

# Wird die Umwelt zu stark belastet ?

Dr. Victor Trapp, Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Infotag E-Mobilität, Volkach, 15.9.2019



Quelle: [www.revisionenergy.com](http://www.revisionenergy.com)

# Gliederung

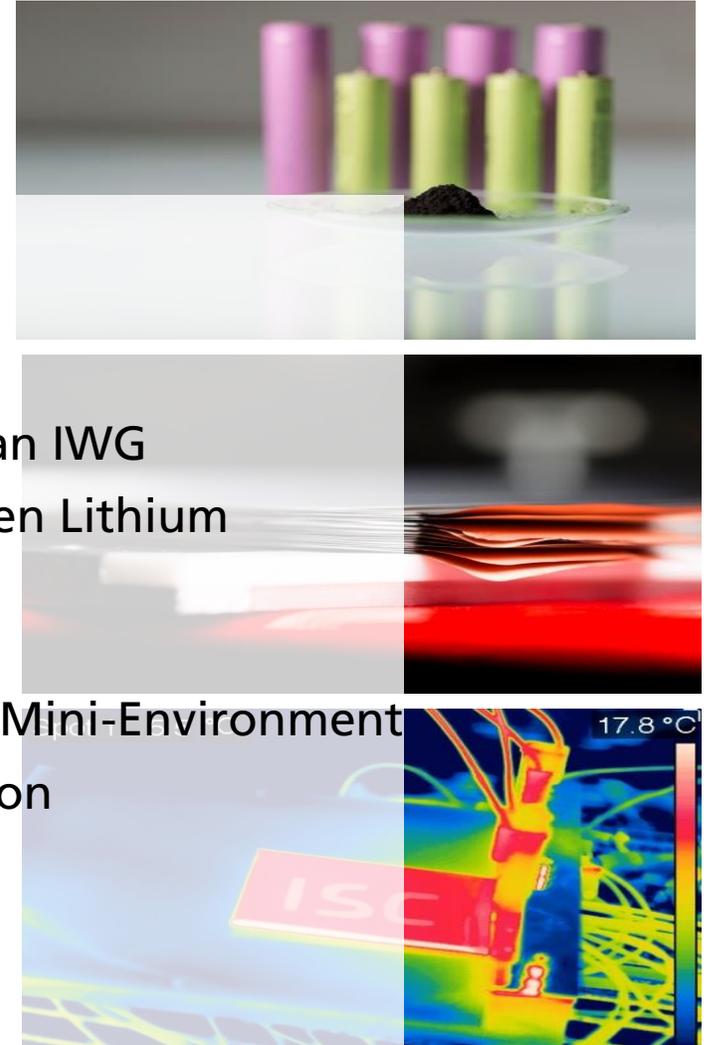
- Kurze Einleitung
- Batterien – Einführung
- Materialien
- Recycling
- Ökobilanzierung PKW
- Aktuelle Aktivitäten in der EU (und DE) und Ausblick

# Fraunhofer-Kompetenzen Batterietechnologie

## Batterieentwicklungszentrum FZEB

### ■ FZEB – Fraunhofer FuE Zentrum Elektromobilität Bayern

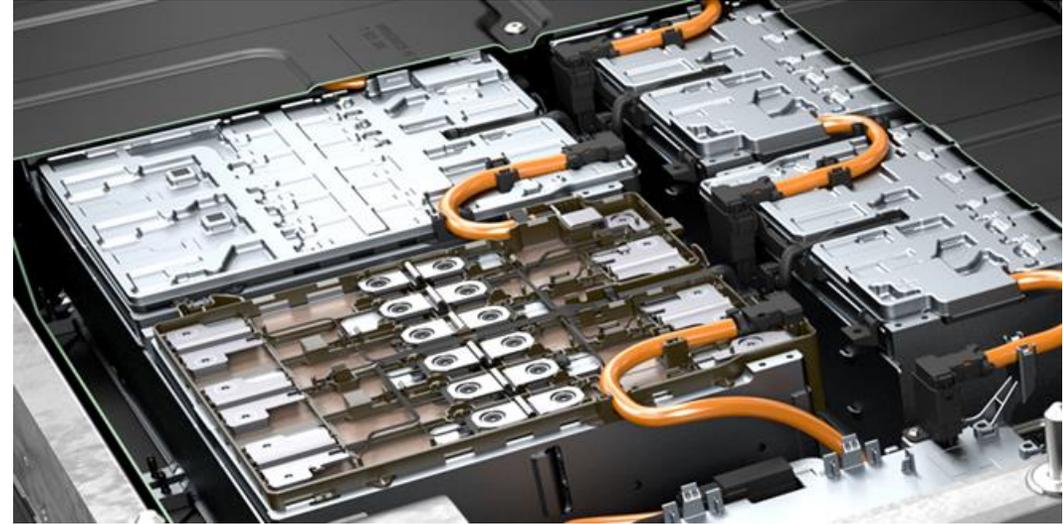
- Aus- und Aufbau des Batterieentwicklungszentrums in Bayern
- Vernetzung in Europa u. a. EBA, EMIRI, EIT RawMaterials, SET Plan IWG
- Co-Initiator des FET-FLAGSHIP Battery 2030+ und des Europäischen Lithium Instituts
- Projektergebnisse u. a.
  - Fertigstellung einer teilautomatisierten Zellfertigungsline in Mini-Environment
  - Entwicklung flexibler Lithium-Festkörperbatterien auf Basis von Hybridpolymeren und Li-Laminaten
  - Verbesserte Blei-Säure-Batterien
  - Entwicklung externer und integrierter Zellsensorik



# Ein wenig Nomenklatur: Zelle, Modul, Batterie



- (Batterie)Zelle
  - Grundeinheit
  - zylindrisch, prismatisch, Pouch
- Modul
  - Seriell oder parallele Verbindung
  - Zellmonitoring



- Batterie(system)
  - Aktive und passive Kühlung
  - Batteriemanagement BMS
  - Überwachung von Spannung, Strom, Temperatur, Ladezustand
  - Fehlermanagement

# Primärzellen

- Nicht-aufladbare galvanische Zellen
- Hohe Energiedichte
- z.B. Hörgeräte, Taschenlampen, Rauchmelder



Lithiummetall



Zink-Luft



Zink-Kohlenstoff



Alkali-Mangan

# Sekundärzellen („Akkus“)

Produktion/ Markt aktuell

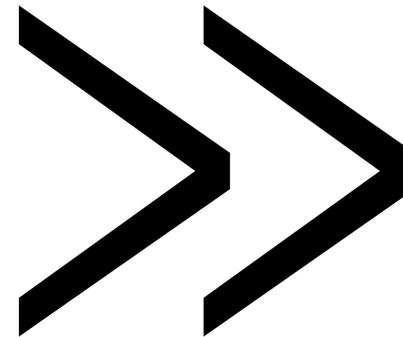
Lithiumionen



Blei-Säure



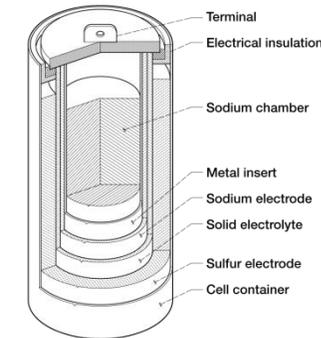
Nickel-Metalhydrid



Natrium-Nickel-Chlorid (ZEBRA)



Vanadium Redox-flow



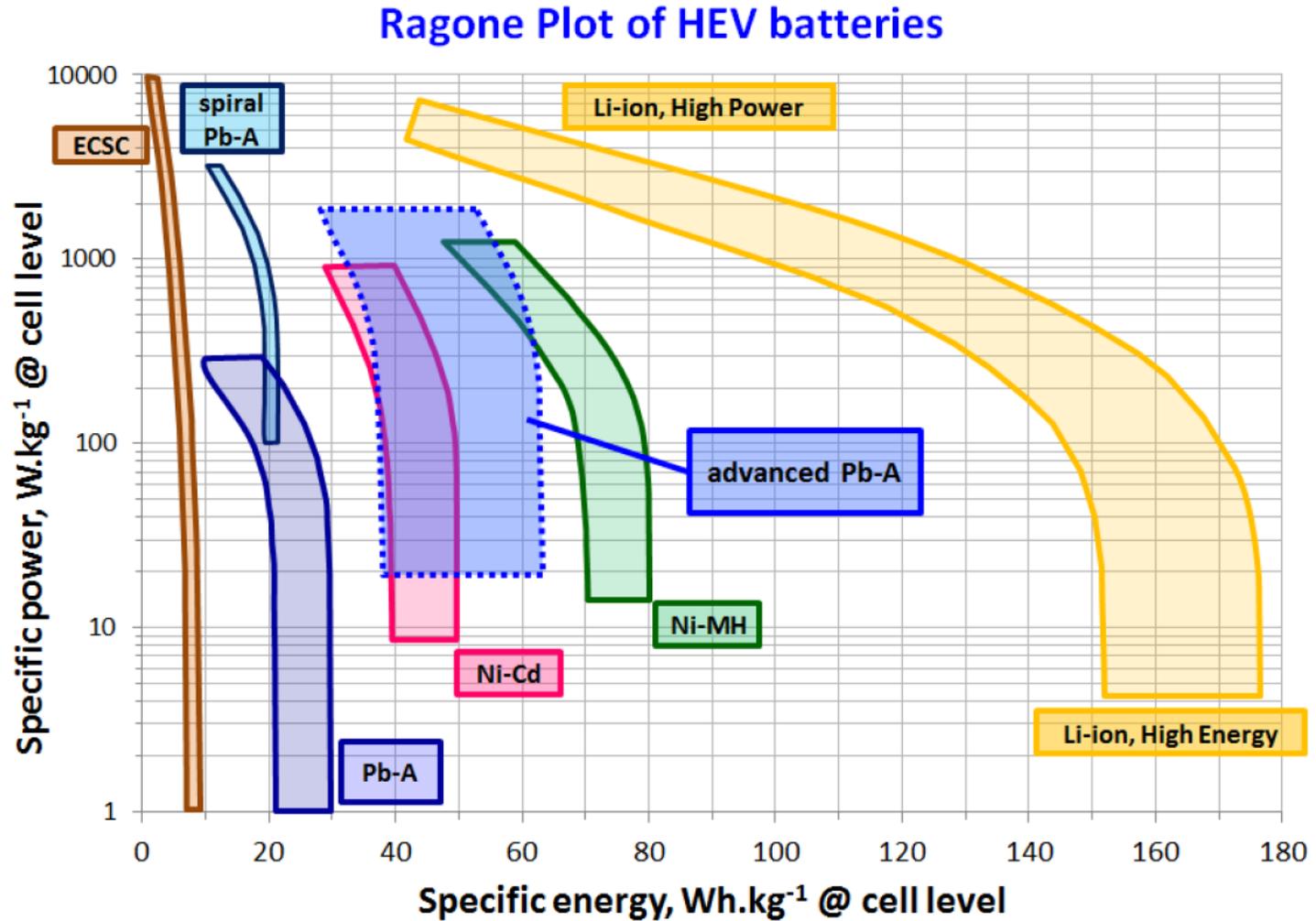
Natrium-Schwefel



Nickel-Cadmium

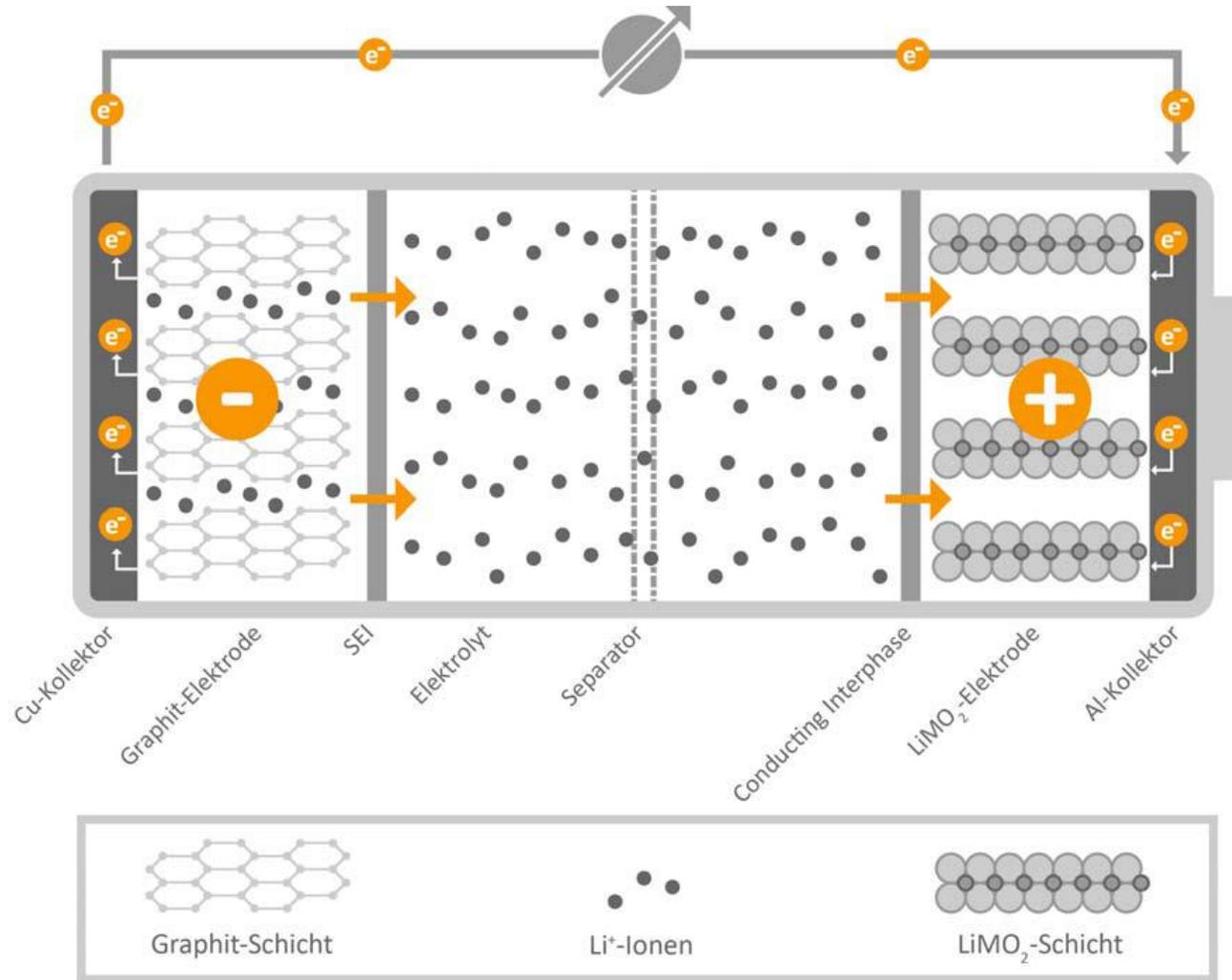
# Technologien für Elektrochemische Energiespeicherung

„schnell“

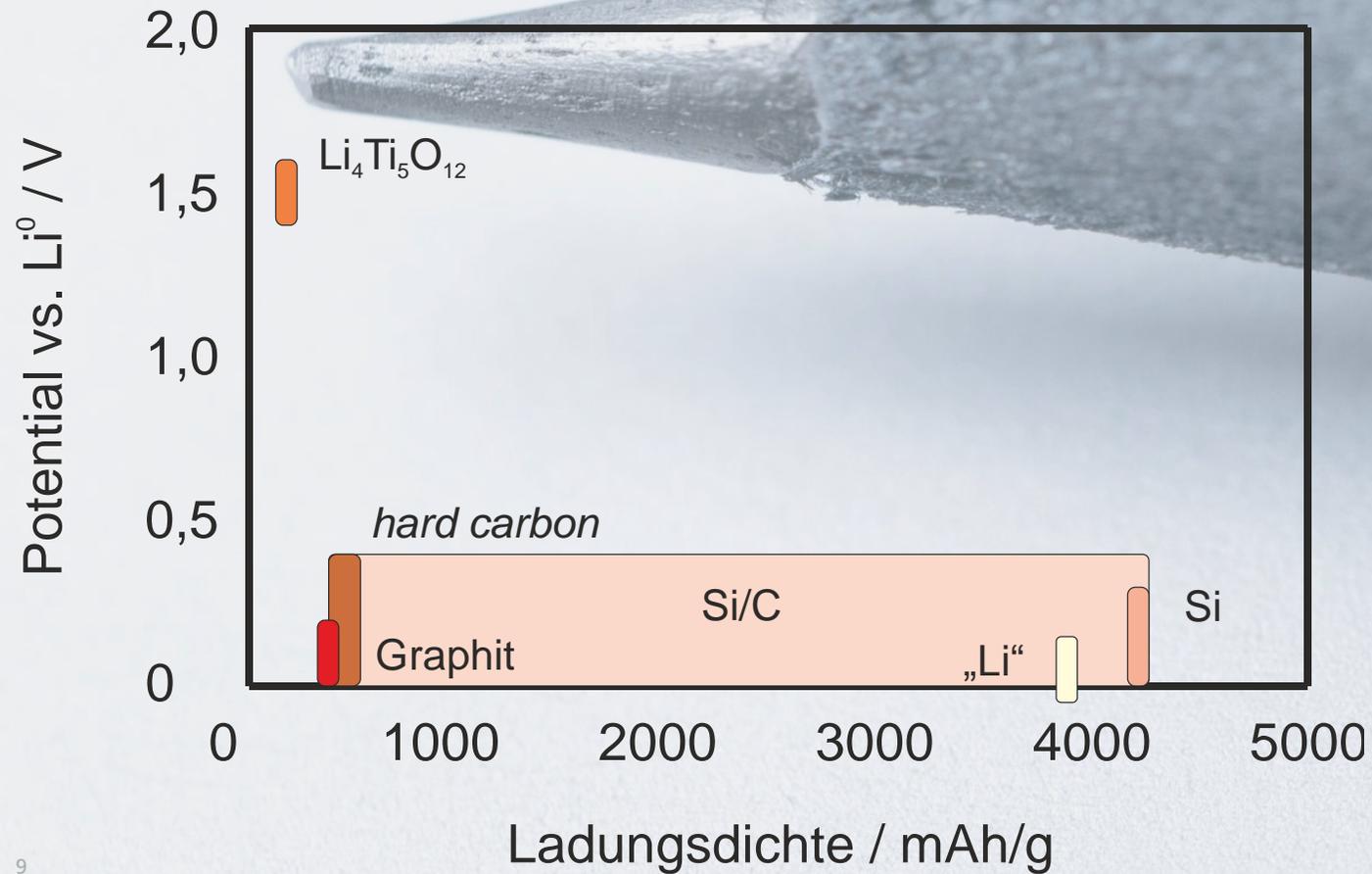


„viel“

# Wie funktioniert eine Li-Ionen-Batterie

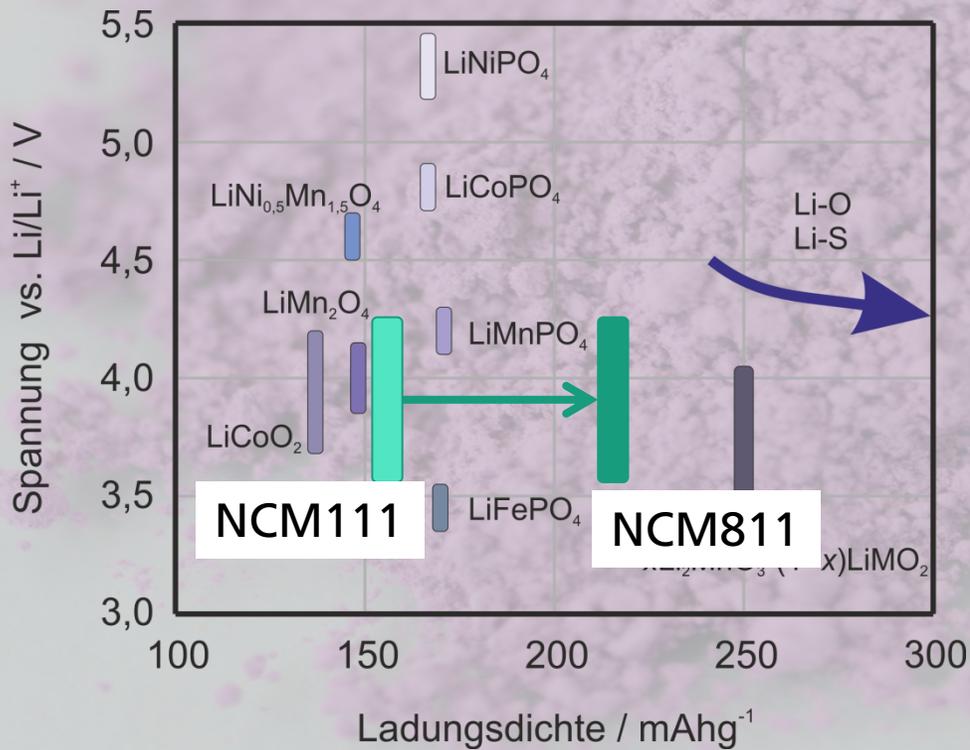


# Anode Graphit



# Kathode

## Schichtoxide, Olivine, Spinelle



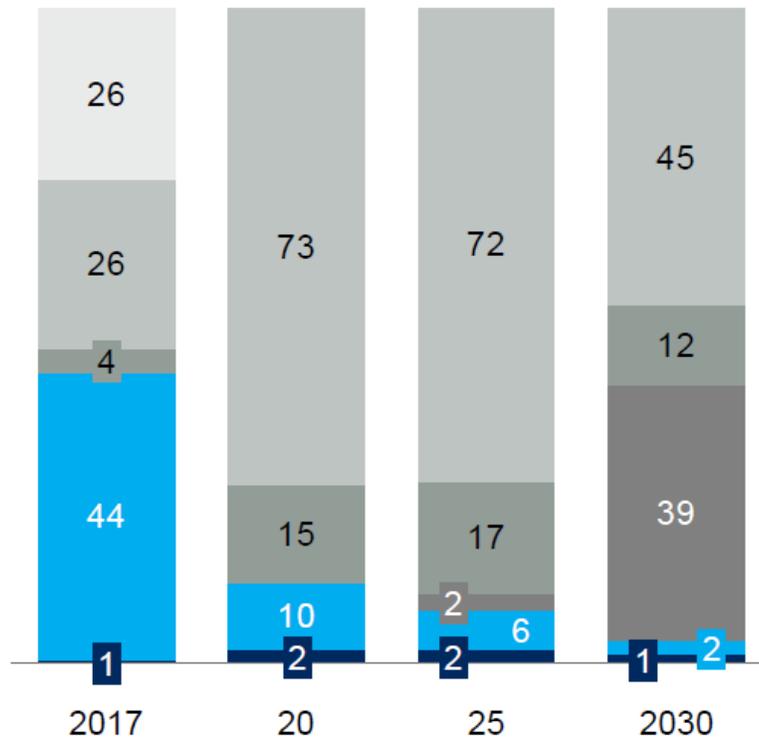
- Generation 1 (1991)
  - LiCoO<sub>2</sub>
- Generation 2
  - LiFePO<sub>4</sub>
  - LiNi<sub>1/3</sub>Co<sub>1/3</sub>Mn<sub>1/3</sub>O<sub>2</sub>
- Generation 3
  - LiNi<sub>5/10</sub>Co<sub>2/10</sub>Mn<sub>3/10</sub>O<sub>2</sub>
  - LiNi<sub>6/10</sub>Co<sub>2/10</sub>Mn<sub>2/10</sub>O<sub>2</sub>
  - LiNi<sub>8/10</sub>Co<sub>1/10</sub>Mn<sub>1/10</sub>O<sub>2</sub>
  - LiNi<sub>90/100</sub>Co<sub>5/100</sub>Mn<sub>5/100</sub>O<sub>2</sub>

# Kathodenchemie-Ausblick für E-Autos

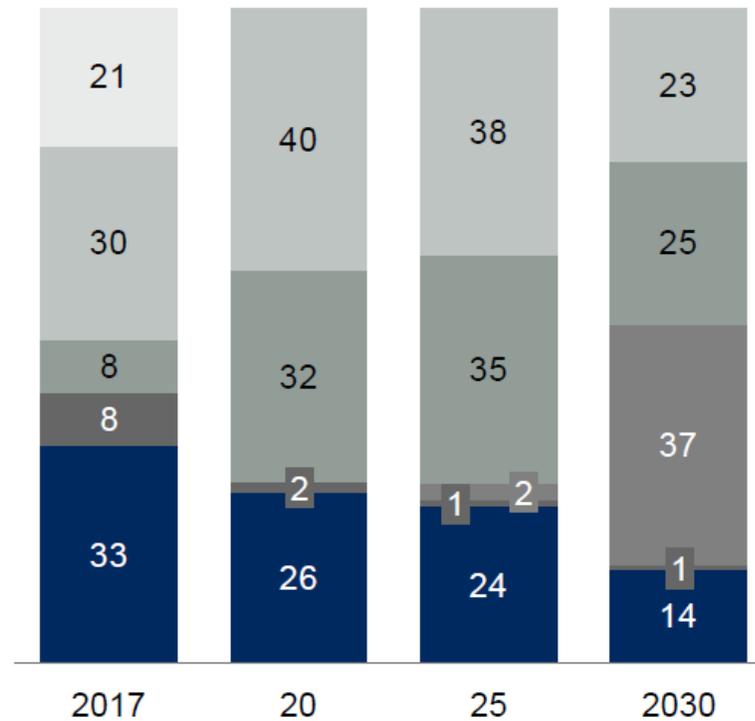
Weniger Cobalt ->



China  
Battery capacity demand by chemistry  
Percent

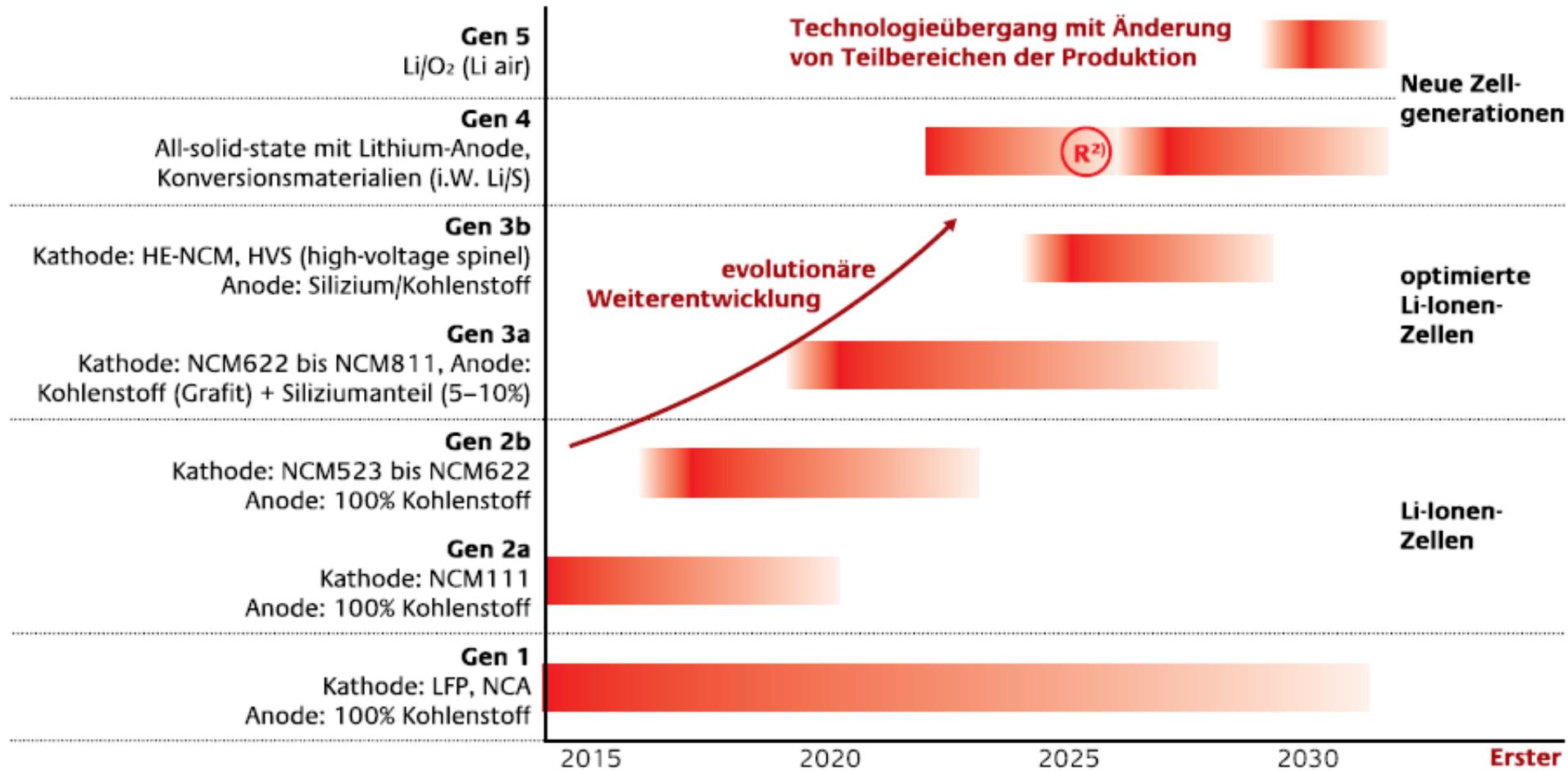


Rest of the world  
Battery capacity demand by chemistry  
Percent



Quelle: McKinsey Basic Material Institute

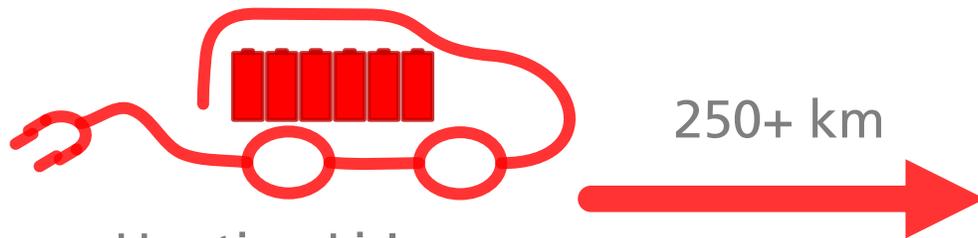
# Roadmap Zelltechnologie



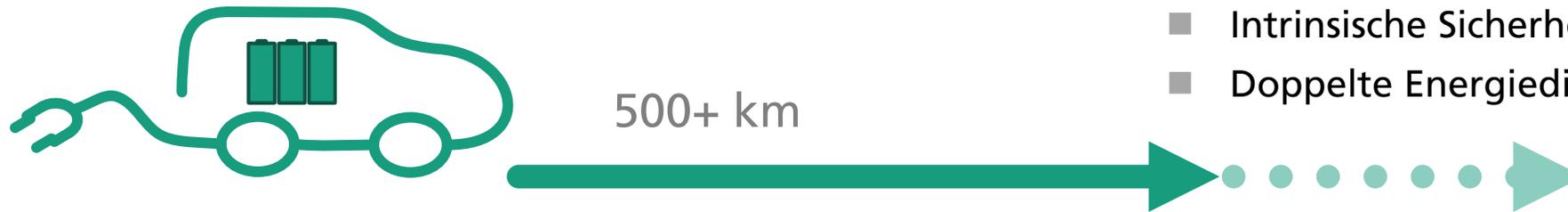
Natrium?

<sup>1</sup> T. Weber, et al., *Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland*. AG 2 – Batterietechnologie, Berlin, 2016.

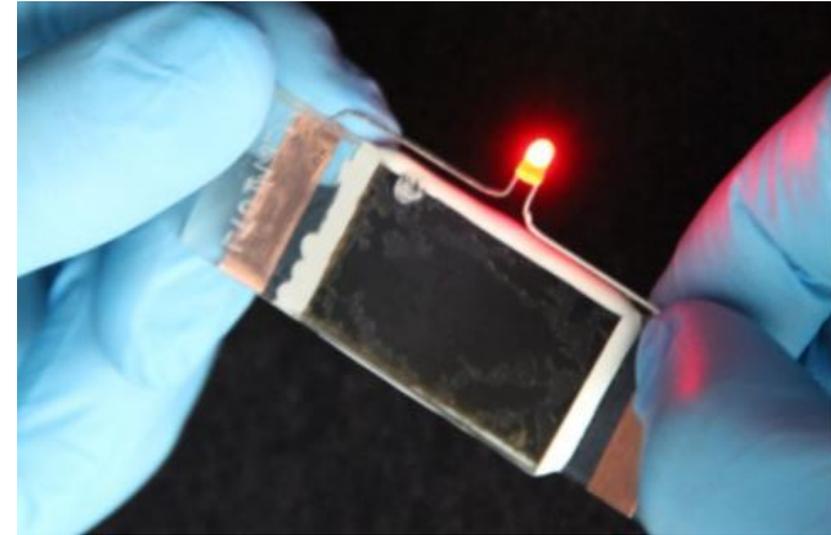
# Ausblick: Festkörperbatterie



Heutige Li-Ionen  
Technologie



Festkörperbatterie



Li-Ionen-Batterien der nächsten Generation

- Hohe Zuverlässigkeit
- Intrinsische Sicherheit
- Doppelte Energiedichte

# Circular Economy – Europäischer Ansatz

- Entwicklung von geschlossenen Materialkreisläufen die sowohl Technologiesprünge als auch **Versorgungssicherheit** bieten.
- Innovative Verarbeitungs- und Recyclingtechnologien für nachhaltige Kreisläufe nicht nur bei wertvollen Metallen (Co, Cu) sondern für alle Zellkomponenten.
- Definition und Umsetzung von “Design für Recycling” Standards für zukünftige Batterien bzw. Zellen werden EU-Produzenten Markt Vorteile bieten (auch international)



Cobalt miner at Kawama mine, DRC (Congo). Source: Washington Post

# Batterierecycling in EU aktuell

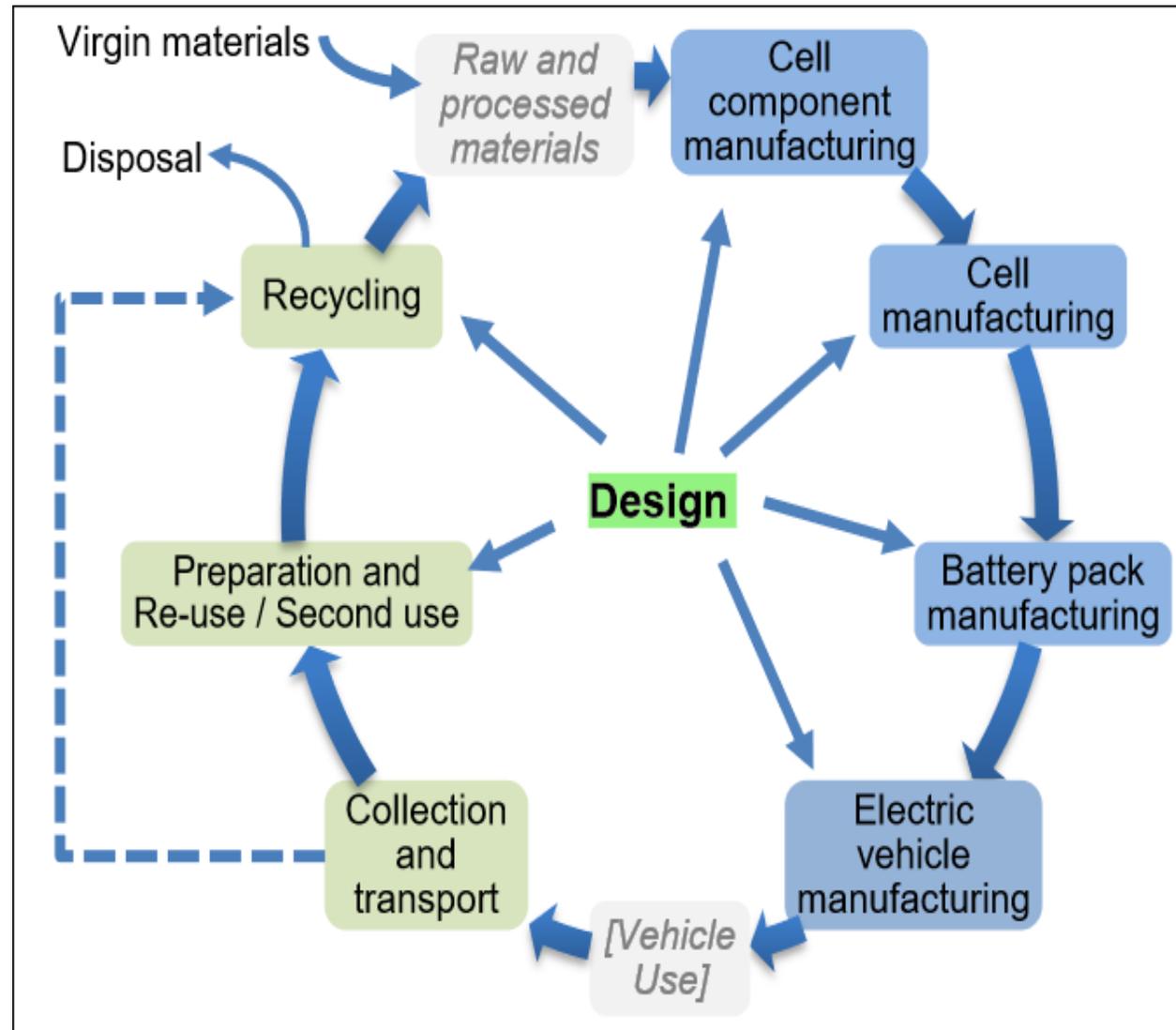
#	Company	Battery types processed					Recycling process			Collection / prep.	Materials recovered
		Li-ion	AlkZn-C	Ni-Cd	Ni-Mh	Pb-acid	Shredding	Chemical	Pyro		
1	<b>ACCUREC</b>	✓		✓	✓				✓		Li, Cu, Fe, Ni, Co, Al, plastic
2	<b>AEA</b> AEA Technology, Inc.	✓						✓			Li, Co R&D – not industrial scale
3	<b>AKKUSER</b>	✓	✓	✓	✓	✓				✓	Shredding only – output fed to metal refineries
4	<b>BATREC</b>	✓	✓		✓		✓		✓		?
5	<b>Chemetall</b> expect more	✓						✓			Cu, Co, Ni, Li (small scale)
6	<b>Duesenfeld</b>	✓						✓			Li, Co, Ni, Fe, Cu, Al
7	<b>eraMET</b>	✓	✓						✓		Li, Co, Ni, Fe, Cu, Al
8	<b>GLENCORE</b>	✓			✓		✓		✓	✓	Battery collection only in Europe – exports to Canada
9	<b>GP</b>	✓									Battery collection only
10	<b>NISSAN</b>									✓	Battery repurposing only
11	<b>PROMESSA</b>	✓								✓	Battery shredding only
12	<b>REDUX</b>	✓	✓						✓		Fe, Al, Cu, plastic
13	<b>SNAM</b>	✓		✓	✓		✓				Co, Cu, Al, Fe + Repurposing
14	<b>umicore</b>	✓			✓		✓	✓			Li, Co, Ni, Cu
15	<b>VEOLIA</b>	✓	✓		✓			✓			Li, Ni, Fe
16	<b>IP</b>	✓								✓	Battery collection only
17	<b>WasteCare</b>	✓								✓	Battery collection only

Rd. 3.000 t/ Jahr

Rd. 10.000 t/ Jahr

Rd. 7.000 t/ Jahr

# Design für Recycling (Für LiB)

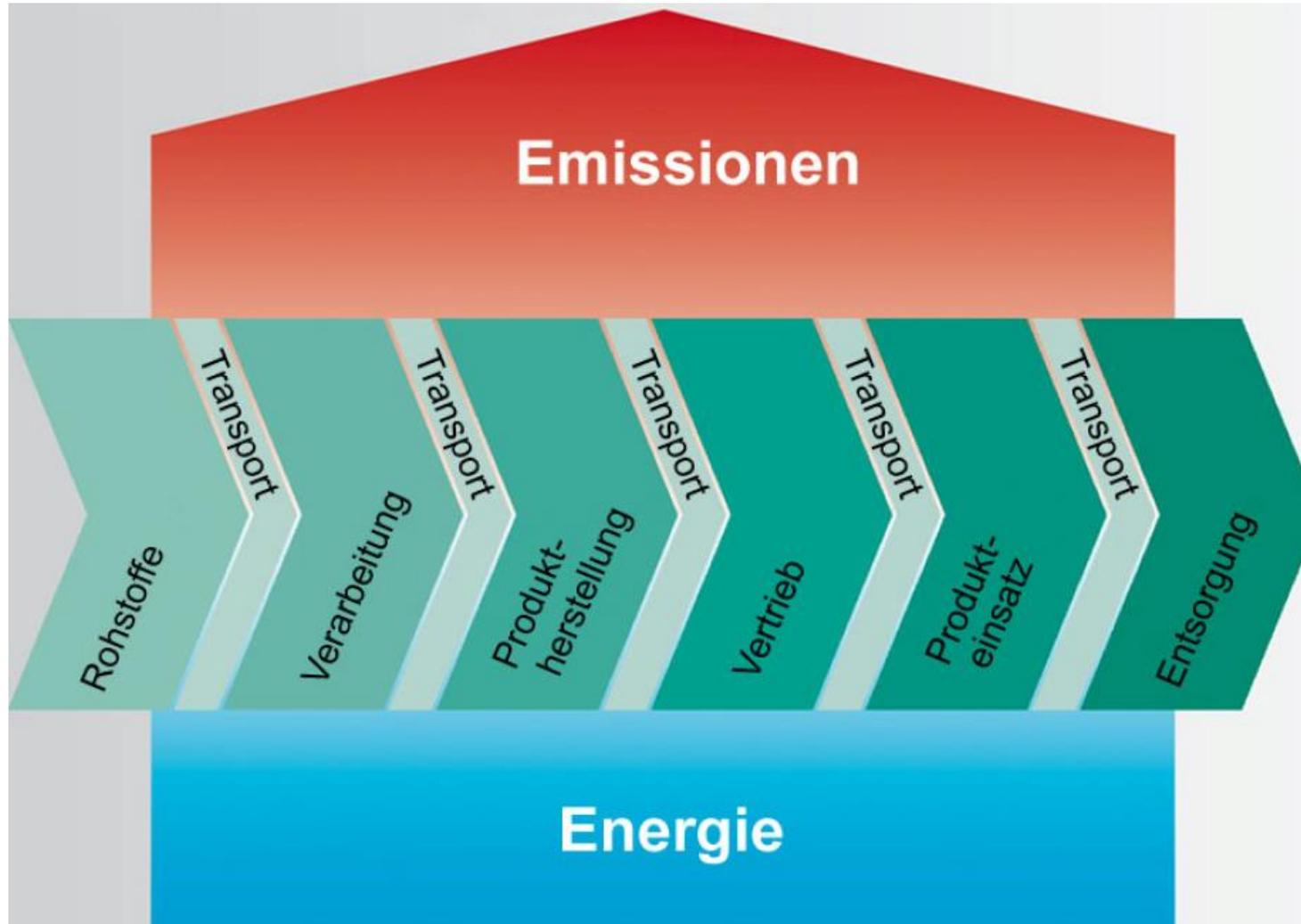


# Beispiel Fraunhofer ISC: Modernes Verfahren für LiB Recycling

- Abtrennung von relativ reinen Materialfraktionen möglich...
- ...die im Anschluss mit großtechnischen Verfahren aufbereitet werden
- Prinzipiell unabhängig von der LiB-Bauart
- Kosten- und ressourceneffizient



# Ökobilanzierung (Life Cycle Analysis – LCA)



Quelle: Umweltamt Österreich

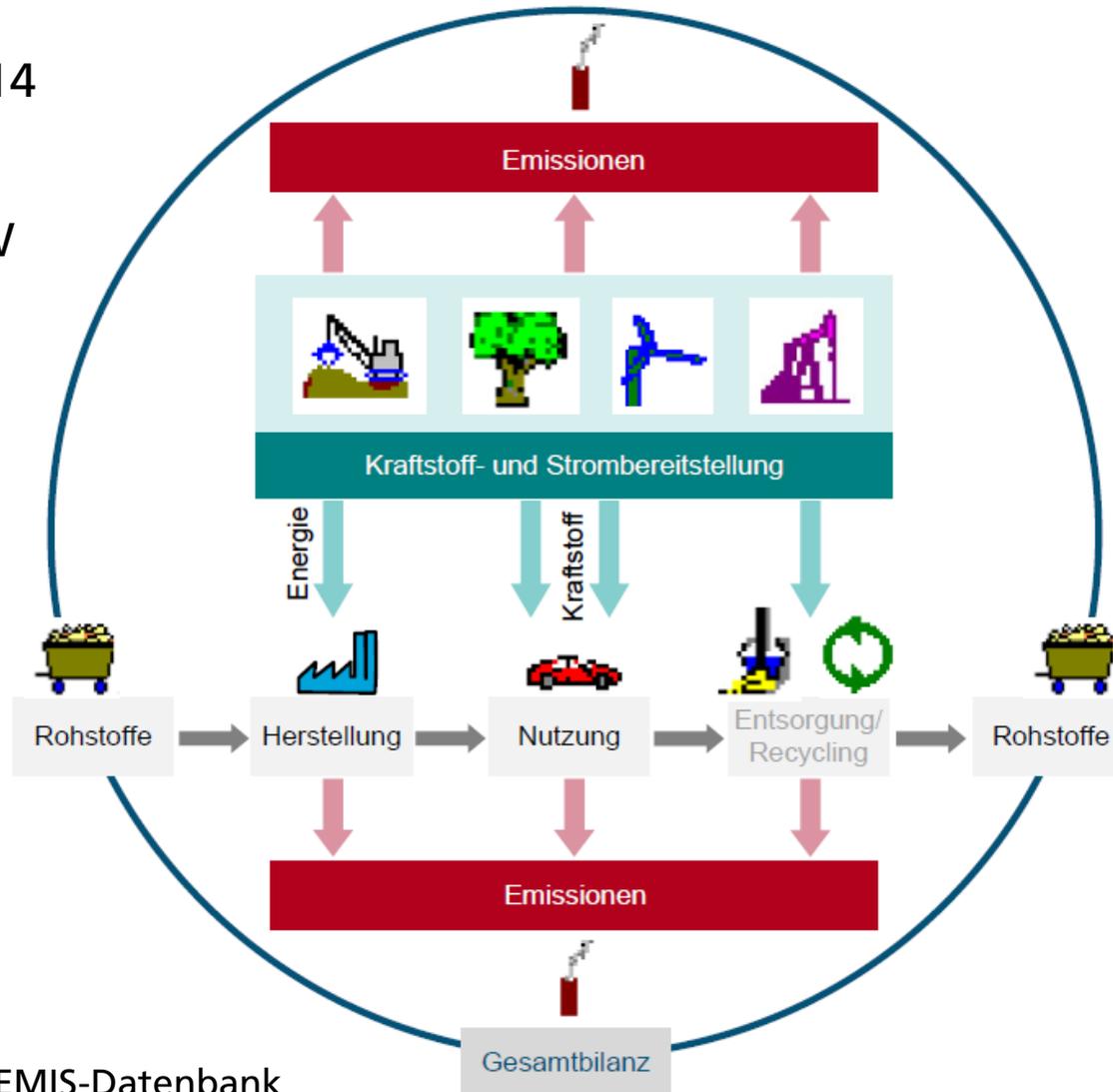
# Ökobilanzierung für PKW

Umweltamt Österreich 2014

Energiemix 2010 (2/3 EE!)

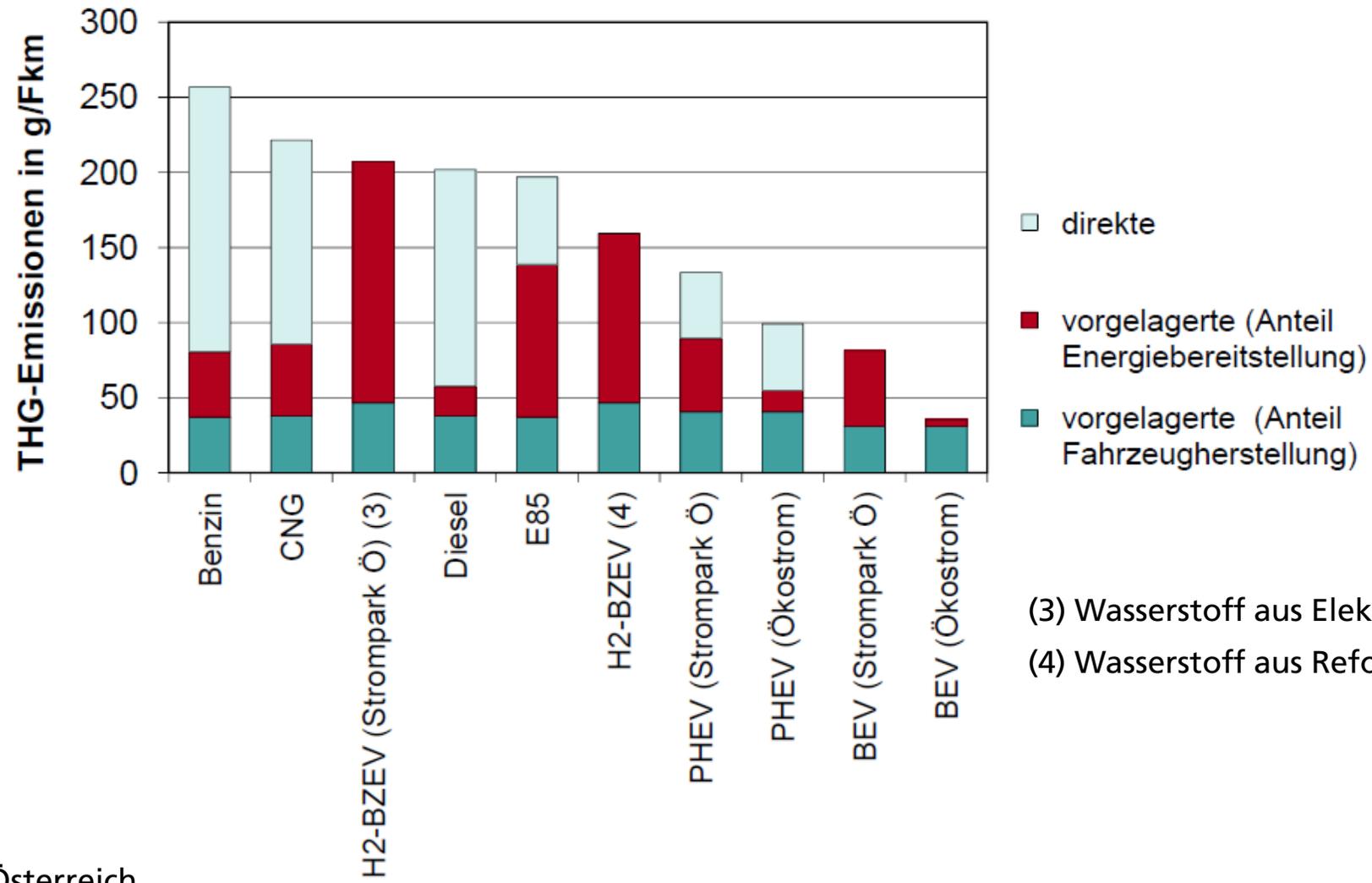
10 Jahre Lebensdauer PKW

Ohne Recycling



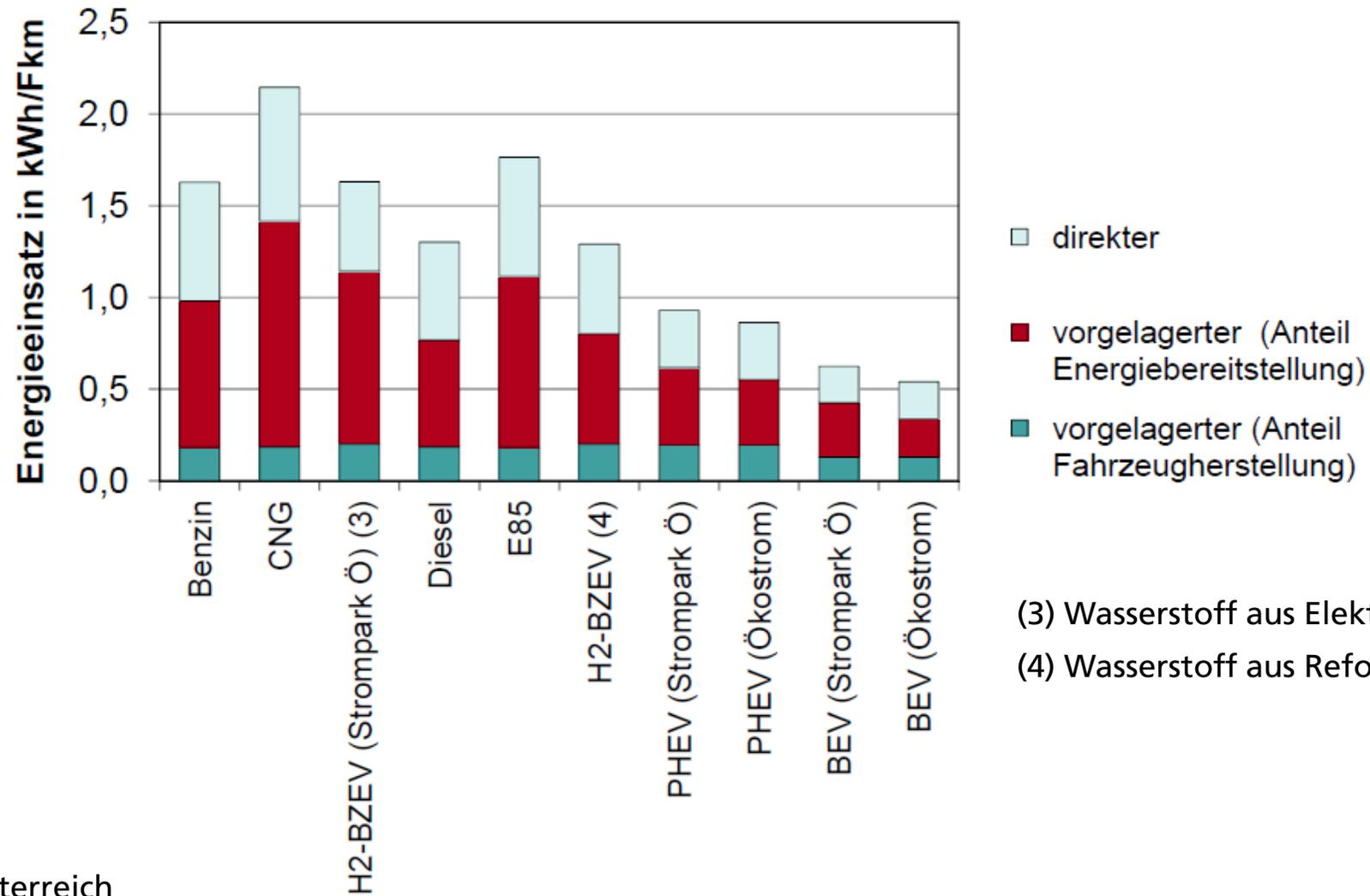
Quelle: Umweltamt Österreich, GEMIS-Datenbank

# Ökobilanz Pkw: gesamte THG-Emissionen



Quelle: Umweltamt Österreich

# Ökobilanz Pkw: gesamter Energieeinsatz



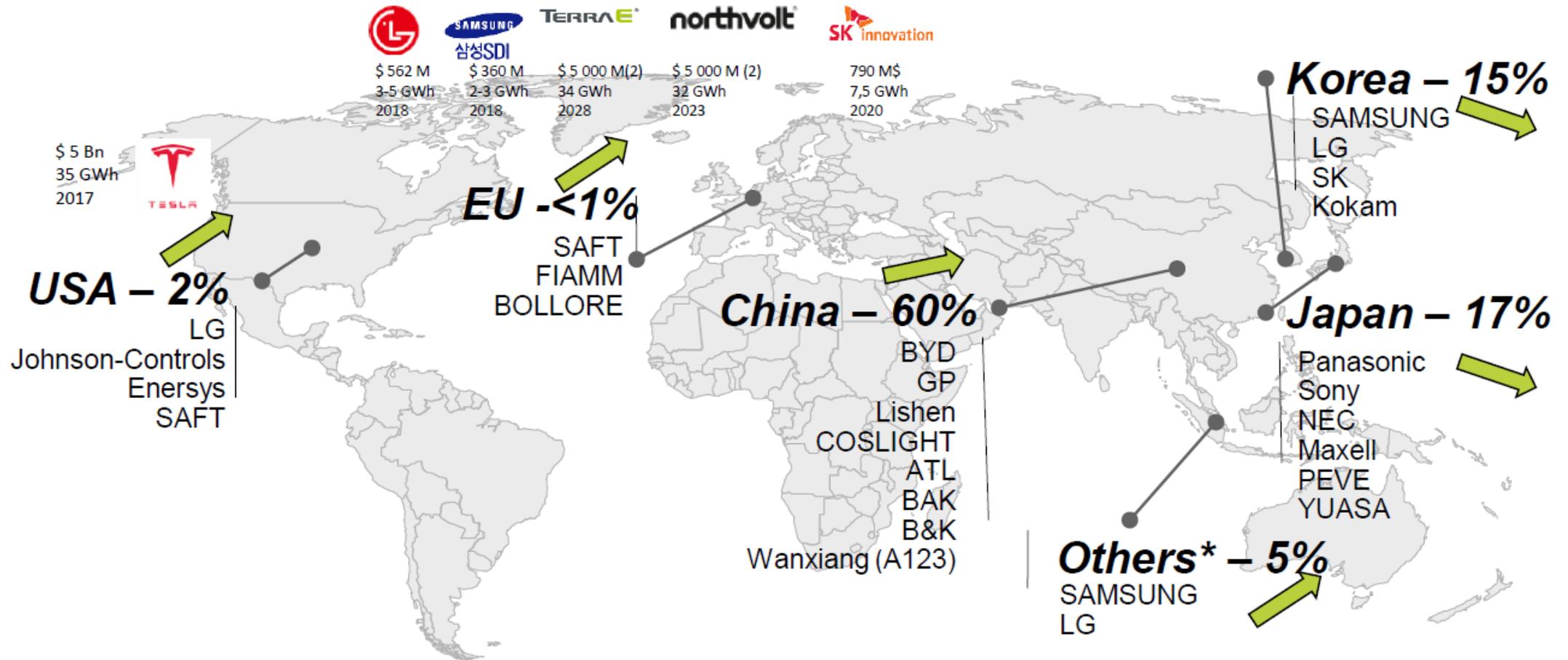
(3) Wasserstoff aus Elektrolyse  
 (4) Wasserstoff aus Reformer-Erdgas

Quelle: Umweltamt Österreich

# Peter Altmaier, 13.11.2018: 2030 wird Europa ein Drittel aller Batterien produzieren

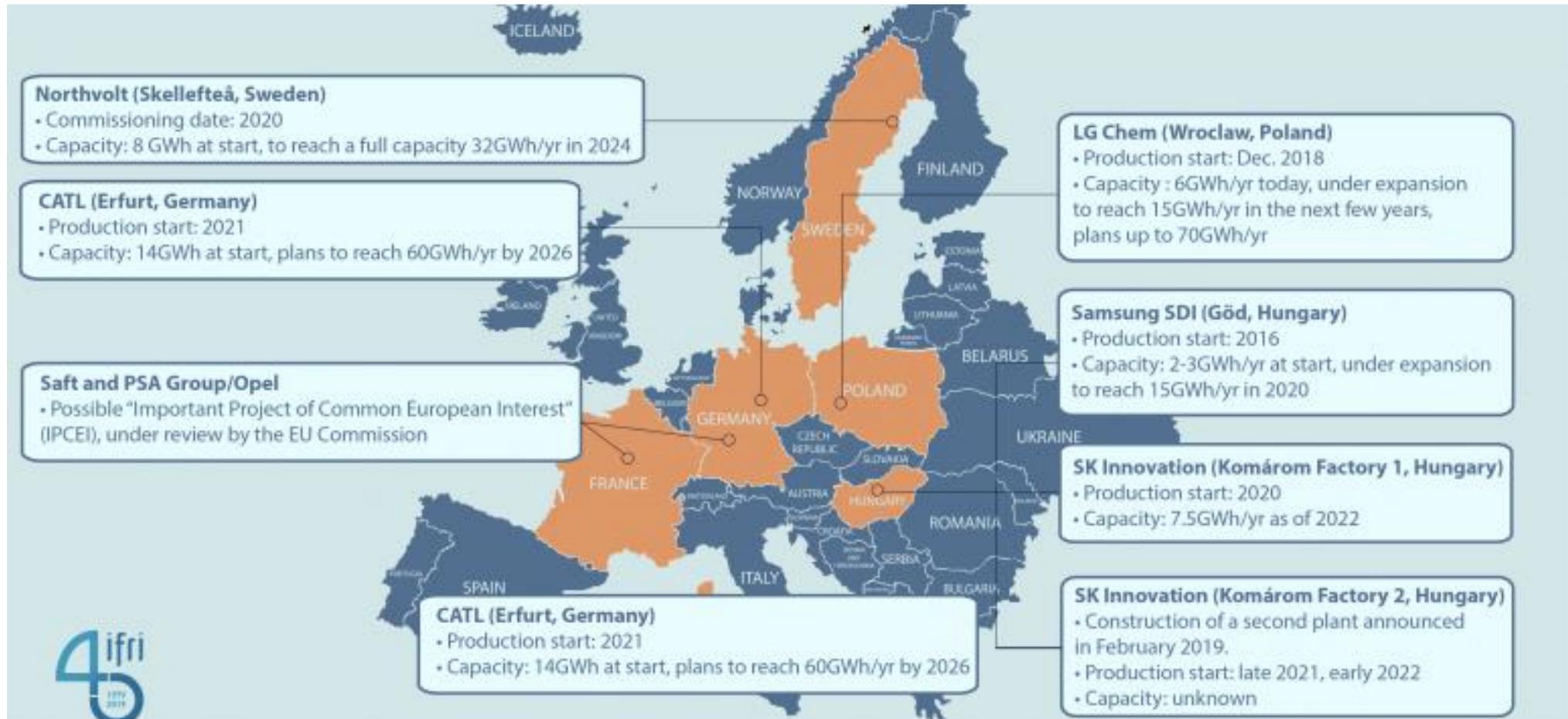


# Batteriezellproduktion 2018



Quelle: AVICENNE ENERGY, 2018

# Große Europäische Batteriezell-Produktionsvorhaben (teils in Planung)



# EUROPÄISCHE BATTERIE FORSCHUNGSLANDSCHAFT

TRL 1    TRL 2    TRL 3    TRL 4    TRL 5    TRL 6    TRL 7    TRL 8    TRL 9



**Fokus**

Langfrist-Forschung

Kurz- bis Mittelfrist-Forschung

Industrialisierung

**Akteure**

Europäische Batterie-Gemeinde

HORIZON 2020  
HORIZON EUROPE  
(2021-2027)

European  
Battery  
Alliance

**Roadmap**

Langfrist-Forschungs-  
roadmap

SET-Plan

Industrialisierungsroadmaps

BATTERY  
20-30+

März 2019

BATTERIES  
EUROPE

Februar 2019

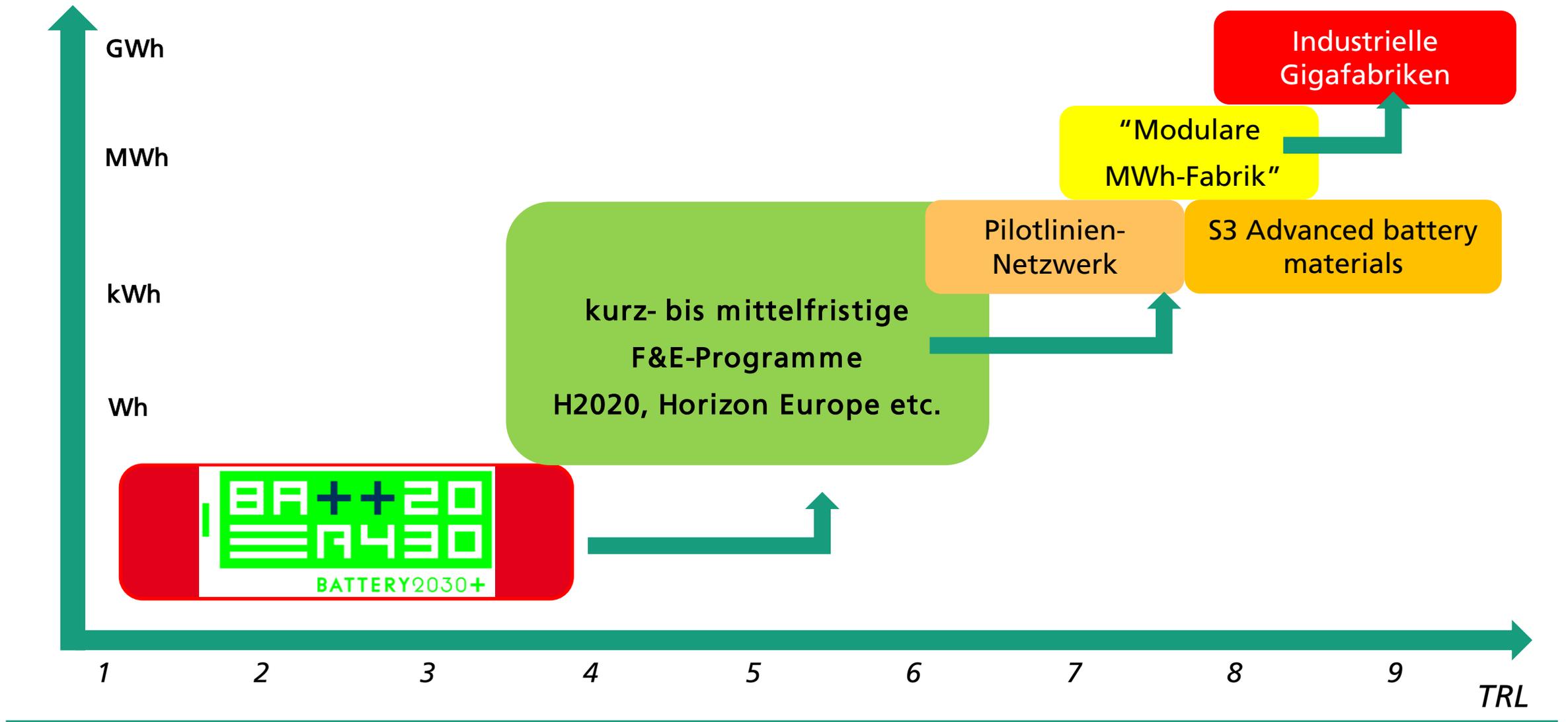
S3 battery  
materials

Januar 2019

EUROPEAN  
BATTERY  
ALLIANCE | EBA250

Oktober 2017

# Landkarte der Batterieaktivitäten innerhalb der EU



# Nach über 100 Jahren kommt die Elektrifizierung endlich wieder unter der Motorhaube an!

Elektroauto von 1906; SCHENECTADY MUSEUM; HALL OF ELECTRICAL HISTORY FOUNDATION - CORBIS



Photo Courtesy miSci.

Vielen Dank!

Dr. Victor Trapp  
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Neunerplatz 2 | 97082 Würzburg  
Tel +49 931 4100-370  
[victor.trapp@isc.fraunhofer.de](mailto:victor.trapp@isc.fraunhofer.de)