

# Sichern einer kritischen Materialbasis in Europa durch Kreislaufschließung: Das DiLiRec-Projekt

**Dr. Christian Kensy, Dr. Sebastian Hippmann,  
Dr.-Ing. Sandra Pavón, Dr.-Ing. Mareike Partsch**

Die begrenzte Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien verursacht steigende Volumina an verbrauchten Batterien und Batterieabfällen. Zeitgleich wächst die Nachfrage nach Lithium-Eisen-Phosphat-(LFP)-Batterien. Diese elektrischen Energiespeicher gelten als besonders sicher, langlebig und kosteneffizient. Mit effizienten Recyclingstrategien können die Grundsätze des europäischen Grünen Deals, also die Entwicklung einer nachhaltigen Industrie bei gleichzeitiger Reduzierung des Batteriematerialienverbrauchs, umgesetzt werden. Das Direktrecycling ist hierbei ein vielversprechender Ansatz.

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten DiLiRec-Projekt (FKZ: 03XP0549H) arbeiten neun Projektpartner gemeinsam an neuen Recyclingverfahren für LFP-Kathodenmaterialien auf Basis einer optimierten Schwarzmassengewinnung, um so den realen Bedürfnissen der Industrie gerecht zu werden.

Das Fraunhofer IKTS erarbeitet hierfür einen direkten Recyclingweg. Hierfür müssen die Anforderungen an die Schwarzmasse sowie an die möglichen Rezyklate eindeutig definiert werden. Die wiedergewonnenen Aktivmaterialien werden daher umfassend analysiert, um den direkten Recyclingprozess zu optimieren. Das elektrochemische Verhalten der hergestellten Rezyklate wird in Knopfzellen charakterisiert, wobei sowohl reine Rezyklate als auch Mischungen von recyceltem LFP-Kathoden- oder Graphit-Anodenmaterial mit frischen Aktivmaterialien untersucht werden.

Die ersten Elektroden wurden aus LFP-Abfallkathoden hergestellt, wobei das Aktivmaterial durch ein trockenes mechanisches Entschichtungsverfahren zurückgewonnen wurde. Als Vergleich diente eine Referenzkathode aus kommerziellem LFP. Gegenüber der Referenzkathode unterschied sich das Verhalten des recycelten LFP-Materials während der Elektrodenherstellung wie auch in der Elektrodenporosität (Abb. 1).

Dies kann durch vorherige Bestandteile der Abfallkathode, z. B. Binder und Leitruß, oder enthaltene Verunreinigungen wie

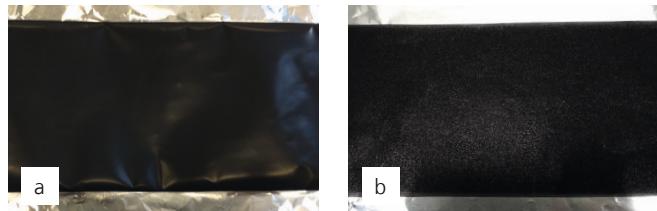


Abb. 1: LFP-Kathodenaktivmaterial. a) Frisches LFP als Referenzkathode. b) Reines recyceltes LFP als Kathode.

Aluminium verursacht werden. Die Ergebnisse der galvanostatischen Zyklierung (Abb. 2) zeigen eine sehr vielversprechende Zellperformance für die recycelte LFP-Kathode von > 88 % der Referenzkapazität (kommerzielles LFP: 154 mAh g<sup>-1</sup> vs. recyceltes LFP: 136 mAh g<sup>-1</sup>). Um die Leistung nachhaltig zu verbessern, werden als nächstes der Einfluss von Verunreinigungen bzw. deren Entfernung sowie Gemische von rezykliertem mit frischem LFP als Kathodenaktivmaterial in unterschiedlichen Verhältnissen untersucht.

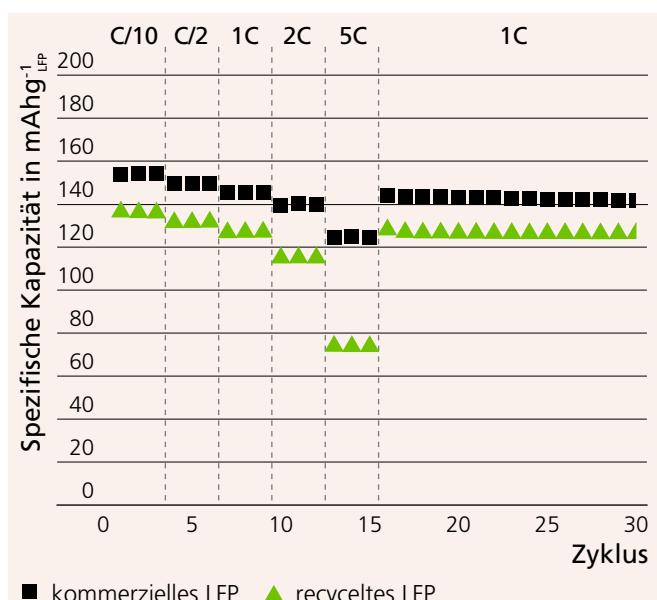


Abb. 2: Galvanostatische Zyklierung (vs. Li/Li<sup>+</sup>) eines reinen recycelten und kommerziellen LFP-Kathodenmaterials.

Mit Hilfe des DiLiRec-Projekts hat das Fraunhofer IKTS das Potenzial des Direktrecyclings aufgezeigt, ohne diese Recyclingroute bisher optimiert zu haben und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft im Bereich Batterien und zur Sicherung der Ressourcen in Europa.