

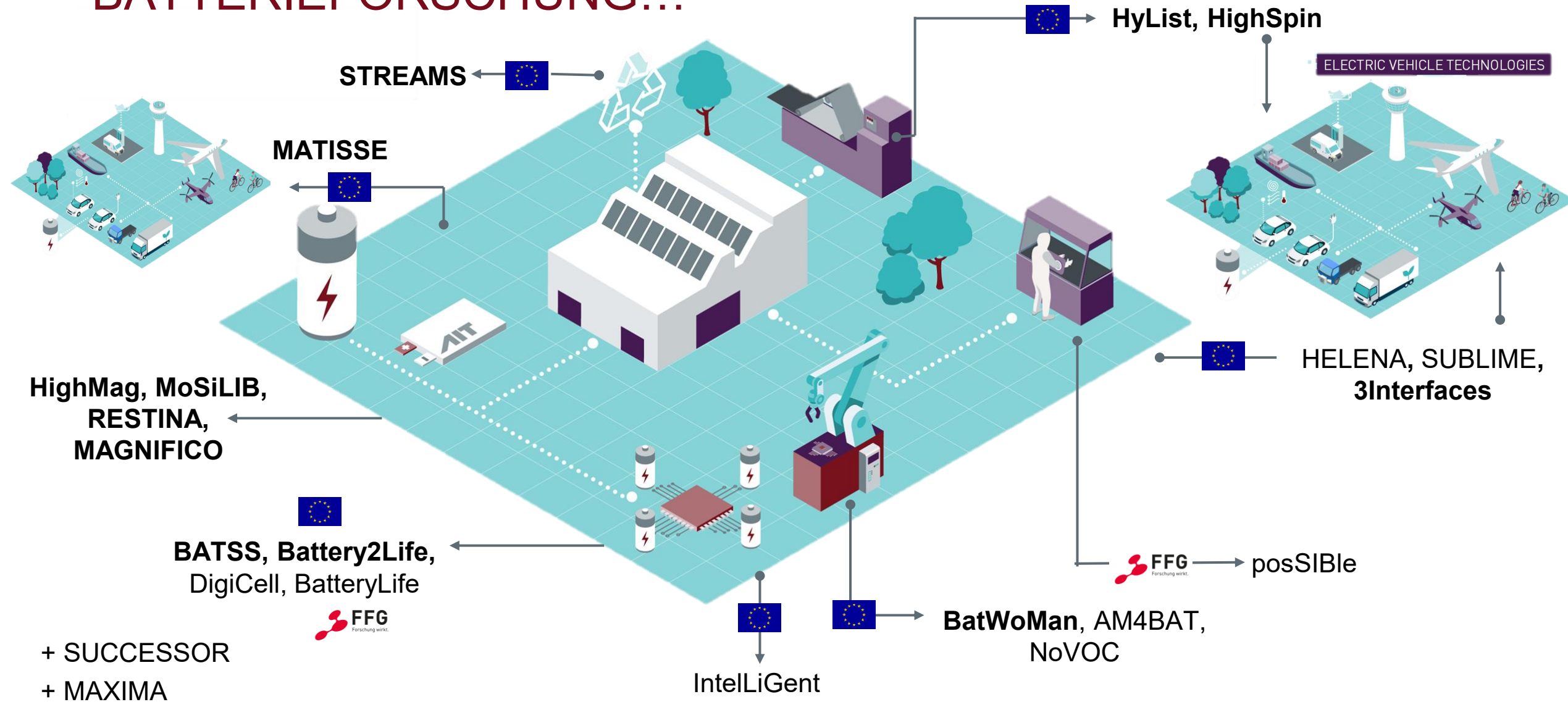
AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Center for Transport Technologies

Dipl.-Ing. Dr.techn. Katja Fröhlich BSc
Head of Competence Unit
Battery Technologies



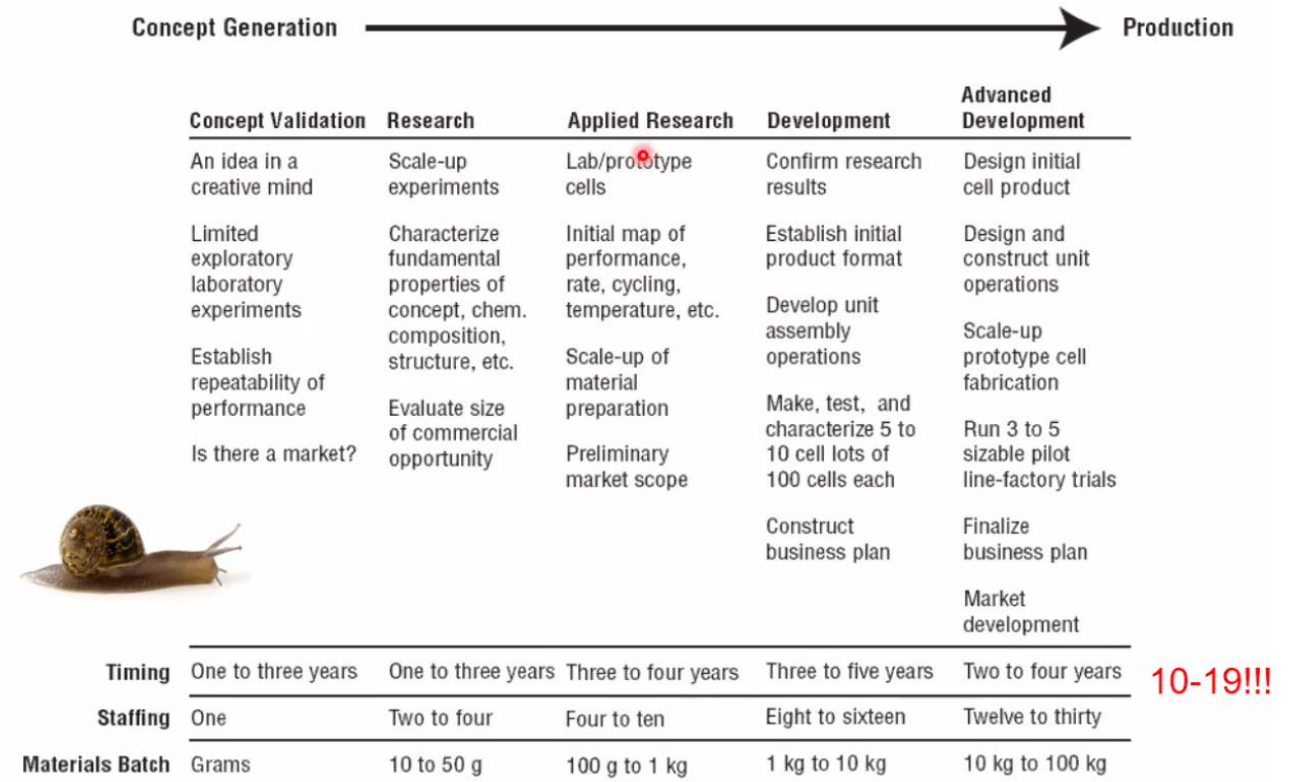
ERFOLGSGESCHICHTEN AUS DER BATTERIEFORSCHUNG...



MOTIVATION – WARUM ZELLPRODUKTION?

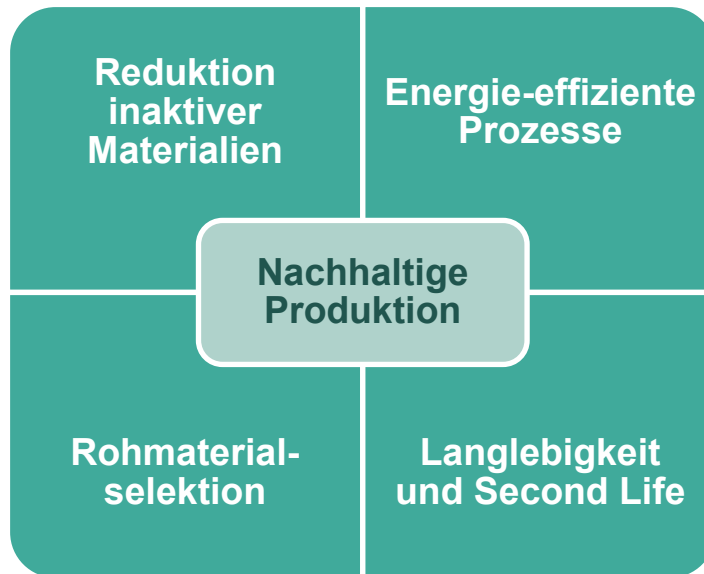


Schematic of the Overall Battery R&D Process from Conception to Production



Source: Rosa Palacin, Battery2030+ excellence seminar, 01.02.2022

NACHHALTIGKEIT UND ZELLPRODUKTION



Reduktion **inaktiver Materialien**

- Erhöhung der Energiedichte

Energie-effiziente Prozesse

- Lösemittel-reduktion
- Reduktion Trockenraum

Rohmaterialselektion

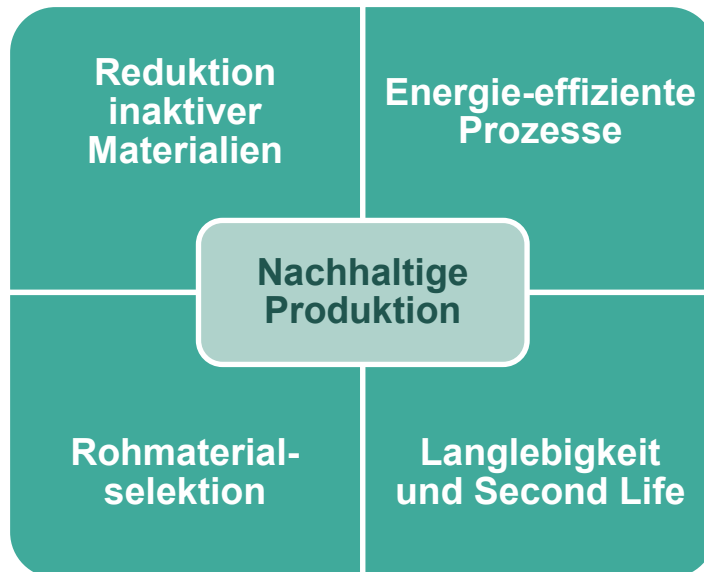
- CRM-freie Zellchemie
- Wasser-basierte Elektrodenfertigung

Langlebigkeit und Second Life

- Smart Cells und Sensorintegration



NACHHALTIGKEIT UND ZELLPRODUKTION



Reduktion inaktiver Materialien

- **Erhöhung der Energiedichte**

Energie-effiziente Prozesse

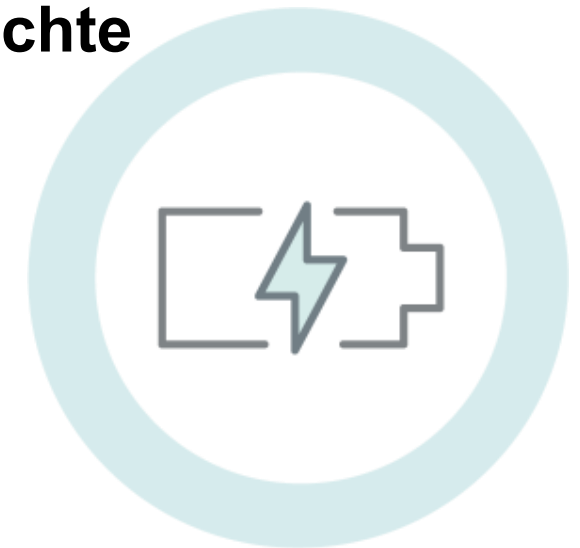
- Lösemittel-reduktion
- Reduktion Trockenraum

Rohmaterialselektion

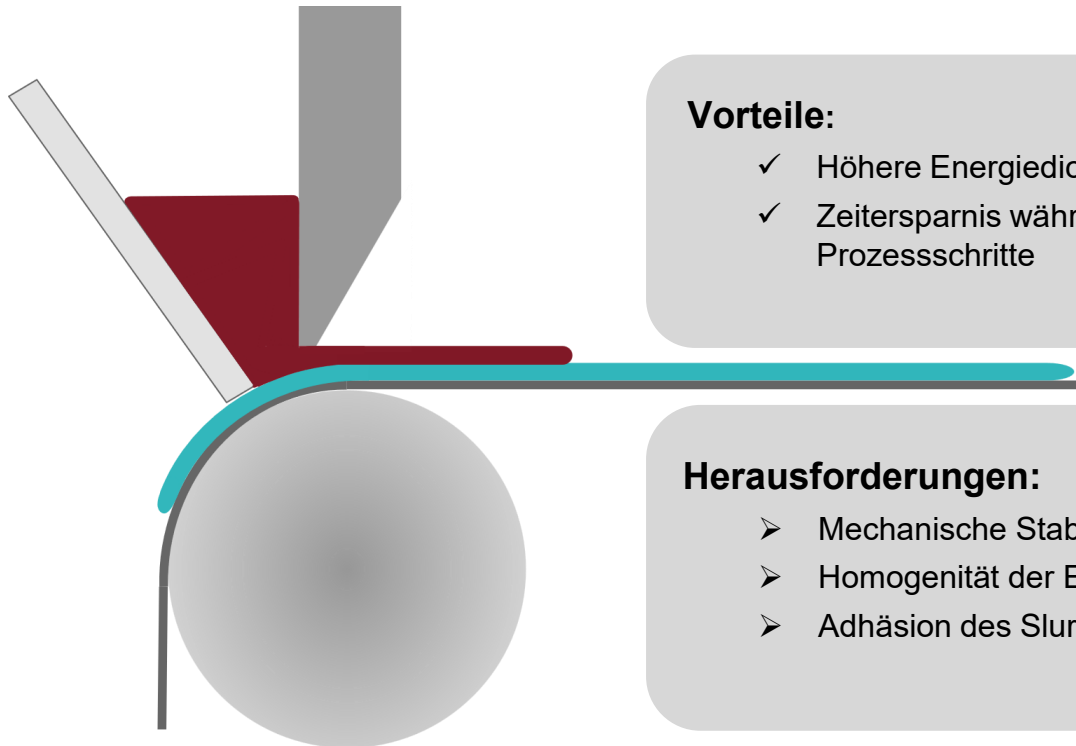
- CRM-freie Zellchemie
- Wasser-basierte Elektrodenfertigung

Langlebigkeit und Second Life

- Smart Cells und Sensorintegration



REDUKTION INAKTIVER MATERIALIEN: THE MULTI-LAYER APPROACH



Vorteile:

- ✓ Höhere Energiedichte durch Erhöhung aktiver Materialien
- ✓ Zeitersparnis während Zellfertigung durch weniger Prozessschritte



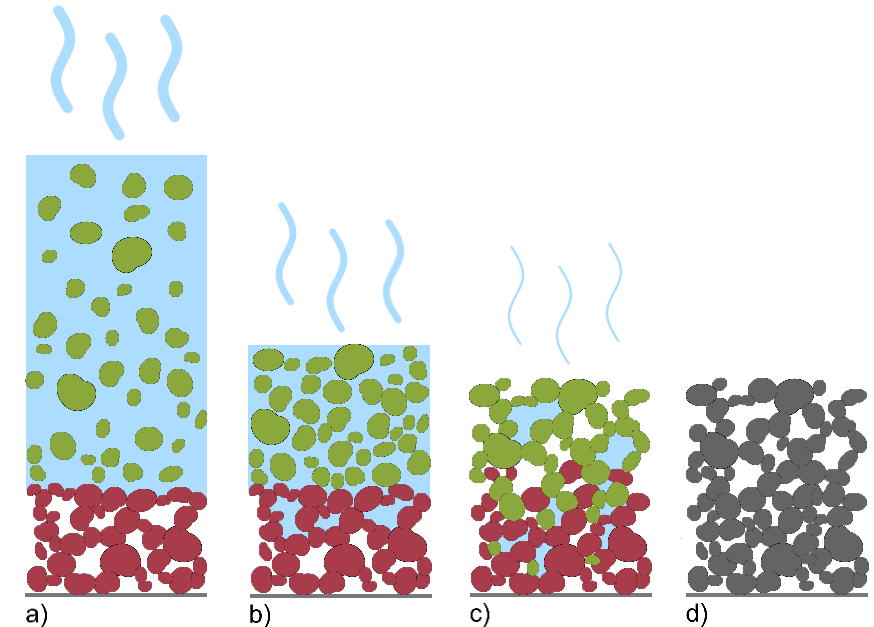
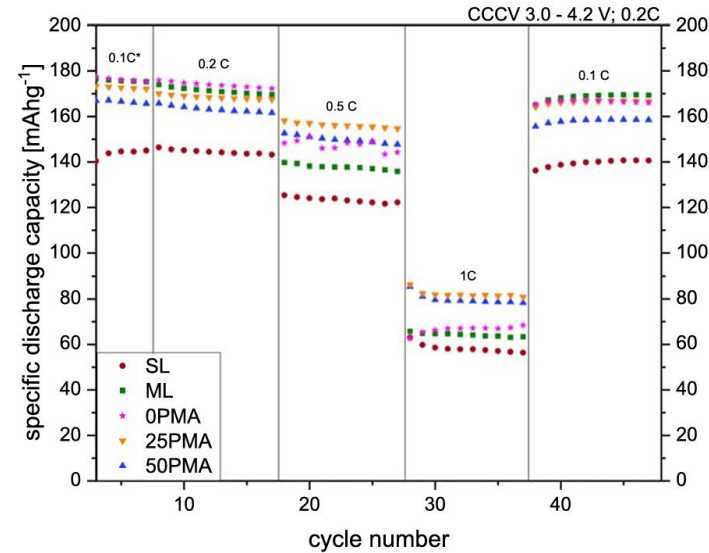
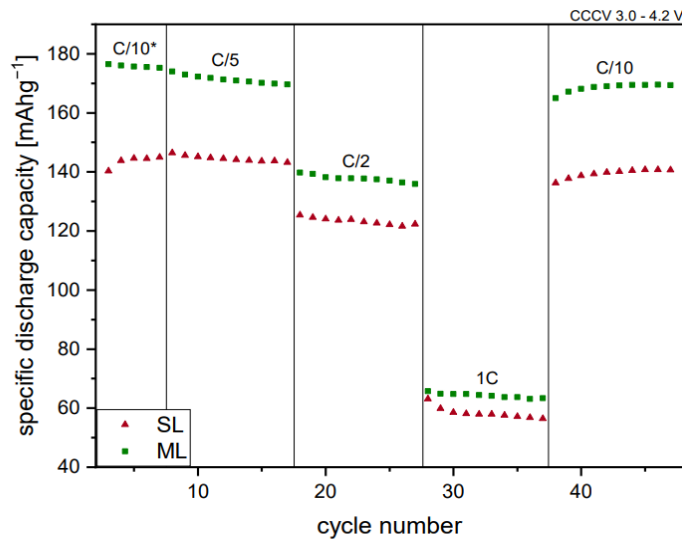
Kostenreduktion von **20-30%**
bei doppelter Elektrodendicke

Herausforderungen:

- Mechanische Stabilität der gefertigten Elektrode
- Homogenität der Elektrodenmasse (Slurry)
- Adhäsion des Slurries an der Stromabnehmerfolie

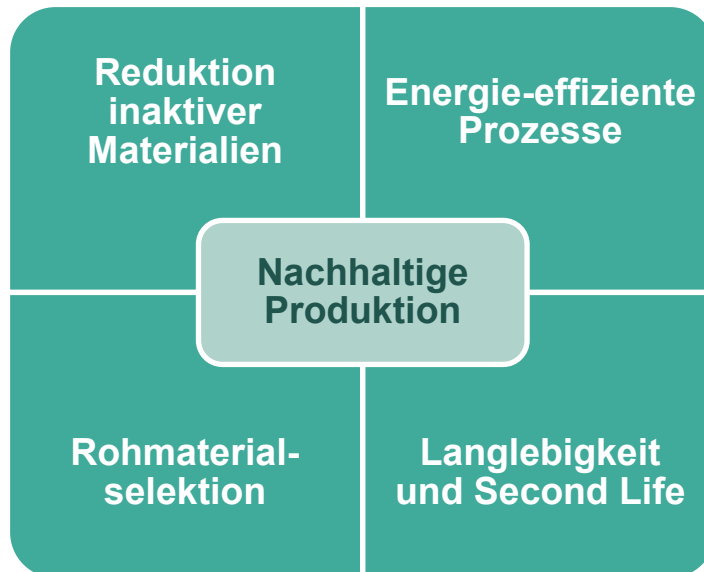


REDUKTION INAKTIVER MATERIALIEN: THE MULTI-LAYER APPROACH



- ✓ Multi-layer Technik ist eine einfache Methode um die Elektrodendicke signifikant zu erhöhen.
- ✓ Multi-layering zeigt bereits ohne Optimierung der individuellen Schichten **erhöhte Kapazität**.
- ✓ **Bindemittelgradienten** wurden bereits ebenso etabliert und zeigen vor allem bei höheren Strömen signifikante Verbesserungen.

NACHHALTIGKEIT UND ZELLPRODUKTION



Reduktion inaktiver Materialien

- Erhöhung der Energiedichte

Energie-effiziente Prozesse

- **Lösemittel-reduktion**
- **Reduktion Trockenraum**

Rohmaterialselektion

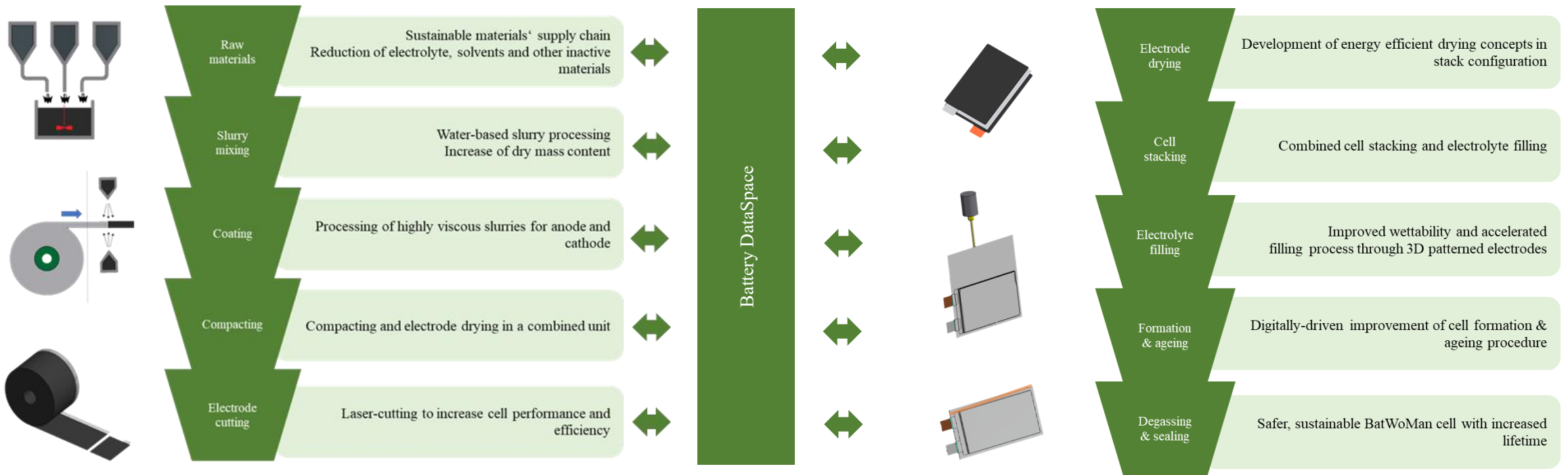
- CRM-freie Zellchemie
- Wasser-basierte Elektrodenfertigung

Langlebigkeit und Second Life

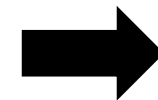
- Smart Cells und Sensorintegration



ENERGIE-EFFIZIENTE PROZESSE: THE BATWOMAN APPROACH

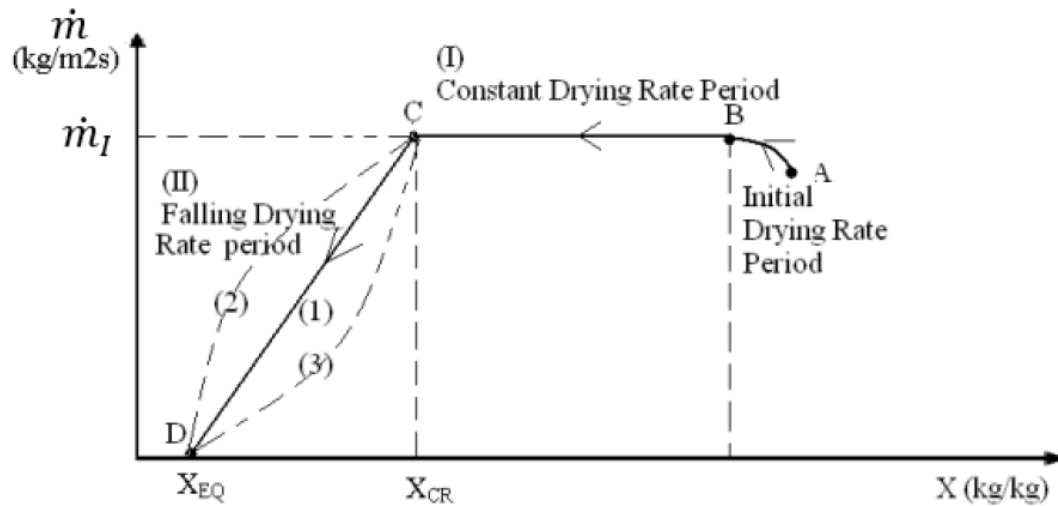


→ Erzielte Kostenreduktion > 80%
→ Reduzierter Energiebedarf bis zu 94%

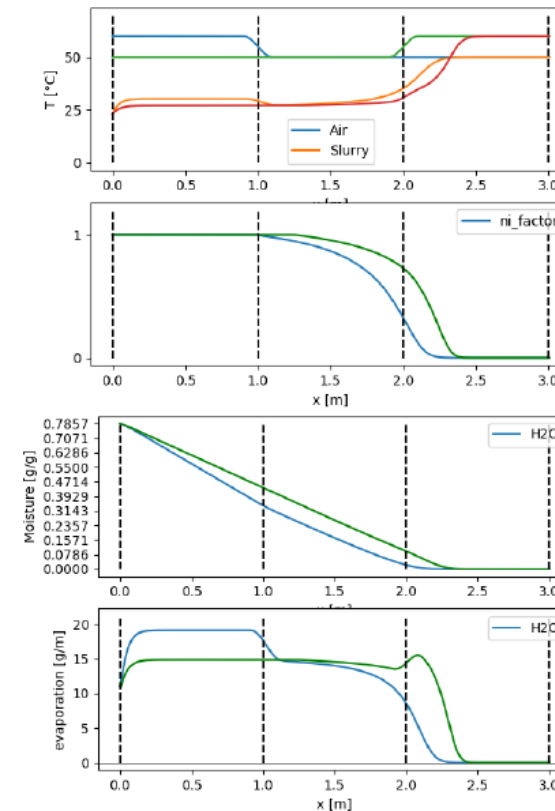


Bei gleicher Performance
auf **Zellebene**

ENERGIE-EFFIZIENTE TROCKNUNG: CHARACTERISTIC DRYING CURVE (ANODE)



Bandgeschwindigkeit = 0,5 m/min;
 Lufttemperatur (Blau-Orange) [Z1; Z2; Z3] = [60, 50, 50]°C
 Lufttemperatur (Grün-Rot) [Z1; Z2; Z3] = [50; 50; 60];
 Volumenstrom [Z1,Z2,Z3]: [94, 94, 94] m³/h



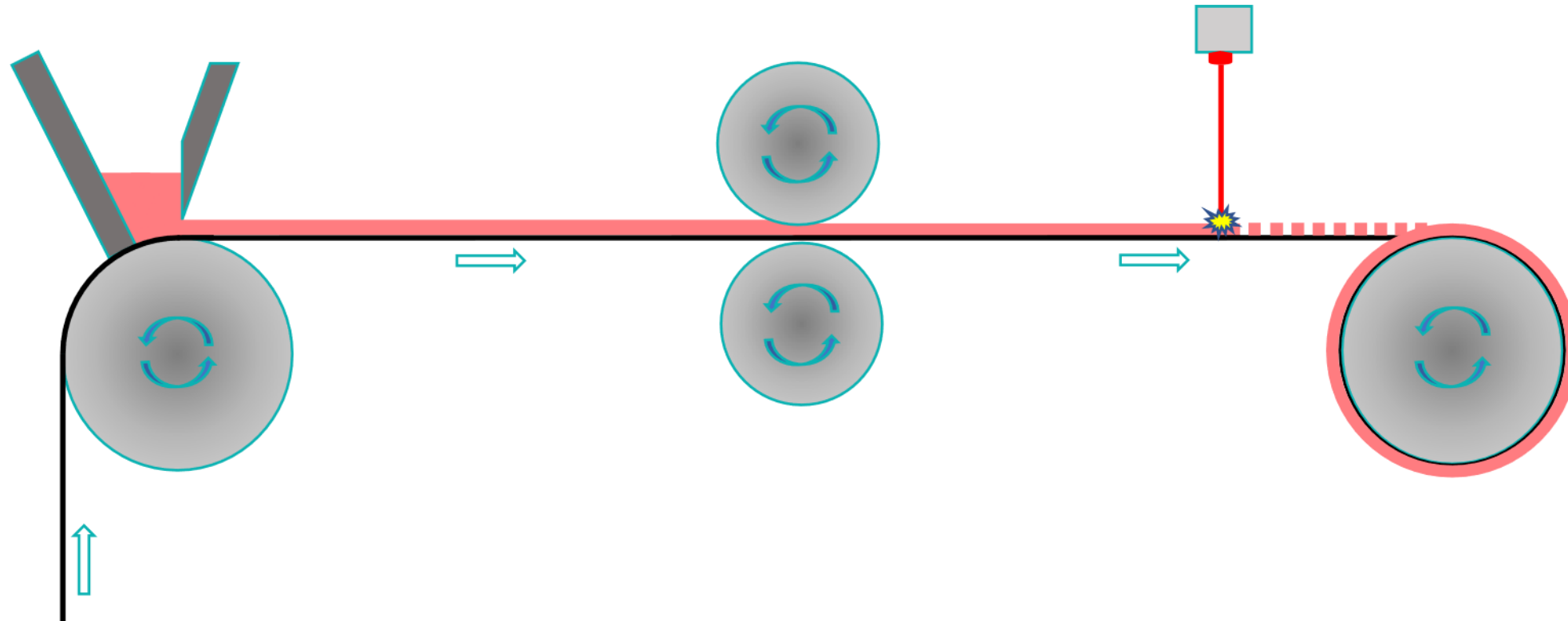
**Trocknungsbedarf &
Restfeuchte**

- Zwei Trocknungsstufen:
- 1) Konstante Trocknungsrate (Oberflächenwasser)
 - 2) Fallende Trocknungsrate (Diffusionswiderstand dominiert)

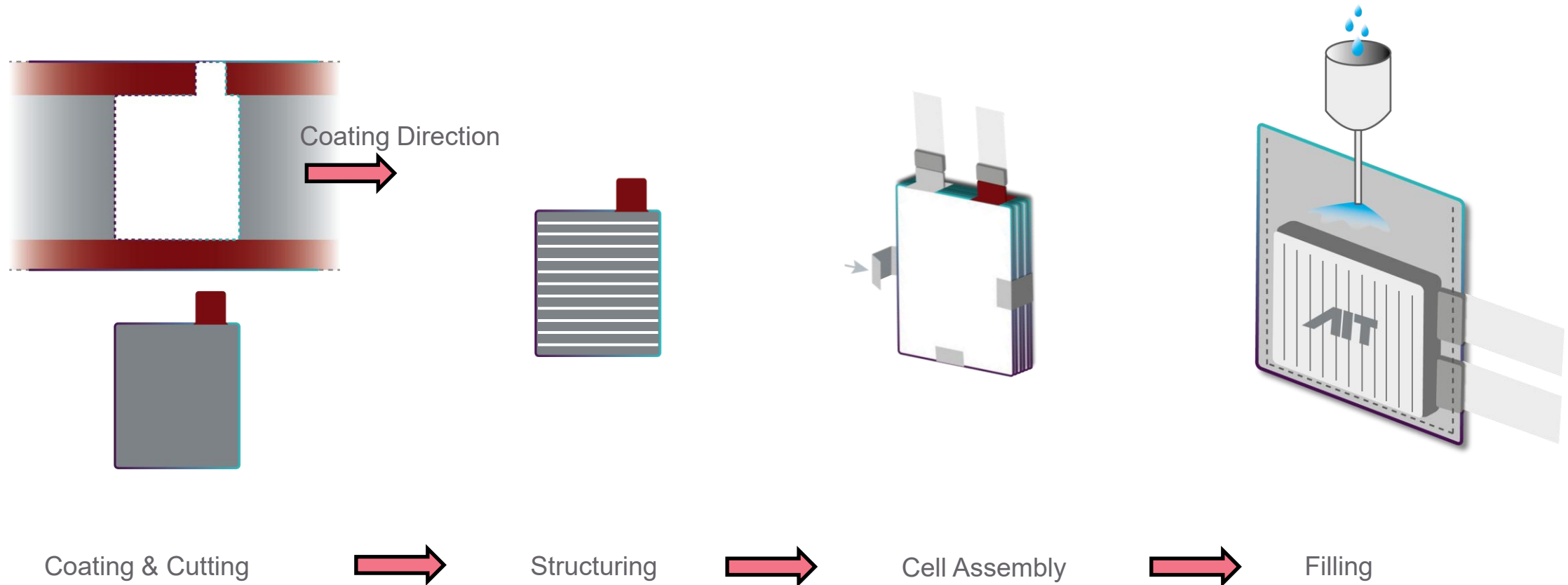


ENERGIE-EFFIZIENTE TROCKNUNG: LASERSTRUKTURIERTE KOMPONENTEN

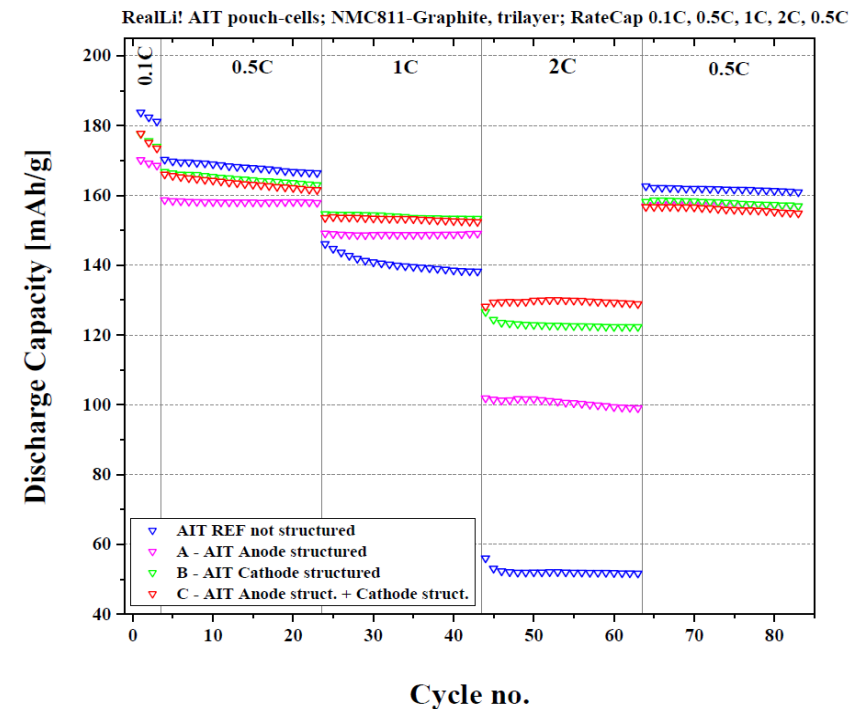
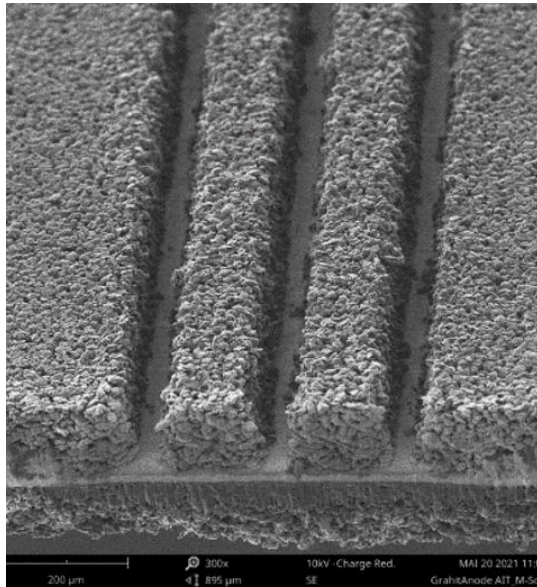
Rolle-zu-Rolle Laserstrukturierung für optimierte Elektrolytfüllung



ENERGIE-EFFIZIENTE TROCKNUNG: LASERSTRUKTURIERTE KOMPONENTEN



ENERGIE-EFFIZIENTE TROCKNUNG: LASERSTRUKTURIERTE KOMPONENTEN

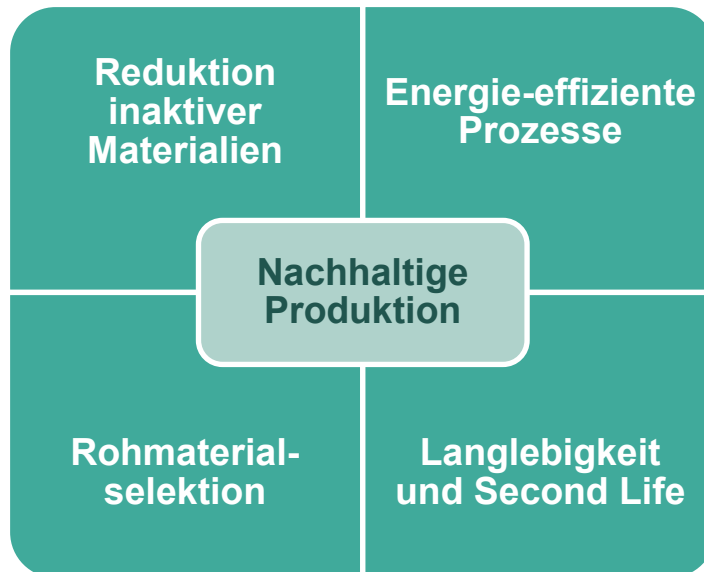


Drei-dimensionales Elektrodendesign und strukturierter Separator – erste Versuche ausgehend vom FFG Projekt „RealLi!“.

Vorteile

- Erhöhte Benetzbarkeit der Elektroden
- Verbesserte Elektrolytfüllung
- Erhöhte Zyklenfestigkeit
- Verbesserte Hochstromfähigkeit

NACHHALTIGKEIT UND ZELLPRODUKTION



Reduktion **inaktiver Materialien**

- Erhöhung der Energiedichte

Energie-effiziente Prozesse

- Lösemittel-reduktion
- Reduktion Trockenraum

Rohmaterialselektion

- CRM-freie Zellchemie
- Wasser-basierte Elektrodenfertigung

Langlebigkeit und Second Life

- **Smart Cells und Sensorintegration**



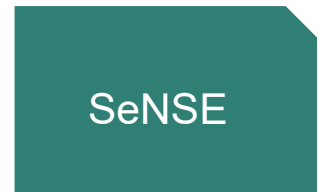
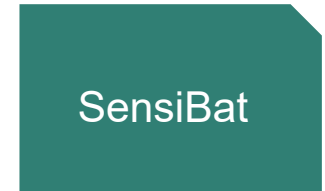
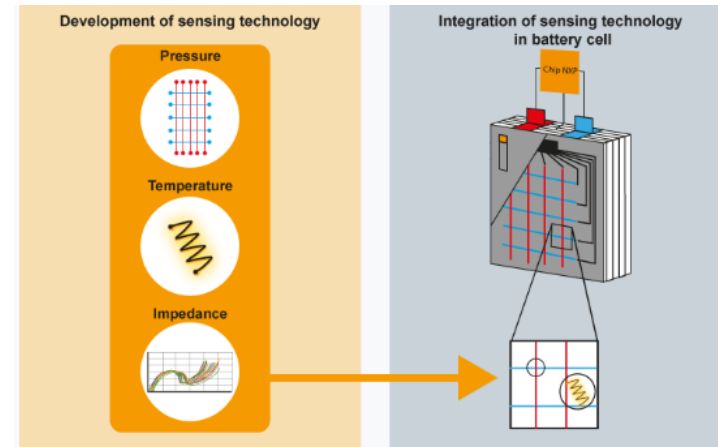
LANGLEBIGKEIT UND SECOND LIFE: SMART CELLS UND SENSORS

Warum?

Erhöhte **Sicherheit** und **Langlebigkeit**, als auch Zellmonitoring während des Betriebs für die Bestimmung von **SoX** für ReUse, Recycling und Second-Life Anwendungen.

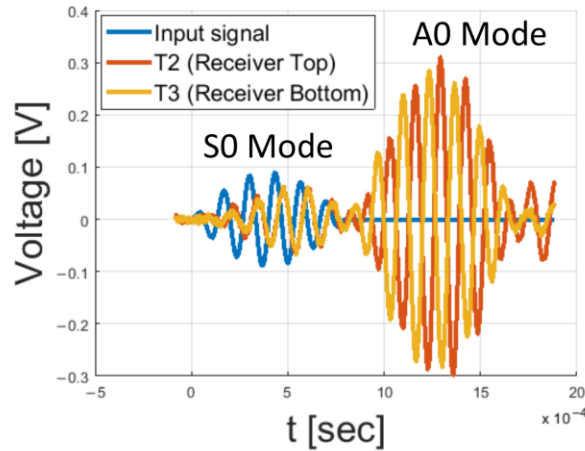
Beispiele

- Optical Sensors (FBGs)
- Temperatur
- Druck
- Expansionsmessungen
- Elektrodenpotenziale (segmentiert oder Referenz)
- Time-of-flight (TOF) messungen



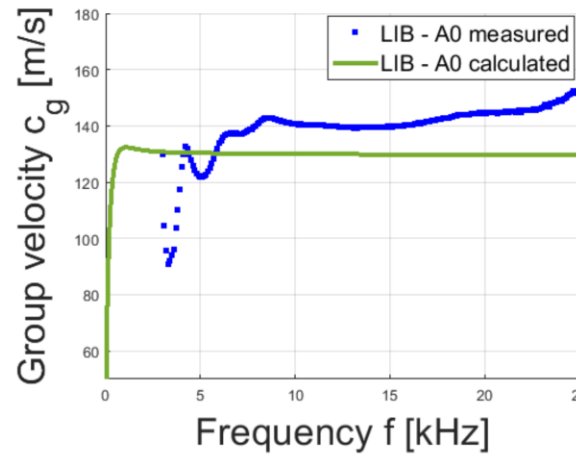
LANGLEBIGKEIT UND SECOND LIFE: SMART CELLS UND SENSORS

Measured signals in the time-domain.

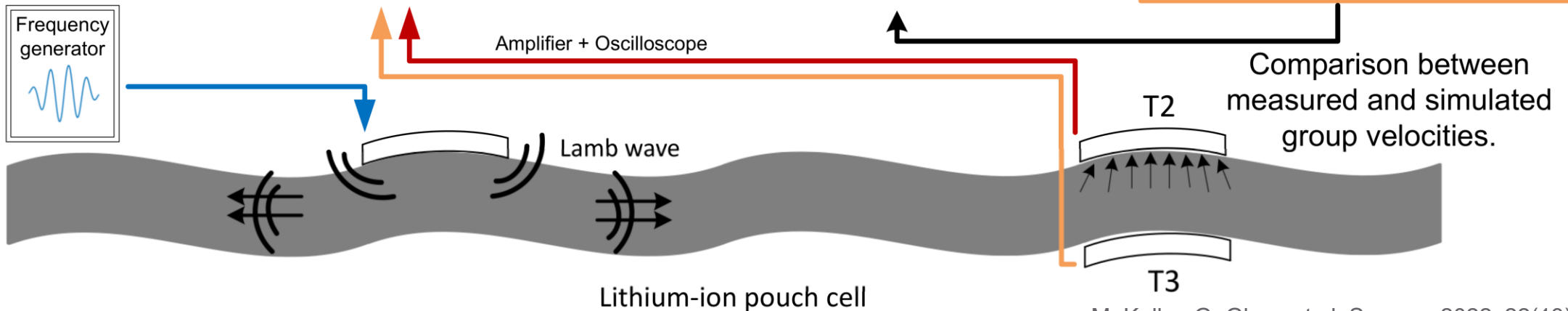
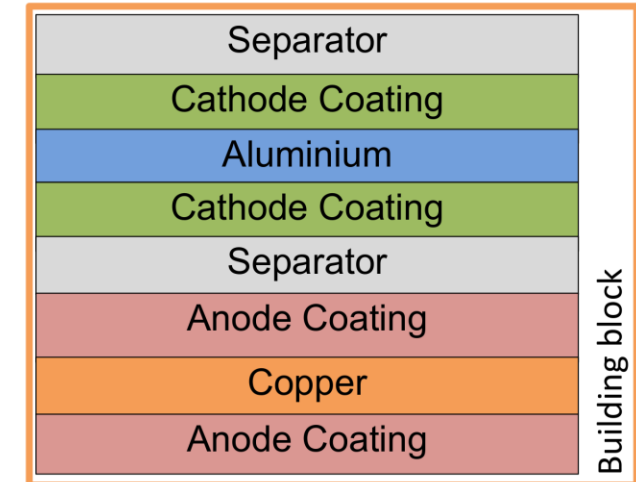


Different algebraic sign of amplitude
→ A0-Mode detected
Mode detection and Dispersion plot for A0-Mode

Measured and simulated results.

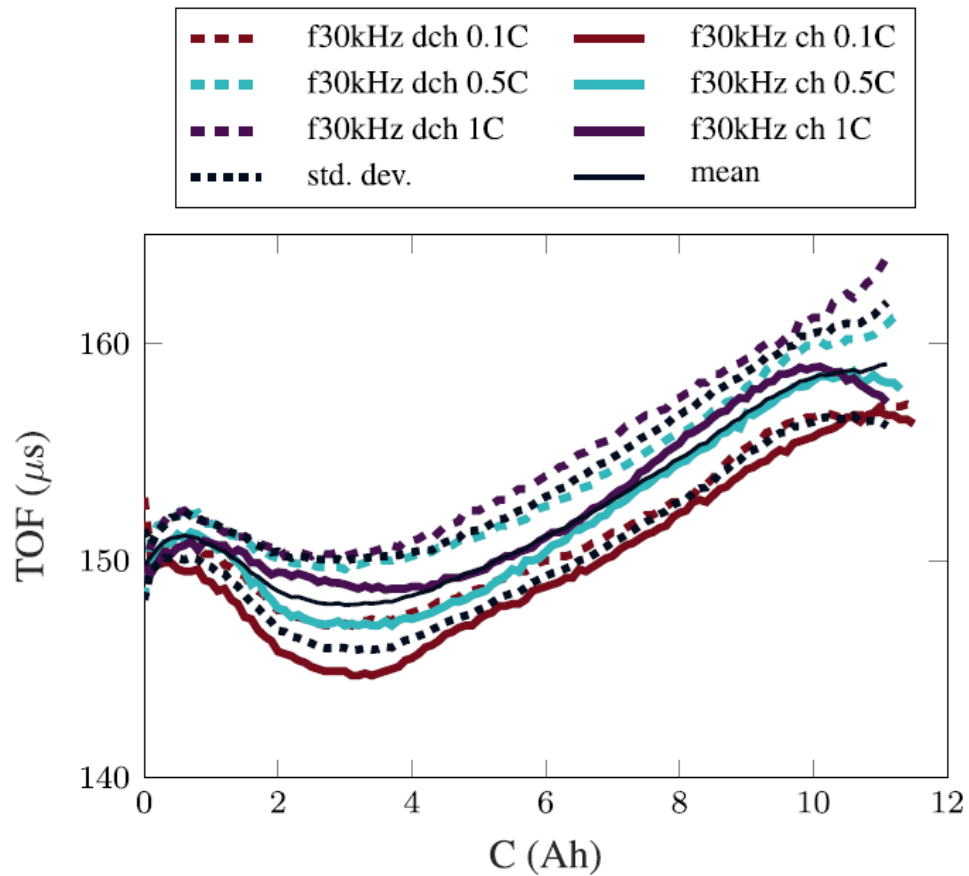


200-Layer model of LIB consisting of 25 building blocks.

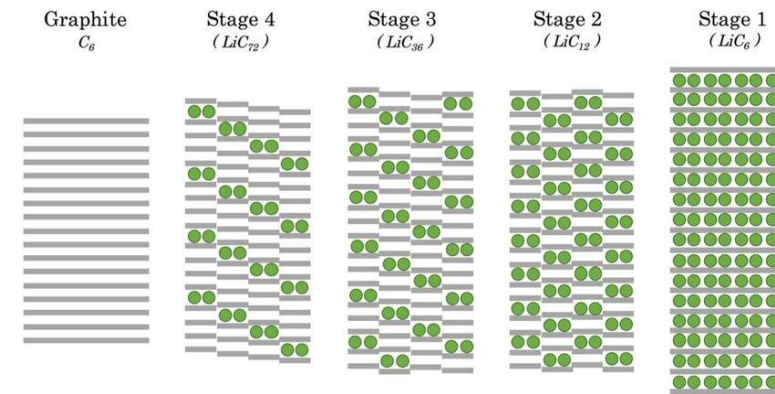


M. Koller, G. Glanz et al. Sensors 2022, 22(13), 4748

LANGLEBIGKEIT UND SECOND LIFE: SMART CELLS UND SENSORS



Classical representation of Li insertion stages:

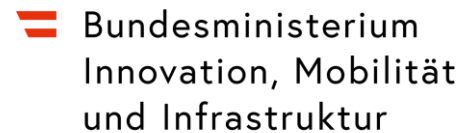


- ✓ Ladezustand bestimmt **mechanische Eigenschaften**
- ✓ Dominierend ist der Lithierungsgrad der Anode (for SotA LiBs: graphite, Si)
- ✓ Nicht-destruktive Bestimmung von **SoC** und **SoH**
- ✓ Erfolgreiche Integration in das **BMS**

H. Popp et al., IEEE, 2019.

THANK YOU!

& HAPPY B-DAY A3PS



Katja Fröhlich & the BAT-team

katja.froehlich@ait.ac.at

Head of Competence Unit

Battery Technologies