

Galvanoformung von Batteriekathoden(komponenten) aus Aluminium

Lena Meixner^a, Luis Bösnecker^a, Timo Sörgel^a

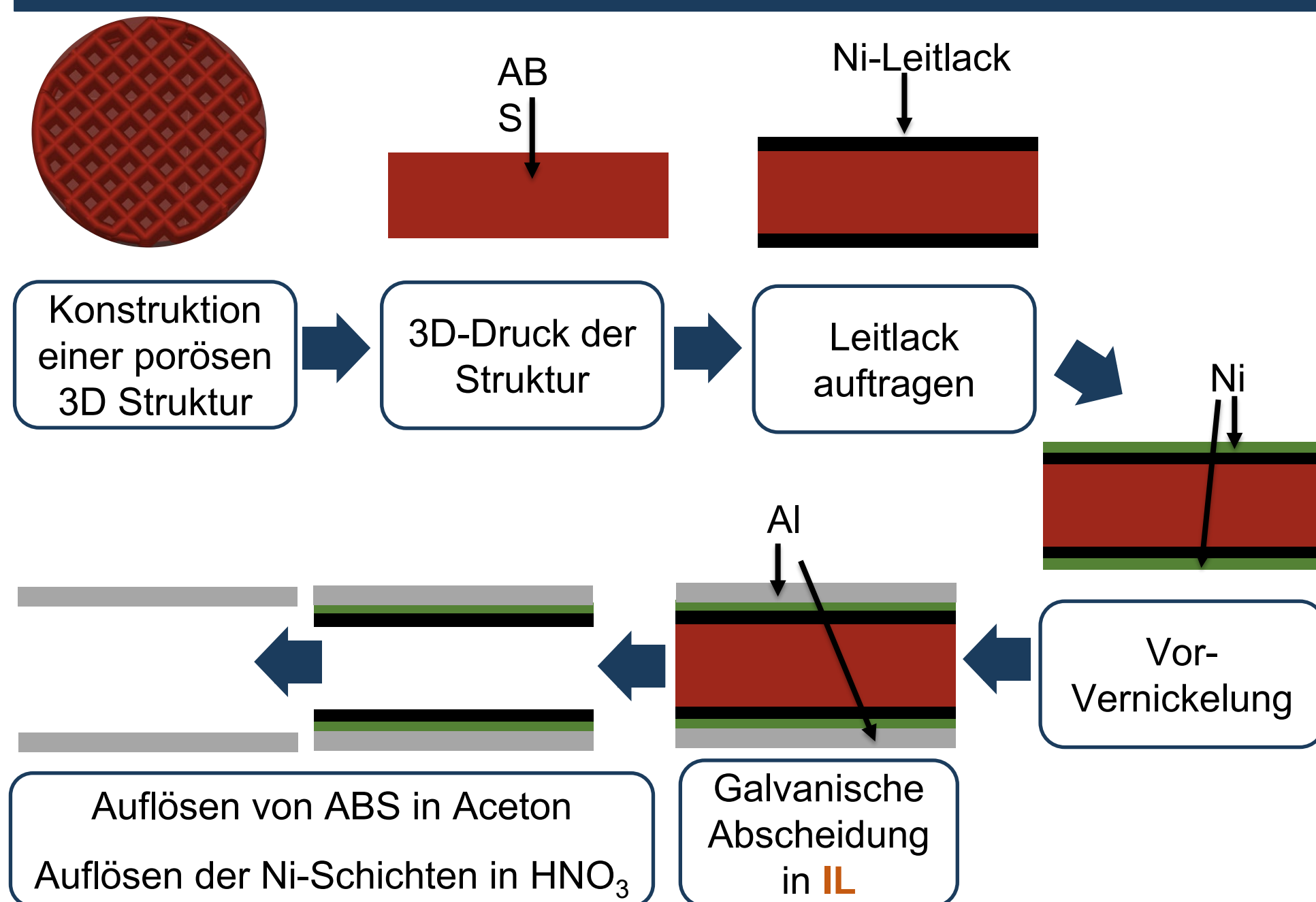
Warum Aluminium als Matrixmaterial

- höchste gewichtsspezifische Leitfähigkeit ($\sigma_{gew,Al} = 13,7 \cdot 10^3 \frac{Sm^2}{kg}$)
→ leichte Elektroden
- hohe Material- und Energieeffizienz
- Korrosionsbeständig und sehr gute Recyclingfähigkeit
→ nachhaltige Batteriesysteme
- Hohe elektrische Leitfähigkeit für effizienten Ladungstransport
- Matrixmaterial für innovative Kathodenkonzepte
- Galvanoformung ermöglicht präzise, frei gestaltbare Mikrostrukturen
- Technische Herausforderung: keine Abscheidung aus wässrigen Elektrolyten möglich

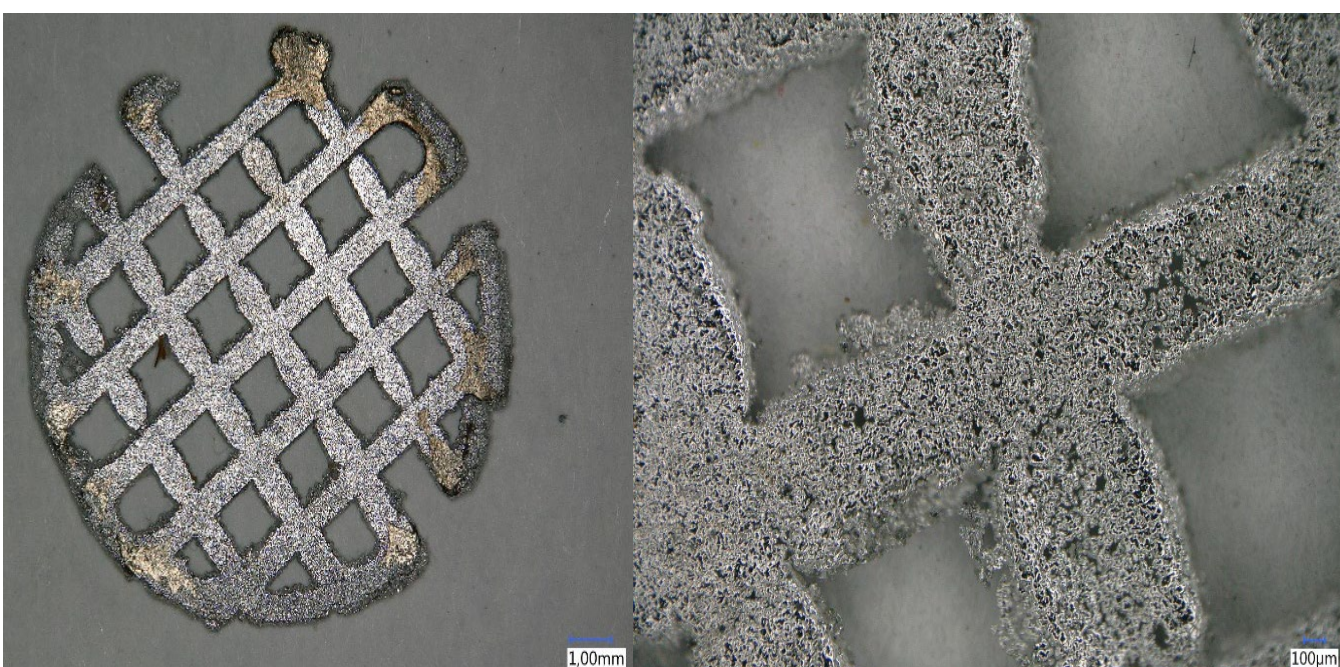
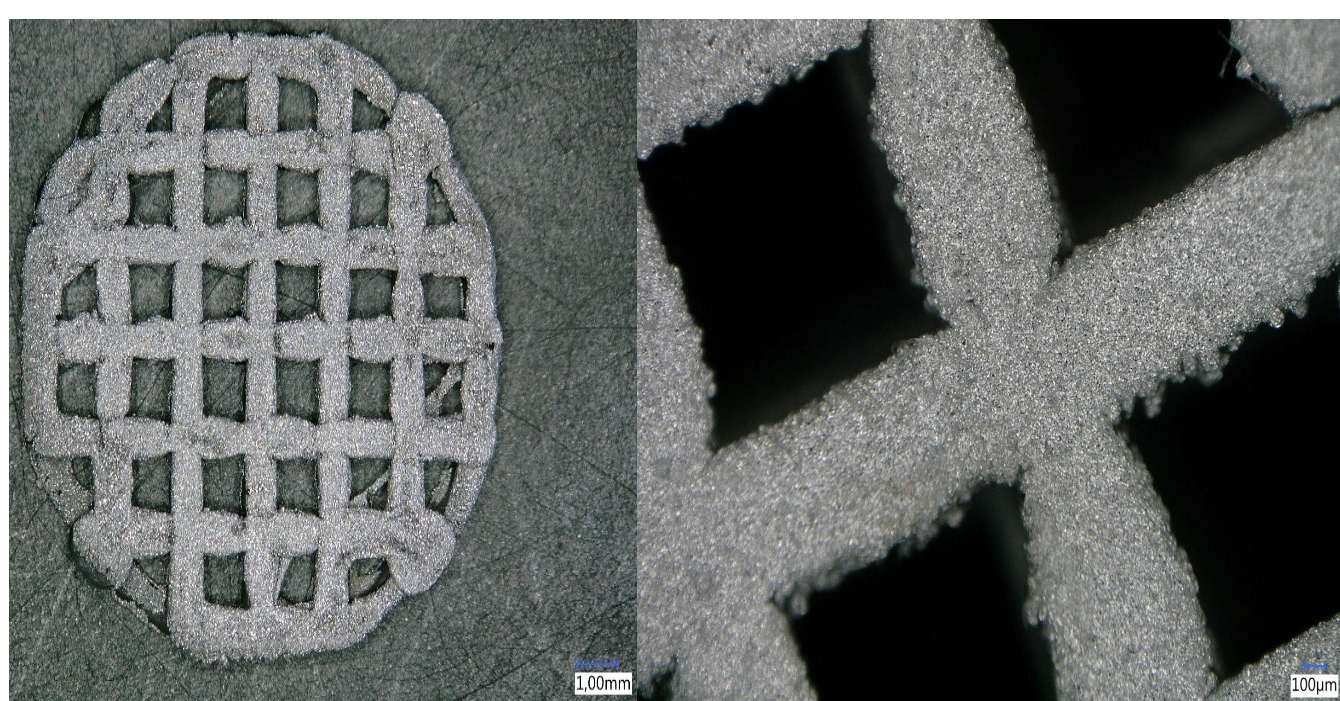
Methodik

- **Kombination** aus Dispersionsabscheidung und Galvanoformung → Kompositgalvanoformung (KGF)
- **Einstufige Herstellung der vollständigen Elektrode**: Synergetische Optimierung elektrischer und mechanischer Anbindung, hohe Leistungsdichte und Effizienz der resultierenden Elektroden
- **Abscheidung aus nicht-wässrigen Systemen**: Ar-Atmosphäre, mit breitem elektrochemischem Fenster → **IL** [EMIm]Cl/AlCl₃ (1.5:1)

3D-Templates für Aluminiumkathoden [1,2,3]



- **Potential**: -0,8 V vs. Al/Al³⁺ potentiostatisch
- **Zielgröße**: ~ 60 mAh übertragene Ladung
- **WE**: ABS-Struktur
- **CE**: Al-Blech
- **RE**: Al/Al³⁺

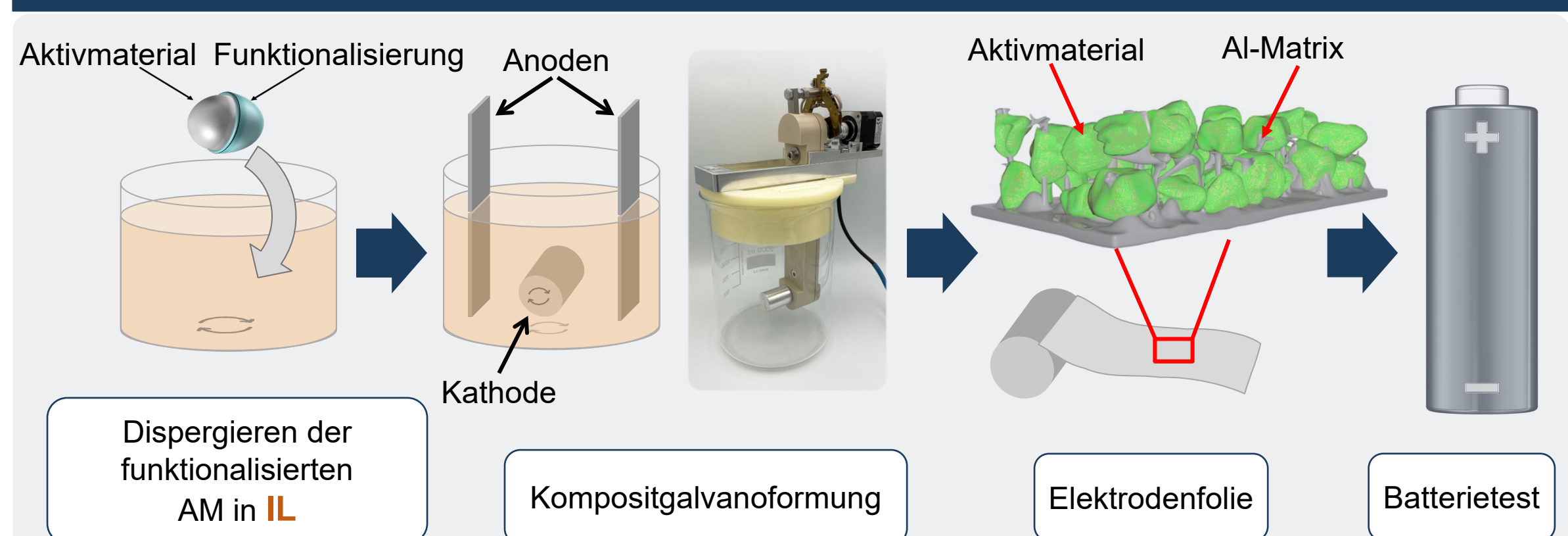


Innenseite einer Gitternetz-ABS-Probe nach mehrfacher Behandlung mit HNO₃

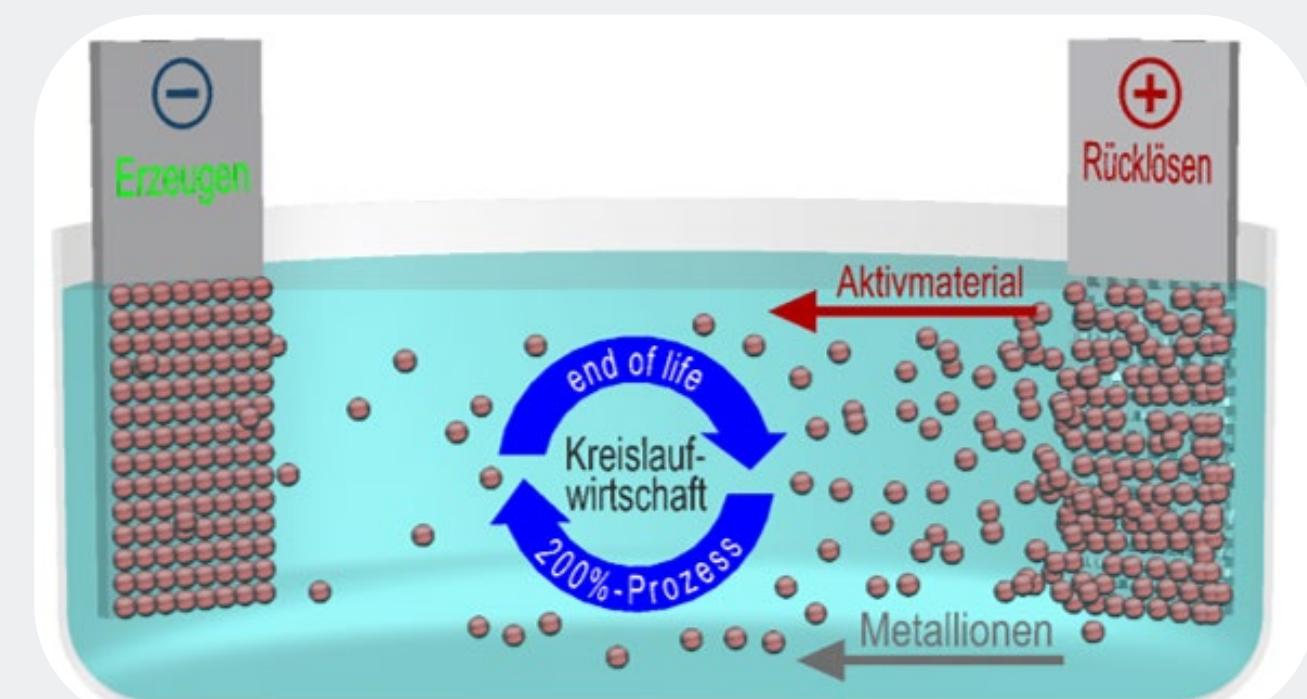
Quellen

- [1] R. Arnet, O. Kesten, W. El Mofid, T. Sörgel, Metals 2023, 13, 857.
- [2] W. El Mofid, R. Arnet, O. Kesten, T. Sörgel, Batteries 2025, 11, 343.
- [3] P. Scherzl, M. Kaupp, W. El Mofid, T. Sörgel, Batteries 2023, 9, 422.
- [4] C. Erhardt, S. Sörgel, S. Meinhard, T. Sörgel, J. Power Sources 2015, 296, 70.
- [5] S. Sörgel, O. Kesten, A. Wengel, T. Sörgel, Energy Storage Mater. 2018, 10, 223.
- [6] T. Sörgel, S. Meinhard, S. Sörgel, Film Composite Material, EP 3114721 B1, 2015.

KGF für Al-Kompositkathoden [4,5,6]



- **Ergebnis**: Selbsttragende Kompositkathoden mit hoher Leistungsdichte
- **Recycling** durch anodische Auflösung der Metallmatrix im Elektrolyten
- **Rückgewinnung** und Wiederverwendung der **Aktivmaterialien** im Prozess



Zusammenfassung und Ausblick

- **Machbarkeit** der galvanischen Aluminiumabscheidung auf 3D-gedruckten Polymer-Templaten **erfolgreich nachgewiesen**
- **Leitlackierung notwendig, jedoch prozesslimitierend**
 - inhomogene Partikelverteilung
 - lokale Stromdichteschwankungen
 - begünstigtes inselartiges Wachstum
- **Vorvernickelung verbessert** die Stromverteilung, **erhöht** jedoch die **Prozesskomplexität** nachträgliche Entfernung kritisch

- Reduktion der Prozessschritte (Verzicht auf Vorvernickelung)
- Gezielte Anpassung von Geometrie und Abscheidparametern
- Elektrochemische Validierung als Stromsammeler in Batteriezellen