

Direktes Recycling von Aktivmaterialien aus Lithium-Ionen-Batterien und dessen Optimierung durch digitale Verfahren (DiRecLIB)

ZIEL DES PROJEKTS

Ziel von DiRecLIB ist die Entwicklung eines kontinuierlichen, digital gestützten Prozesses zum direkten Recycling von Aktivmaterial aus Lithium-Ionen-Batterien, welcher sehr hohe Ressourceneffizienz verspricht. Die Arbeitsschwerpunkte des Projektes stellen die Entwicklung eines digitalen Zwillings der gesamten Prozesskette als Grundlage einer modellbasierten Regelungsstrategie, die Erweiterung der online-Messtechnik und deren Integration in eine Softsensorumgebung, der Aufbau eines datengetriebenen Modells auf Basis der Methoden des maschinellen Lernens zum autonomen Betrieb der gesamten Prozesskette für unterschiedliche Batteriematerialien sowie die Erhöhung des Durchsatzes zur Erreichung industrierelevanter Mengen unter Einsatz der Klassierzentrifuge dar.

ERGEBNISSE

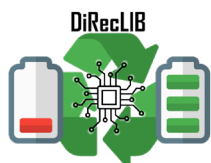
Digitale Zwillinge der Prozessschritte wurden entwickelt und für erste Produkte etabliert. Diese bilden die Basis für eine Regelungsstrategie für die Gesamtanlage. Ein Ultraschall-Sensor wurde um eine Softsensor-Auswertung erweitert, die die Ermittlung von Partikelgrößenverteilung und Konzentration für erste Produkte auf Basis genetischer Algorithmen ermöglicht. Maschinelles Lernen wird eingesetzt, um Materialeigenschaften für die Abbildung der Prozessschritte in digitalen Zwillingen zu bewältigen.

Die Bandbreite an Materialeigenschaften, welche bei der Anwendung auftreten und die umfangreichen physikalischen Effekte, die damit einhergehen, stellen aufgrund der geringen verfügbaren Datenbasis allerdings eine Schwierigkeit dar. Elektrohydraulische Zerkleinerung und Zentrifugenanlage wurden aufgebaut und für verschiedene Materialien

getestet. Modellbasierte Betriebsparameter-vorgaben passend die Zentrifugation dynamisch auf das Produktverhalten an. Für erste Produkte konnten vielversprechende Resultate erzielt werden. Die Anwendbarkeit auf weitere Materialsysteme lässt sich im Nachgang an der entwickelten Infrastruktur validieren.

Die Anwendbarkeit der erforschten Technologien und Lösungsansätze für das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien konnte damit für erste Schritte dargestellt werden. Die Integration von Resultaten aus dem Forschungsvorhaben in die industrielle Umsetzung ist angedacht und wird detailliert analysiert.





NACHHALTIGKEITSGEWINNE UND FAZIT

Der im Projekt verfolgte Ansatz des direkten Recyclings verspricht, die Anzahl der notwendigen Prozessschritte im Recycling sowie den Einsatz von Chemikalien bzw. Energie deutlich zu reduzieren. Im Zuge der Selbstevaluierung wurde ein Entlastungspotenzial von rund 49 Mio. kg CO₂-Äquivalenten pro Jahr ermittelt, welches sich unter der Annahme ergibt, dass das Verfahren künftig deutschlandweit im LIB-Recycling der jährlich anfallenden 2.500 Tonnen Aktivmaterial angewandt wird. Dem gegenüber steht ein Belastungspotenzial von etwa 4 Mio. kg CO₂-Äquivalenten pro Jahr für den Betrieb der hydromechanischen Trennanlage. Darin enthalten sind ca. 1.700 kg CO₂-Äquivalente pro Jahr für die zusätzlich erforderliche Digitaltechnik zum Betrieb des digitalen Zwillings als Teil der Steuerungsanlage. In Summe wird die mit dieser Technologie auf dem deutschen Markt für LIB-Recycling erzielbare Nettoentlastung auf 45 Mio. kg CO₂-Äquivalente pro Jahr geschätzt.

LAUFZEIT

01.04.2021 - 30.09.2023

VERBUNDKOORDINATOR

Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH

VERBUNDPARTNER

- Sympatec GmbH
- Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- MAB Recycling GmbH

DIGITAL GREENTECH KONFERENZ 2022



<https://www.youtube.com/watch?v=OkUDOf8XRx4&t=4s>

KONTAKTPERSON

Felix Seiser
(f.seiser@cepa.de)

Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH
Geroldsecker Vorstadt 60
77933 Lahr