

Der Lebenszyklus einer Batterie: von der Produktion bis zur Entsorgung

Bruno Lemoine und Prof. Dr. Priscilla Caliandro,
Forschungszentrum Energiespeicherung der Berner Fachhochschule (ESReC - BFH)

BUS2024 – 05.06.2024

Die Bestandteile einer Batterie

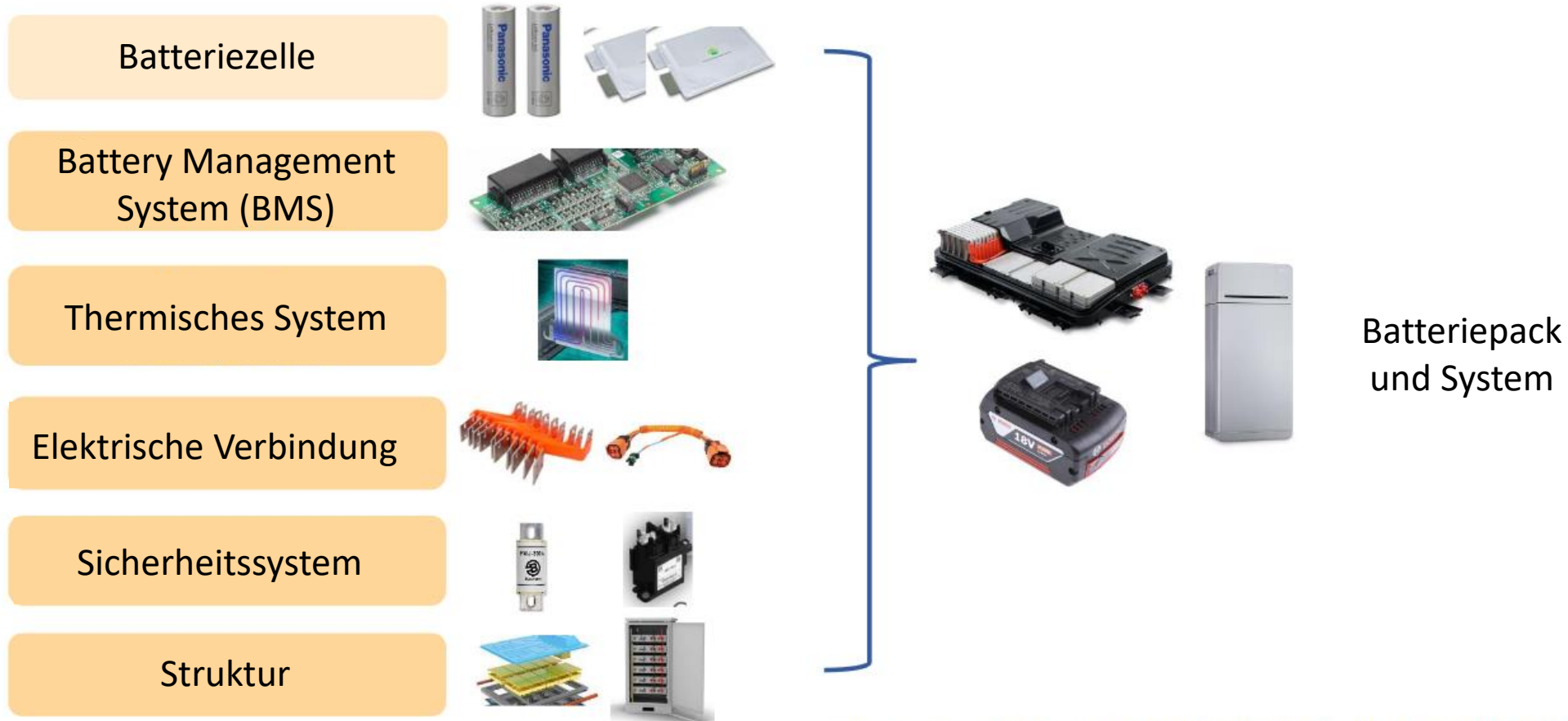
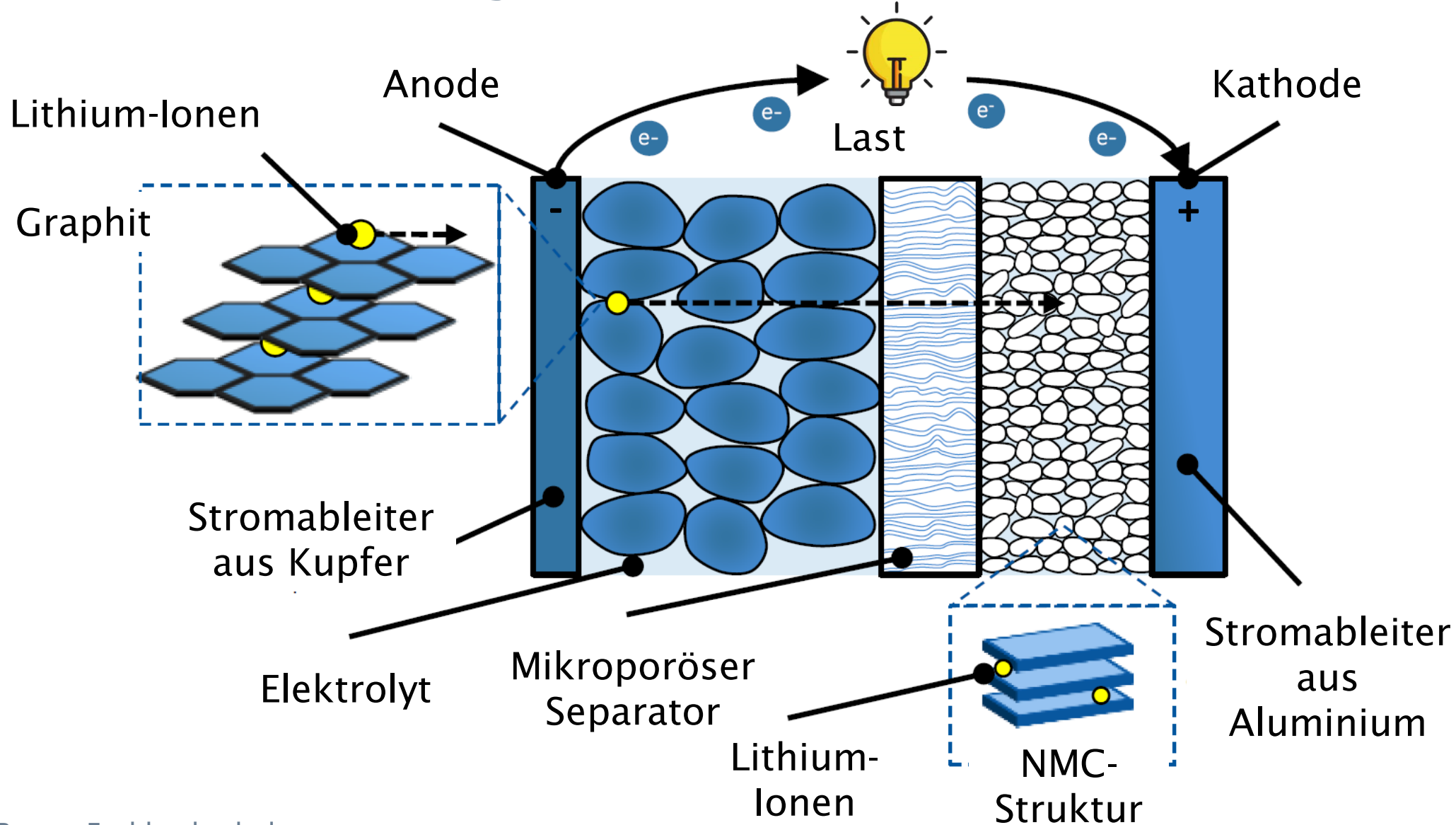


Image sources: Panasonic, AESC Envision, Samsung SDI, Nissan (The Elec), Chevrolet, General Motors, Lithium Balance, Eaton, EG Electronics, Bizlinktech, Voltacon, Sabic, Bosch, LG ES.

Zusammensetzung einer Lithium-Ionen-Zelle



Technologische Entwicklung

- Es wird immer mehrere Quellen zur **Verbesserung der Leistungen**, der **Kosten** und der **Umweltaspekte** der Li-Ionen-Technologie geben.

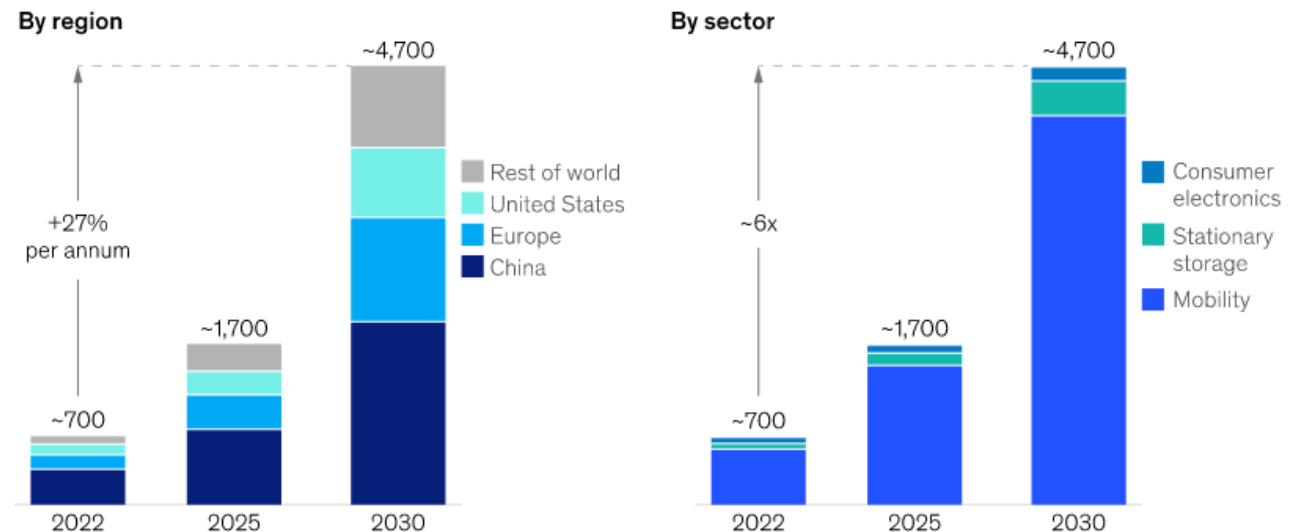


Entwicklung der Nachfrage nach Batterien

- ▶ **4700 GWh** pro Jahr weltweit bis ins Jahr **2030**
- ▶ Im Jahr 2030 werden 40 % der Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien aus China kommen.
- ▶ Etwa **90 % der Nachfrage werden aus Mobilitätsanwendungen** stammen, insbesondere aus Elektrofahrzeugen (EF).
- ▶ Im Jahr **2022** waren über **26 Millionen** Elektrofahrzeuge im Verkehr. (IEA 2023)

Li-ion battery demand is expected to grow by about 27 percent annually to reach around 4,700 GWh by 2030.

Global Li-ion battery cell demand, GWh, Base case

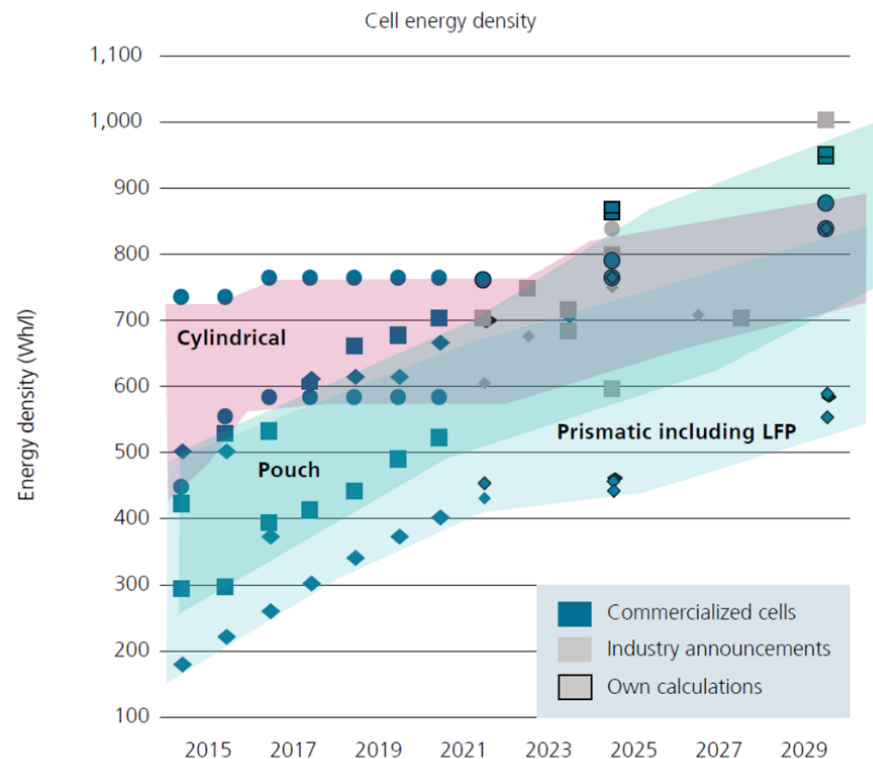


¹Including passenger cars, commercial vehicles, two-to-three wheelers, off-highway vehicles, and aviation.
Source: McKinsey Battery Insights Demand Model

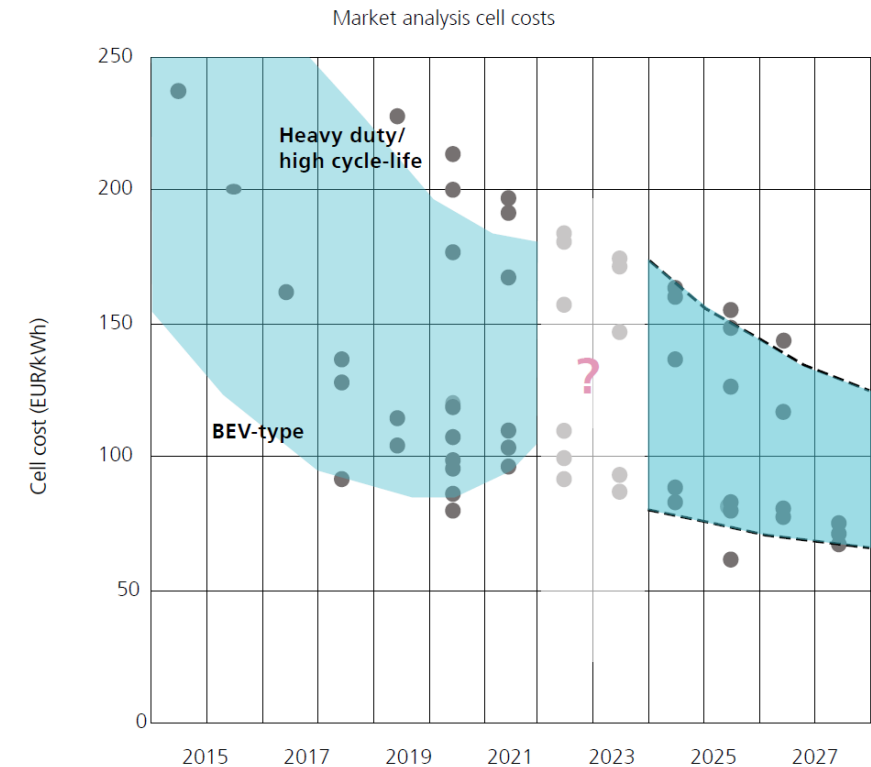
McKinsey & Company

Entwicklung der Leistungen und Kosten

- Entwicklung der Dichte für LIBS (Ankündigungen und Entwicklungsaktivitäten)

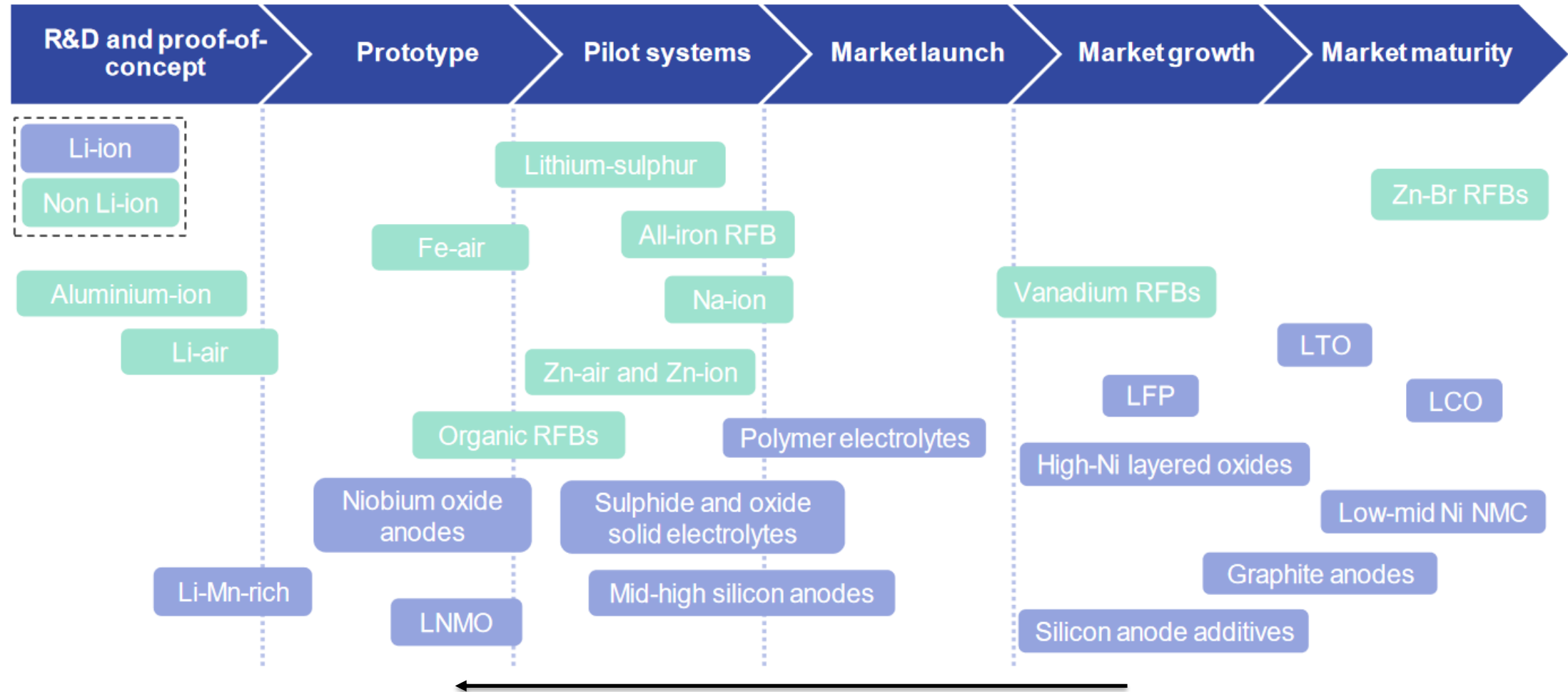


- Analyse der Kostenprognosen für 2021/22



Quelle: Alternative Battery Technologies Roadmap 2030+; Fraunhofer ISI, Sept. 2023

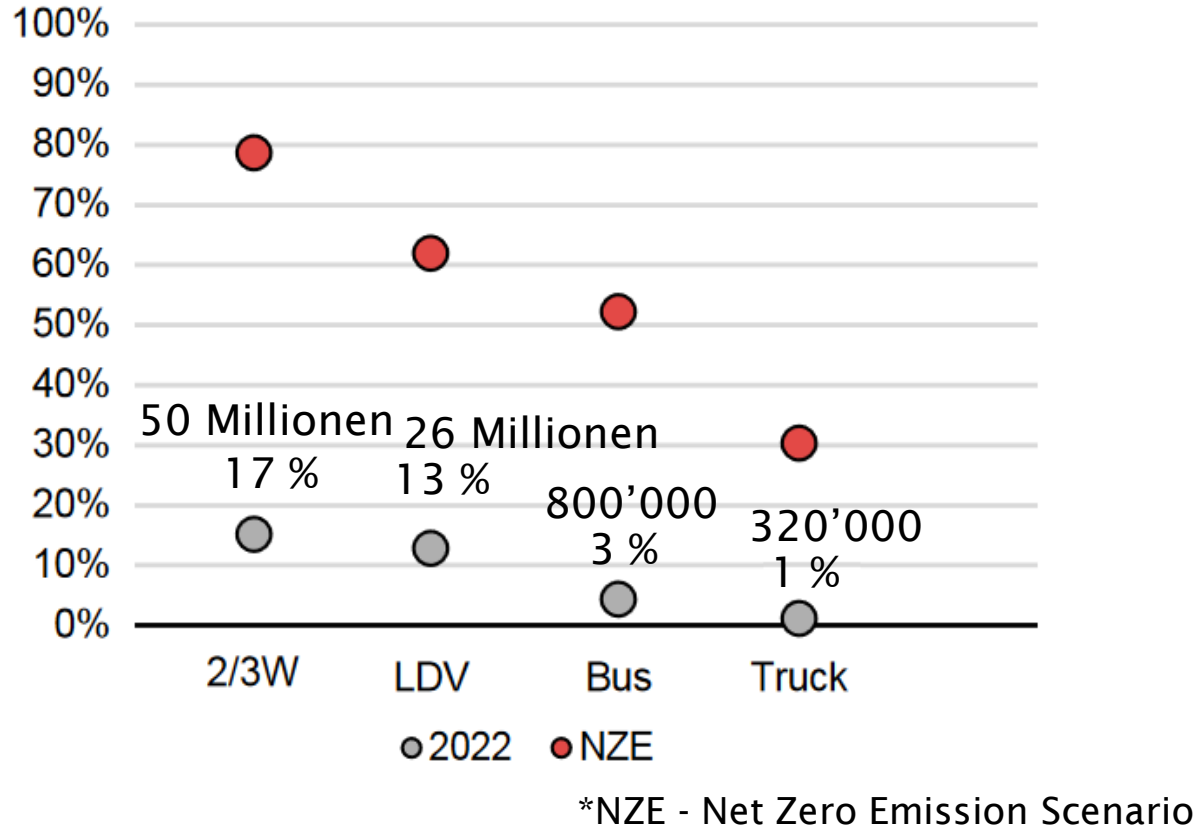
Neue Batteriechemikalien: TRLs im Überblick



Erhöhung der Energiedichte, Reduzierung kritischer Materialien, Senkung der Kosten

Batterien in der Mobilität

Electric vehicle sales shares by mode and scenario, 2030

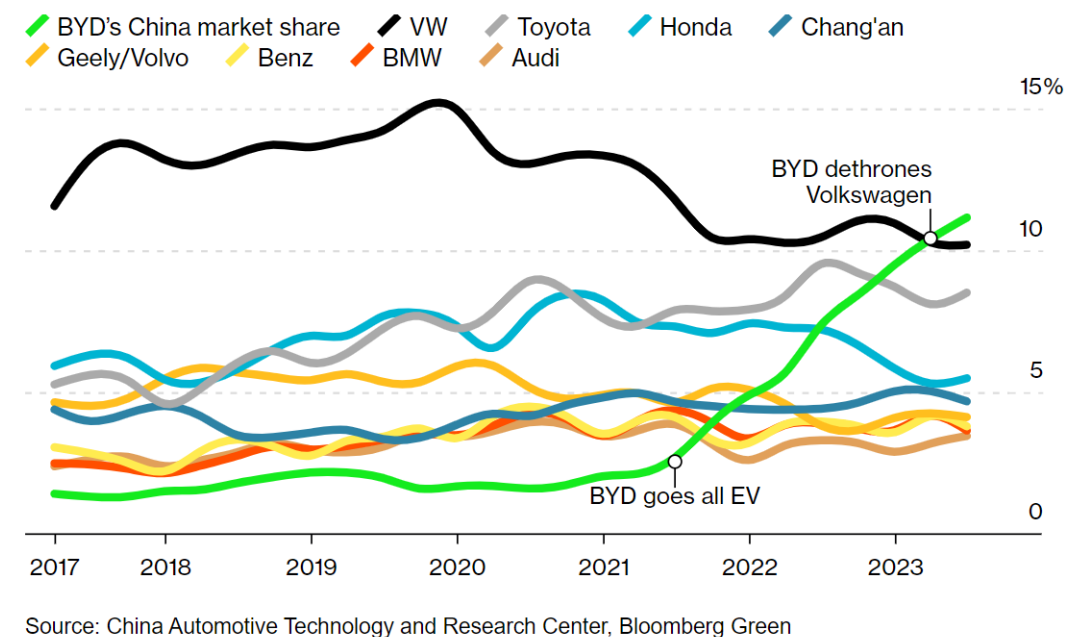
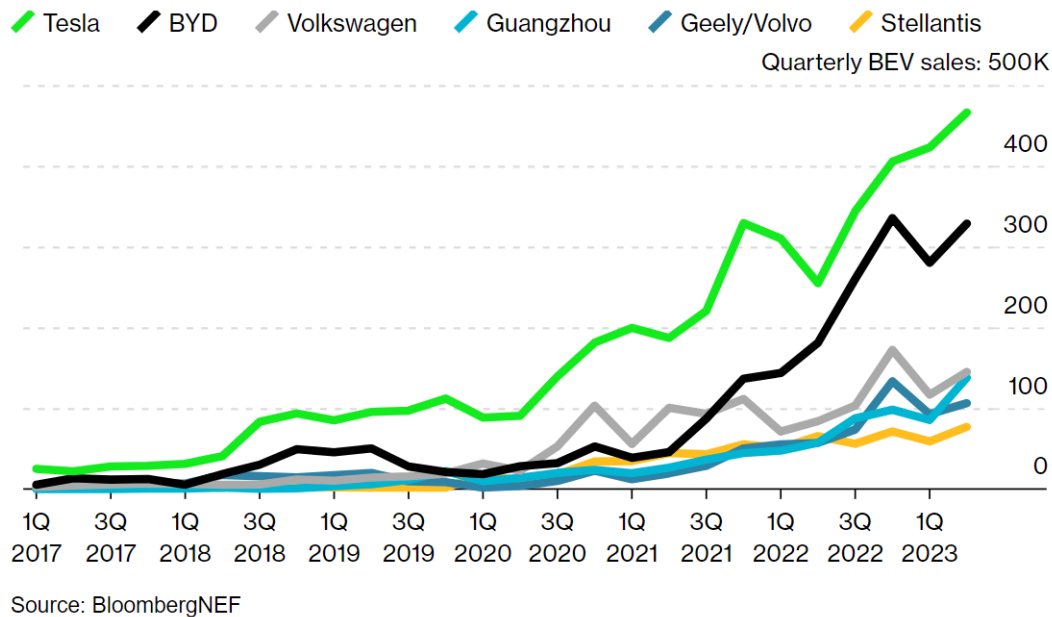


Quelle: Global EV Outlook 2023 Catching up with climate ambitions. IEA April 2023

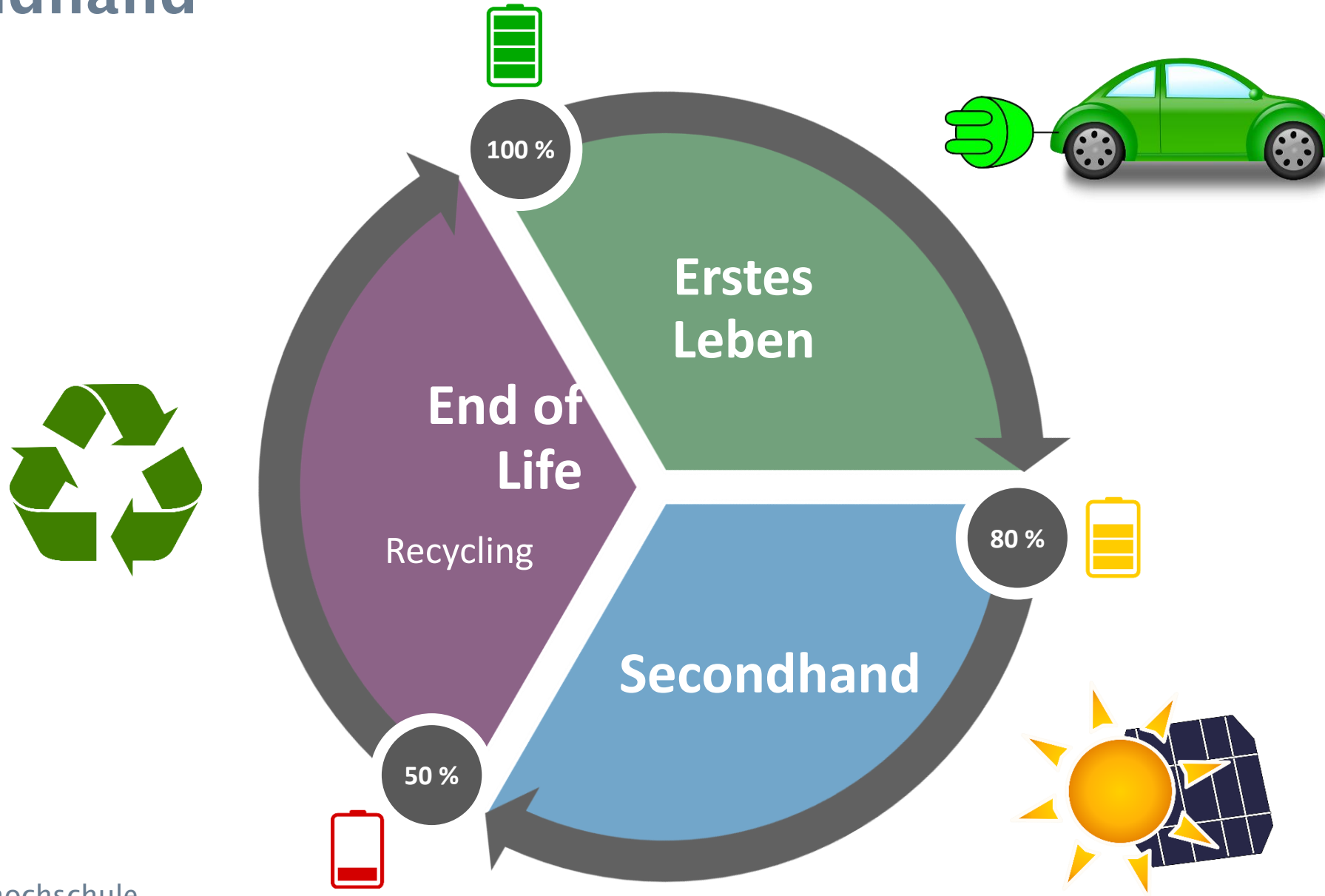
- ▶ Zwei- bis dreirädrige Fahrzeuge (2/3W) bilden das am stärksten elektrifizierte Segment im Strassenverkehr
→ Leichtgewicht und begrenzte Tagesstrecken kombiniert mit niedrigen Gesamtbetriebskosten.
- ▶ Leichte Nutzfahrzeuge (LDV), 13 % der Verkäufe → wichtige politische Unterstützung.
- ▶ Busse machen Fortschritte bei der Elektrifizierung, hauptsächlich dank des chinesischen Marktes.
- ▶ Lastwagen sind schwieriger zu elektrifizieren als andere Strassensegmente → Grösse, Gewicht und Kosten der Batterien.

Elektrifizierung von leichten Nutzfahrzeugen (LDV)

- ▶ Europäische Autohersteller verlieren das globale Rennen um EVs.
- ▶ Willkommen in der Zukunft – Ausgabe China BYD ist durch den Gewinn des EV-Marktes zur meistverkauften Automarke in China geworden.



Secondhand



Recycling: das Beispiel von Kyburz

Verwendung eines neuen
Fahrzeugs (Post AG)



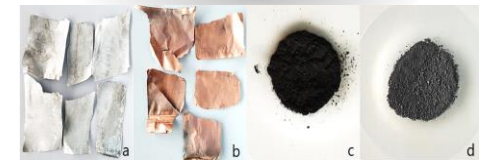
Verteilung
Secondhand-Fahrzeug



Verwendung in anderen
Anwendungen

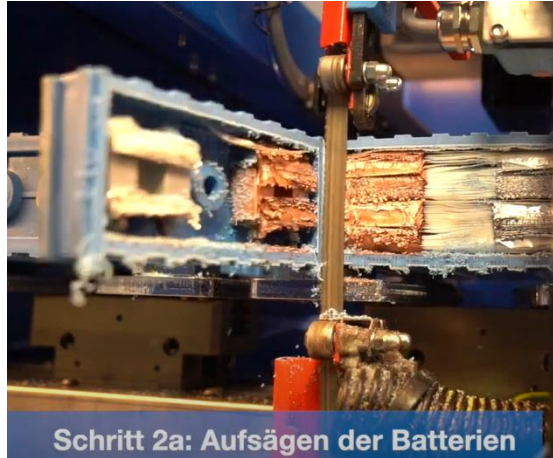
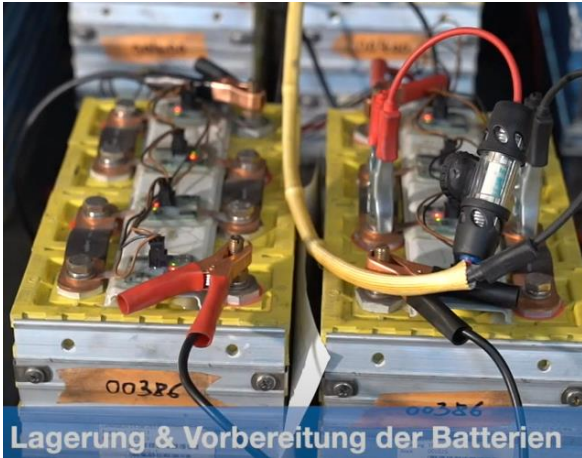


Recycling



- ▶ Kyburz hat seine Recyclingprozesse bereits getestet und eine erste Pilotanlage als Ausgangspunkt konzipiert, um die wirtschaftliche Effizienz des Prozesses zu testen.
- ▶ Ziel ist es, die Rohstoffe mit etwa 10 Minuten Arbeitszeit pro Zelle (Prisma) zu extrahieren.

Kyburz – Recyclinganlage seit dem 4.9.2020 in Betrieb



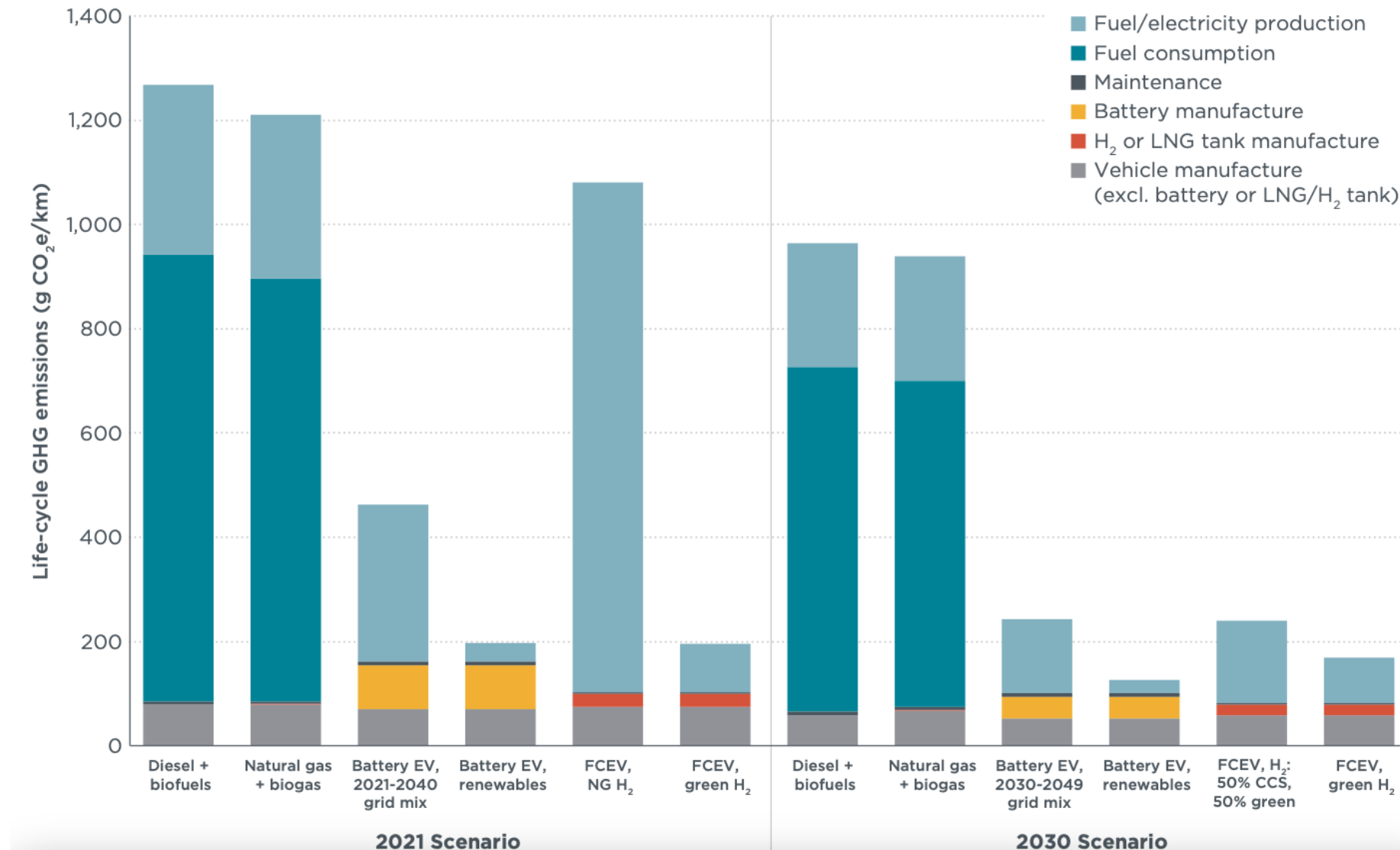
Halbautomatisches Recyclingverfahren:

1. Die Zelle langsam bis auf 2V entladen.
2. Die Zelle an der Oberseite aufsägen und das innere Material auswerfen.
3. Anode, Kathode und Membran trennen.
4. Aktives Material der Stromabnehmerlektrode (Kupfer, Aluminium) in Wasser auflösen.
5. Bis zu 91 % Materialrückgewinnung

Berner Fachhochschule

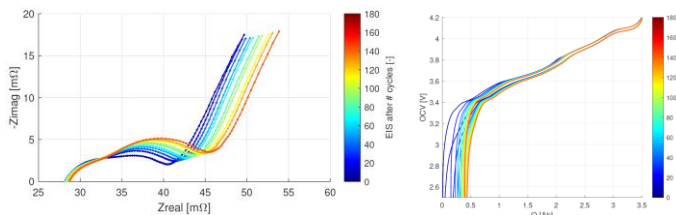


Wie sieht die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen aus?

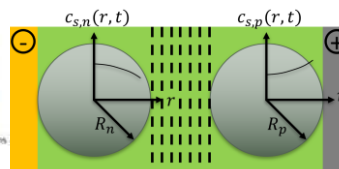
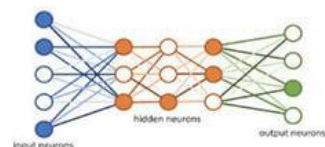
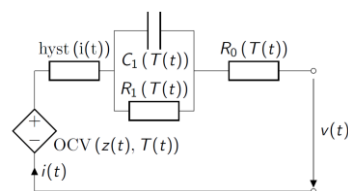


Expertise und Forschungsschwerpunkte

1 Testen der Batterien und der BMS

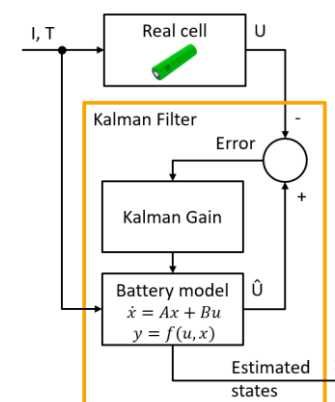


2 Modellierung der Batterien

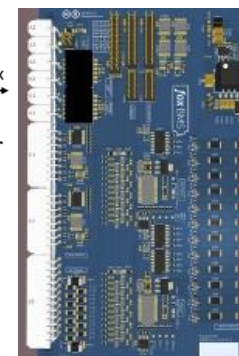


Single Particle Model (SPM)
with electrolyte dynamics

3 Kreieren von Algorithmen und Implementierung



Extended Kalman Filter



4 Batteriemanagement und «Cloud»

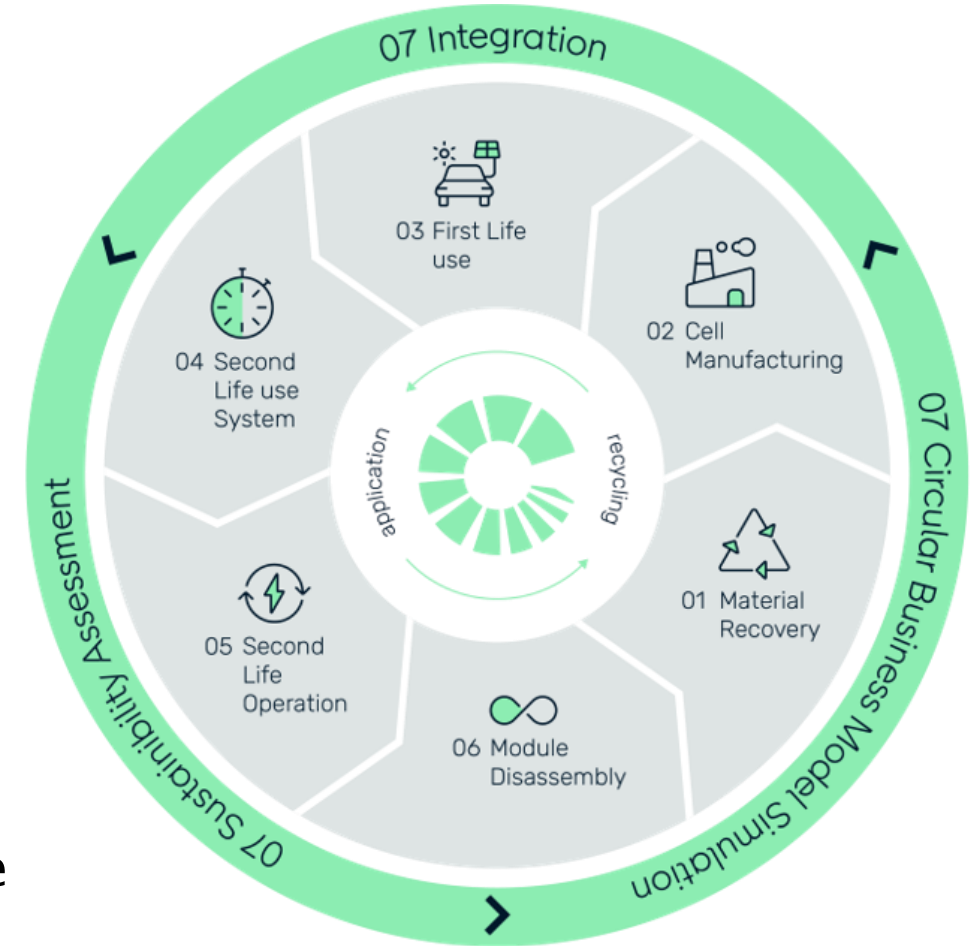


CircuBAT

CircuBAT zielt darauf ab, die Wertschöpfungskette von Lithium-Ionen-Batterien zu schliessen, indem es von einem linearen zu einem zirkulären Modell übergeht.

ZIELE:

- ▶ Entwicklung eines Kreislaufwirtschaftsmodells für Lithium-Ionen-Batterien im Schweizer Mobilitätssektor.
- ▶ Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung der Lebenszyklusanalyse von Batterien.
- ▶ Schaffung eines Systems zur Speicherung von Energie aus zweiter Hand, um die Energiewende zu erleichtern.
- ▶ 24 Industriepartner
- ▶ 11 Forschungsgruppen und 7 Forschungsinstitutionen



Research Partners



Projekt – eBusPlus & In-Situ-Massnahmen

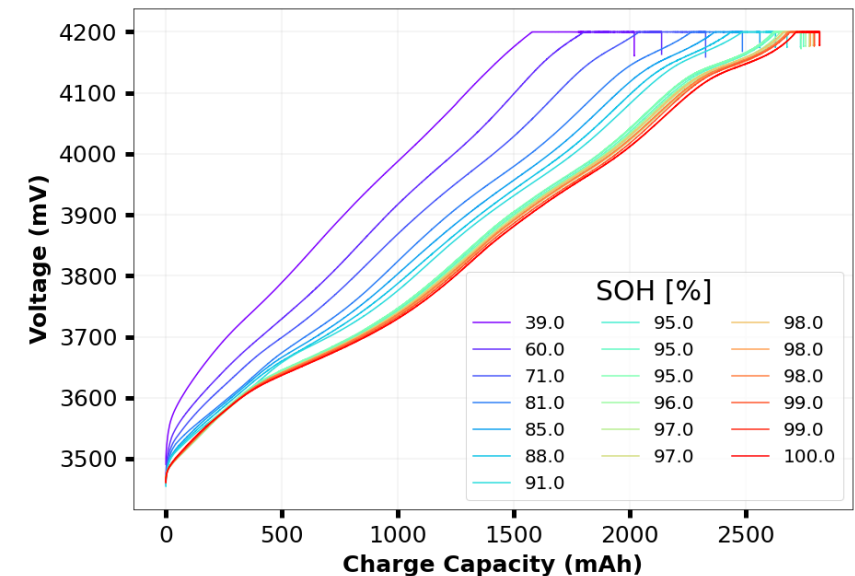
Hauptziele:

Entwicklung eines Fahrzeugkonzepts mit intelligentem Wärmemanagement und neuen Technologien für Antrieb, Heizung, Klimatisierung und Isolierung.



BFH-Beiträge:

- Umfangreiche Testkampagne, um das Verhalten der Zellen besser zu verstehen.
- Entwicklung eines Degradationsmodells dank Open-Sesame.
- Unterstützung eines Optimierungsrahmens in Bezug auf die Lebensdauer der Batterie, die Betriebskosten und die Nutzung.
- Entwicklung eines schnellen und standardisierten Verfahrens zur Schätzung der SOH ohne Demontage des Akkupacks.



BIENE – Integration und Management von Batterien bei Schienenfahrzeugen



Berner
Fachhochschule



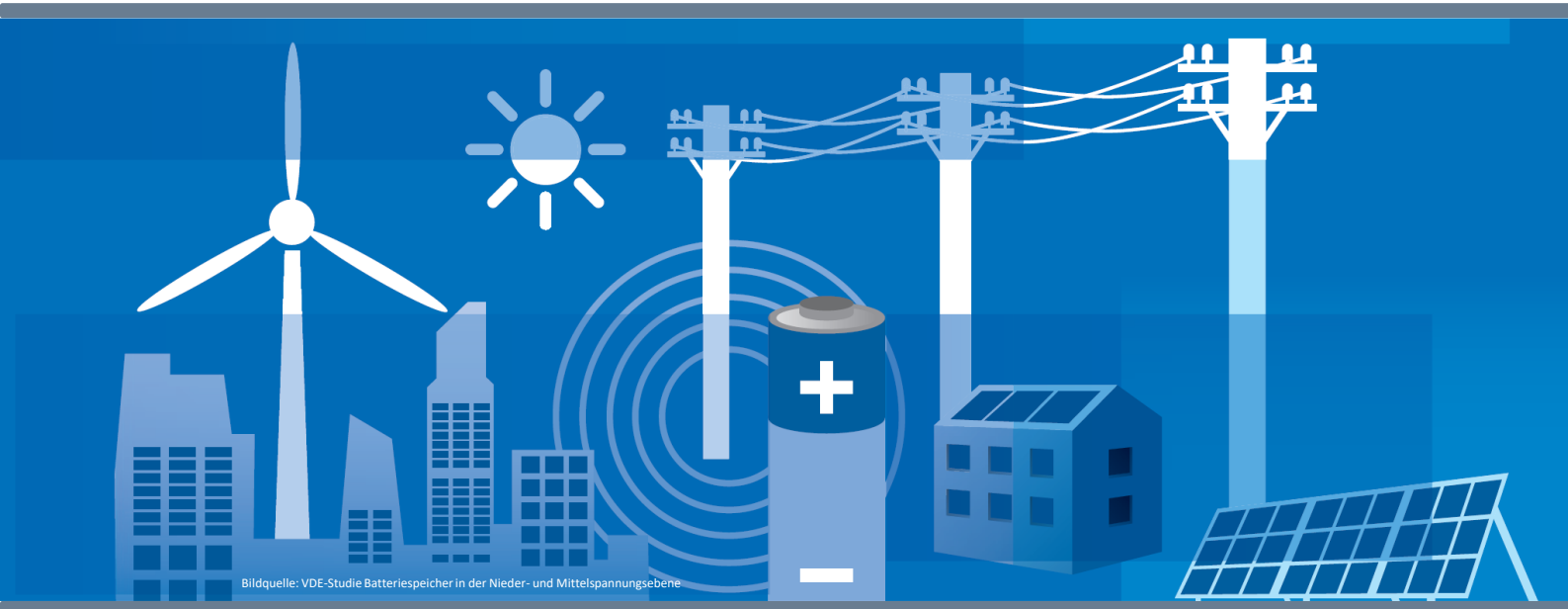
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Office of Transport FOT

Umstellung/Ersatz der Diesellokomotiven-Flotte der SBB (700 Schienenfahrzeuge mit Dieselmotor → 11 Mio. L/Jahr) auf batteriebetriebene Antriebssysteme, die auch an das Netz angeschlossen sind → Gesamtkapazität von 140 MWh

Die batteriebetriebene Flotte kann zur Erfüllung der Hauptanwendung, aber auch für **Hilfsdienste** eingesetzt werden, um **die Flexibilität zu erhöhen** und gleichzeitig **die Lebensdauer der Batterien** und **die Kapitalrendite zu optimieren**.





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Bruno Lemoine, Prof. Dr. Priscilla Caliandro

Kontakt Bruno.lemoine@bfh.ch, Priscilla.caliandro@bfh.ch

► BFH-Zentrum Energiespeicherung, <https://www.bfh.ch/energy>