

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

18. März 2026 || Seite 1 | 4

Umweltfreundliche Alternative zu etablierter Batterietechnologie Wasserbasierte LFP-Kathoden: Effizienzsprung in der Verarbeitung

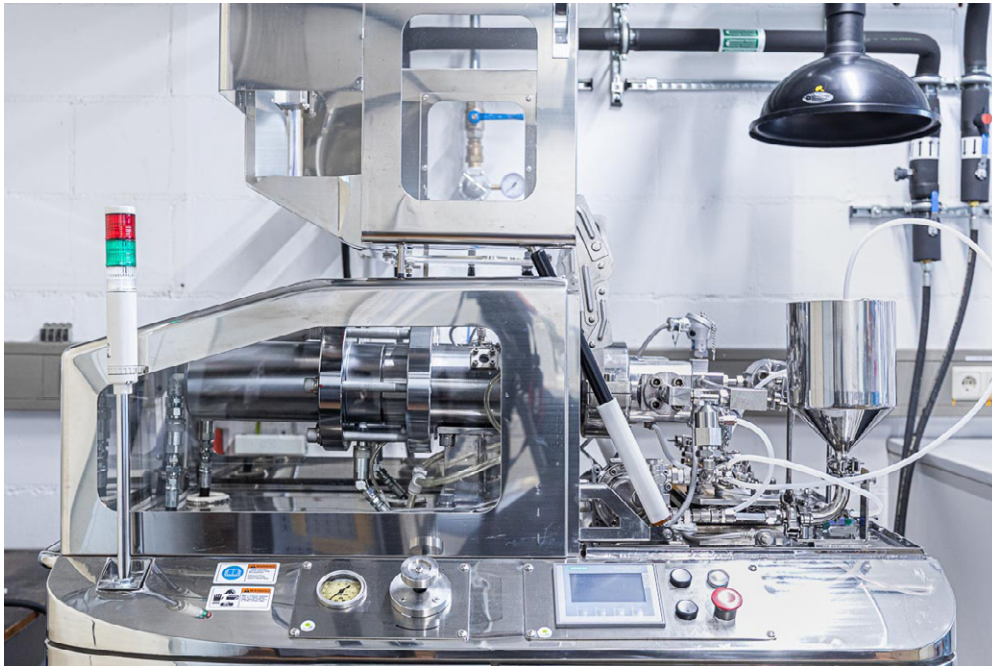
Forschende des Fraunhofer IPA zeigen, wie unterschiedliche Dispergierverfahren die Herstellung umweltfreundlicher Lithium-Eisenphosphat-Kathoden optimieren. Wet Jet Milling spart Prozessenergie um bis zu 42 Prozent – bei nahezu gleichbleibender Batterieperformance.

Lithium-Ionen-Batterien sind das Rückgrat der Elektromobilität und moderner Energiespeicher. Doch ihre Herstellung belastet die Umwelt: Standardbinder wie Polyvinylidenfluorid (PVDF) – ein Kunststoff, der Elektroden zusammenhält – erfordern das giftige Lösungsmittel N-Methyl-2-Pyrrolidon (NMP). Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA haben die Herstellung wasserbasierter Lithium-Eisenphosphat-Kathoden gezielt weiterentwickelt, indem sie den Einfluss unterschiedlicher Dispergierverfahren systematisch untersucht haben. Dabei kommt der biobasierte Binder Carboxymethylcellulose (CMC) zum Einsatz. CMC ist wasserlöslich, stammt aus Zellulose und ermöglicht eine vollständig wasserbasierte Prozessführung ohne organische Lösemittel.

Lithium-Eisenphosphat (LFP) gilt für die Kathoden, die positiven Elektroden, als sichere und kostengünstigere Alternative zu den häufig aus Nickel-Mangan-Kobalt-Oxiden (NMC) hergestellten. Denn LFP kommt ohne kritische Metalle wie Kobalt und Nickel aus, ist thermisch stabil und erreicht lange Zyklenlebensdauern. In der industriellen Praxis bremst jedoch die vergleichsweise geringe Leitfähigkeit von LFP die Leistungsfähigkeit bei hohen Lade- und Entladeraten.

Hintergrund: Funktion der LFP-Kathoden in der Batterie

In Lithium-Ionen-Batterien sind die Kathoden die »Energiereservoirs« für Lithium-Ionen und bestimmen maßgeblich Spannung, Energiedichte und Lebensdauer der Zelle. Lithium-Eisenphosphat-Kathoden (LFP) speichern die Lithium-Ionen in einem kristallinen Wirtsgitter und geben sie beim Entladen kontrolliert an die Anode ab, wodurch der Stromfluss für Antriebe, stationäre Speicher oder industrielle Anwendungen bereitgestellt wird.

**PRESSEINFORMATION**

18. März 2026 || Seite 2 | 4

Ansicht der Wet-Jet-Milling-Anlage am Fraunhofer IPA

Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez

Zwei Dispergiervverfahren für LFP-Slurries im direkten Vergleich

Das Team untersuchte systematisch zwei industriell relevante Verfahren, die aus Aktivmaterial, Leitruß, Binder und Wasser eine Paste mischen: einen klassischen Dissolver sowie das Hochdruckverfahren Wet Jet Milling. Beim Dissolver-Mischen rotiert eine gezahnte Scheibe mit hoher Geschwindigkeit in der Paste, auch Slurry genannt, wodurch Scherkräfte entstehen, die die Partikelagglomerate aufbrechen. Das Wet Jet Milling ist ein Hochdruckverfahren, bei dem die Paste mit bis zu 2200 Bar durch Mikrodüsen gepresst wird. Es erzeugt intensive Partikelkollisionen und eine besonders effiziente Zerkleinerung.

Die Forschenden charakterisierten die resultierenden Pasten hinsichtlich Partikelgrößenverteilung, Viskosität (Fließverhalten) und Sedimentationsverhalten. Die beschichteten und kalandrierten Elektroden – also verdichteten Elektrodenschichten – wurden mit Dickenmessungen und Rasterelektronenmikroskopie analysiert. Die elektrochemische Leistungsfähigkeit wurde durch C-Raten-Tests ermittelt. Bei diesen werden Batteriezellen mit unterschiedlichen Lade- und Entladegeschwindigkeiten getestet: 0,1 C = sehr langsames Laden/Entladen, ca. 10 h für volle Ladung/Entladung; 1 C = »nominal«, 1 h; 3 C = sehr schnell, 20 min.

Signifikante Unterschiede bei Verarbeitungseigenschaften

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in den Slurry-Eigenschaften: Das Wet Jet Milling reduzierte die mittlere Partikelgröße um 39 Prozent (von 7,91 auf 4,78 Mikrometer) und senkte die Viskosität drastisch – um 96 Prozent bei niedrigen, 80 Prozent bei mittleren und 64 Prozent bei hohen Scherraten. Die feineren Partikel und die niedrigere Viskosität beim Wet Jet Milling ermöglichten es, einen höheren Feststoffgehalt im Vergleich zur Dissolver-Paste zu verarbeiten, was den Energiebedarf für die Trocknung senken kann.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zeigten, dass die durch Wet Jet Milling hergestellten Elektroden homogener und dichter gepackt waren. Die Grenzfläche zum Aluminium-Stromkollektor war glatter und geschlossener, was einen besseren Stromfluss und mechanische Stabilität erwarten lässt.

Elektrochemische Performance bleibt weitgehend stabil

Trotz der erheblichen Unterschiede in den Verarbeitungseigenschaften unterschied sich die elektrochemische Leistung der Elektroden nur geringfügig. Bei den meisten getesteten C-Raten lagen die Entladekapazitäten – also die Menge an elektrischer Energie, die die Batterie abgeben kann – innerhalb der Messtoleranz. Lediglich bei 1,0 C zeigte die Wet-Jet-Milling-Variante eine um 12,8 Prozent höhere Kapazität (83,8 vs. 73,1 Milliampere-Stunden pro Gramm). Die Forschenden führen dies auf die größere aktive Oberfläche der kleineren Partikel zurück, die schnellere elektrochemische Reaktionen ermöglicht.

Energieeinsparung und industrielle Relevanz

Eine Gesamtenergiebilanz fürs Mischen und Trocknen zeigt den entscheidenden Vorteil: Die Kombination aus Wet Jet Milling und Dissolver-Mischen für die Komplettformulierung benötigte 0,98 Kilowattstunden pro Kilogramm Paste (kWh/kg) – gegenüber 1,70 kWh/kg beim reinen Dissolver-Verfahren. Zusammen mit der Trocknungsenergie entspricht dies einer Energieeinsparung von 42 Prozent. Der höhere Feststoffgehalt der Wet-Jet-Milling-Paste reduziert somit die Trocknungszeiten und steigert die Produktionseffizienz.

»Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Optimierung von Produktionsverfahren genauso wichtig ist wie die Materialauswahl«, erklärt die Studienautorin Leah Jalowy und ihr Autorenkollege Dominik Nemec ergänzt: »Die wasserbasierte Verarbeitung mit CMC-Binder beseitigt toxische Lösungsmittel aus der Produktionskette, während optimierte Dispergiervorgänge Energie sparen und die Produktqualität verbessern – ohne die Batterieperformance wesentlich zu beeinträchtigen.«

PRESSEINFORMATION

18. März 2026 || Seite 3 | 4

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA

Die Studie wurde in der Open-Access-Zeitschrift AppliedChem am 5. November 2025 veröffentlicht und liefert wichtige Erkenntnisse für Batteriehersteller, die nachhaltige Produktionsprozesse etablieren möchten. Während die Untersuchungen im Labormaßstab durchgeführt wurden, legen die Ergebnisse nahe, dass die Vorteile bei industrieller Skalierung noch deutlicher ausfallen.

Die Arbeiten für die Studie entstanden innerhalb der Technologieplattform des Dispergierzentrums am Fraunhofer IPA in enger Kooperation mit dem japanischen Maschinenhersteller Sugino. Das Dispergierzentrum bearbeitet und adressiert zusammen mit den Mitgliedsfirmen, wie der Fa. Sugino, aktuelle Themen der Dispersionsforschung branchenübergreifend und zielorientiert.

PRESSEINFORMATION

18. März 2026 || Seite 4 | 4

Studie

Article:

»Processing Water-Based Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) Cathodes with CMC Binder: The Impact of Dispersing Methods«

By Leah Jalowy, Henry Lehmann, Patrick Rassek, Olga Fromm, Marc Entenmann and Dominik Nemec

AppliedChem 2025, 5(4), 33

Download: <https://doi.org/10.3390/appliedchem5040033>**Fachlicher Kontakt****Dr. rer. nat. Marc Entenmann** | Telefon +49 711 970-385 | marc.entenmann@ipa.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | www.ipa.fraunhofer.de**Ivica Kolarić** | Telefon +49 711 970-3729 | ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | www.ipa.fraunhofer.de**Pressekommunikation****Jörg-Dieter Walz** | Telefon +49 711 970-1667 | presse@ipa.fraunhofer.de

Das **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**, kurz Fraunhofer IPA, ist mit ca. 1150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Der gesamte Haushalt beträgt 100 Mio. €. Organisatorische und technologische Aufgaben aus der Produktion bilden unsere Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkte in 11 Forschungsbereichen. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen werden von uns entwickelt, erprobt und umgesetzt. In 11 Geschäftsbereichen setzen wir unsere Forschungsergebnisse gemeinsam mit kleinen und großen Unternehmen um. Dabei fokussieren wir uns insbesondere auf die Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energie, Medizin- und Biotechnologie sowie Prozessindustrie.