

Forum “Nachhaltigkeit” – 30.11.2022 – Alte Mensa, Freiberg

---

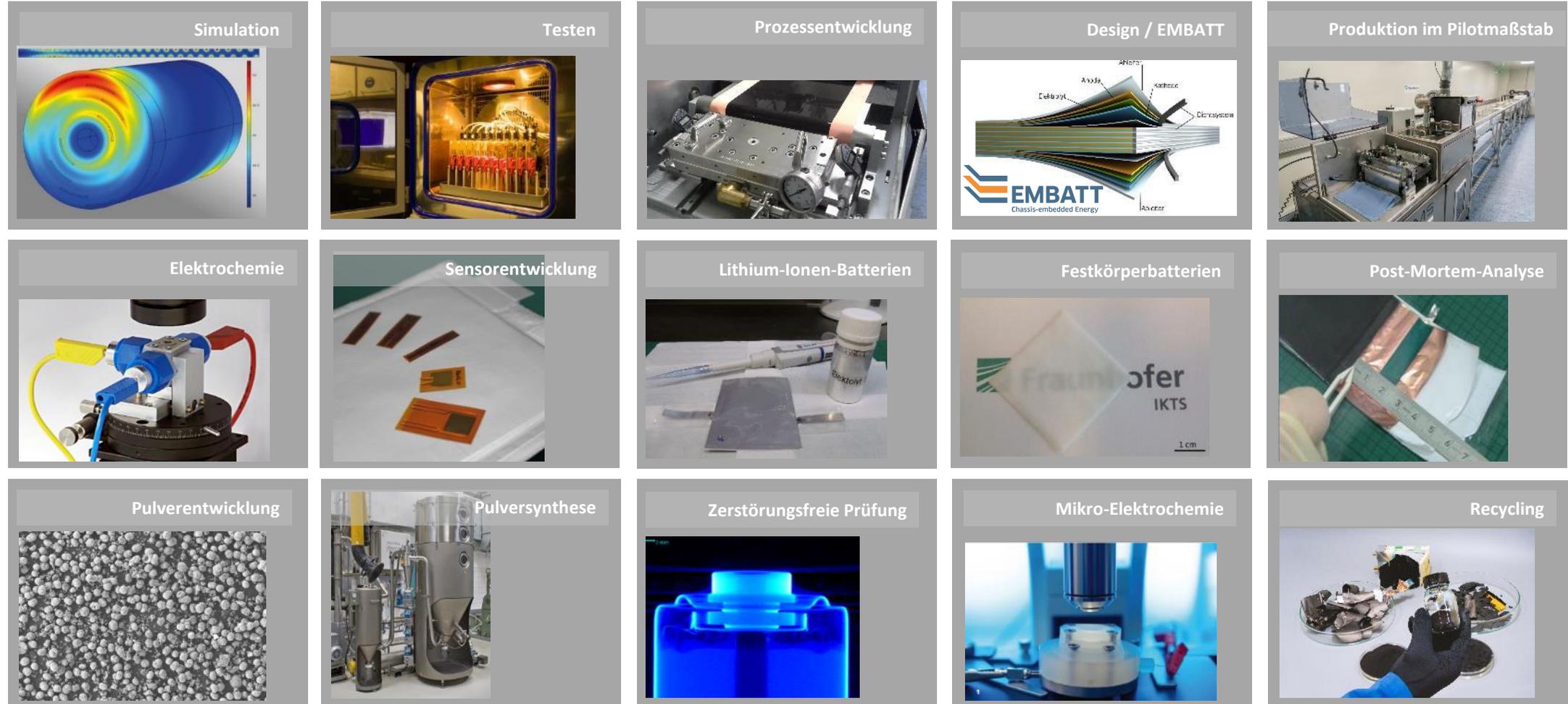
# Batterierecycling

## Fraunhofer IKTS-Außenstelle THM Freiberg

C. Wolf, S. Pavón, M. Partsch, A. Michaelis

# Fraunhofer IKTS

## Kompetenz in Keramik



# Mobile Energiespeicher und Elektrochemie



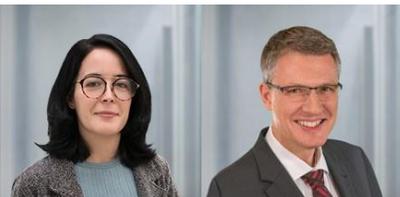
Mobile Energiespeicher und Elektrochemie  
Dr. Mareike Partsch, Abteilungsleiterin



Elektrochemie  
Dr. Michael Schneider, Gruppenleiter



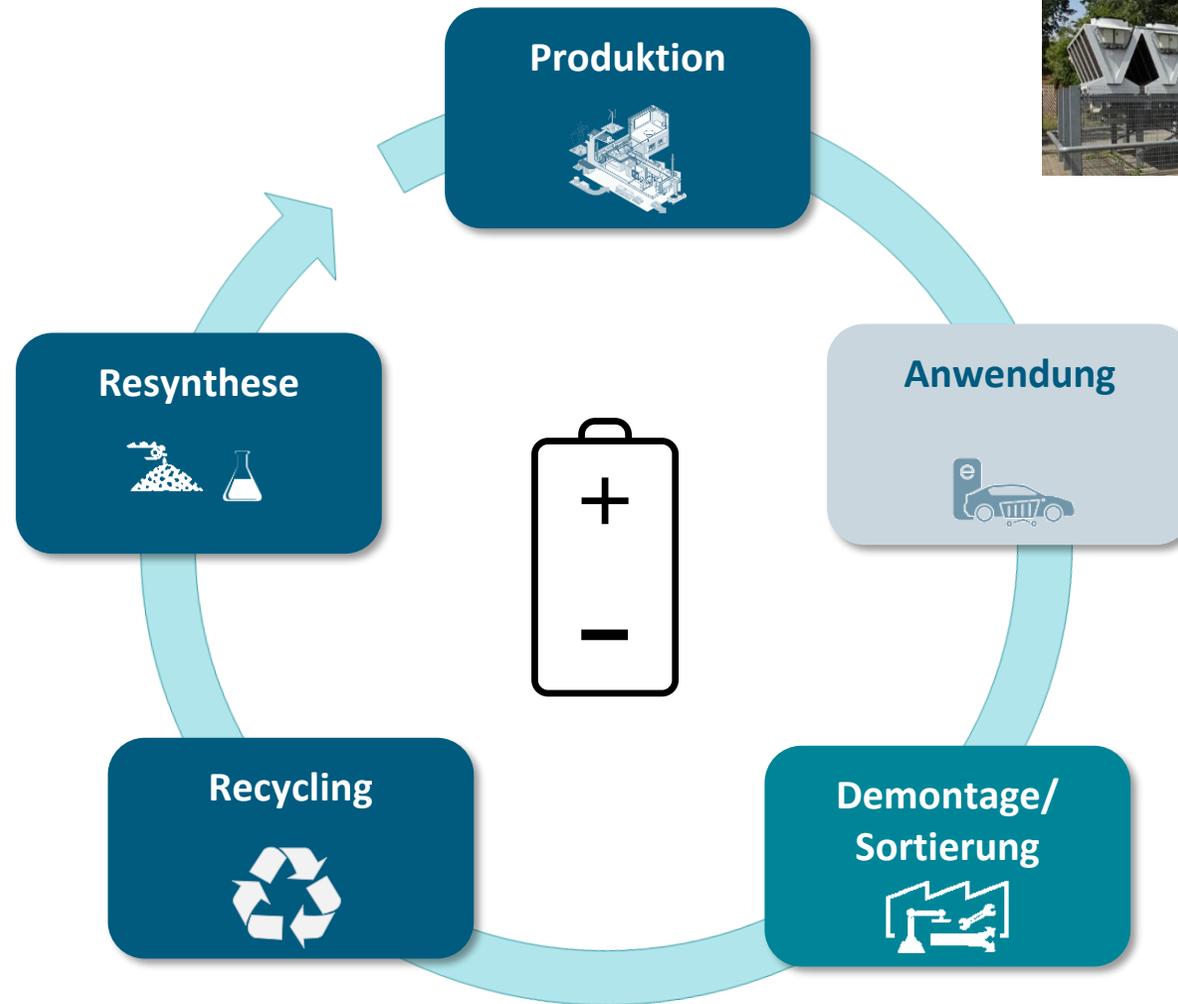
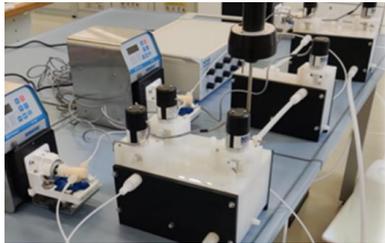
Zell- und Prozessentwicklung  
Dr. Kristian Nikolowski, Gruppenleiter



Recycling und Grüne Batterie  
Dr. Sandra Pavón, Gruppenleiterin  
Prof. Martin Bertau, Gruppenleiter



# Standort Fraunhofer IKTS-THM





## Entwicklung und Optimierung von Rezepten und Herstellungsprozessen

- Darstellen innovativer Beschichtungsprozesse im Labormaßstab im Trockenraum
- **Scale-Up** auf Pilotmaßstab per roll-to-roll Beschichtungsanlagen für Schlitzdüsen- oder Extrusionsprozesse
- Entwicklung von In-line-Sensorik zum Prozessmonitoring der Beschichtungsanlagen zur Optimierung des Beschichtungsprozesses



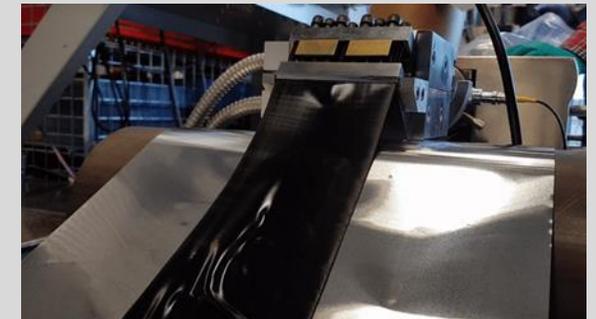
# Elektroden- und Zellfertigung

## HeadLine, KritBatt

- Entwicklung von Prozess- und Fertigungstechnologien bis zum vorindustriellen Pilotanlagenmaßstab
  - Prozesstechnologien zur Elektrodenherstellung für Li-Ionen-Batteriezellen
  - Entwicklung effizienter, umweltschonender Fertigungstechnologien, z.B. Extrusion
- Entwicklung und Test neuer Methoden (z. B. Inline-Sensoren) zur Fehlerdetektion von Batterieelektroden
  - Aufbau einer Datenbank zur Messdatenaufzeichnung von Inline-Sensoren und Echtzeit-Auswertung für die Qualitätsoptimierung

EAS Batteries GmbH  
Brabender GmbH & Co. KG  
ECT-Kema GmbH  
Asahi Kasei Europe GmbH  
Daikin Chemical Europe GmbH  
IfU Diagnostic Systems GmbH  
SURAGUS GmbH  
IANUS Simulation GmbH  
**BMBF-Projekt HeadLine**  
TU Dresden  
RWTH Aachen

**KritBatt, BMBF-Kompetenzcluster AQuA**

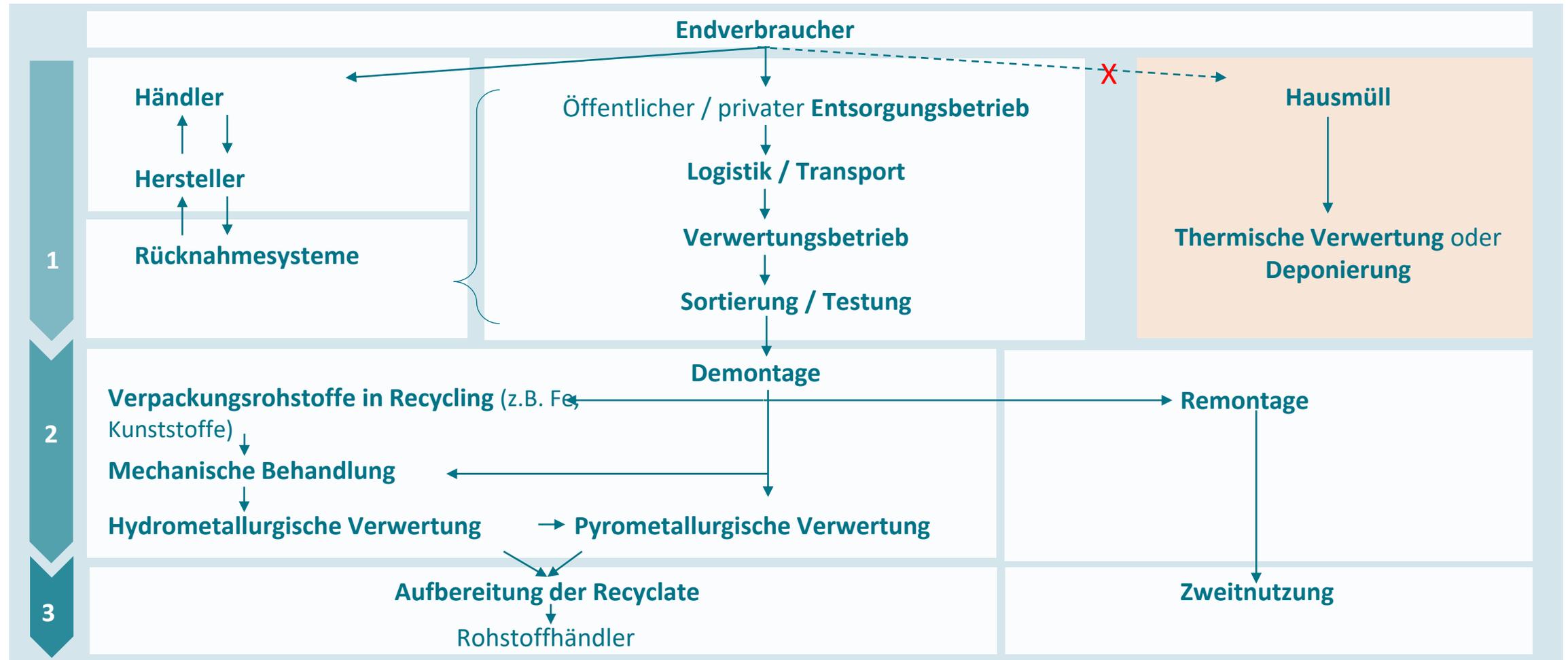


Extrusionsbeschichtung



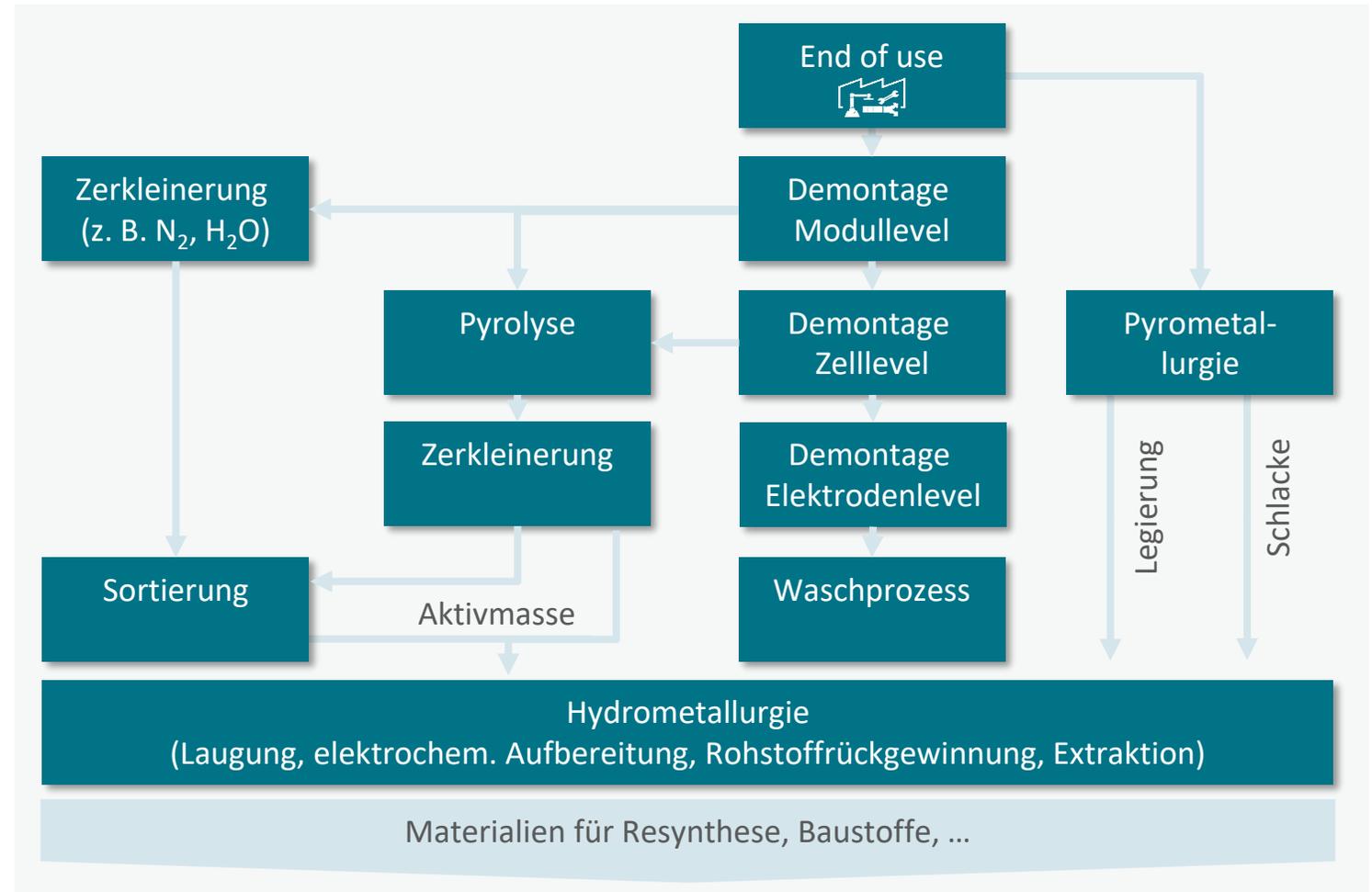
Schlitzdüsenbeschichtung

# Wer ist an Rücknahme und Recycling beteiligt?



# Technologien des Batterierecyclings

- Vielzahl von Recyclingrouten in Betrieb und Entwicklung
- Ziel: wirtschaftliche Rückgewinnung von Rohstoffen und Rückführung in Fertigungsprozess
- Trennungen der Ströme in der Wertschöpfungskette möglich



# Recycling und Kreislaufwirtschaft

## Design for Recycling - Recycling – Resynthese



### „Grüne Batterie“ – Design for Recycling

- Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für ein effizientes Recycling oder eine einfache Rückführung von EoL-Batterien

### Recycling

- Recycling von Sekundärrohstoffen (v.a. Schwarzmasse) mit konventionellen und innovativen Verfahren zur Rückgewinnung wertvoller Elemente wie Li, Mn, Ni und Co
- Konzeptionierung, Bewertung und Überwachung von Recyclingprozessen
- **Scale-up:** Prozessüberführung vom Labor- in den Pilotmaßstab

### Resynthese von Kathodenaktivmaterial

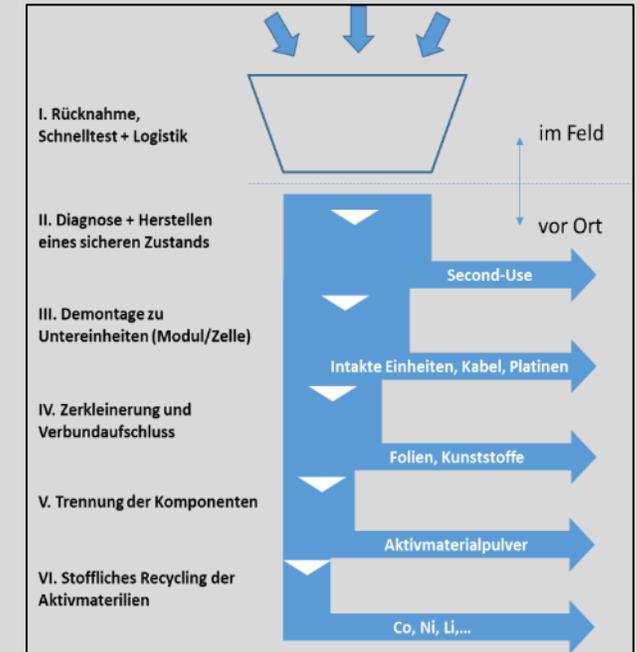
- Entwicklung von robusten Resyntheseverfahren für KAM
- Überführung/ Anpassung der Verfahren auf andere Aktivmaterialien
- Elektrochemische Charakterisierung der hergestellten Materialien



# Entwicklung von Recyclingprozessen

## Recycle

- Datenerfassung und Auswertung von Batterie- und Ultrakondensatordaten
- Zustandsklassifizierung für kostengünstigen Transport und Entscheidung zur Wiederverwertung
- Tiefentladung zur Vorbereitung des Recyclings
- Identifikation von Maßnahmen zur Zerlegung von Batteriesystemen
- Konzeptentwicklung zur Zellöffnung und Zerkleinerung, Reduktion der Emissionen
- Verfahren zur Trennung von Aktivmaterialien und Metallfolien
- Extraktion von Co, Mn, Ni, Fe, Li



thyssenkrupp System Engineering GmbH  
Nickelhütte Aue GmbH  
SiC Processing (Deutschland) GmbH  
Liofit GmbH  
ULT AG  
INTILION GmbH  
Skeleton Technologies GmbH  
Agro Drisa GmbH  
ImpulsTec GmbH  
JT Energy Systems  
Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS  
Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI  
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
**BMW Energieforschungsrahmenprogramm**

# Zusammenfassung

---

- Batterien dienen als Beispiel für den Umgang mit komplexen Bauteilen mit kritischen Metallen in der Energiewende
- Der Weg von der EoL-Batterie bis zum Rezyklat birgt technologische und gesellschaftliche Herausforderungen, welche ausschließlich fachübergreifend bewältigt werden können.
- Beitrag des IKTS zur Förderung der Rohstoffeinsparung und Kreislaufwirtschaft:
  - Entwicklung von innovativen Elektrodenaktivmaterialien und Beschichtungskonzepten
  - Erhöhen der Rohstoffnutzungseffizienz durch Optimierung der Elektrodenfertigungslinie
  - Erstellung ökonomischer und ökologischer Prozessbewertungen des Batterielebenszyklus‘
  - Beurteilen von Recyclingkonzepten mithilfe von Technologiebewertung und Technologieentwicklung
  - Entwickeln von Gestaltungsrichtlinien zum recycling-gerechten Design von Bauelementen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Constantin Wolf  
Recycling und Grüne Batterie  
+49 3731 2033-159 | [constantin.wolf@ikts.fraunhofer.de](mailto:constantin.wolf@ikts.fraunhofer.de)

Dr. Sandra Pavón  
Gruppenleiterin  
Recycling und Grüne Batterie  
+49 3731 2033-169 | [sandra.pavon.regana@ikts.fraunhofer.de](mailto:sandra.pavon.regana@ikts.fraunhofer.de)

Fraunhofer IKTS  
Am St.-Niclas-Schacht 13  
09599 Freiberg  
<https://www.ikts.fraunhofer.de/>



Fraunhofer-Institut für Keramische  
Technologien und Systeme IKTS

