden mit Flächenkapazitäten über 12 mAh/cm<sup>2</sup> hergestellt sowie
- 5 × 5 cm<sup>2</sup> Pouchzellen mit extrudierten Elektroden demonstriert.

## Prozessprinzip

Bei der Semi-Dry-Extrusion werden Elektrodenformulierungen mit deutlich geringerem Lösungsmittelgehalt (< 15 Gew.-%) im Vergleich zur konventionellen Slurry-Verarbeitung (> 30 Gew.-%) eingesetzt. Die hochviskose Paste wird homogenisiert und kontinuierlich durch eine Düse auf den Stromableiter extrudiert (Abb. 1), gefolgt von schonendem Trocknen und Kalandrieren. Dieser hybride Ansatz vereint die Vorteile der semi-trockenen Verarbeitung (geringerer Lösungsmittelverbrauch, Energieeinsparung) mit denen der Nassverarbeitung (Binder Mischung, gute Verarbeitbarkeit).

## Vorteile des Prozesses

Der SDE-Prozess erlaubt eine präzise Kontrolle von Rheologie und Mikrostruktur, da die viskoelastische Paste eine gleichmäßige Partikelpackung und Binderverteilung ermöglicht und so Risse sowie Porenhomogenitäten reduziert.

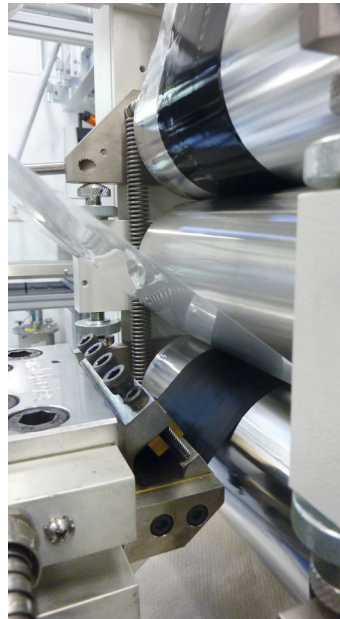


Abb. 1: Direkte Kathodenherstellung und -beschichtung mittels lösungsmittelreduzierter Direktextrusion.

SDE-Elektroden zeigen vergleichbare oder überlegene Zyklenstabilität und Hochstromfähigkeit, bedingt durch optimierte Binder-Füllstoff-Netzwerke und geringere ionische Tortuosität bei vergleichbarer Massenbeladung der Elektrode. Das Verfahren ist skalierbar, unterstützt Hochdurchsatz mit hoher Dickenpräzision und ermöglicht so die Herstellung dicker Elektroden mit hoher Flächenkapazität. Im HEADLINE-Projekt wurden Massenbeladungen oberhalb konventioneller Slurry-Grenzen erreicht. Die Nachhaltigkeit der Elektrodenfertigung wird durch bis zu 40 % weniger Lösungsmittelverbrauch gesteigert. Außerdem können wasserbasierte Formulierungen den Einsatz toxischer Lösungsmittel überflüssig machen. Die lösungsmittelreduzierte Direktextrusion ist zudem vielseitig einsetzbar und eignet sich auch für Festkörperbatterien und andere zukünftige Zellchemien. Insgesamt schließt SDE die Lücke zwischen Slurry-Casting und Dry-Coating und verbindet ökologische Vorteile mit industrieller Skalierbarkeit und hoher Leistungsfähigkeit.

## Literatur

Jashari, G, et al.: Solvent reduced direct extrusion of battery electrodes. Dry Coating Forum: Shaping the future of dry battery electrode processing. Dresden, 12.–13.9.2023.

Jashari, G, et al.: Continuous extrusion coating of battery electrodes: Advances in process development and pilot-scale scaling. International Battery Production Conference. Braunschweig, 27–29.11. 2024.

Gefördert durch:

