

Second-Life-Lösungen zur Verlängerung von Batterielebenszyklen und Ressourcenschonung

Matthias Propst, PROFACTOR GmbH, 4407 Steyr-Gleink

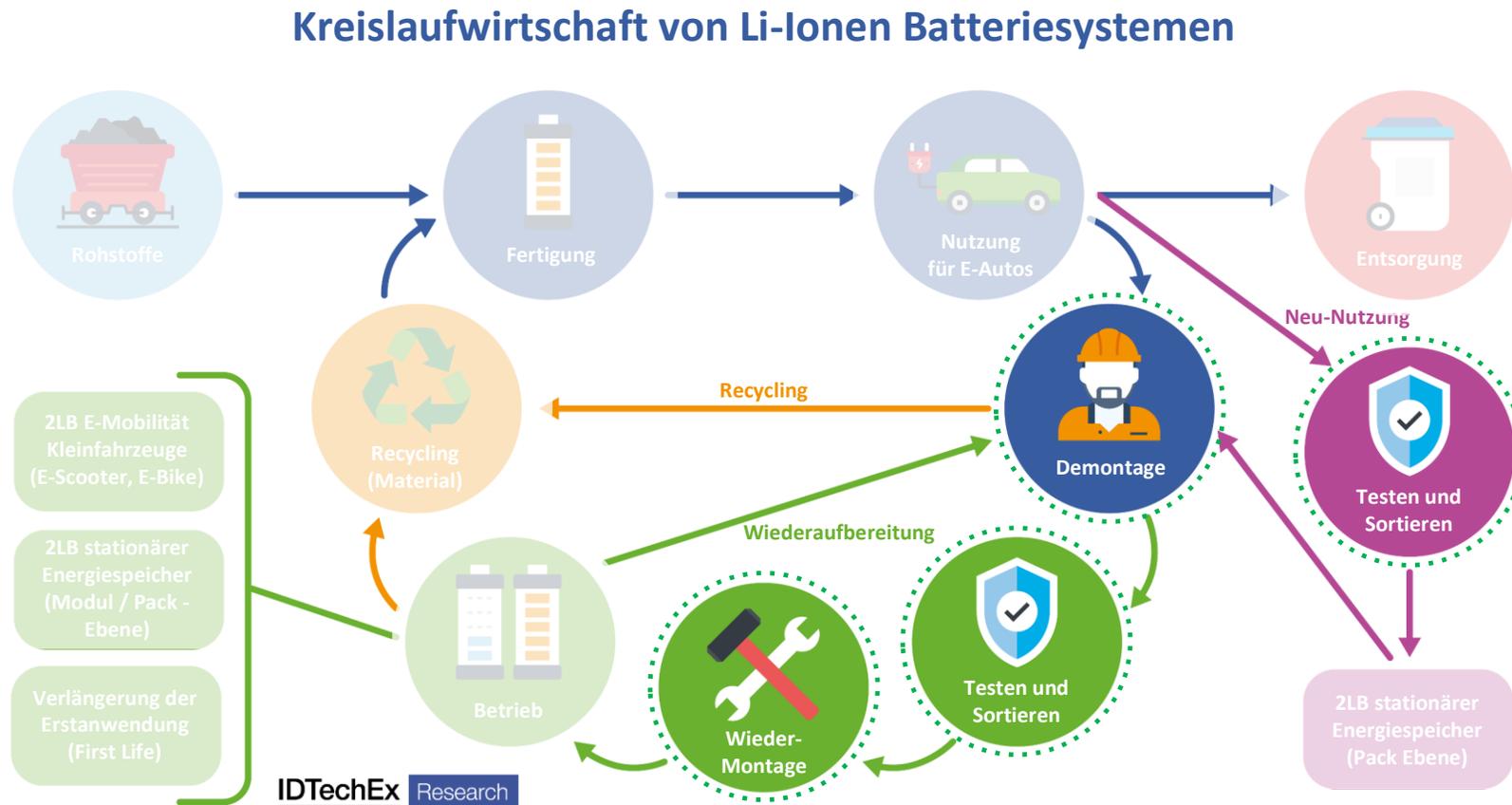


Verwertungs- und Entsorgungsstrategien für Li – Antriebsbatterien
18.03.2025, Wirtschaftskammer Österreich, Wien

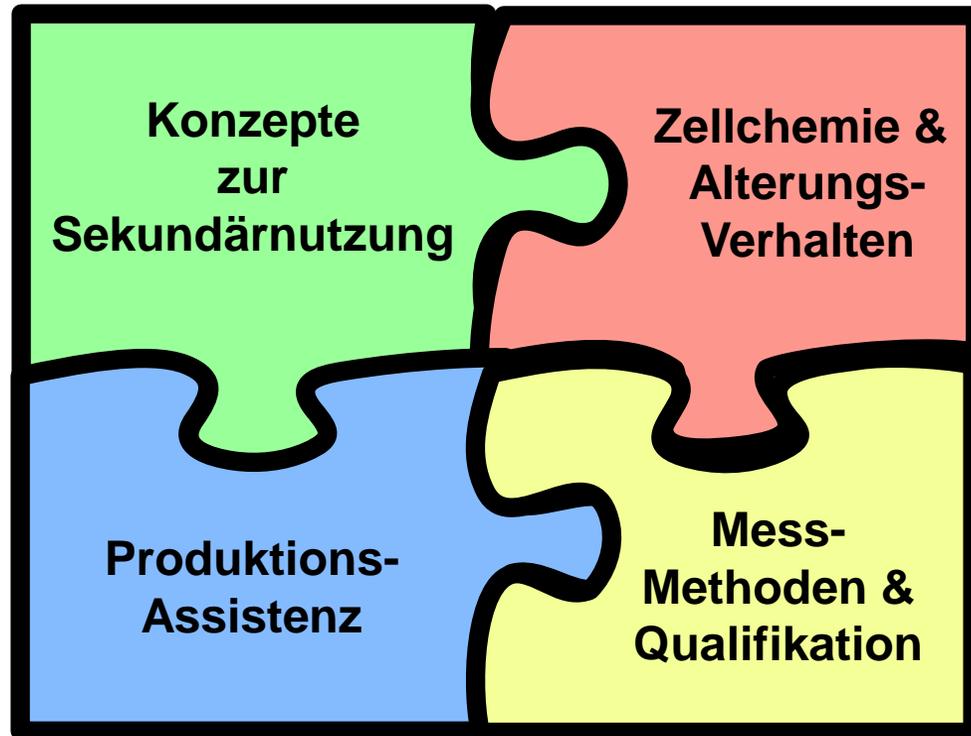


- Sekundärnutzung von Batterie-Systemen: wachsender Markt
- Ökologischer Nutzen bestätigt
- Offene, technische Herausforderungen (Wartung und Aufbereitung)
 - Varianz im Batterie-System Design
 - Manuelle Arbeit dominierend
 - Verständnis über Art der Weiternutzung und Zeitpunkt

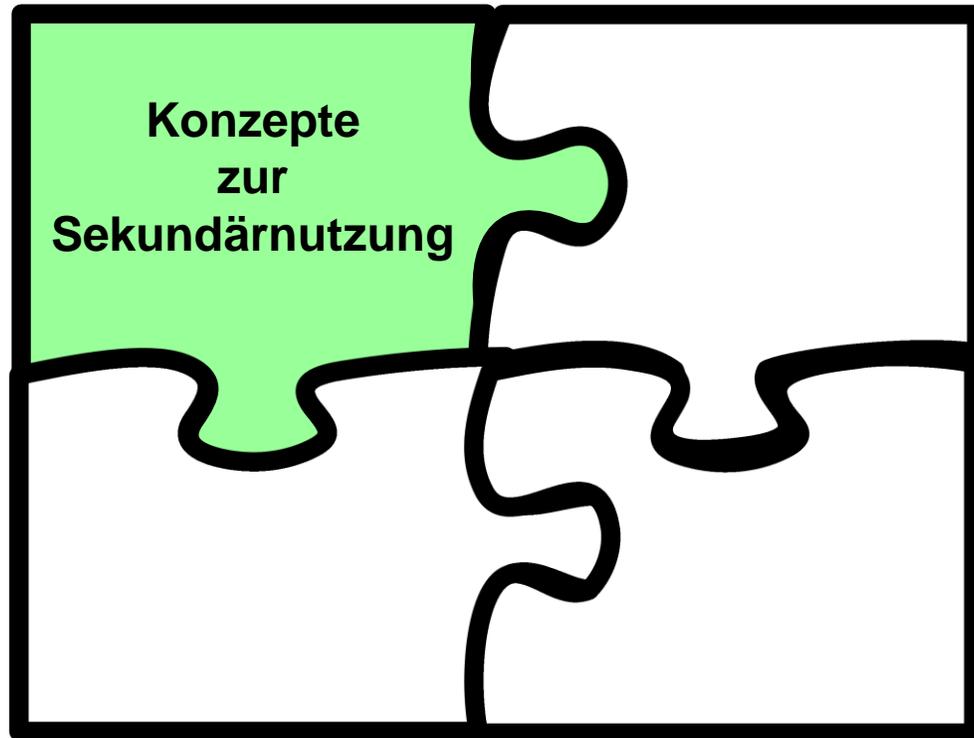
- Erforschung der Verlängerung von Batterie-Lebenszyklen durch Second-Life Nutzung



- **Erforschung der Verlängerung von Batterie-Lebenszyklen durch Second-Life Nutzung**

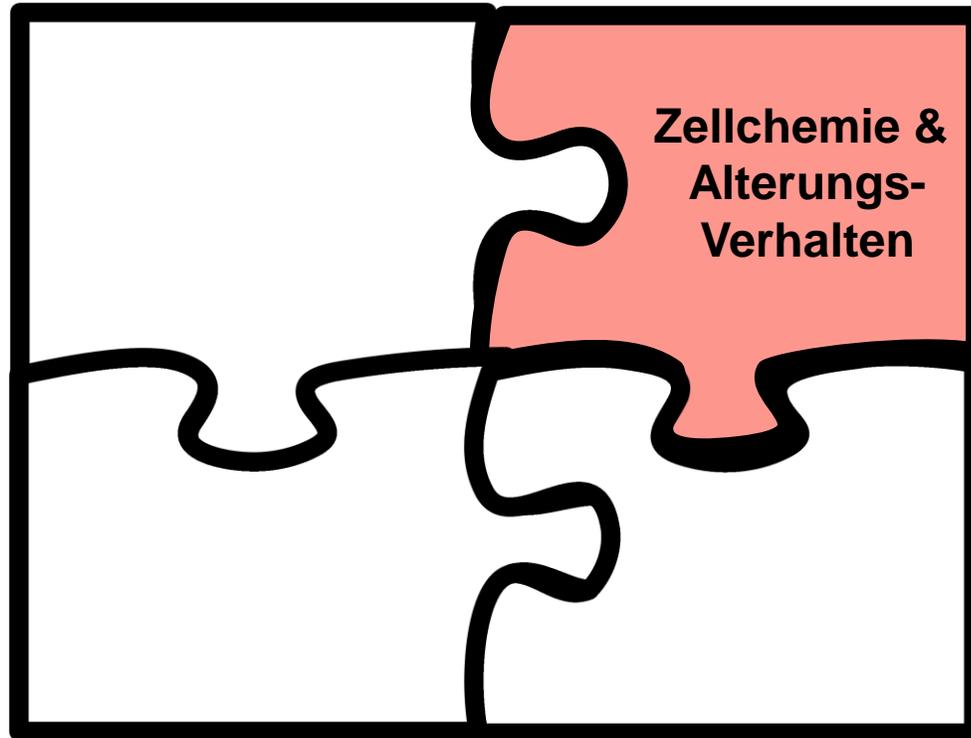


- **Problem:** Technisch, ökonomisch, und ökologisch begründbare Sekundärnutzung



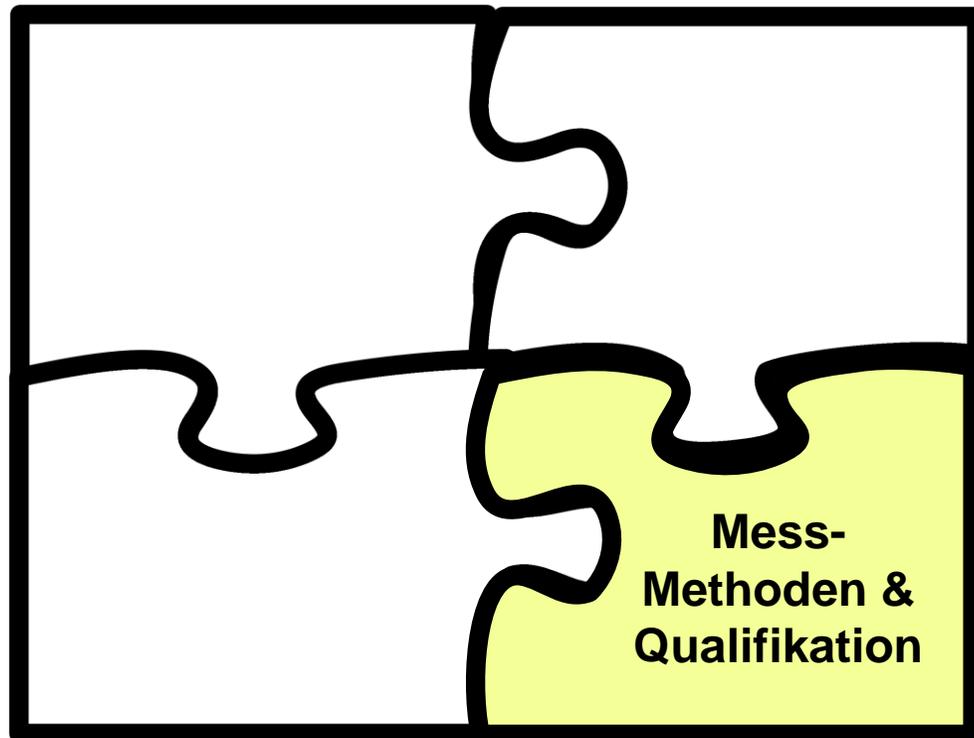
- **Anforderungen an**
 - Qualifikations- / Messmethoden
 - Zukünftige Zellchemie
 - Wartungs- und Montage-Prozesse
 - Produkt-Design
- **Auswirkung von Sekundärnutzung**
 - Ökologischer Fußabdruck (Ökobilanz)
 - Wirtschaftliche Bewertung
 - Produkt-Lebenszyklus!

- **Problem: Idealer Zeitpunkt und Art für Sekundärnutzung?**

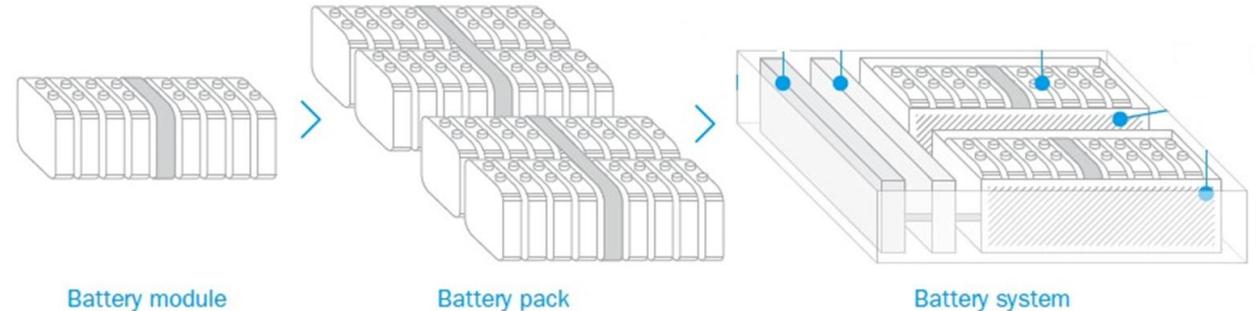


- **Modellverhalten für die Alterung**
 - Notwendig für genaue SoH Bestimmung
 - Verknüpfung: Zellen / Module
 - Alterungsverhalten bei realer Nutzung
- **Anwendung der Ergebnisse**
 - Testmethoden-Entwicklung
 - Lebenszyklus-Analyse

- **Problem: SoH-Bestimmung mit hoher Genauigkeit und geringem Zeitaufwand**

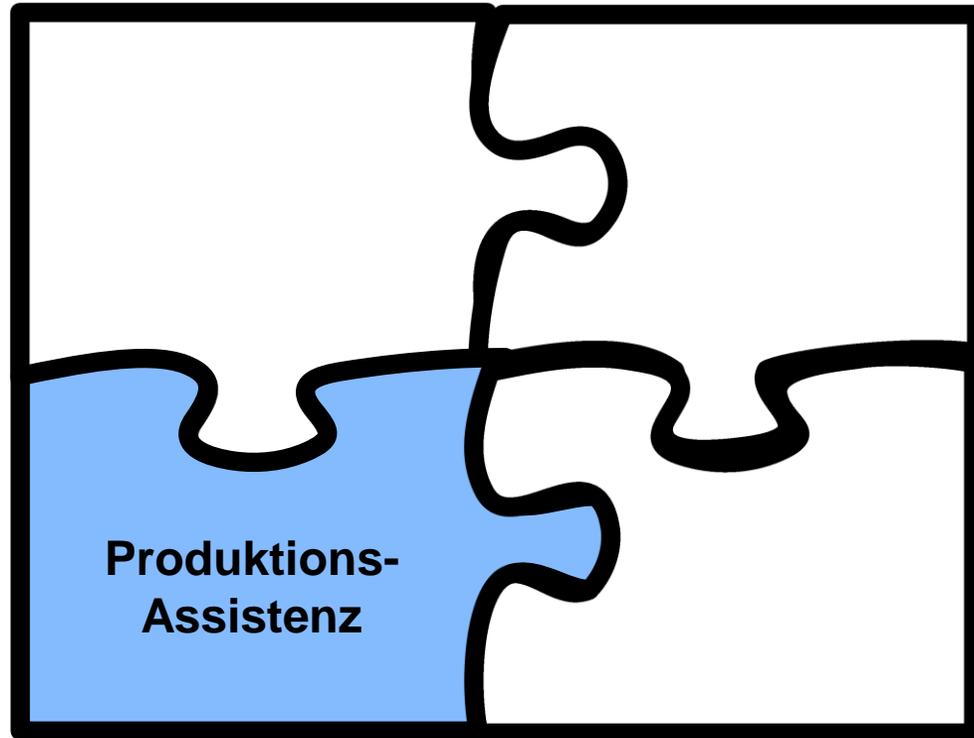


- **SoH-Bestimmung auf unterschiedlichen Ebenen**
 - Zellen
 - Verbund von Zellen (Module)



- **Kurze Messdauer (innerhalb 10 Minuten)**
- **Prototypen für Hardware und Software**

- **Problem: Teilautomatisierung von Demontage / Wartung und Wiedermontage**



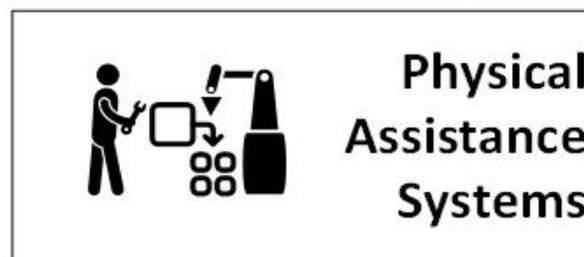
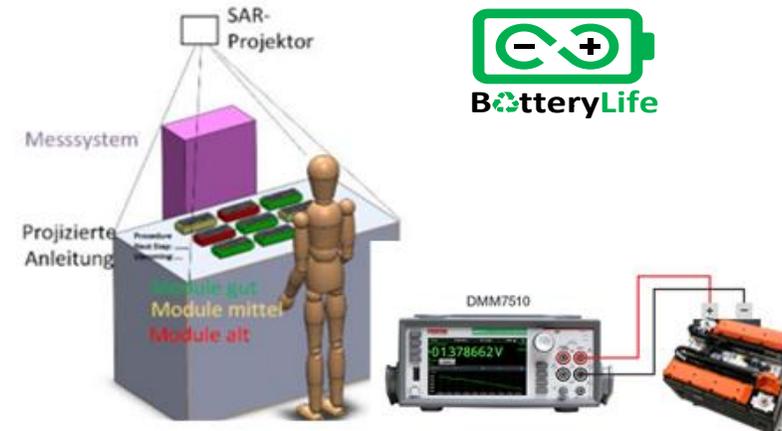
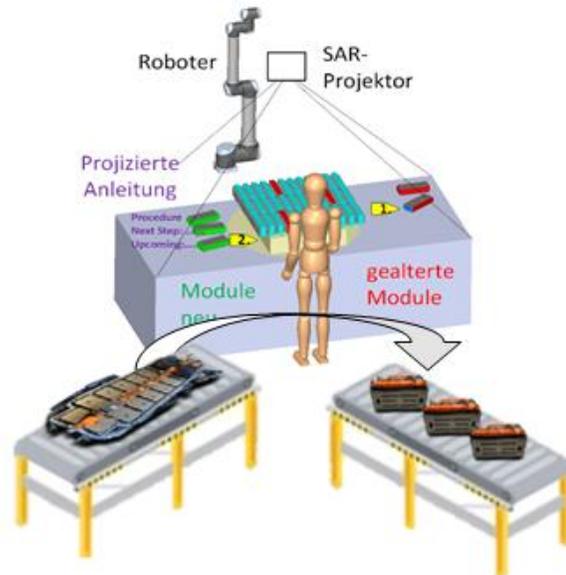
- **Teilautomatisierung mit Mensch- Roboter- Arbeitsplatz (MRK)**
 - Autonome Roboterfunktionen
 - Intuitive Interaktion
- **Assistenzsystem für die SoH Messung**
 - Führung durch den Prozess

Demonstration: Assistenzsysteme für SoH-Messung und Wiederaufbereitung von Batterie-Packs



▪ Identifikation des Assistenzbedarfs

- **Physische Assistenz** → Zerlegen, Warten und Zusammenbauen (Roboter)
- **Kognitive Assistenz** → Interaktive Benutzer*Innen-Führung



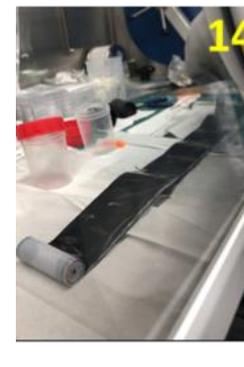
Physical
Assistance
Systems



Cognitive
Assistance
Systems

Ergebnisse: Alterungsverhalten von Batterie-Zellen

- Analyse gealterter Zellen nach realer / falscher Nutzung (Post-Mortem Analyse)



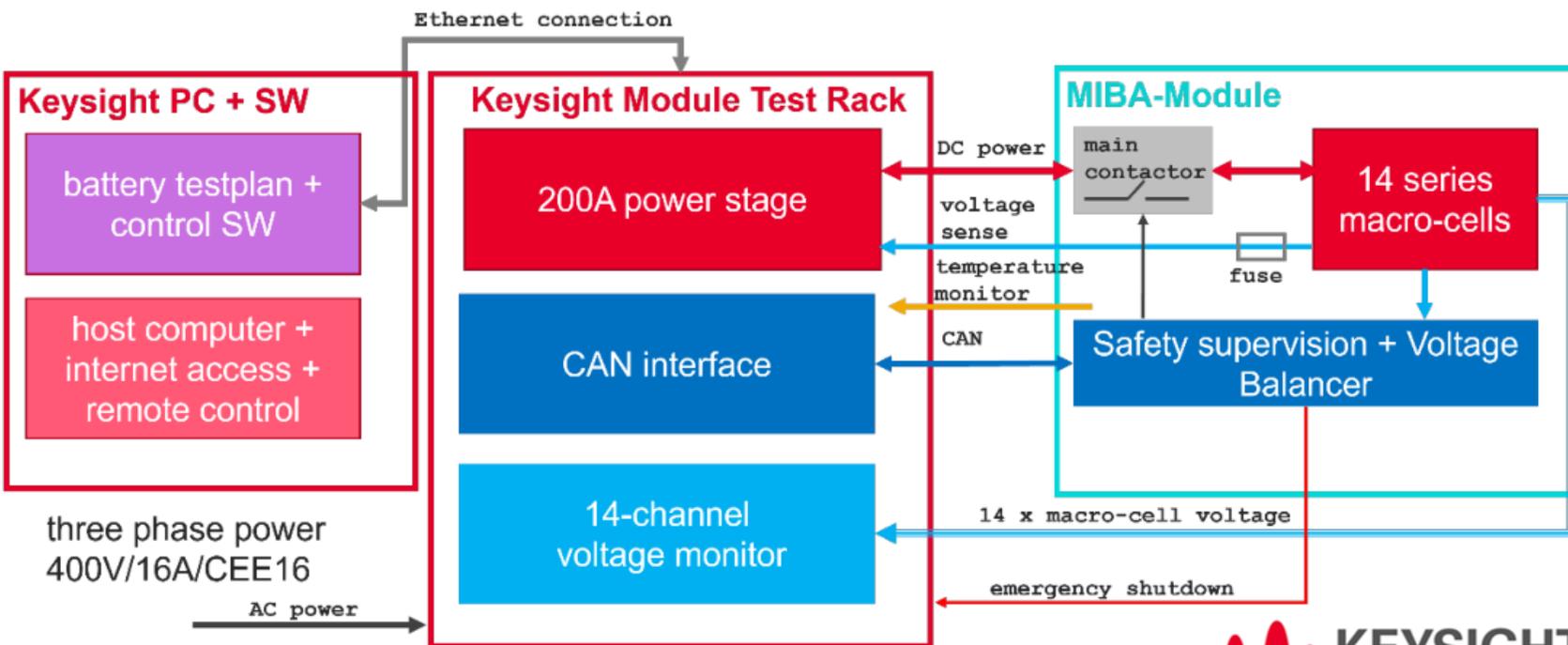
Zellchemie & Alterungsverhalten

- Entwicklung von Testplänen für LFP und NMC Zellen
- Analysemethoden liefern Aufschluss über den Grad der Alterung (z.B.: Strukturveränderungen an den Zellpolen, Zellchemie)
- Verwendung der ermittelten Daten:
 - Verbesserte Genauigkeit der SoH-Messung (Modelle / Parameter)
 - Entscheidungsfindung: Zeitpunkt und Art der Sekundärnutzung

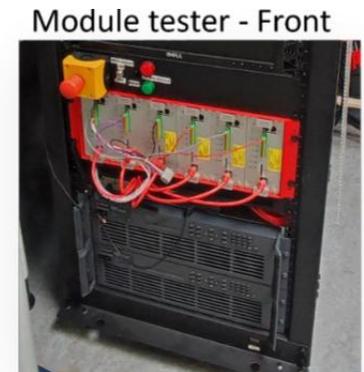
		18650 NMC	26650 LFP
Anode	Innenseite		
	Außenseite		
Kathode	Innenseite		
	Außenseite		

Ergebnisse: Testsystem für SoH-Ermittlung u. Qualifikation

- Entwicklung eines **Breitbandfrequenz-Modultesters** für SoH-Schnelltest
- Ermöglicht Impedanzmessungen für Einzelzellen und Module (Zellverbund) zu unterschiedlichen Lade- und Betriebszuständen (Elektrochem. Impedanz Spektroskopie)



Module tester - Back

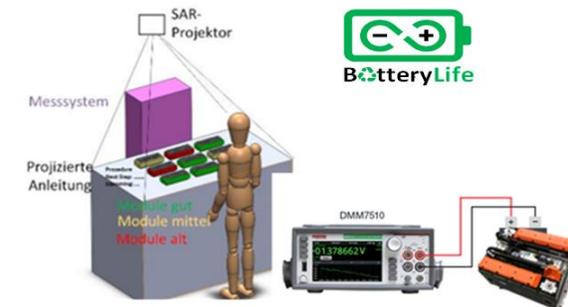
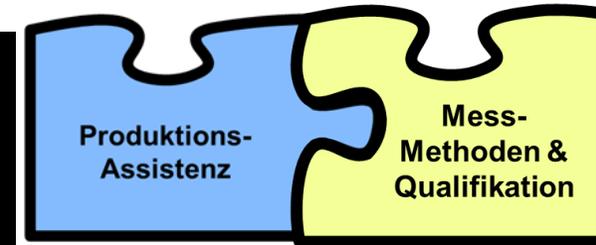


Module tester - Front

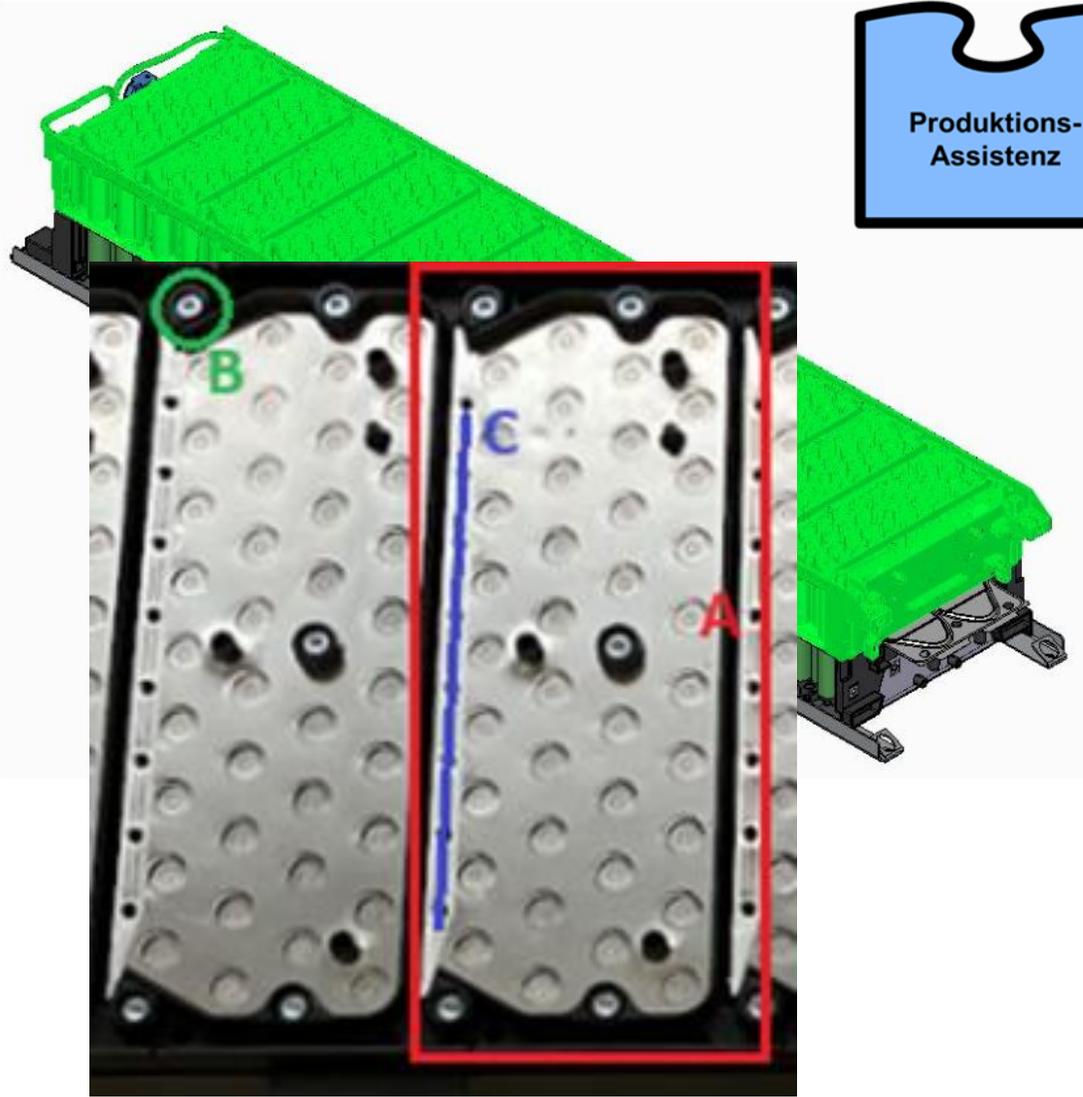
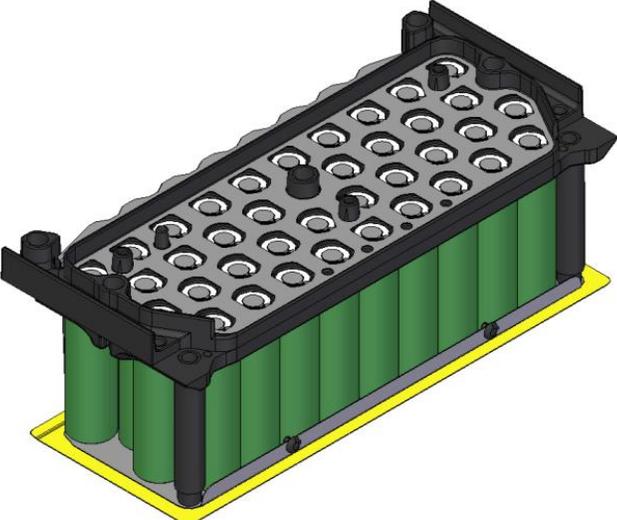


Module and voltage board

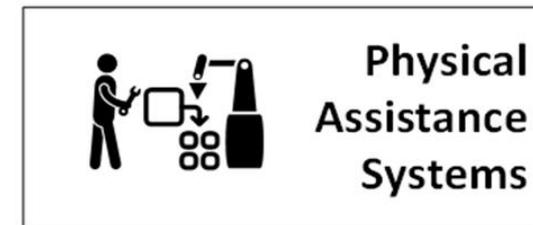
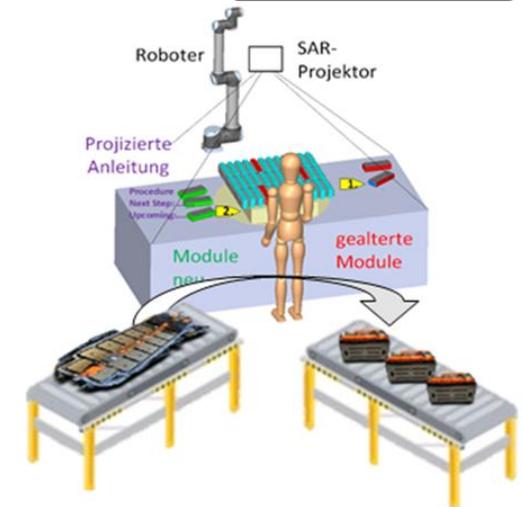
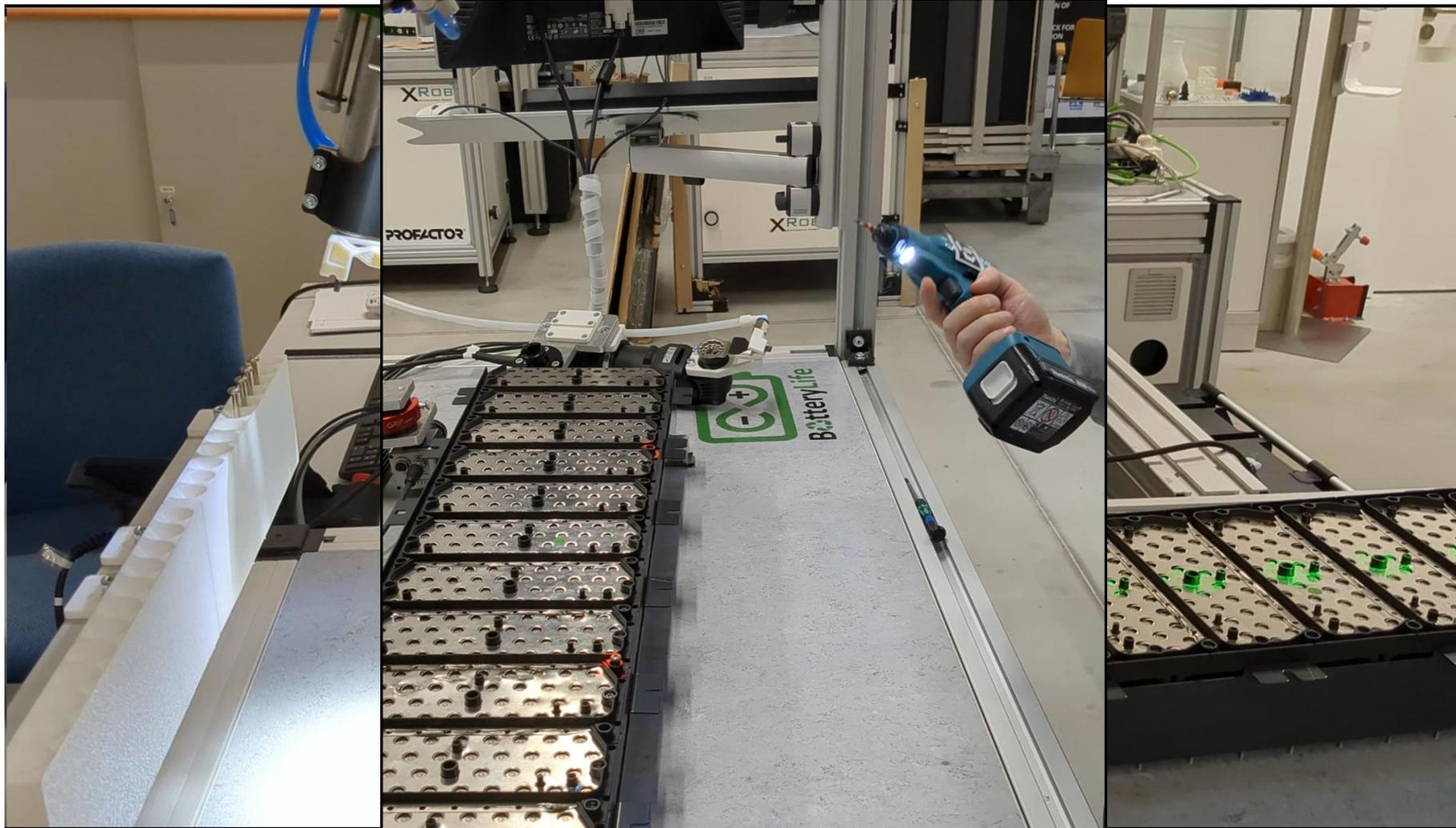
Ergebnisse: Kognitive Assistenz: SoH-Prüfplatz



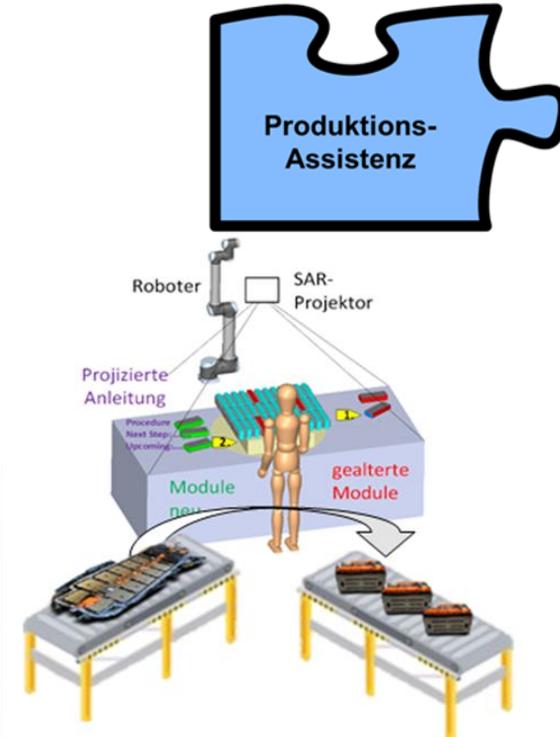
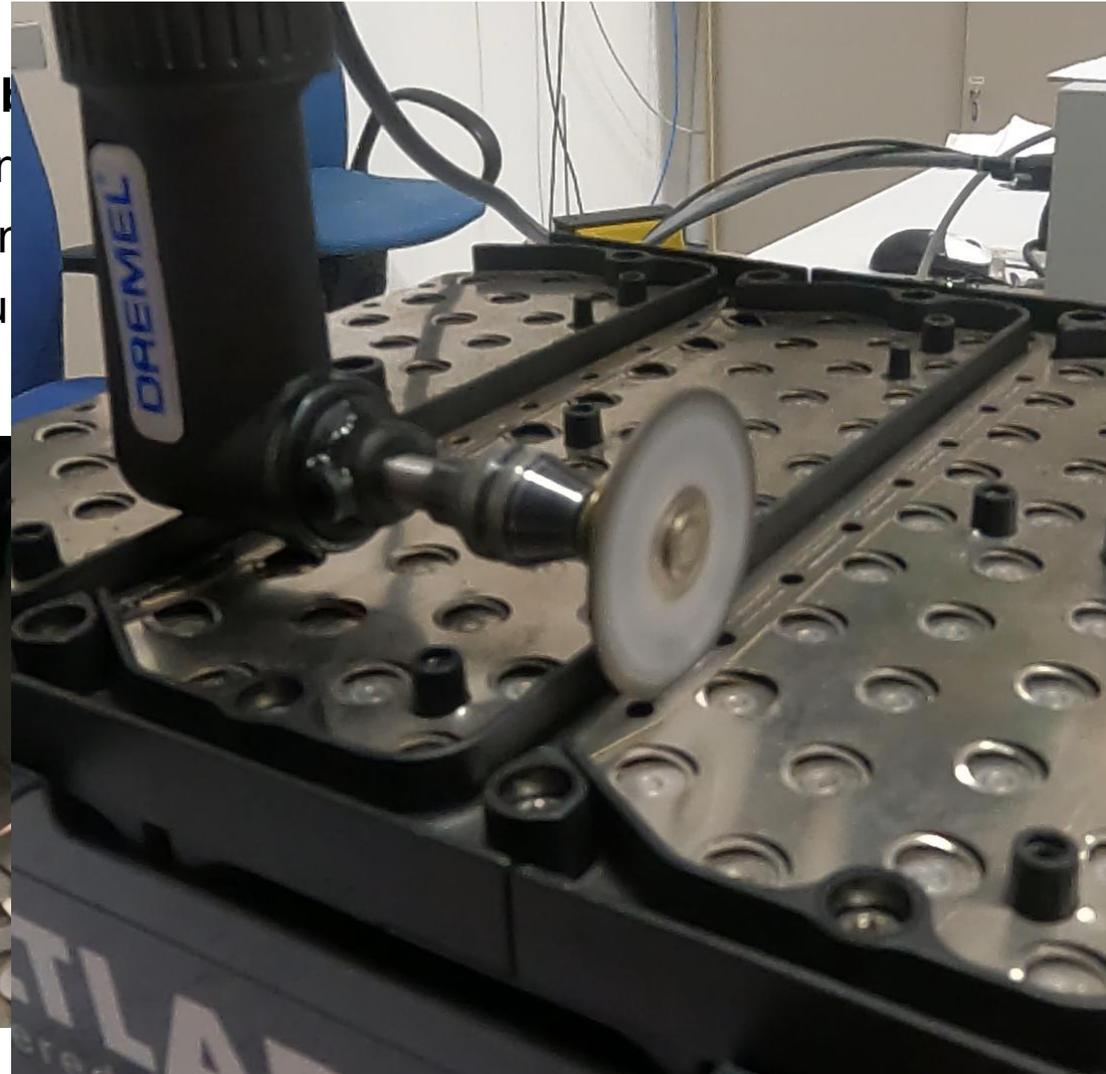
Anforderung: Kollaborativer Arbeitsplatz für teilautomatische Wiederaufbereitung



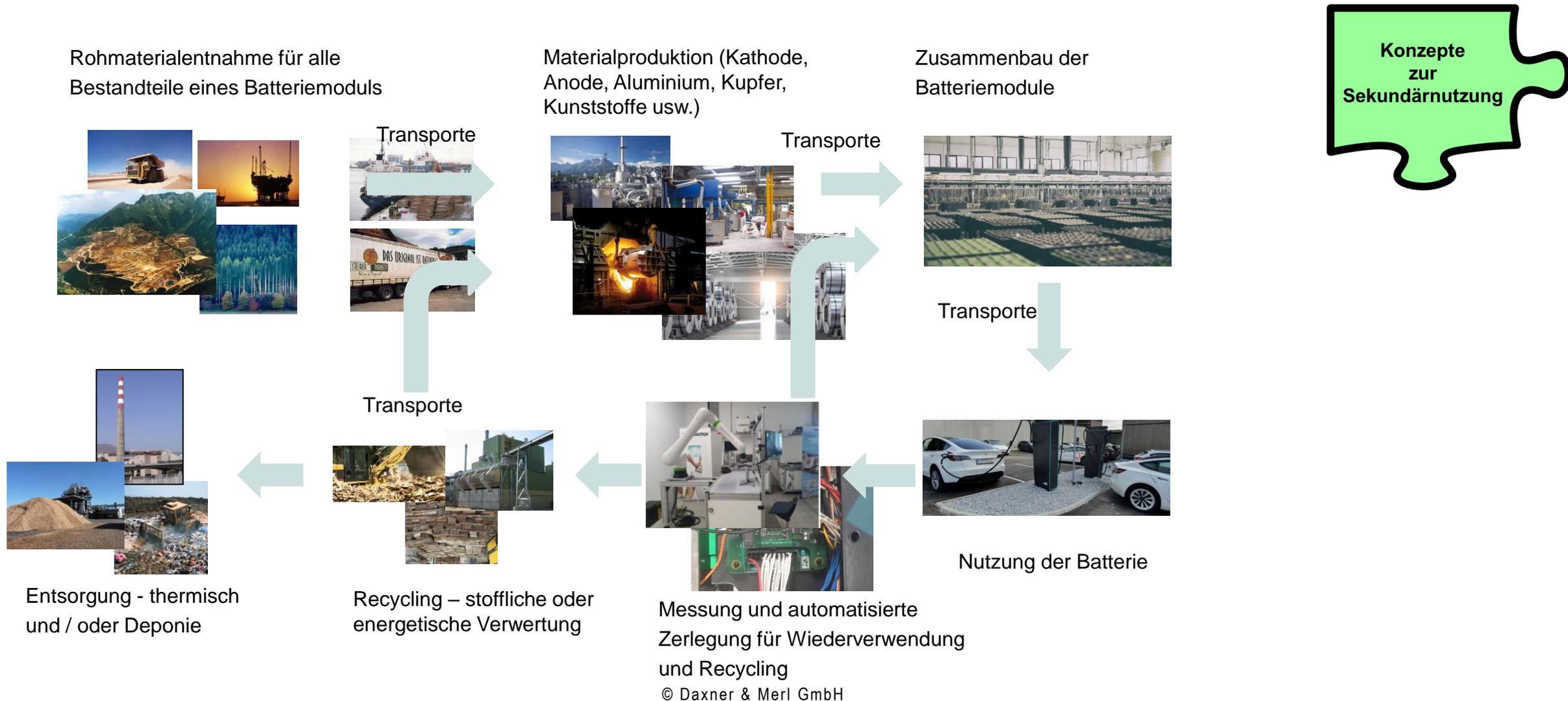
Ergebnisse: MRK-Arbeitsplatz für Wiederaufbereitung



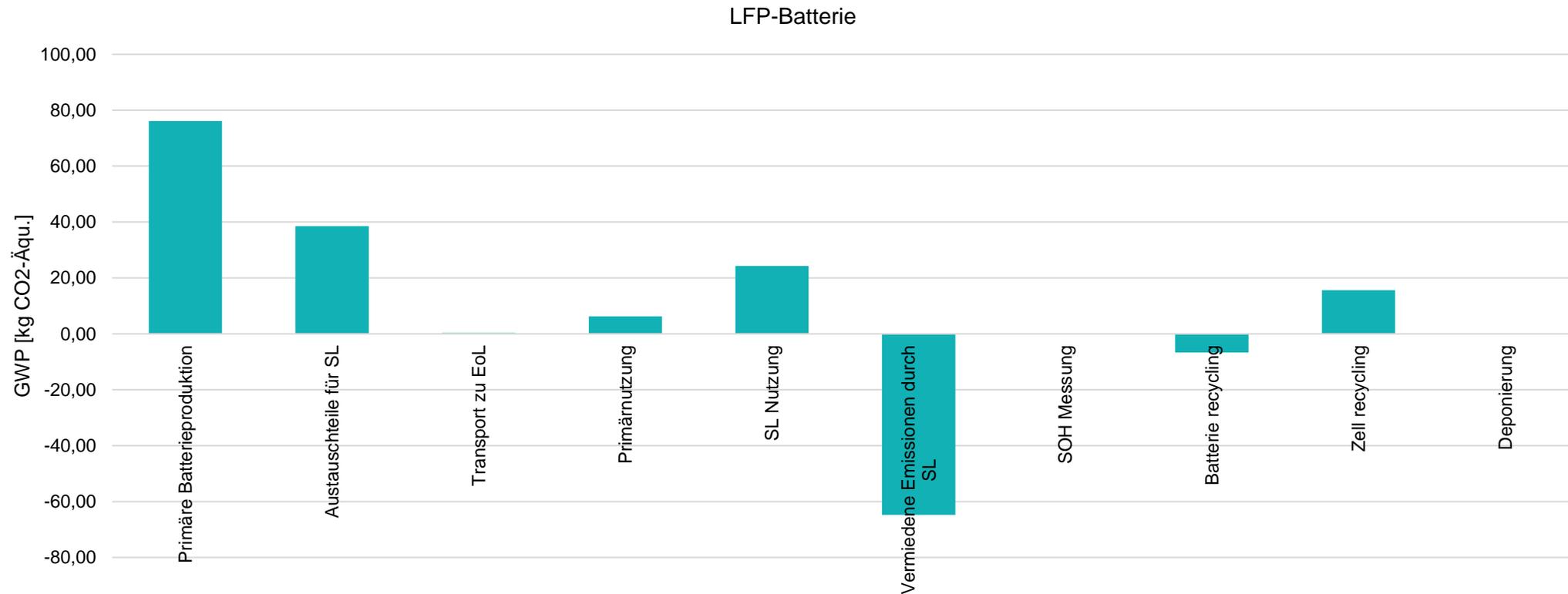
Ergebnisse: MRK-Arbeitsplatz für Wiederaufbereitung



Ergebnisse: Vorgehen Ökobilanz



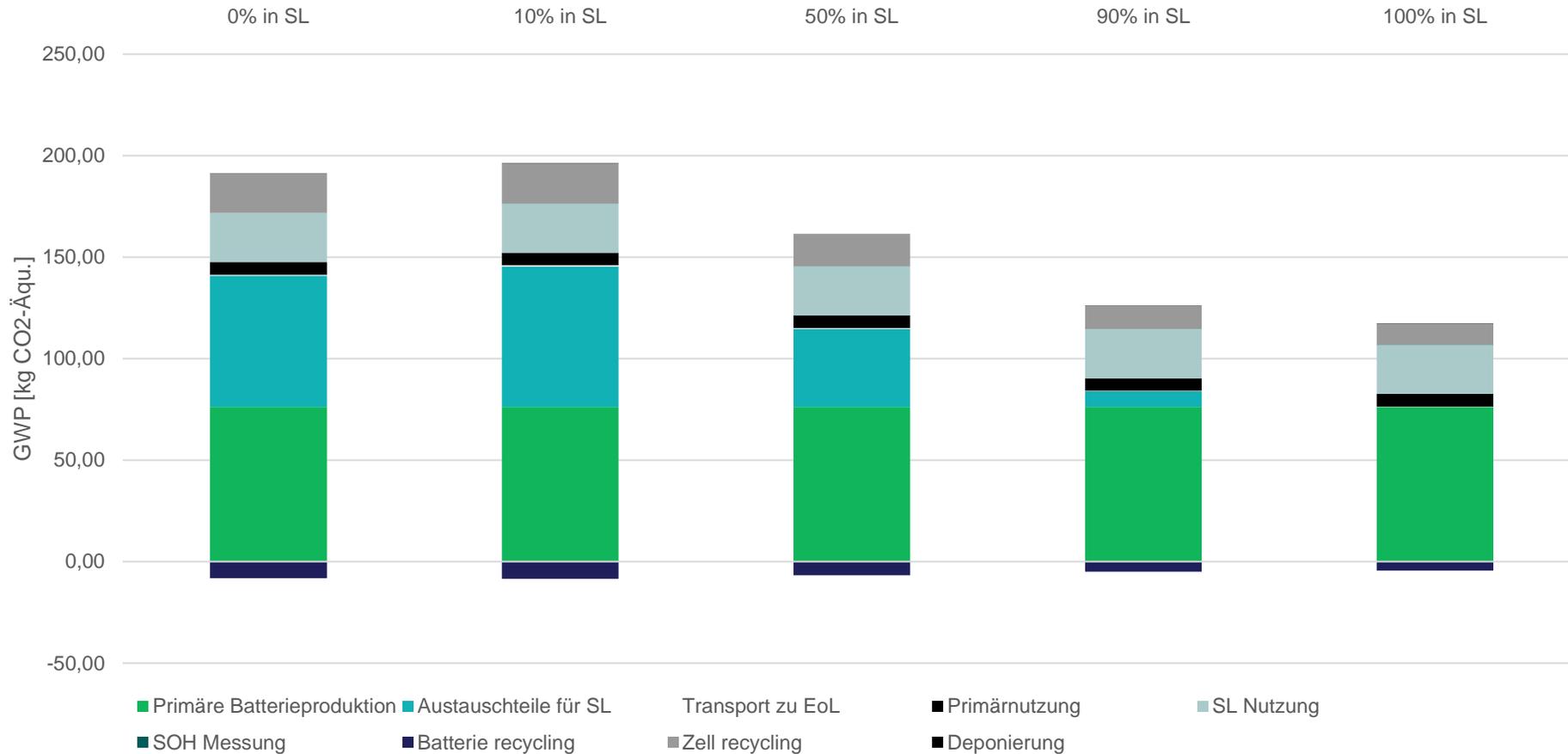
Ergebnisse: Ökobilanz Sekundärnutzungs-Konzept



Konzepte zur Sekundärnutzung

Globales Erwärmungspotential bezogen auf die funktionale Einheit von 1 kWh Batteriekapazität für LFP – Zellen bei 50 % Austauschrate über den gesamten Lebenszyklus

Ergebnisse: Ökobilanz Sekundärnutzungs-Konzept



Konzepte zur Sekundärnutzung

Globales Erwärmungspotential bezogen auf die funktionale Einheit von 1 kWh Batteriekapazität für LFP – Zellen bei 0 - 50 % Austauschrate über den gesamten Lebenszyklus – 2 Lebenszyklen: 1. Lebenszyklus mit hoher Kapazität geeignet z.B. für Mobilitätsanwendung, 2. Lebenszyklus als stationärer Speicher.

Ergebnisse: Wirtschaftlichkeit: Sekundärnutzungs-Konzept

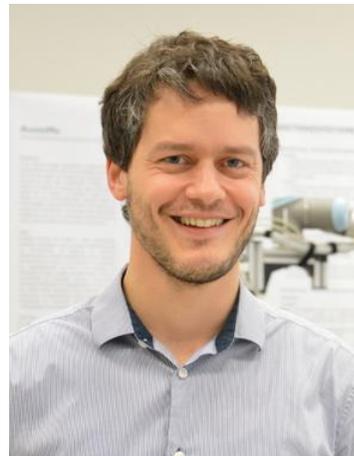


- Genaue Zahlen zur Kosten- vs. Nutzen-Rechnung werden vom Projektpartner MIBA Battery Systems noch geliefert
- SoH-Modultester hat mit einer Messdauer von 10 Minuten eine hohe Attraktivität
- MRK Arbeitsplatz für Zerlegen, Warten und Zusammenbauen
 - Schraub- und Trennprozesse wichtig, jedoch besteht noch Optimierungspotential
 - MRK ist nicht für alle Schritte erforderlich – für einzelne Aspekte Vollautomatisierung denkbar
- Analyse defekter Batterie-Systeme (MIBA) zeigt...
 - Fast nie muss ein Modul (Zellverbund) getauscht werden
 - Häufiger sind Defekte in Verkabelung oder Steuerelektronik



Second-Life-Lösungen zur Verlängerung von Batterielebenszyklen und Ressourcenschonung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



DI Matthias Propst

Robotics and Automation Systems

PROFACTOR GmbH

Im Stadtgut D1 | 4407 Steyr-Gleink | Austria

Tel. +43(7252) 885-309 | Fax +43(7252) 885-101

matthias.propst@profactor.at

www.profactor.at

- 1. Moradpour, M. Kasper, M. Moertelmaier, N. A.-Z. R-Smith, F. Kienberger, Hierarchical Representation of Measurement Data, Metrological Uncertainty and Metadata for Calibrated Battery Tests, Batteries & Supercaps, vol. 7, no. e202300514, 2024.**
- 2. M. Kasper et al., Reconstruction of Electrochemical Impedance Spectroscopy from Time-Domain Pulses of a 3.7 kWh Lithium-Ion Battery Module, submitted December 2024 to Batteries MDPI.**
- 3. M. Propst et al., Cognitive and robotic assistance to increase efficiency in re-manufacturing of battery systems, presented at European Robotics Forum (ERF 2024), March 2024, Rimini, Italy.**
- 4. M. Propst et al., Enhancing Efficiency in Battery Re-Manufacturing through Human-Robot Collaboration: The BatteryLife Approach, submitted to 11th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control (IFAC MIM 2025), December 2024.**