

Action

Ausschussverwertung Elektrodenproduktion

Poster
Nr. 14



Projektziele

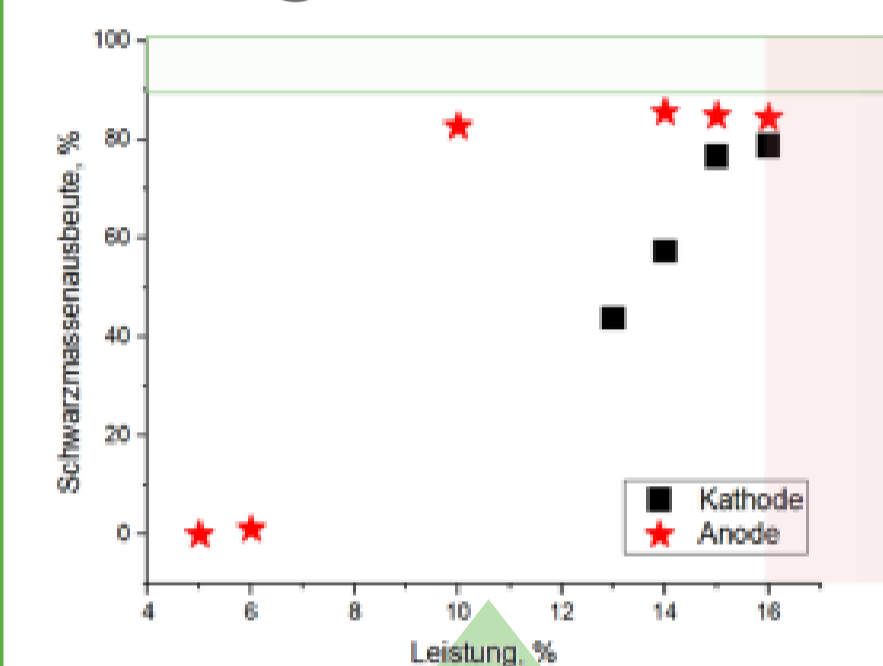
- Entwicklung einer effizienten Recyclingroute für den Wiedereinsatz der Aktivmaterialien in Batterien
- Delaminierung über unterschiedliche Prozessrouten
- Validierung durch Zellbau mit Rezyklat
- Quantifizierung der Steigerung der Ressourceneffizienz



Take-aways

- Delaminierung der Elektroden ist **erfolgreich erprobt** (hohe Rückgewinnungsraten, bis zu 100%)
- Starke Reduktion der Kosten und Umweltwirkungen
- Produktion mit Rezyklat konnte auf Pilotskala als vergleichbar mit Primärmaterial nachgewiesen werden

Ergebnisse



Ultraschall-Behandlung ermöglicht rückstandsfreie Entschichtung



Bei thermischer Belastung sind hohe Rückgewinnungsraten erreichbar



Erfolgreiche Produktion optisch fehlerfreier Rezyklatelektroden (TRL5-6), elektrochem. Analysen stehen aus



Projektleiter

Hannes Lefherz
Fraunhofer IST
Institut für Schicht und
Oberflächentechnik

Projektpartner



Direct Recycling für Elektroden-Produktionsausschüsse

Überblick über betrachtete Recyclingrouten

H. Lefherz¹, N. Dilger¹, E. Moustafa¹, R. Duckstein¹, J. Petersen¹, M. Ahuis², P. Michaloswki², M. Keppeler³, W. Braunwarth³, S. Zellmer¹, A. Kwade²

Mail: hannes.lefherz@ist.fraunhofer.de ¹ Fraunhofer Institut für Schicht und Oberflächentechnik IST; ² Institut für Partikeltechnik, TU Braunschweig; ³ Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung

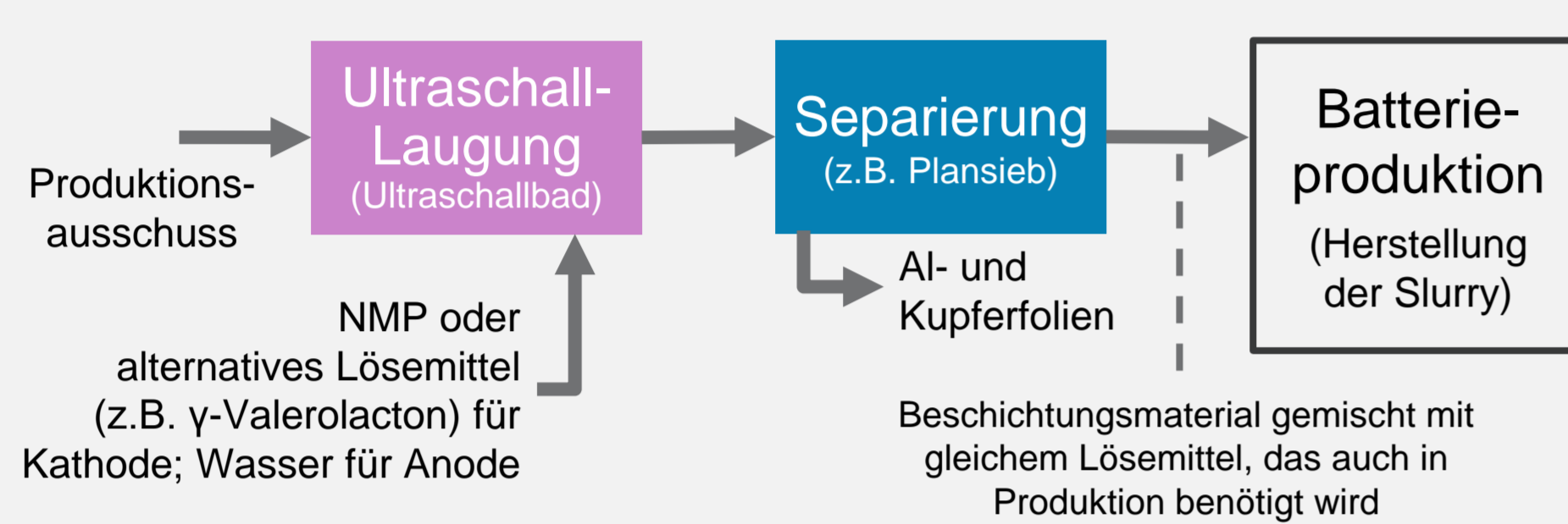
Motivation

- Hohe Ausschussraten (insbesondere beim Hochfahren) bei der Elektroden- und Zellproduktion [1]
- Die Wiederaufbereitung von Produktionsausschuss birgt erhebliche ökonomische und ökologische Potentiale
- Hohe Reinheit des Produktionsausschuss durch Direct Recycling von Beschichtungskomponenten in die Elektrodenproduktion

Ausgangssituation

- Rückführung von Produktionsabfällen oft über konventionelle, „indirekte“ Recyclingprozesse
- Durch die direkte Rückführung von Aktivmaterialpartikeln können aufwändige Resyntheseprozesse vermieden werden
- Prozess- und Formulierungsstrategien für die Herstellung von rezyklathaltigen Elektroden müssen festgelegt werden

Nass-mechanischer Recyclingprozess

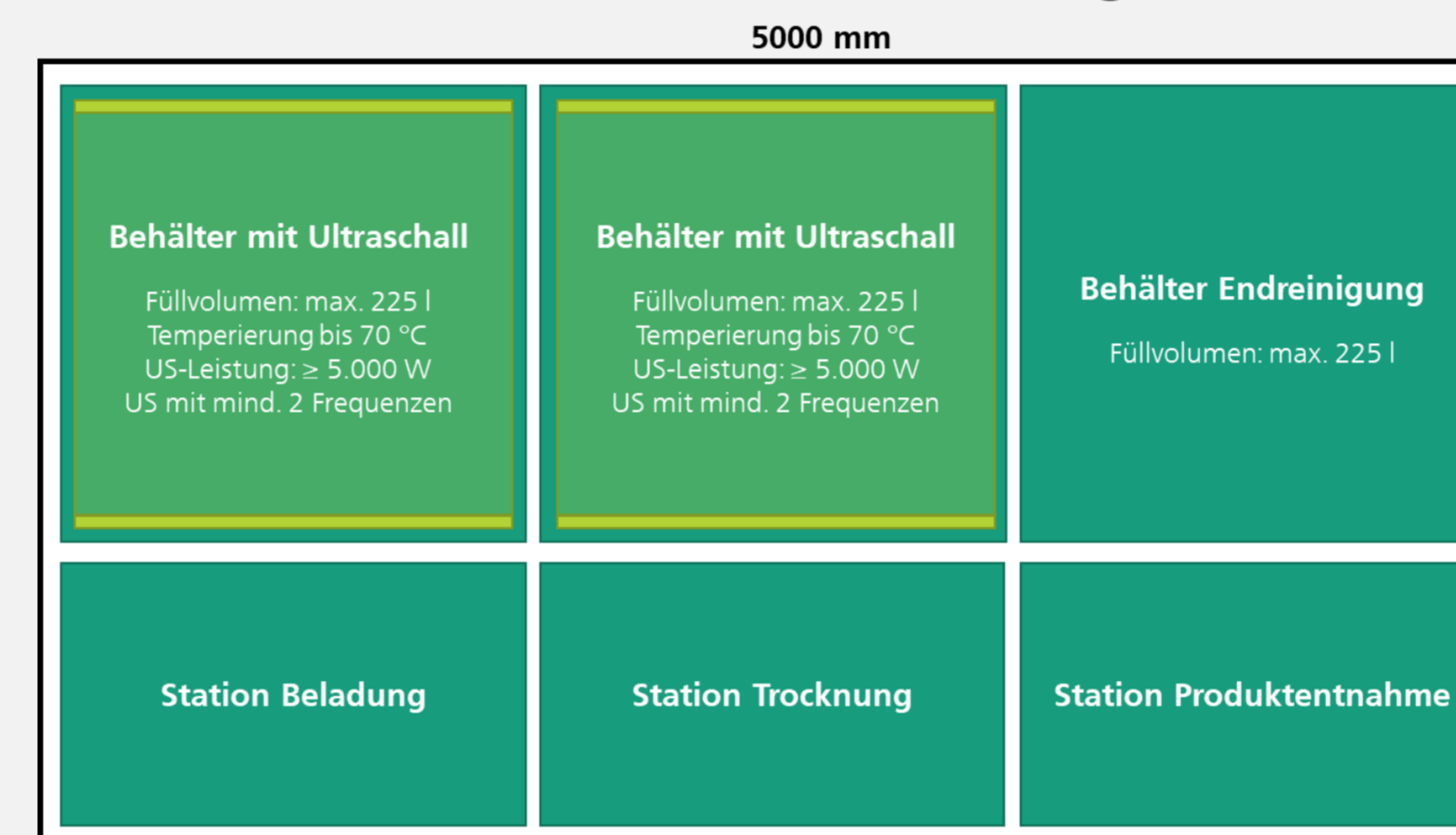


Ergebnisse

- Elektrodenmaterial kann zu 100% von Stromsammelrolle abgetrennt werden; Stromsammelrolle wird nicht beschädigt
- Potentielle Verunreinigungen (Al, Si, Fe, Cu) < 0,1%; keine Änderung der metallischen Zusammensetzung von NMC622
- Keine Änderung der Morphologie und Partikelgröße des Anoden- und Kathodenmaterials

Herausforderungen/Hindernisse

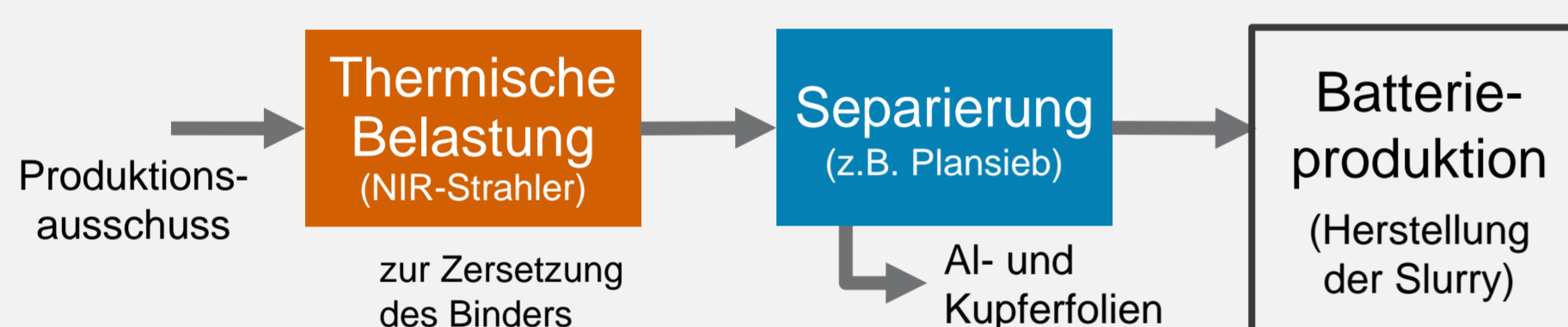
- Zellproduktion mit 10% Rezyklat und -charakterisierung noch nicht abgeschlossen
- Slurryproduktion mit Rezyklat-Suspension (geringerer Feststoffanteil; Feststoff ungleichmäßig verteilt)
- NMP aktuell Standardlösungsmittel in Batterieproduktion, aber nicht REACH-konform



Skalierbarkeit

- Batchprozess
- Überauffiltration → Rezyklat wird kontinuierlich in LM gelöst entnommen und Elektrodenproduktion übergeben
- Potentiell geeignete Anlage mit 2x 225 L Füllvolumen ab 2024 verfügbar

Thermo-mechanischer Recyclingprozess

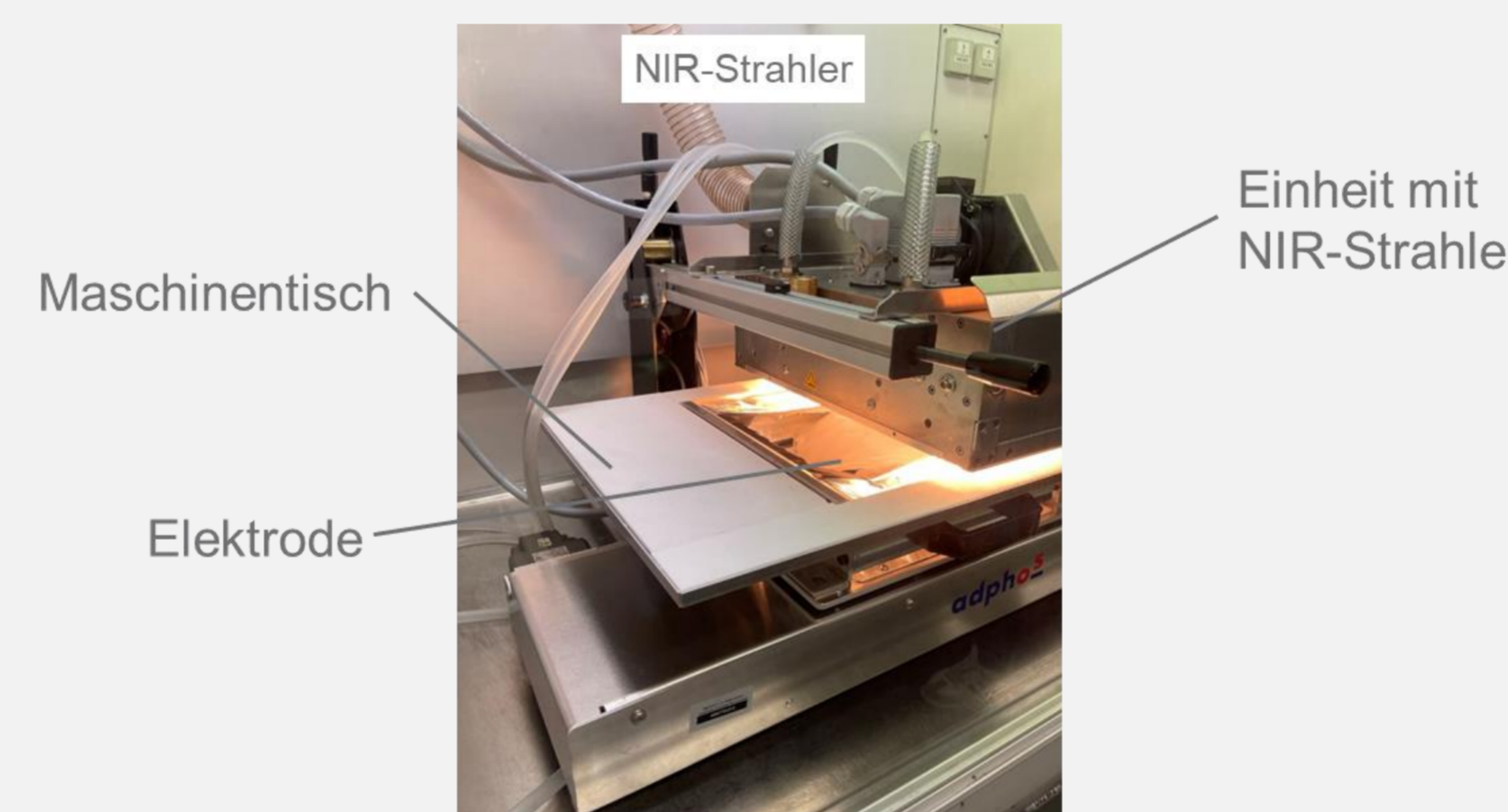


Ergebnisse

- Elektrodenmaterial kann (fast) zu 100% von Stromsammelrolle abgetrennt werden
- Potentielle Verunreinigungen (Al, Si, Fe, Cu) < 0,1%; keine Änderung der metallischen Zusammensetzung von NMC622
- Binder wird zersetzt und liegt nicht als Totmaterial in der Feingutfraktion vor

Herausforderungen/Hindernisse

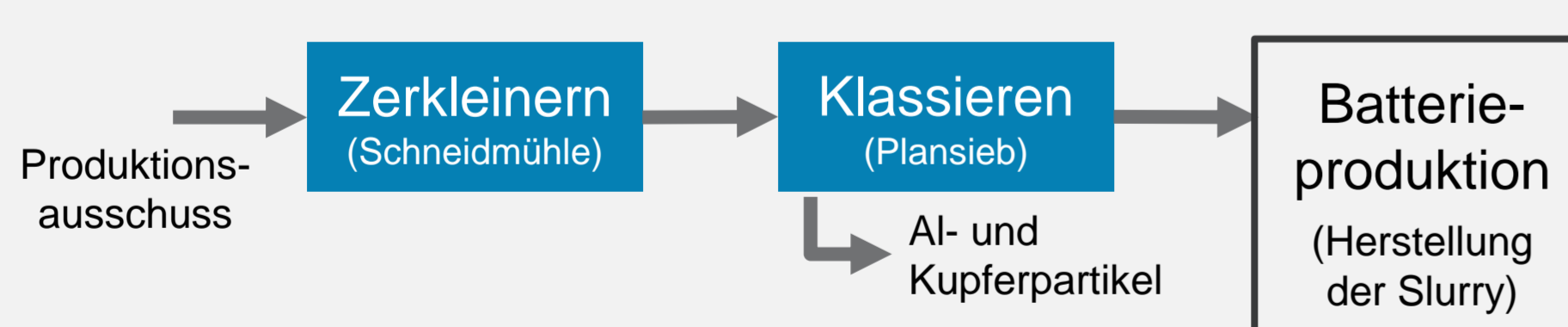
- Fluorhaltige Zersetzungsprodukte bei der Prozessierung von Kathodenausschuss
- Temperaturbehandlung von Anoden aufgrund von möglicher Oxidation des Graphits herausfordernd
- Zellproduktion mit 10% Rezyklat und -charakterisierung noch nicht abgeschlossen



Skalierbarkeit

- Derzeit Batchprozess
- Im Optimalfall Rolle-zu-Rolle-Prozess (kontinuierlich) mit sehr hohen Durchsätzen

Mechanischer Recyclingprozess



Ergebnisse

- Elektrodenmaterial kann mit hohen Anteilen (ca. 90 %) von Stromsammelrolle abgetrennt werden
- Verunreinigungen abhängig von Prozessierung
- Teilweise vorliegen von Agglomeraten in Feingutfraktion
- Sehr geringer Energieverbrauch

Herausforderungen/Hindernisse

- Höhere Verunreinigungen (> 2%) aufgrund der Zerkleinerung der Stromsammelrolle
- Geringere Recycling-Ausbeuten als bei anderen Prozessrouten
- Zellproduktion mit 10% Rezyklat und -charakterisierung noch nicht abgeschlossen



Skalierbarkeit

- Batchprozess mit den größten Outputmassen
- Skalierbarkeit wurde im industrienahen Maßstab bewiesen

Quellen

- Kehrer M, Locke M, Offermanns C et al. (2021) Analysis of Possible Reductions of Rejects in Battery Cell Production during Switch-On and Operating Processes. Energy Technol 9:2001113.

Acknowledgements

The project on which this poster is based was funded by the German Federal Ministry of Education and Research within the Competence Cluster Recycling & Green Battery (greenBatt) under the grant number 03XP0361A. The authors are responsible for the contents of this publication.