

AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Center for Transport Technologies
Battery Technologies

Dipl.-Ing. Dr.techn. **Katja Fröhlich** BSc

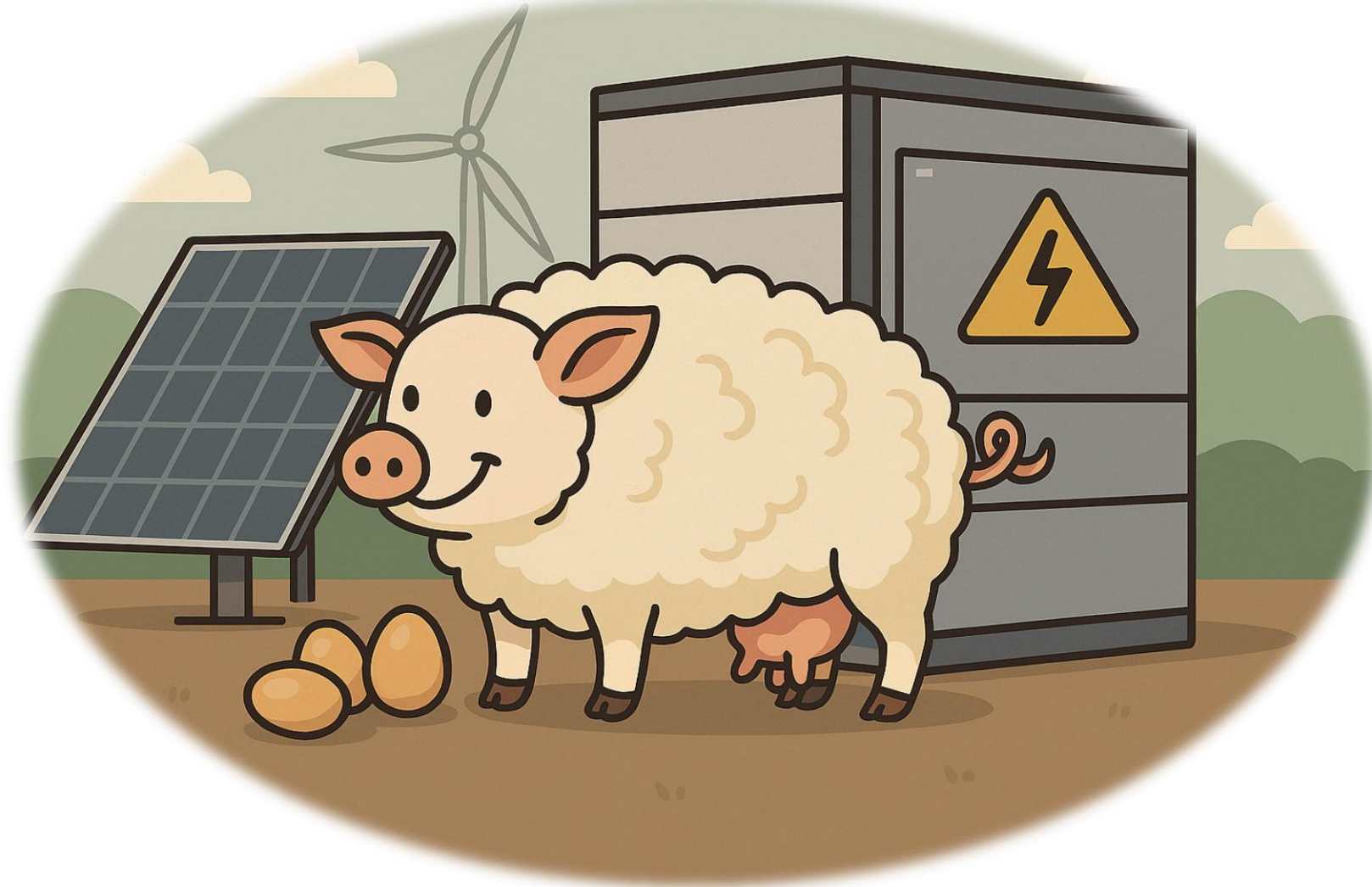
Head of Competence Unit

Battery Technologies

Senior Research Engineer



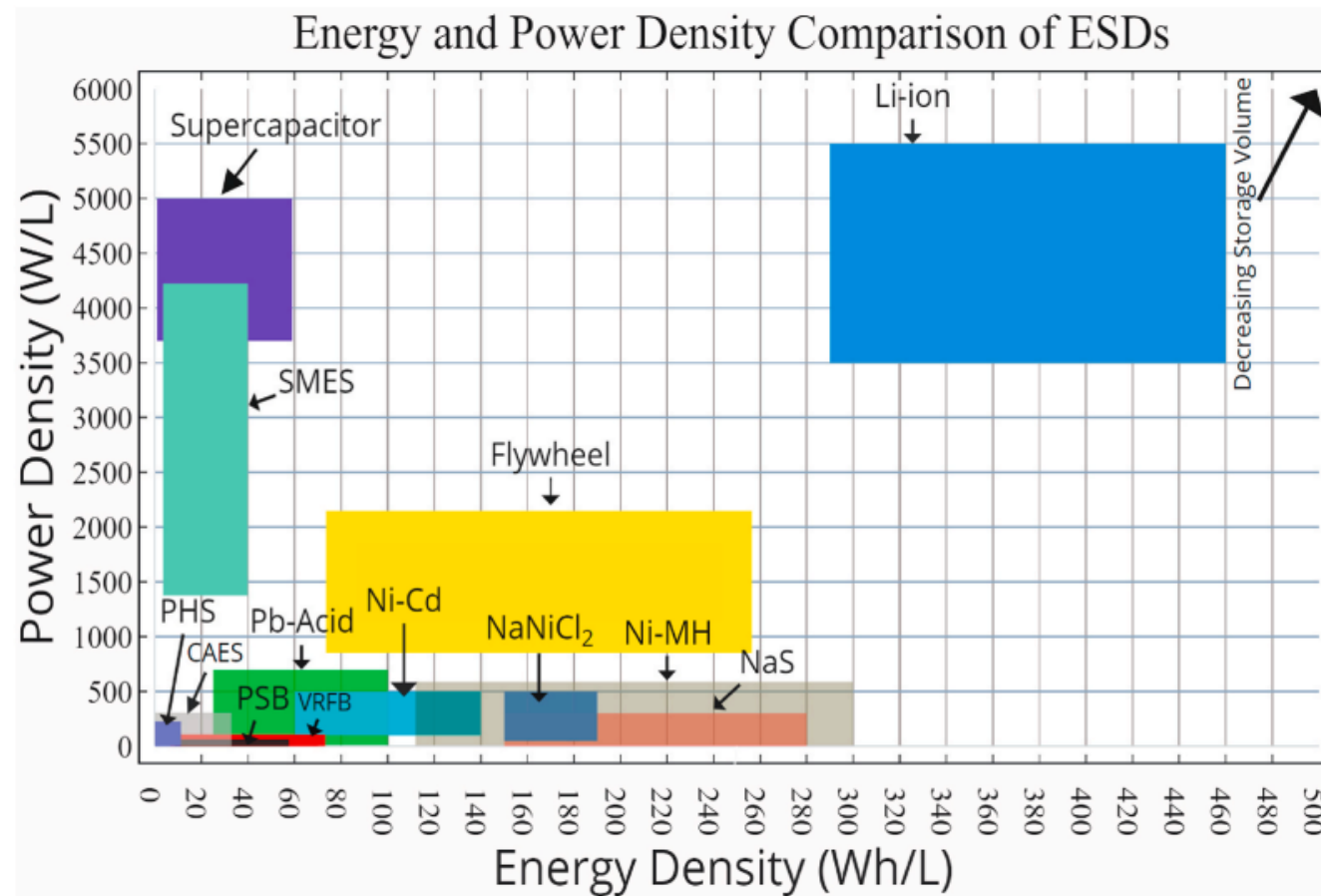
WIE SIEHT DIE BATTERIE DER ZUKUNFT AUS?



SPEICHERANWENDUNGEN UND IHRE ANFORDERUNGEN

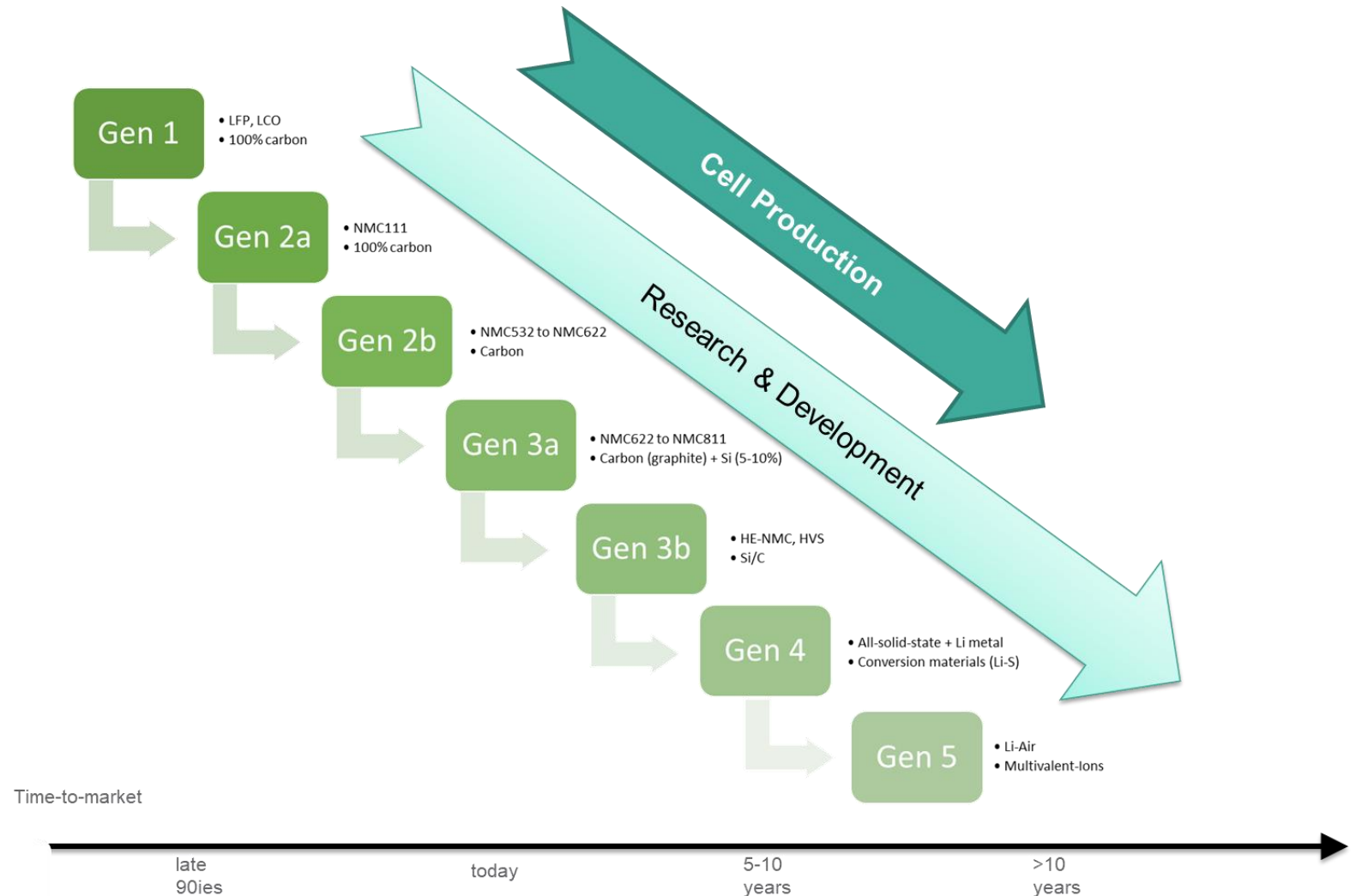
Aerospace	Cost	Mass	Volume	Life	Safety
Automotive	Cost	Mass	Volume	Life	Safety
Consumer Electronics	Cost	Mass	Volume	Life	Safety
Grid/static storage	Cost	Mass	Volume	Life	Safety
Marine	Cost	Mass	Volume	Life	Safety
Public transport	Cost	Mass	Volume	Life	Safety

ENERGIE- UND LEISTUNGSDICHTEN

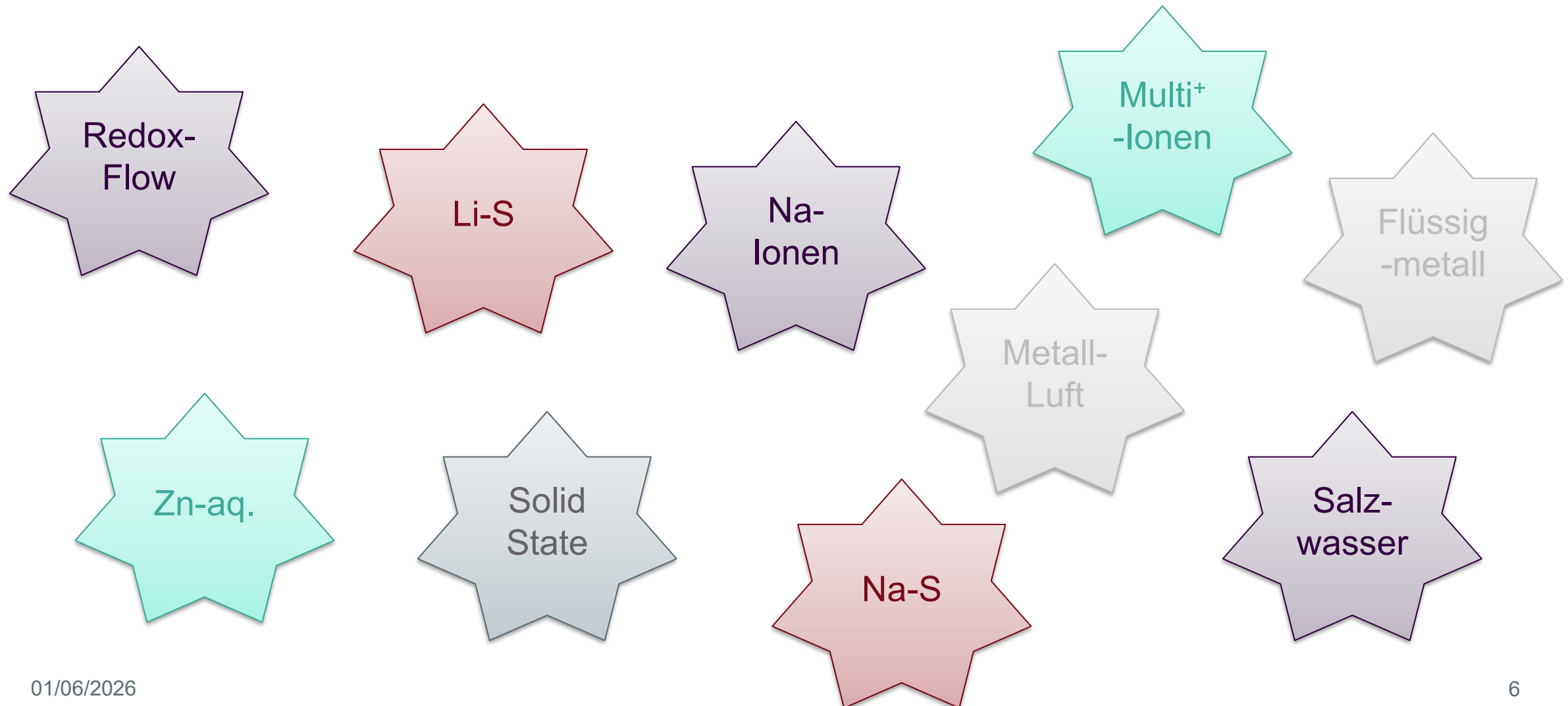


ROADMAP BATTERIESPEICHER

- **Li-Ionen Technologie**
dominierend seit 90ern
 - Erhöhung Nickel-Anteil im Vergleich zu Kobalt
 - Silizium als Anodenmaterial
- **Alternative Technologien**
 - Festelektrolytsysteme (Solid State Batteries, SSB)
 - Lithium-Metall oder Metall-Luft Systeme
 - Multi-valente Systeme (Bsp Mg, Ca, Al,...)



DERZEITIGE & ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN



...UND IHRE VOR- & NACHTEILE

System	Vorteile	Nachteile
Li-S	Niedrige Kosten, hohe theoret. grav. Kapazität & Energiedichte	Große Volumensänderungen, „Shuttle effekt“, Dendritenbildung, schlechte Leitfähigkeit
Na-Ionen	Kosten (Vorkommen + Aufbau), Produktion von Li-Ionen anwendbar, Sicherheit (Tiefentladung)	Geringere Gesamtleistung, langsame Na ⁺ -Diffusion, Langzeitstabilität
„All Solid State“	Sicherheit, keine Kühlung notwendig, Vorkenntnisse aus SOFC anwendbar	Verringerte Feststoffdiffusion, Phasengrenze Elektrode/Elektrolyt Erhöhte Betriebstemperatur
Multivalente Ionen	Theoretisch multiple Kapazität, günstige & sichere Ausgangsstoffe, keine Dendritenbildung	Langsame Diffusionskinetik, Kompatibilitätsprobleme Kathode-Elektrolyt-Anode (System), Niedrige Zellspannungen (Elektrolyt)
Metall-Luft Systeme	Hohe theoret. Energiedichte, O ₂ aus Umgebungsluft (Hybrid-System)	hohe Überspannungen, noble Katalysatoren notwendig, geringe Zyklenfestigkeit

NA-IONEN TECHNOLOGIE

Vorteile

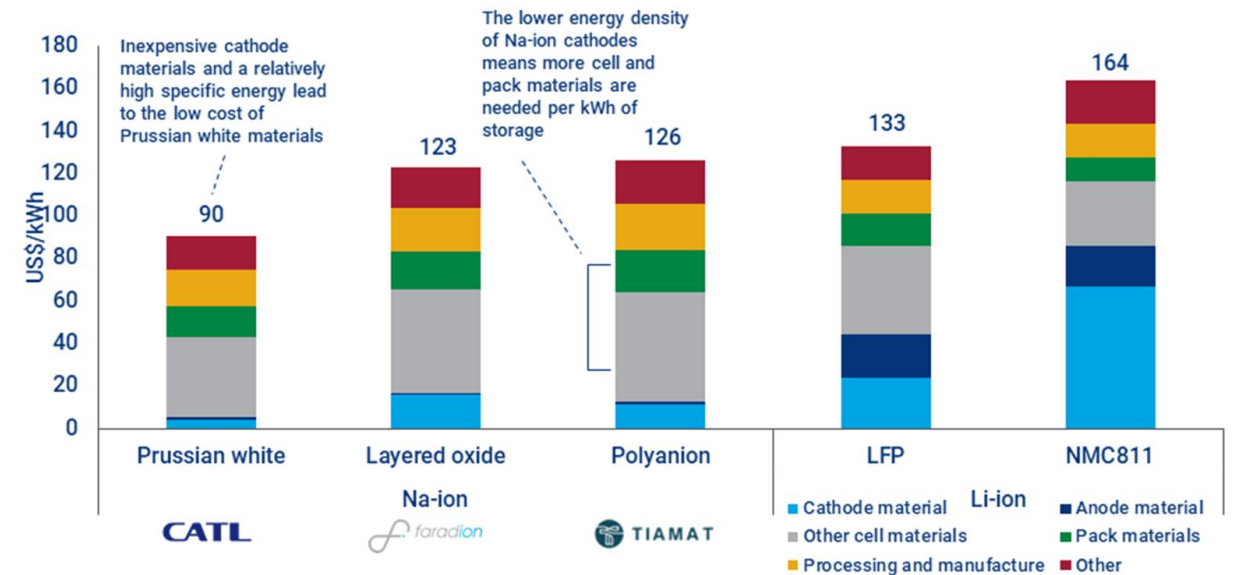
- ✓ Kostengünstig (bald ähnlich LFP)
- ✓ Ähnlichkeit zu Li-Ionen Technologie
- ✓ Nachhaltige Ausgangsmaterialien
- ✓ Bis 0 V reversibel entladbar
→ Sicherheit!

Nachteile

- Langsame Reaktionskinetik
- Schlechte Hochstromfähigkeit
- Niedrigere Gesamtperformance

Sodium-ion (Na-ion) batteries present a lower cost option than lithium-based counterparts

2022 battery pack costs by chemistry



Source: Wood Mackenzie

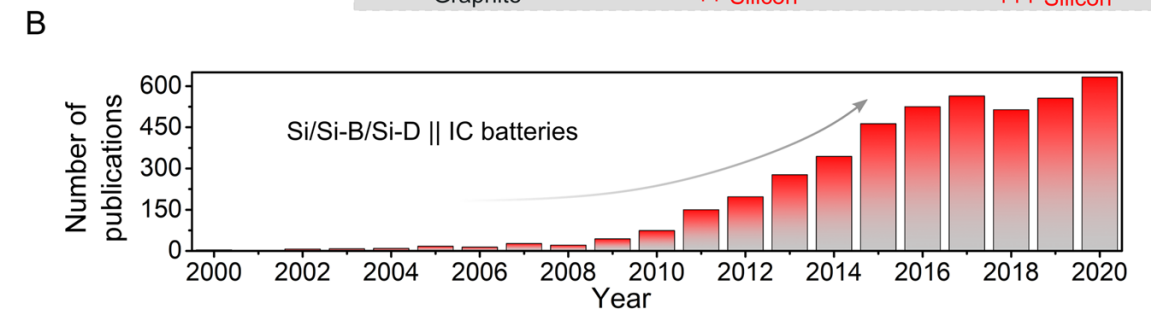
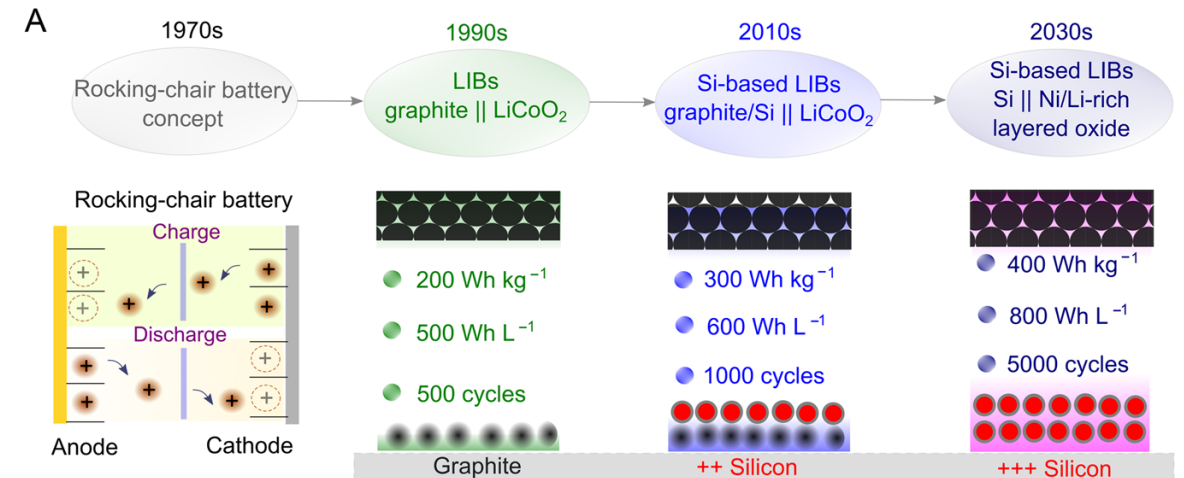
LI-IONEN TECHNOLOGIE – DER STAND-DER-TECHNIK

Vorteile

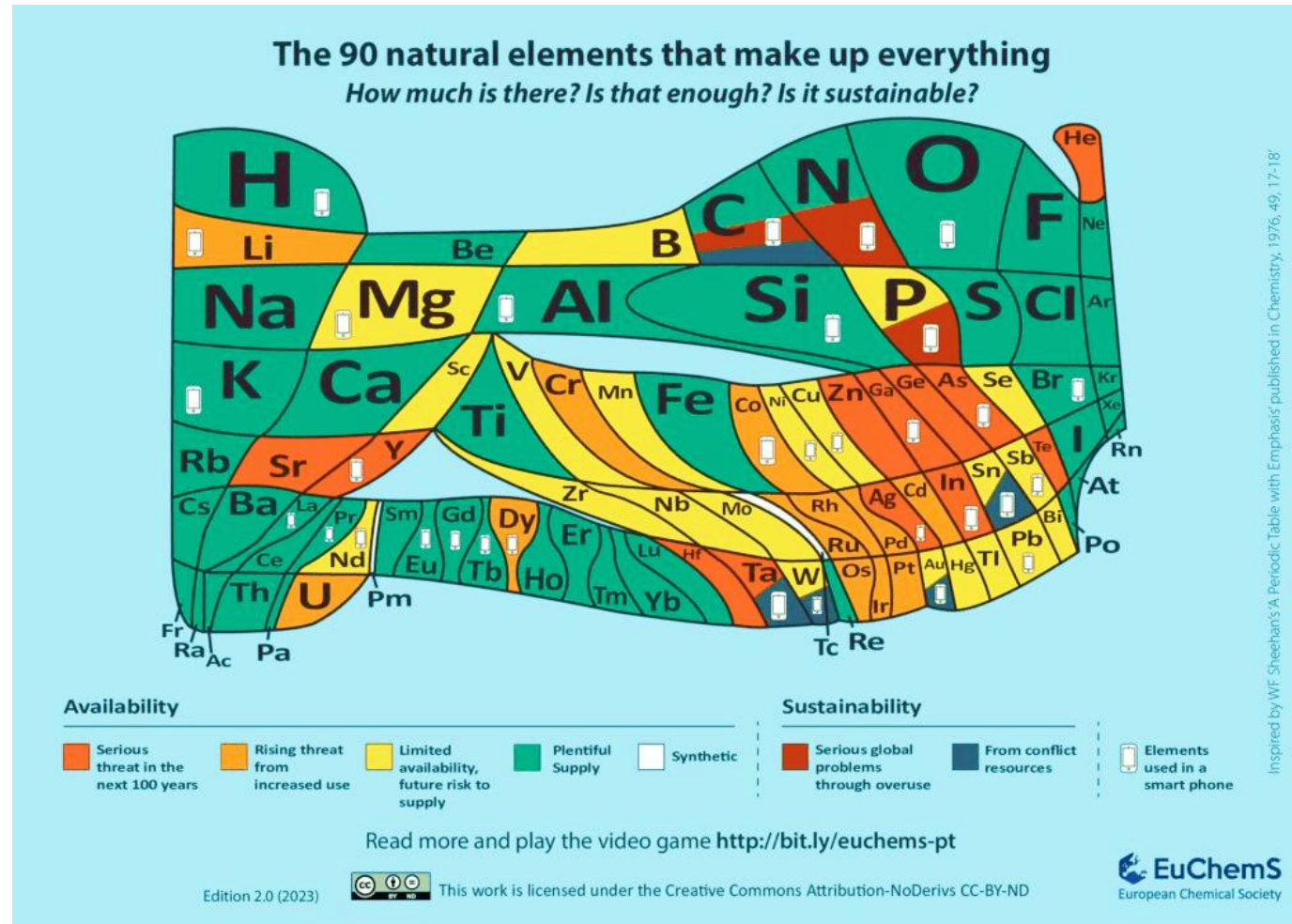
- ✓ Niedrige Selbstentladung, hohe Effizienz
- ✓ Langlebigkeit
- ✓ Hohe Energie- und Leistungsdichte
- ✓ Je nach Anforderung unterschiedliche Materialkombinationen und Eigenschaften

Nachteile

- Rohstoffe aus kritischen Ressourcen
- Vergleichsweise hohe Kosten
- Regionale Abhängigkeiten!!



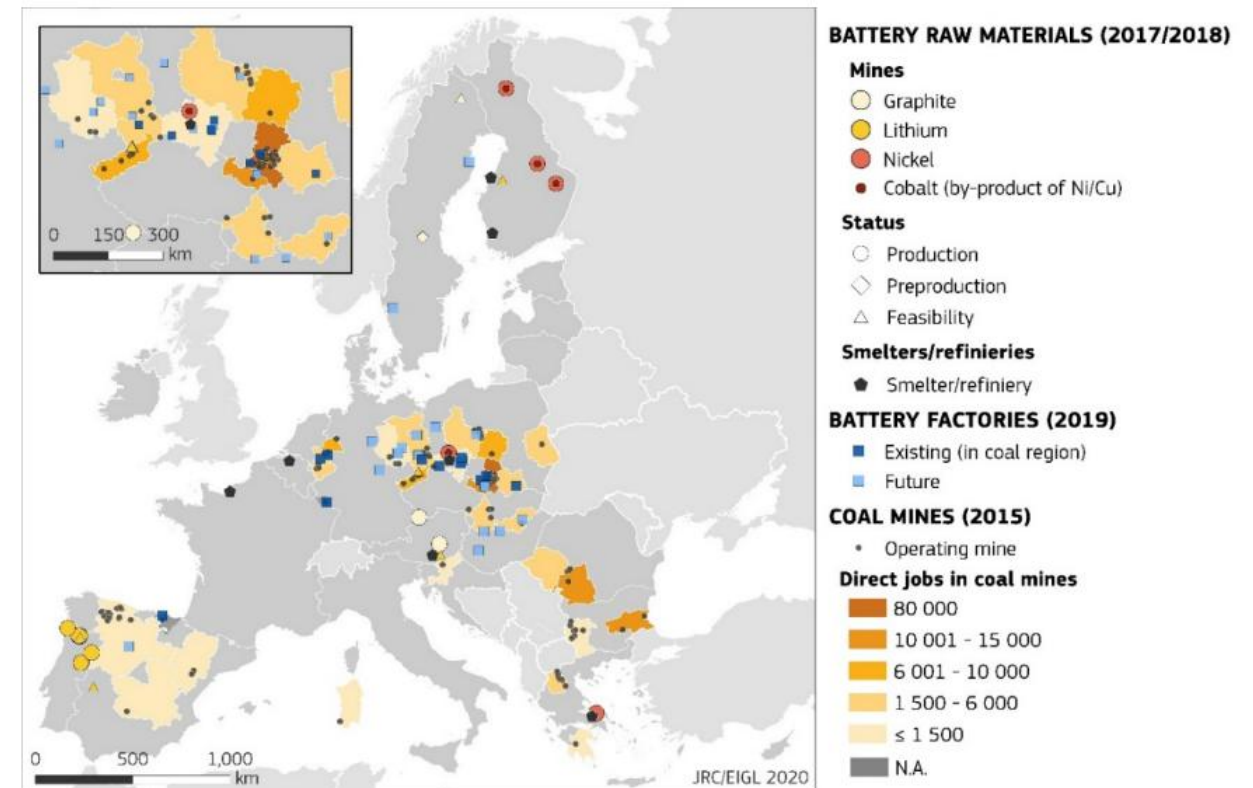
ELEMENTE UND VERFÜGBARKEIT



ROHMATERIALIEN – BEDARF UND HERKUNFT

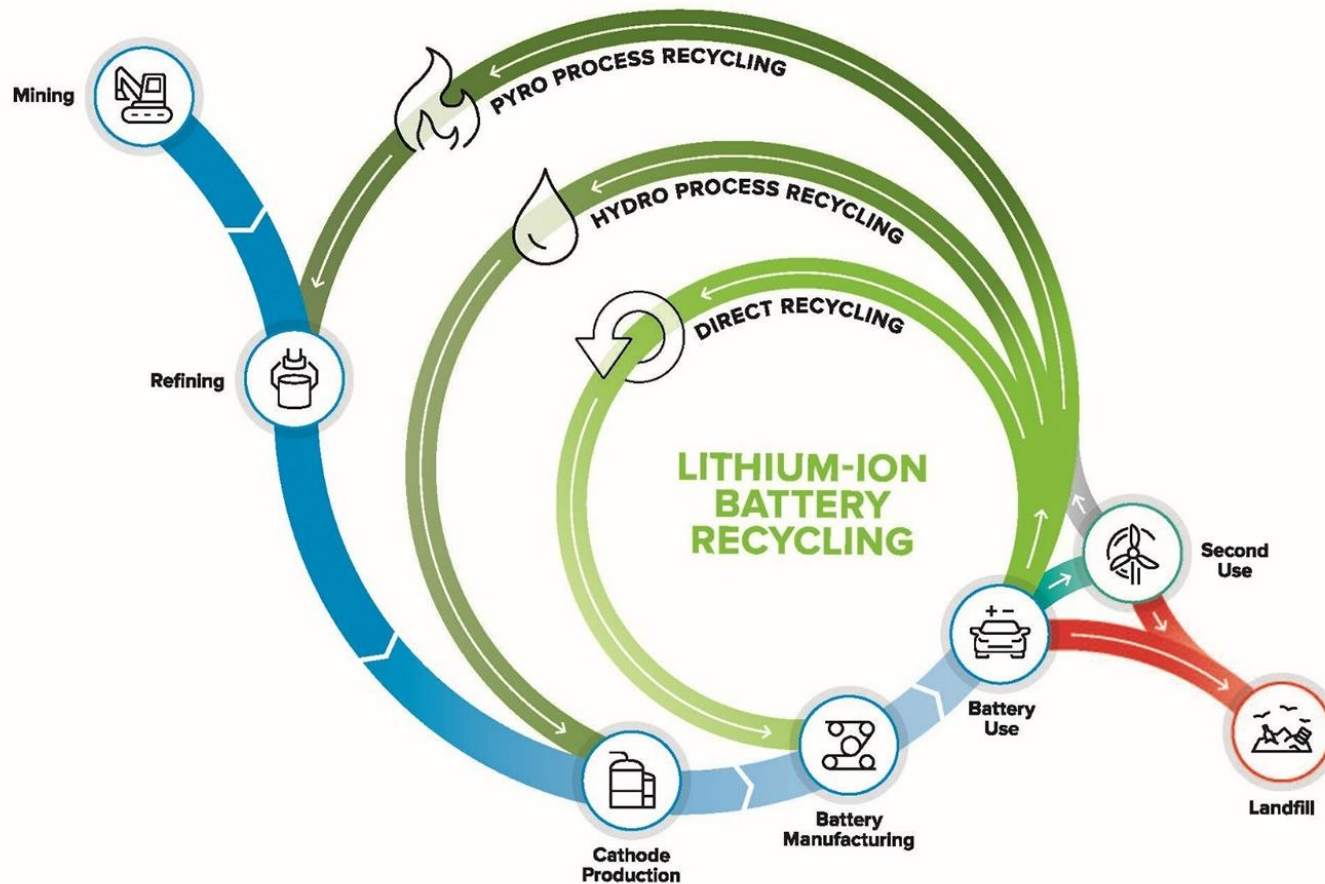
Figure 3 – Projection of production capacity for battery-grade processed raw materials and cells in 2030

Country	Cobalt (Refined Co)	Graphite (Anode precursors from natural graphite+synthetic graphite)	Lithium (Refined Li)	Manganese (HP EMM+HP MSM)	Nickel (NiSO4)	Cells
China	51%	87%	34%	56%	59%	65%
EU	7%	3%	4%	14%	8%	14%
Australia	10%	1%	11%	7%	6%	0%
Japan	3%	1%	0%	0%	6%	1%
USA	0%	6%	10%	0%	1%	14%
Canada	6%	1%	5%	0%	1%	0%
South Africa	1%	0%	0%	10%	1%	0%
India	0%	0%	2%	0%	2%	1%
North Korea	2%	1%	0%	0%	0%	2%
South Korea	1%	0%	0%	0%	9%	0%
Brazil	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Italy	1%	0%	2%	0%	0%	0%
Spain	0%	0%	16%	0%	0%	0%
France	0%	0%	0%	8%	0%	0%
Poland	0%	0%	11%	0%	0%	0%
Czechia	5%	0%	0%	0%	0%	0%
India	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Italy	0%	0%	0%	3%	0%	0%
Spain	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Germany	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Denmark	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Russia	3%	0%	0%	0%	0%	0%
USA	0%	0%	3%	0%	0%	0%
Taiwan	0%	0%	0%	0%	6%	0%
China	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Other	5%	1%	1%	3%	2%	2%



Source: European Commission, 2020.

RECYCLING – PROZESSE



Mit steigender Zahl an Energiespeicher steigt der Bedarf an Recyclingkonzepten.

- Methoden:
 - Pyrometallurgisch
 - Hydrometallurgisch
 - Direktes Recycling

Metallurgische Prozesse benötigen teils hohe Temperaturen
→ Energiebedarf!

- ABER: Rohstoffverfügbarkeit!

- → „2nd Life“ bzw. **Sekundäranwendung!**

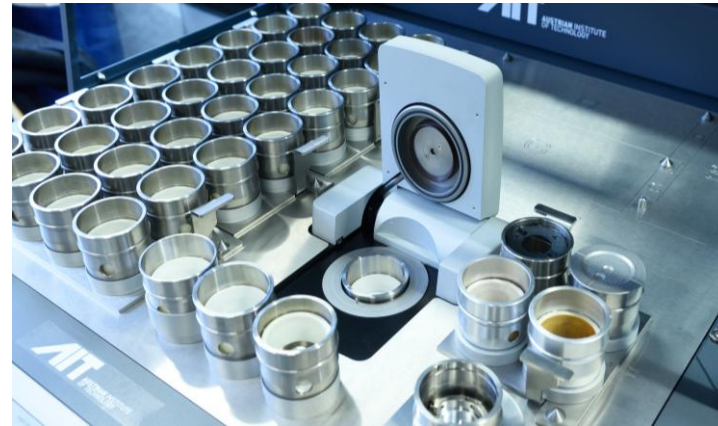
Sensorik für Gesundheitszustand



DIE BATTERIE DER ZUKUNFT...

Beispiele unserer Forschung

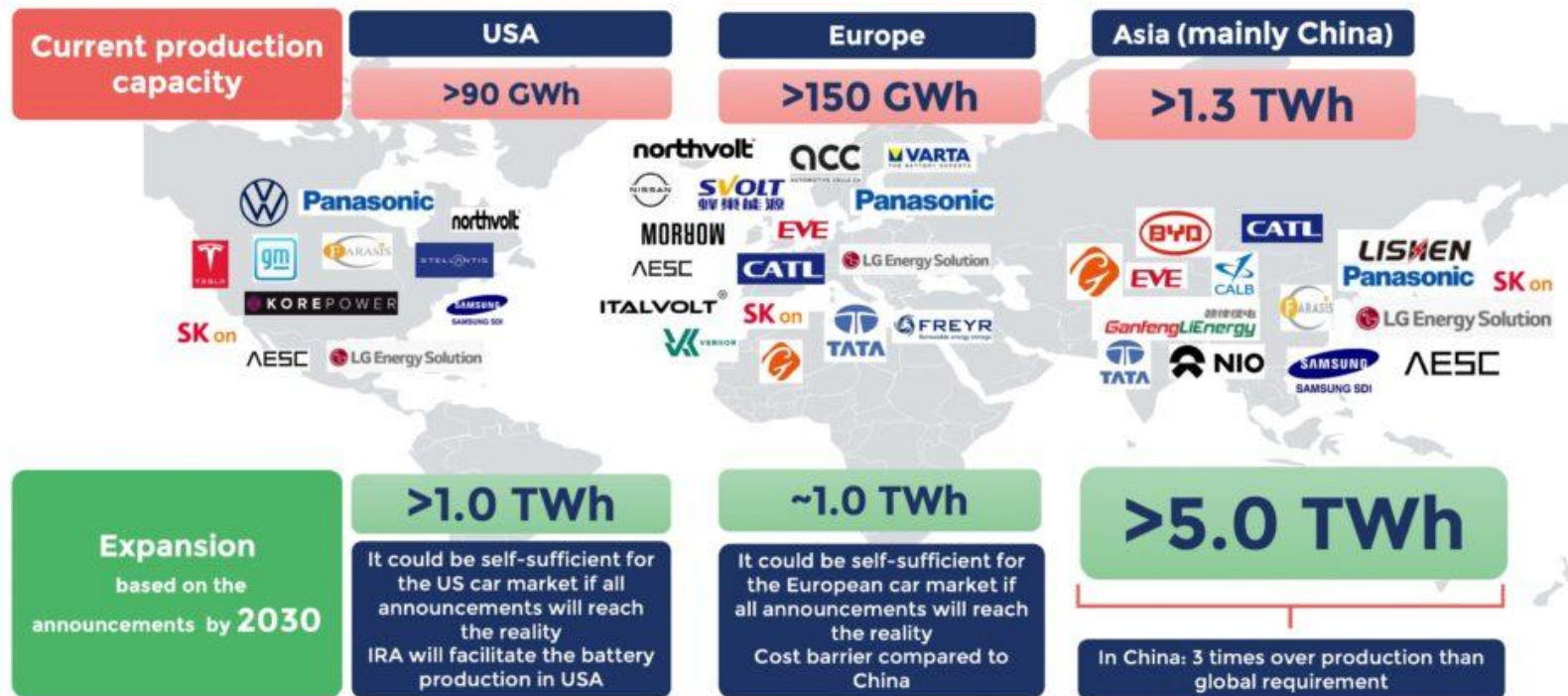
BATTERY TECHNOLOGIES: OUR SERVICES AND FOCUS GROUPS



WELTWEITE ZELLPRODUKTION

GLOBAL CELL PRODUCTION CAPACITY (GIGAFACTORIES) EXPANSION PLANS*

Source: Battery Pack for xEV report, Yole Intelligence, 2024



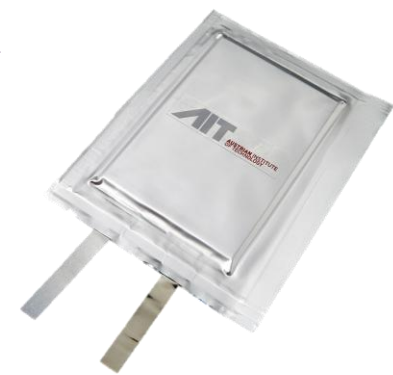
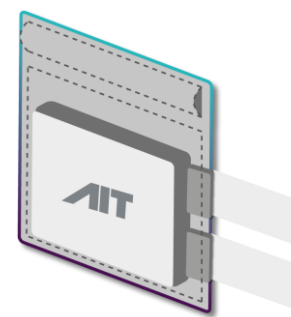
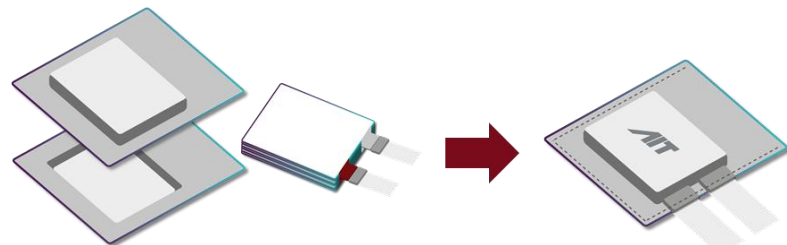
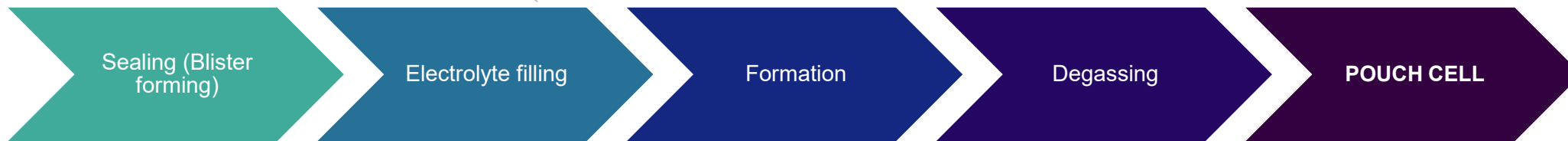
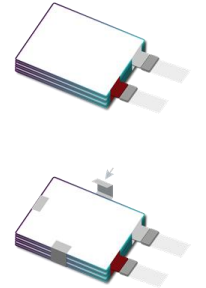
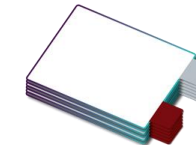
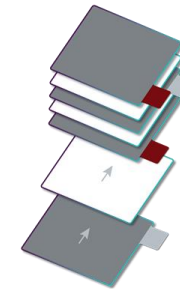
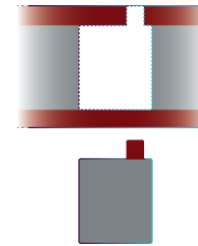
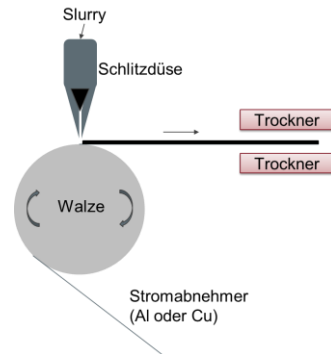
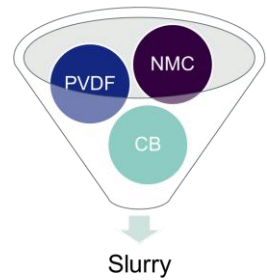
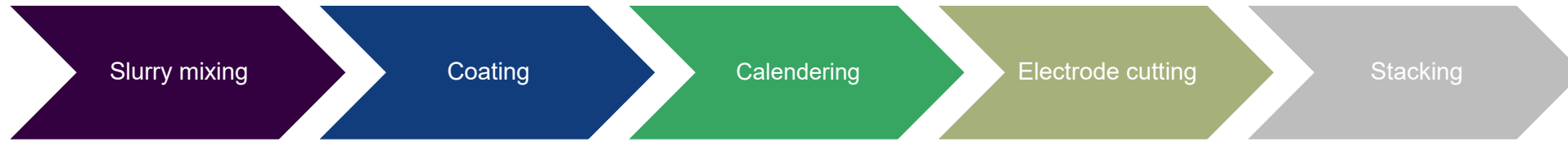
*Based on announcements – Non exhaustive list of companies

Energiespeicher sind der Schlüssel zur Energiewende.

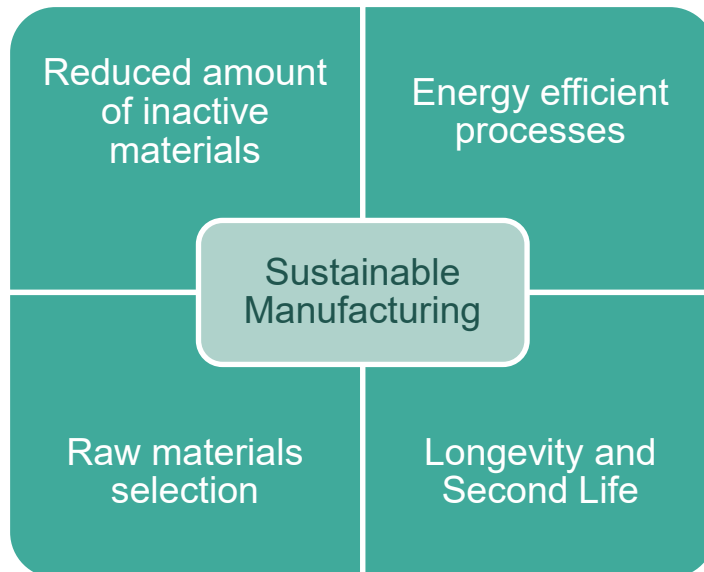
- Vorsicht vor regionaler Monopolisierung des Weltmarktes!
- Versorgungssicherheit & technologische Souveränität
- Energie-effiziente nachhaltige Zellproduktion in Europa senkt Kosten und reduziert Risiko

BATTERY TECHNOLOGIES

PROZESSSCHRITTE ZELLFERTIGUNG (POUCH)



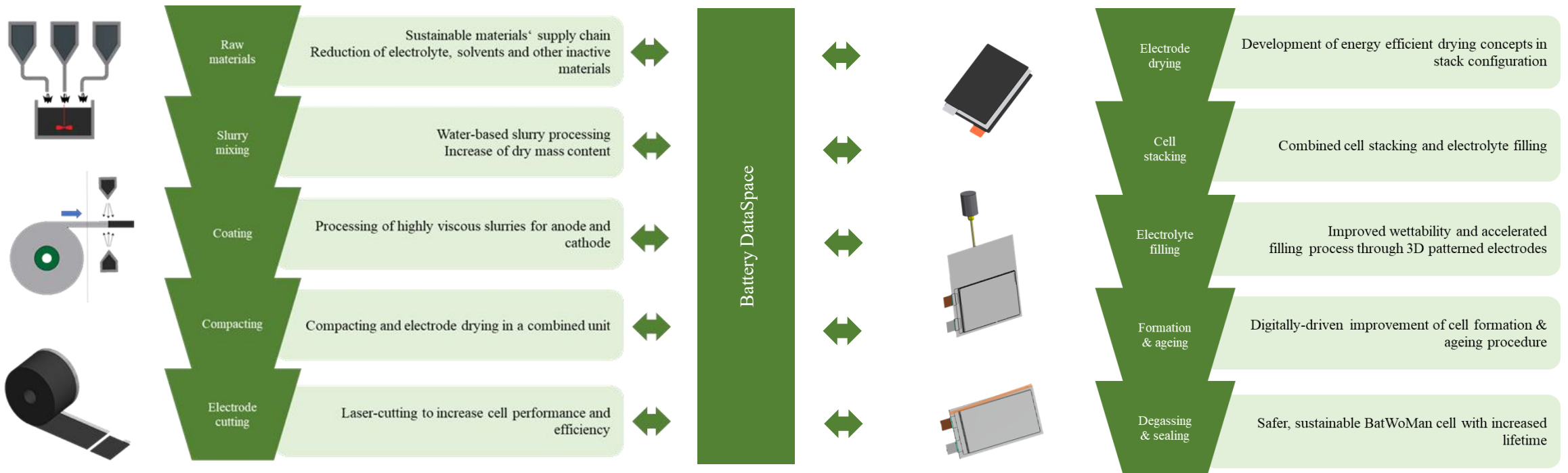
NACHHALTIGE ZELLPRODUKTION



- Reduktion **inaktiver Materialien**
 - Erhöhung der Energiedichte
- **Energie-effiziente** Prozesse
 - Lösemittel-reduzierte Elektroden
 - Trockenraumbedarf
- **Auswahl Rohmaterialien**
 - CRM/PFAS-freie Zelltechnologien
 - Wasserbasierte Elektrodenfertigung
- **Lebensdauer** und Second Life
 - Smart Cells und Sensor integration



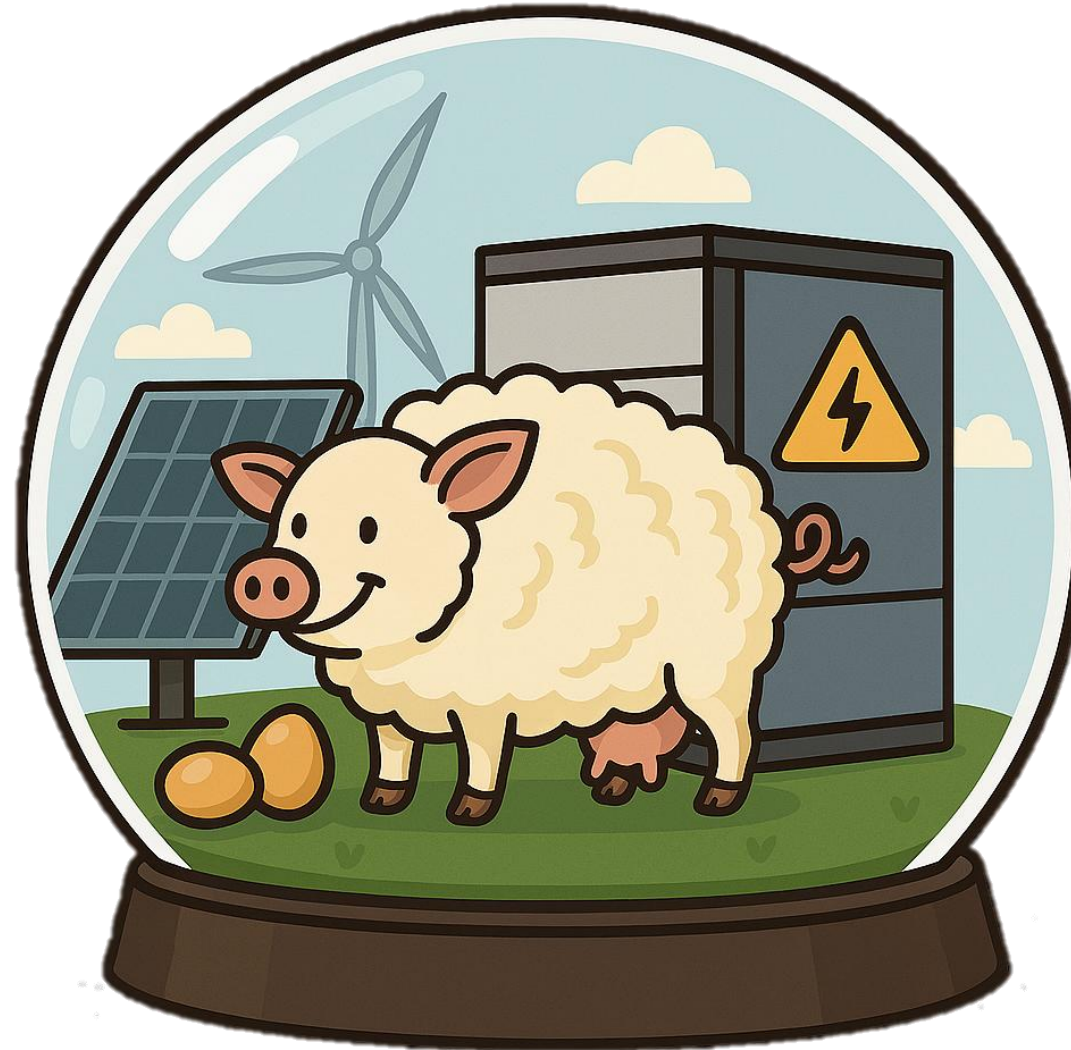
NACHHALTIGE ZELLPRODUKTION „MADE IN AUSTRIA“ THE BATWOMAN PROJECT



→ Potential cost reduction up to 70%
→ Potential energy reduction up to 60%

➔ at cell level

...QUO VADIS?



KEY TAKE-AWAYS


- Je nach **Anwendungsfall**, werden sich zukünftige (Stationär)Speicher weiter **diversifizieren**.
- Die **Li-ionen Technologie** wird uns laut aktuellen Entwicklungen noch länger begleiten.
- Die **Na-ionen** Technologie kann LFP (Lithium-Eisenphosphat, L) für kleine mobile Anwendungen und Heimspeicher zukünftig ersetzen – vorteilhaft für Rohstoffkette und Nachhaltigkeit!
- Die Weiterentwicklung von **Festelektrolytsystemen** wird die Entwicklung von anderen neuen Technologien – zB Salzwasserbatterien befruchten und vorantreiben.
- Zukünftige europäische Batteriespeichersysteme müssen **energie-effizient**, aus nachhaltig und regional verfügbaren **Rohstoffen** hergestellt werden.
- Durch gezieltes Design für **Recycling** und Design für **Produktion** können Rohstoffengpässe und regionale Abhängigkeiten zukünftig verhindert/reduziert werden.

THANK YOU!

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

AIT Austrian Institute of Technology

Senior Research Engineer
Katja.froehlich@ait.ac.at

 Federal Ministry
Innovation, Mobility
and Infrastructure
Republic of Austria

 **iv** INDUSTRIELLEN
VEREINIGUNG



Some projects have received funding
from the European Union's Horizon
Europe Research and innovation
programme

