



Universität Stuttgart
Institut für Photovoltaik
Elektrische Energiespeichersysteme



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

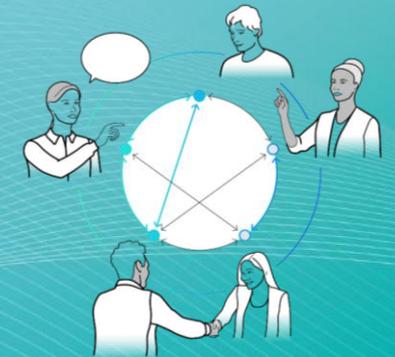
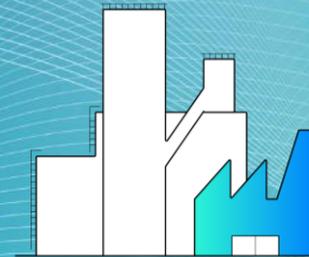
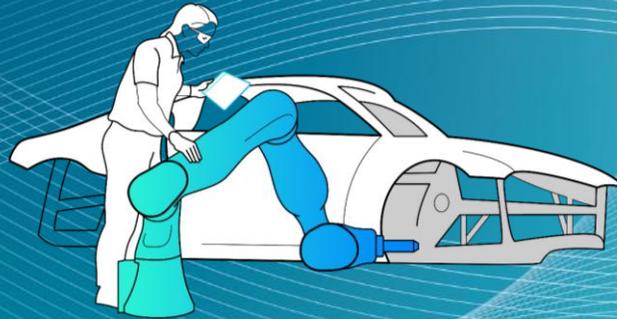
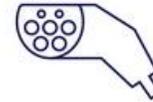
NOW
NOW-GMBH.DE



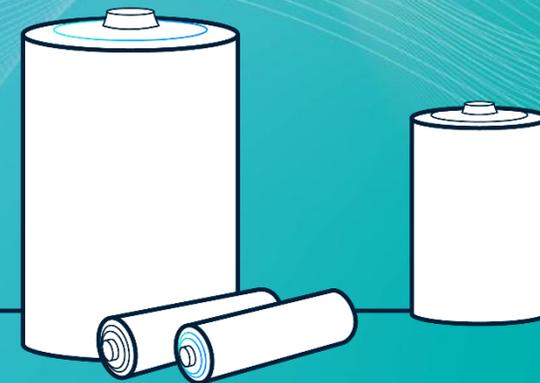
Fraunhofer
IPA

Fraunhofer-Institut für Produktions-
technik und Automatisierung IPA

Elektromobilitäts-Konferenz
2023 des BMDV



„Voller Energie - Batterietechnologie im Wandel“ Zentrum für Digitalisierte Batteriezellenproduktion

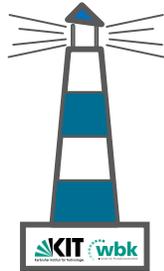


Dr.-Ing. Adam Stanislaw Balinski, Florian Maier, Daniel Steffen Reichert, Kathrin Schad, Julia Pross-Brakhage, Julian Grimm und Prof. Dr. Kai Peter Birke

Ökosystem Batterie

Agile Produktion und Kreislaufführung von Lithium-Ionen-Batterien

Leuchtturm 1



Agile Produktion

Aufbau und Betrieb eines **zukunftssicheren, agilen Produktionssystems** als Leuchtturm für die **wirtschaftliche und flexible Fertigung** von Batteriezellen für **Kleinserien, Ramp-Up und Prototypenanwendungen** sowie dessen Integration in die **Kreislaufwirtschaft**.

Leuchtturm 2

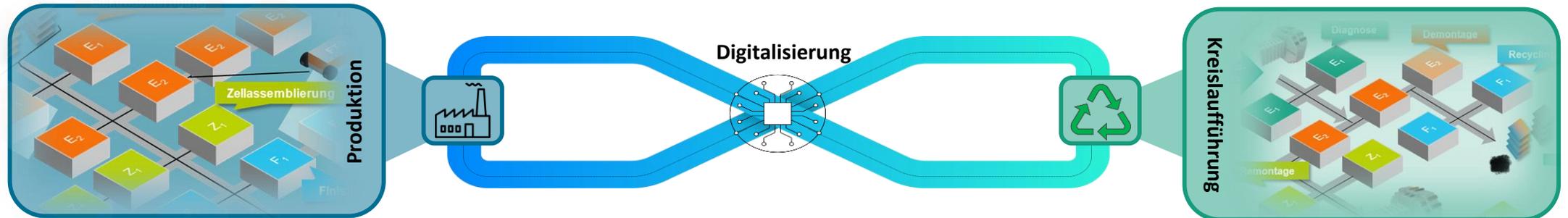


Agile Kreislaufführung

Aufbau und Betrieb eines **zukunftssicheren, agilen Systems zur Demontage und alternativer Kreislaufwirtschaftsstrategien** als Leuchtturm für die **wirtschaftliche und flexible Kreislaufführung** von Batteriezellen sowie die Rückführung der darin enthaltenen Rohstoffe in die **Zellproduktion**.

Interaktion

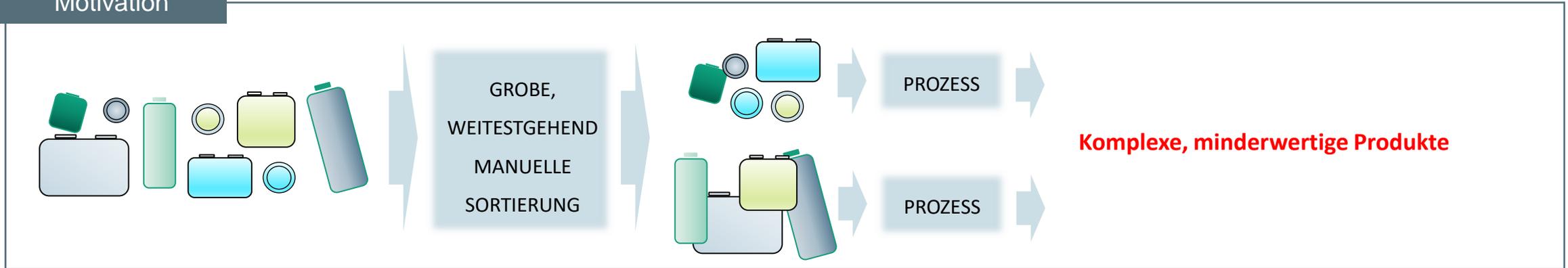
Lebenszyklusübergreifende Digitalisierung



Zukünftige Recyclingtechnologien

Automatische Sortierung

Motivation



Breite Palette an Altbatterien: Unterschiede in Zustand, Chemie, Alter, Form

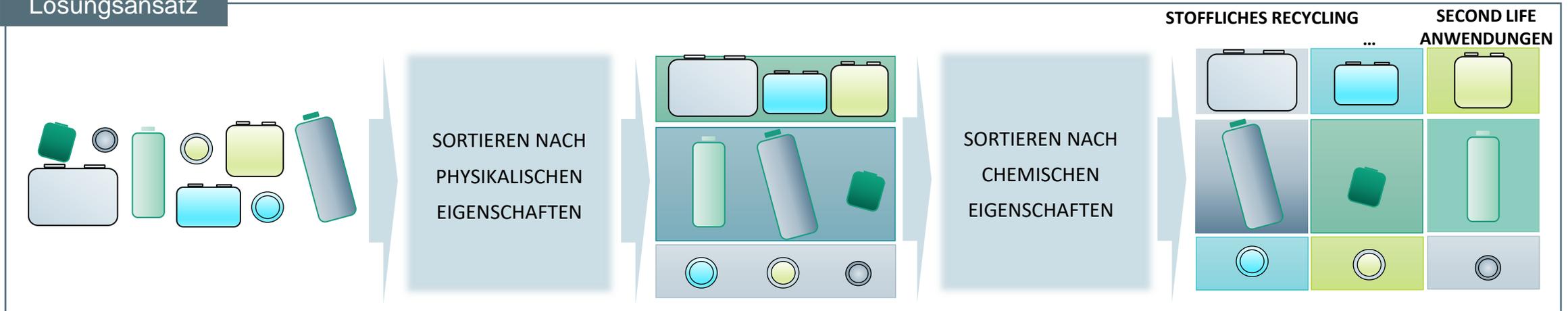
Unzureichende und weitestgehend manuelle Sortierung

Verarbeitung von komplexen Stoffströmen führt zum sog. Downcycling – Erhalt von minderwertigen Produkten

Zukünftige Recyclingtechnologien

Automatische Sortierung

Lösungsansatz



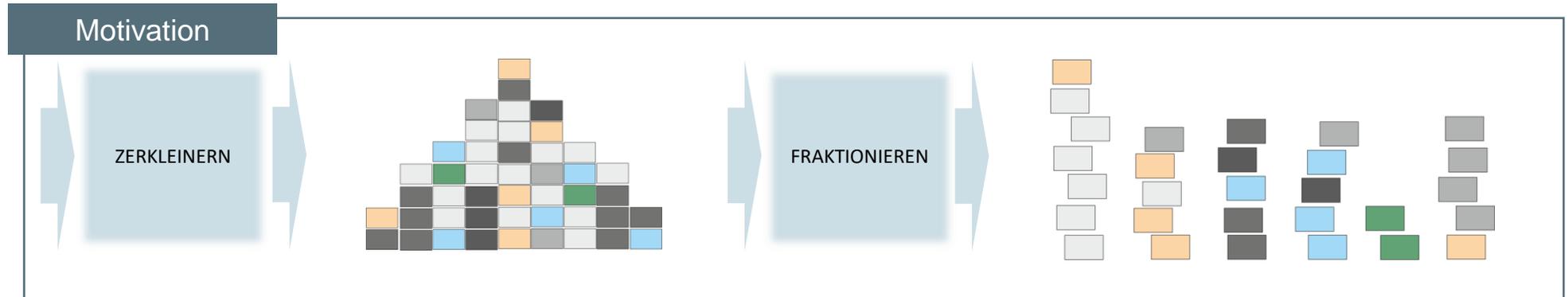
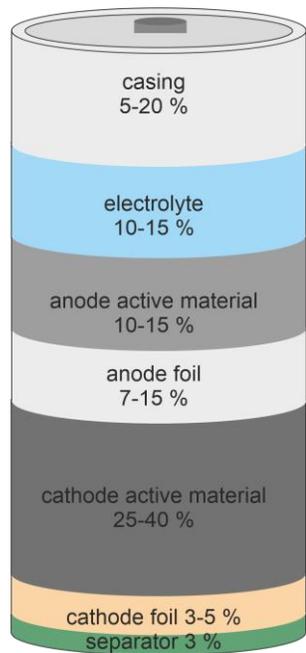
Vollständig automatisierte Anlage für Sortierung von Altbatterien nach physikalischen und chemischen Eigenschaften

Schaffung der Möglichkeit für individuelle Behandlung von Altbatterien

Erzeugung von homogenen, leicht zu verarbeitenden Stoffströmen

Zukünftige Recyclingtechnologien

Automatisierte, selektive Zellöffnung und Fraktionierung



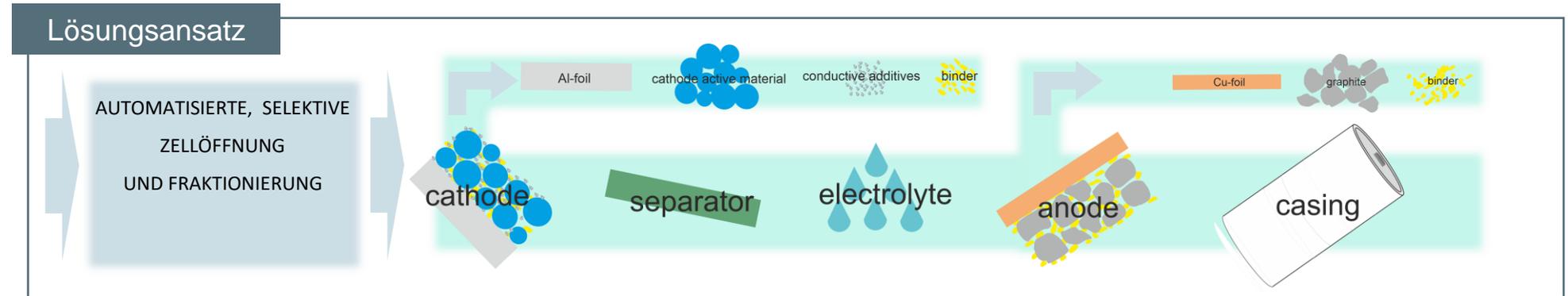
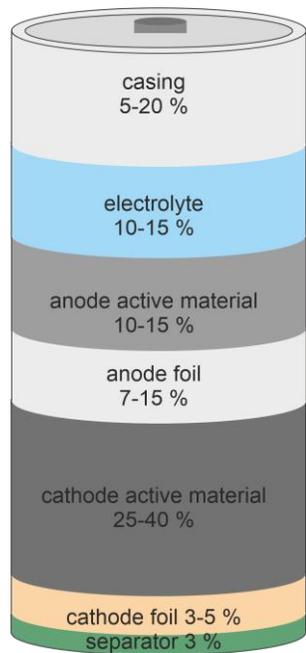
Destraktive Zerkleinerungsmethoden

Starke Materialbeschädigung und Vermischung

Aufwendige, kostspielige Nachbehandlung notwendig

Zukünftige Recyclingtechnologien

Automatisierte, selektive Zellöffnung und Fraktionierung



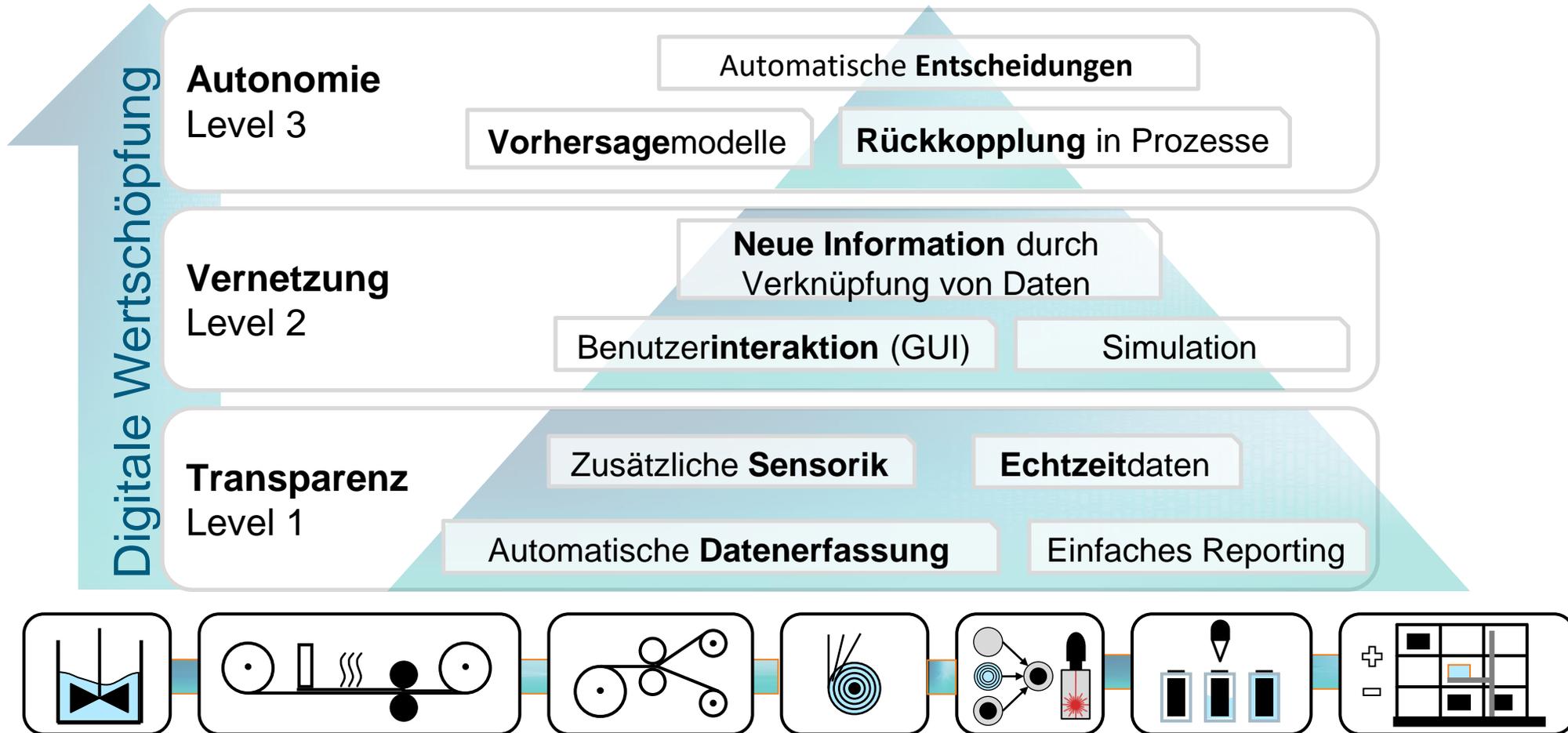
Herstellung von sauberen Fraktionen

Signifikante Verringerung des Trennaufwandes

Ermöglichung der Rückgewinnung von allen Batteriezellkomponenten

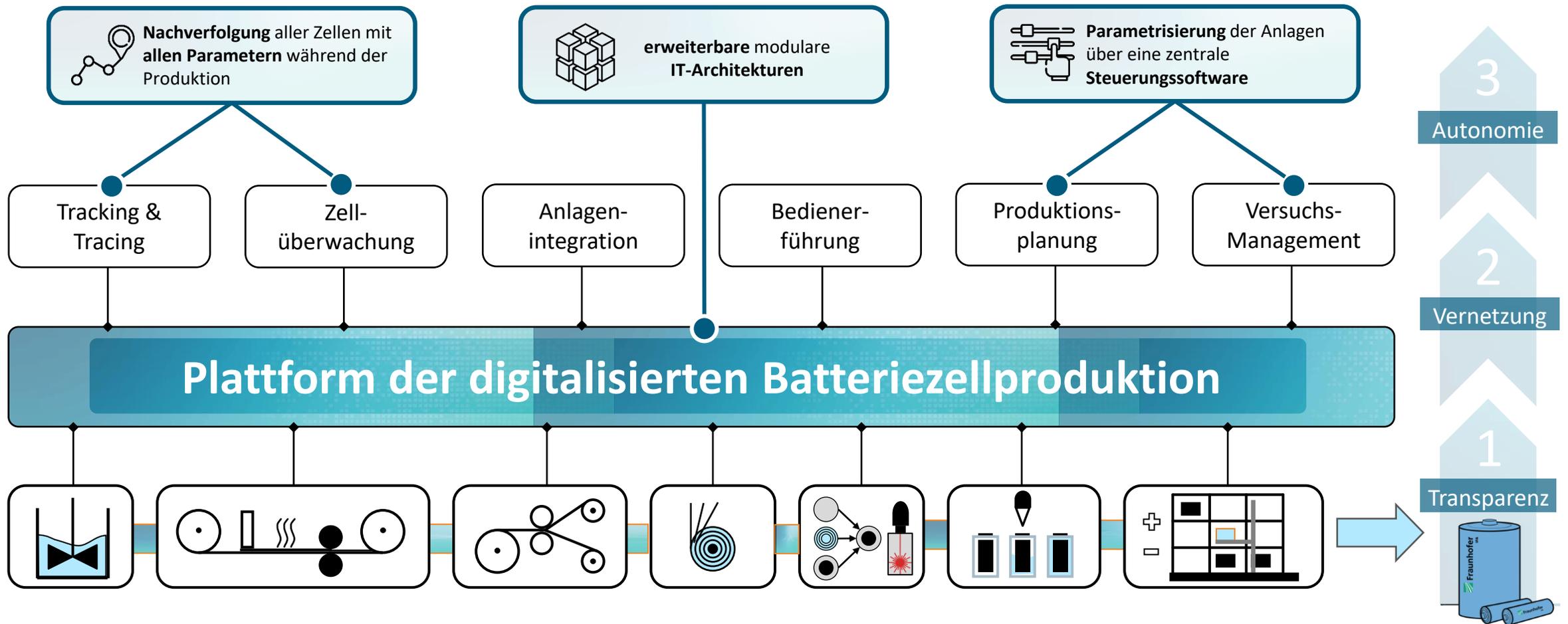
Was sind die Herausforderungen der Digitalisierung?

Level 3 verspricht den höchsten Wert, ist jedoch am schwierigsten zu erreichen



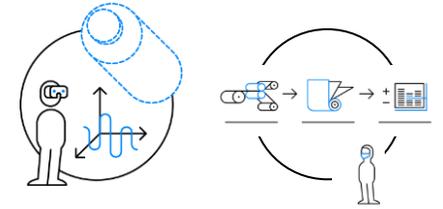
Ökosystem für Digitale Mehrwert-Services

Digitalisierung benötigt zukunftssichere IT-Infrastrukturen und intelligente Mehrwert-Dienste



Zentrum für Digitalisierte Batteriezellenproduktion

Industrialisierung der Natrium-Ionen-Batterie (NIB)

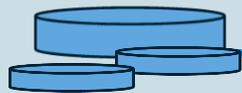


Natrium-Ionen-Batterie @ IPA

Warum: Reduktion bestehender Abhängigkeiten: Rohstoffe, Lieferketten, Produktion und geopolitische Entwicklungen

Wie: Skalierungsforschung und Validierung der Drop-in Eigenschaften der NIB-Produktion auf LIB-Produktionslinien

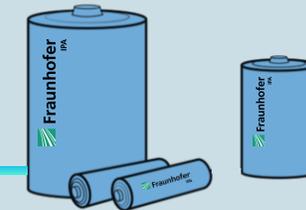
6 Monate



9 Monate



18 Monate



Grundlagenforschung

Theoretisches wie experimentelles Know-how über geeignete NIB-Zellchemien, um potentielle NIB-Anwendungen bestmöglich zu adressieren und Ressourcenabhängigkeit langfristig und kostenoptimal zu minimieren.

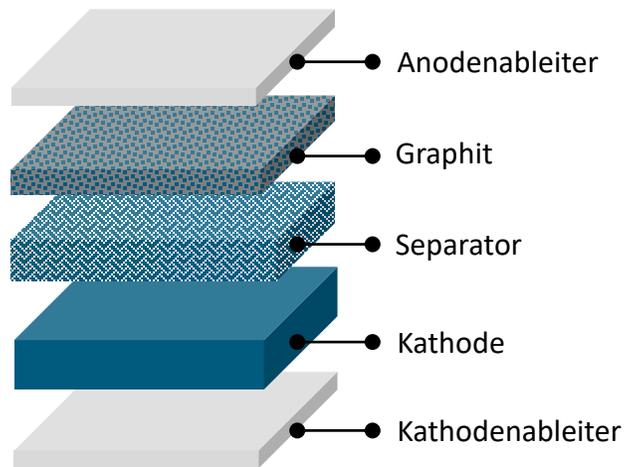
Skalierungsforschung und Industrialisierung

Produktionserforschung auf bestehender Anlagentechnik und Validierung der Drop-in Produktionseigenschaften zur Ausnutzung von Investitions- und TimeToMarket-Vorteilen.

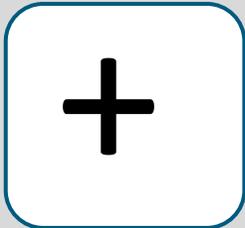
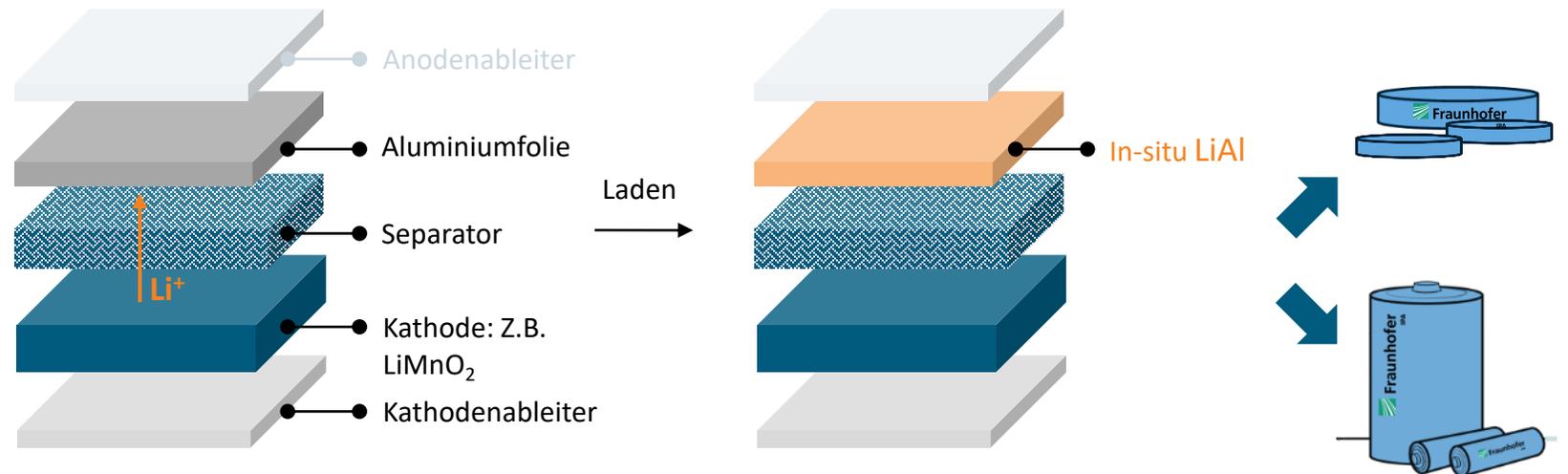
Zentrum für Digitalisierte Batteriezellenproduktion

In-situ LiAl-Legierung als Anodentechnologie für formatflexible Hochenergie-Lithiumzellen

Kommerzielle Graphitanode



In-situ LiAl-Anodentechnologie



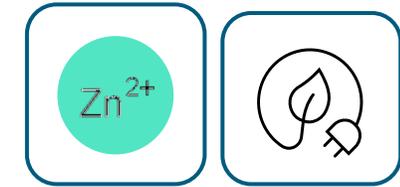
- Hohe spezifische Kapazität: 993 Ah/kg
- Geringes Anodenpotenzial: ~0.37 V vs. Li/Li⁺
- Verhinderung von Dendritenwachstum
- Realisierung einer stabilen LiMnO₂ – Kathode
- Vereinfachung des Produktionsprozesses



- Spannungsverlust durch das chemische Durchbrechen der Oxidschicht beim ersten Laden
- Nukleationsüberspannung durch die Legierungsbildung
- Inhomogene Legierungsbildung
- Mechanische Instabilität des Aluminiums

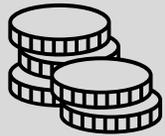
Zukünftige Batterietechnologien

Zink-Ionen Batterien zum Einsatz als stationäre Energiespeicher



- Stationäre Energiespeichern haben im Vergleich zur Elektromobilität eine veränderte Gewichtung der Anforderungen
- Faktoren wie Kosten, Sicherheit und Nachhaltigkeit treten gegenüber der Energiedichte mehr in den Vordergrund und öffnen das Feld für alternative Zelltechnologien

Zink-Ionen Technologie



5x günstiger im Bezug auf die Aktivmaterialien ¹, geringere Produktionskosten (keine kontrollierte Atmosphäre erforderlich)



30 x höheres weltweites Vorkommen als Lithium ¹, beim Recycling kann auf etablierte Verfahren von Alkali-Mangan Batterien zurückgegriffen werden



Nicht brennbarer Elektrolyt (wasserbasiert)

¹ Durmus, Y. E. et al. Side by Side Technologies with Lithium-Ion Based Batteries. Adv. Energy Mater. 2020, 10, 2000089.

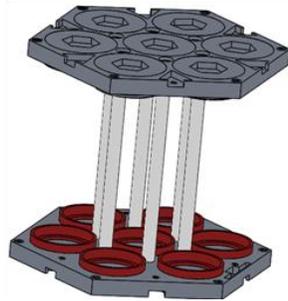
Zukünftige Batterieformate

LIBELLE

Ansatz



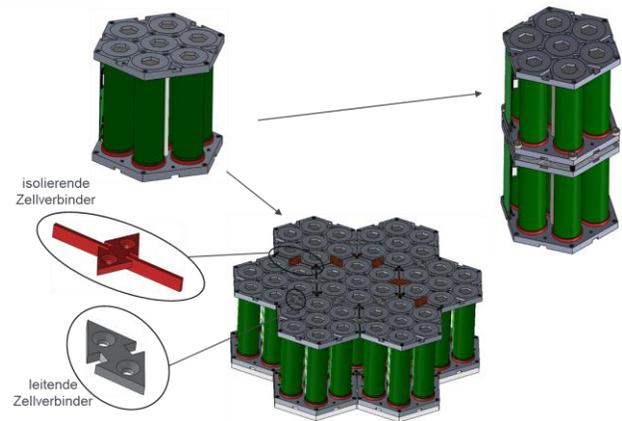
Modul ohne Zellen



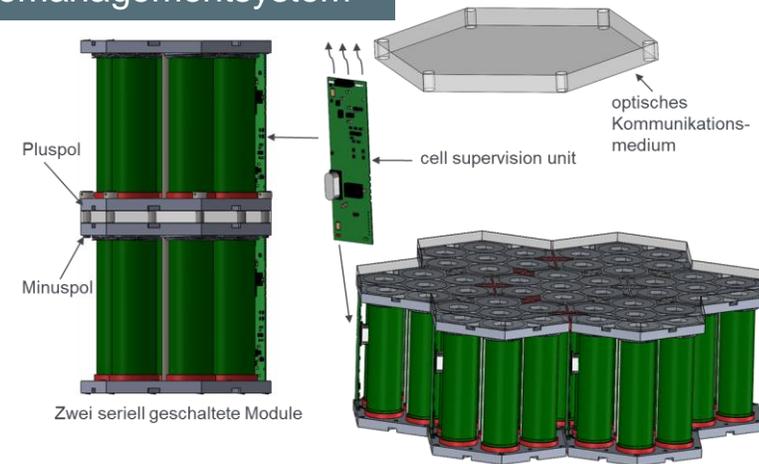
Modularisierung



Skalierbarkeit



Batteriemanagementsystem



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Prof. Dr. Kai Peter Birke und Julian Grimm
Zentrum für Digitalisierte Batteriezellenproduktion
julian.grimm@ipa.fraunhofer.de
kai.peter.birke.@fraunhofer.de

Fraunhofer IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de