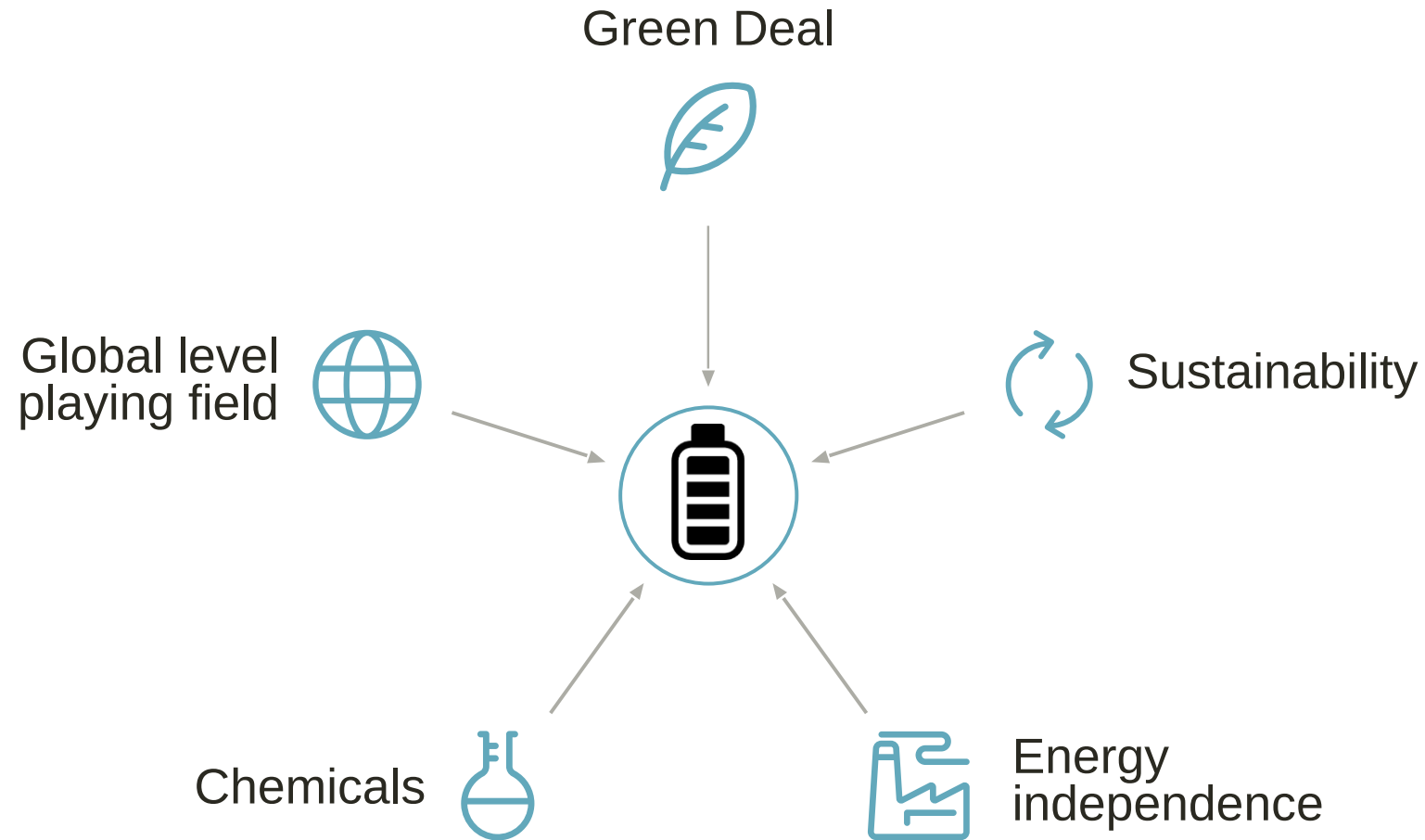
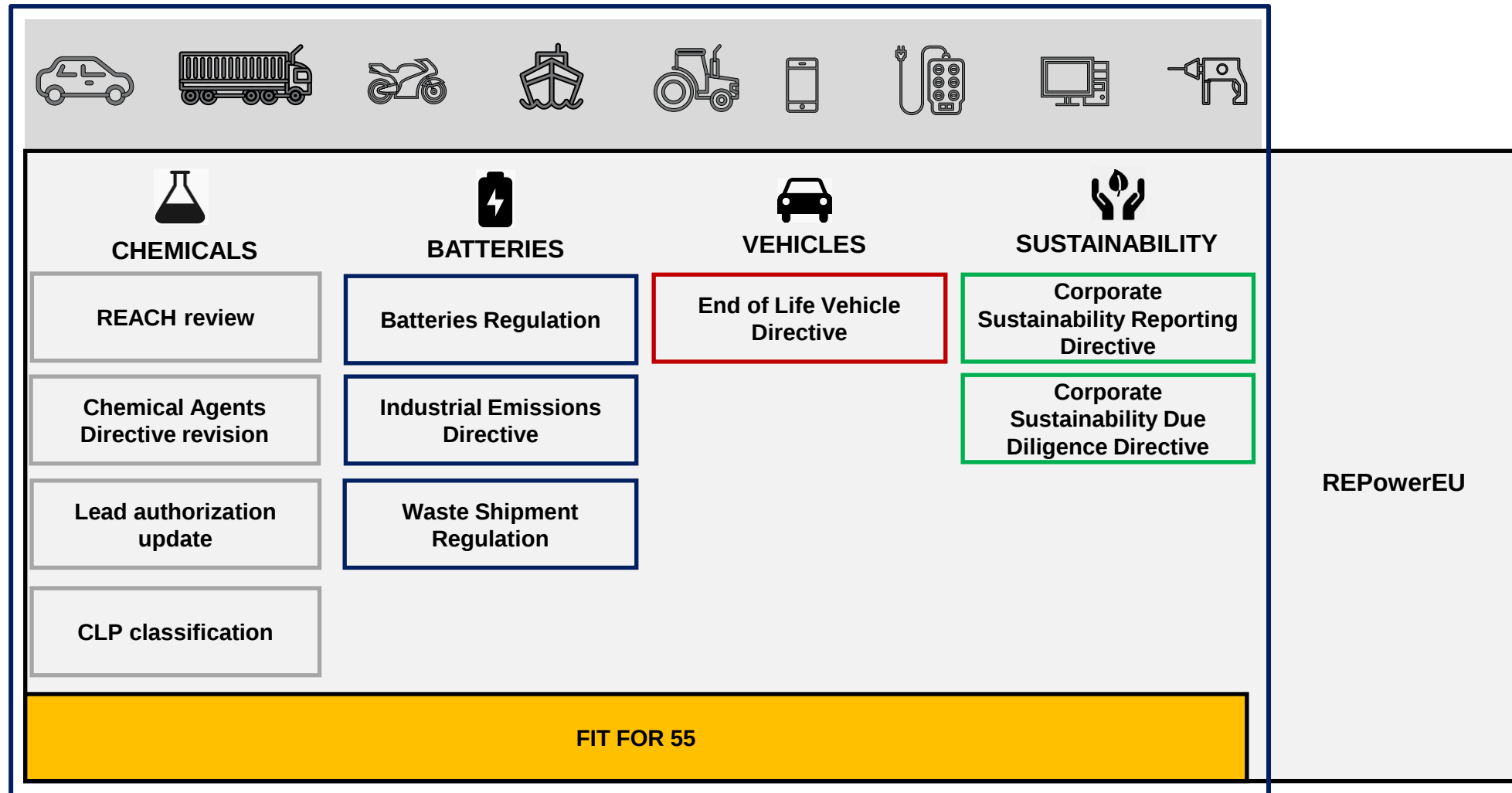
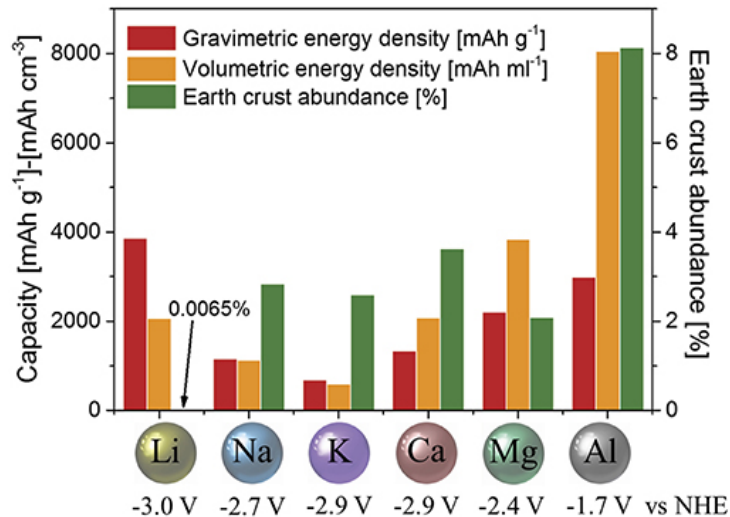


„Beitrag der Lithium-Technologie zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050“

6. Herbstworkshop „Energiespeichersysteme“ 30. November 2022







Elia et al. (2016) © 2016 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.



Nachhaltige Batterien sind:

mit den geringstmöglichen Auswirkungen auf die Umwelt hergestellt, aus Materialien, die unter voller Einhaltung sozialer und ökologischer Standards gewonnen wurden, langlebig und sicher sind und repariert oder wiederverwendet und wiederverwertet werden können.

Dies soll erreicht werden durch:

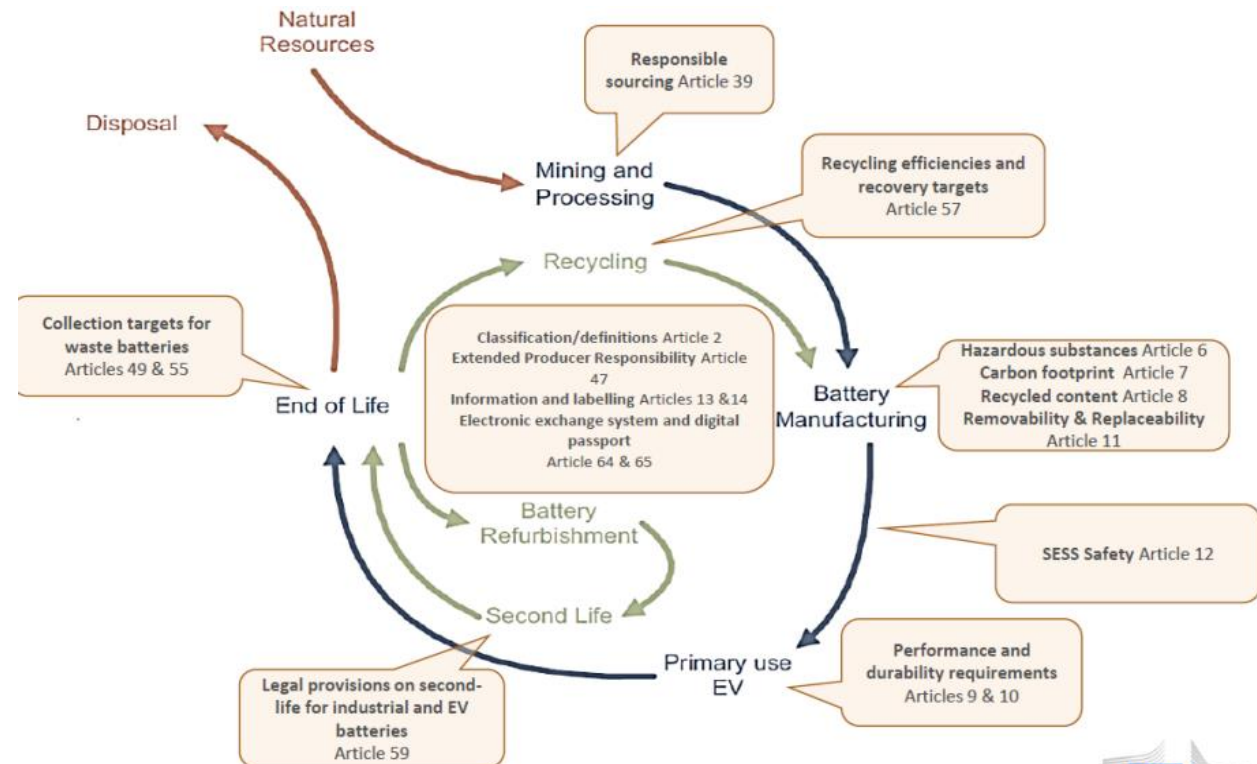
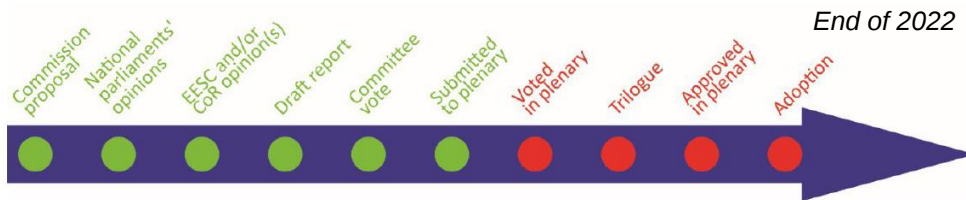
- Nachhaltigkeits- und Sicherheitsanforderungen für Batterien.
- Anforderungen an Leistung und Haltbarkeit.
- Kennzeichnungs- und Informationsanforderungen, z. B. über gefährliche Stoffe.
- Entsorgung von Altbatterien - verstärkte getrennte Sammlung, Recycling und Materialrückgewinnung.

Dies wird die Entwicklung zirkulärer und ressourceneffizienter Konzepte unterstützen, die Abhängigkeit von neuen Materialien und die Umweltauswirkungen ihrer Gewinnung verringern und dazu beitragen, dass erneuerbare Energien bis 2050 klimaneutral werden.

- Eine notwendige Initiative (die Batterierichtlinie stammte aus dem Jahr 2006 und ist veraltet), die im Dezember 19 von der Europäischen Kommission vorgelegt wurde und voraussichtlich bis zum zweiten Halbjahr 2022 verabschiedet werden soll.
- Die neue Batterieverordnung betrachtet den Batteriesektor ganzheitlich und geht zu einem risikobasierten Ansatz über, der Chemikalienmanagement, Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen am Arbeitsplatz, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit berücksichtigt.
- Ein äußerst technischer Vorschlag, der neue Maßnahmen entwickelt (recycelter Inhalt, CO2-Fußabdruck, Sorgfaltspflicht)
- Verknüpfung mit der Industriepolitik (neue EG-Normungsstrategie)
- Die Regulierung muss gut durchdacht sein und auf soliden Bewertungen beruhen, um kontraproduktive Maßnahmen zu vermeiden.

EU Battery Regulation (10.12.2020)

Committee on the Environment, Public Health and Food Safety
(ENVI)



Die Batterieverordnung hat folgende Ziele:

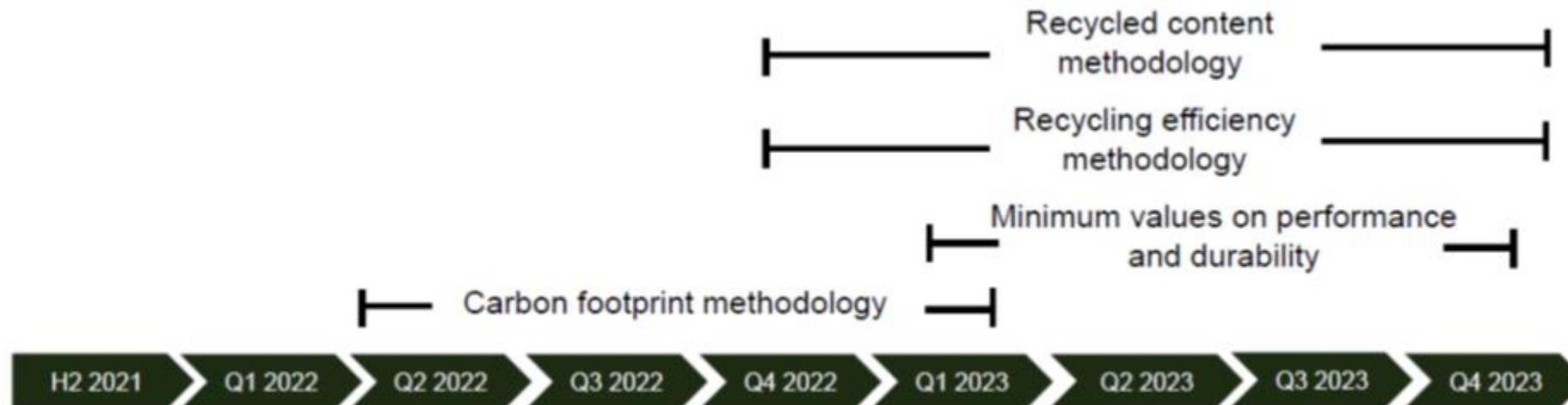
- **Harmonisierung der Produkthanforderungen für Batterien.**
- **Minimierung der Umweltauswirkungen von Batterien.**
- **"Schließung des Kreislaufs" durch Förderung der Wiederverwendung und Verbesserung der Sammlung und des Recyclings von Batterien.**
- **Rechtssicherheit zu schaffen, um Investitionen freizusetzen und die Produktionskapazität für nachhaltige Batterien in Europa und darüber hinaus zu steigern.**

EU Battery Regulation – Kritische Punkte aus Sicht der Batterie Industrie:

- | | |
|-----------|---|
| Art.0 | Grandfathering-Klausel - Müssen alle in Produktion befindlichen Batteriesysteme gemäß der EU-Batterieverordnung requalifiziert werden? |
| Art. 2.37 | Die Definition des Batterieherstellers muss der am besten geeignete Akteur in der Batterie-Wertschöpfungskette sein - der Erstausrüster, um die Sammlung und kontrollierte Rückführung von Altbatterien zu gewährleisten. |
| Art. 6 | Überprüfung der gefährlichen Stoffe, die im Vergleich zu anderen Produktgruppen inkohärente Anforderungen schafft |
| Art. 7 | Berechnung des Carbon Footprint für Batteriesysteme > 2kWh -> Methodik muss festgelegt werden |
| Art. 8 | Mindestziele für den Recyclinganteil, die überdacht werden sollten, da sie einen Anreiz schaffen, Batterien vorzeitig aus dem Verkehr zu ziehen |
| Art.11 | Forderung des Parlaments zur Austauschbarkeit einzelner Zellen in Fahrzeug- und Industriebatterien |
| Art. 14 | Bestimmungen über Batteriemanagementsysteme, die keine Vorlaufzeit für die Hersteller vorsehen, um die notwendigen Programmänderungen vorzunehmen |

EU Battery Regulation – Kritische Punkte aus Sicht der Batterie Industrie:

- | | |
|---------|--|
| Art. 57 | Recyclingeffizienzen : EU-Recyclingkapazität - siehe Art. 8 -Mindestgehalt an recyceltem Material |
| Art. 59 | Die Verpflichtung für Batteriehersteller, jede gebrauchte Batterie in stationären Energiespeicher-systemen und Elektrofahrzeugen wiederaufzuarbeiten |
| Art. 65 | Batteriepass: bei stationären Energiespeichersystemen und Elektrofahrzeugbatterien > 2kWh
-Definition von Datensicherheit, Datenauthentifizierung, Datenspeicherung
-Welche Daten? Z.B. Second Life -Standardisierung von SoH-> SReq |



Article 8 and 57: EU Battery Recycling Ziele

I. Recycling efficiencies in	2023	2025	2030	2035
PbA		75%	80%	
Li-Ion		65%	70%	
II. Material Recovery Rate				
Pb		90%	95%	
Co		95%	98%	
Cu		95%	98%	
Li		35 => 70%	90%	(10th Feb 2022, EP ENVI)
Ni		90%	98%	
III. Recycled Content				
Pb		obligation	85%	85%
Co		To declare	12%	20%
Li		metal	4%	10%
Ni		content	4%	12%
IV. Collection Rate	45%	65%	70	

Definitionen:

I. Recyclingeffizienz: Gewichtsprozent auf der Ebene des gesamten Systems, das bis zur Batteriequalität zurückgewonnen wurde (kein Downcycling).

$$R_E = \sum m_{\text{output}} / m_{\text{input}} \times 100 \text{ [mass \%]}$$

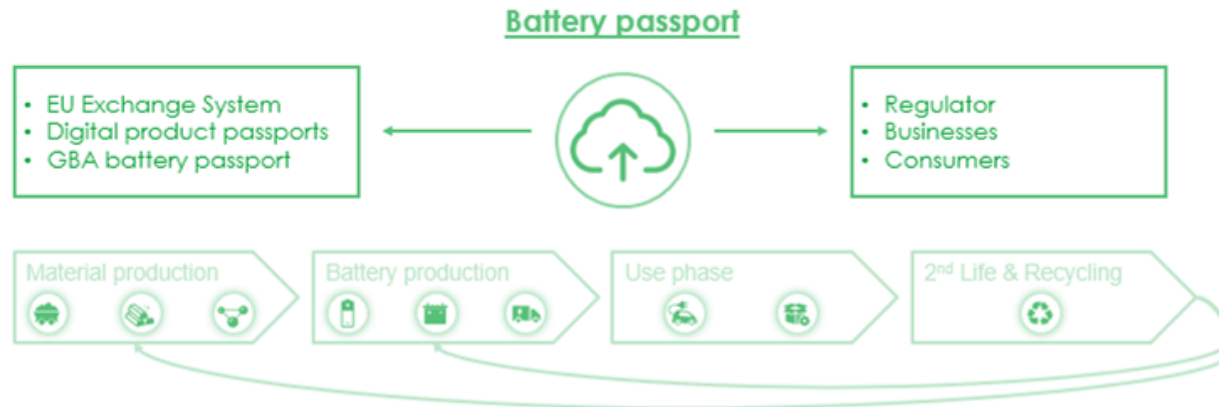
II. Materialrückgewinnungsrate: Gewichtsprozent pro Metallfraktion, das aus dem ursprünglichen Inhalt zurückgewonnen wird (basierend auf der Systemebene).

III. Verwendung von recyceltem Inhalt: Gewichtsprozent des gesamten Systems, das aus sekundären Quellen verwendet wurde.

IV. Sammelrate: Berechnungsschema noch nicht festgelegt.

Article 65: Ein Batteriepass sorgt für eine bessere Datenverfügbarkeit entlang der Wertschöpfungskette von Batterien...

Elektronisches Austauschsystem & Batteriepass



Die vorgeschlagene Batterieverordnung führt ein neues Konzept zur Bereitstellung von Informationen und Kennzeichnungsanforderungen ein, indem sie ein elektronisches Austauschsystem (EES) und einen Batteriepass vorschlägt:

Ein elektronisches Austauschsystem (EES), oder Batteriedatenraum, wird Informationen über jede in der EU in Verkehr gebrachte Batterie registrieren und der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen.

Das Datensystem wird über einen QR-Code mit digitalen individuellen "Batteriepässen" verknüpft sein, die auch Angaben zu Leistungs- und Haltbarkeitskriterien enthalten werden.

Die Daten müssen online und über eine auf der Batterie aufgedruckte oder eingravierte Kennung zugänglich sein!

Batteriedaten über gesamten Lebenszyklus:

Statische Batteriedaten:

- Materialzusammensetzung
- Recycler Inhalt

Dynamische Batteriedaten:

- Gesundheitszustand
- Zyklusdaten
- Daten zu Reparaturen / Austausch

Erklärung zum Kohlenstoff-Fußabdruck:

- Emissionen der Zellproduktion
- Emissionen im Zusammenhang mit den Rohstoffen

Herkunft des Rohmaterials:

- Geografische Materialherkunft
- Sorgfältige Prüfung der Lieferanten

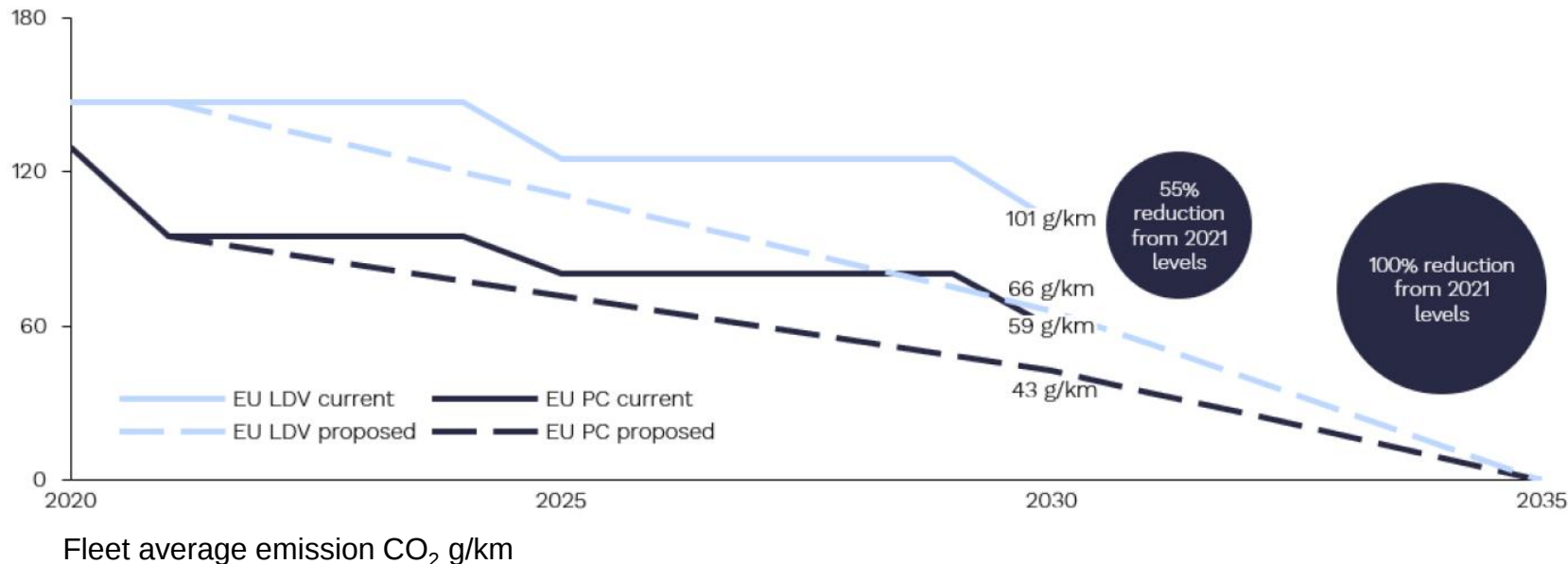
Logistik und Transport:

- Echtheitszertifikat
- Exporte (außerhalb der EU)

Vorgeschlagene neue Standards in der EU.

Der Europäische Green Deal, Fit for 55 und das Verbot von ICE-Fahrzeugen bis 2035.
Am 14. Juli kündigte die EU-Kommission 13 Vorschläge für Rechtsvorschriften zum Klimawandel an, um die vom Europäischen Parlament im Dezember 2020 beschlossenen Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in der Region zu erreichen.

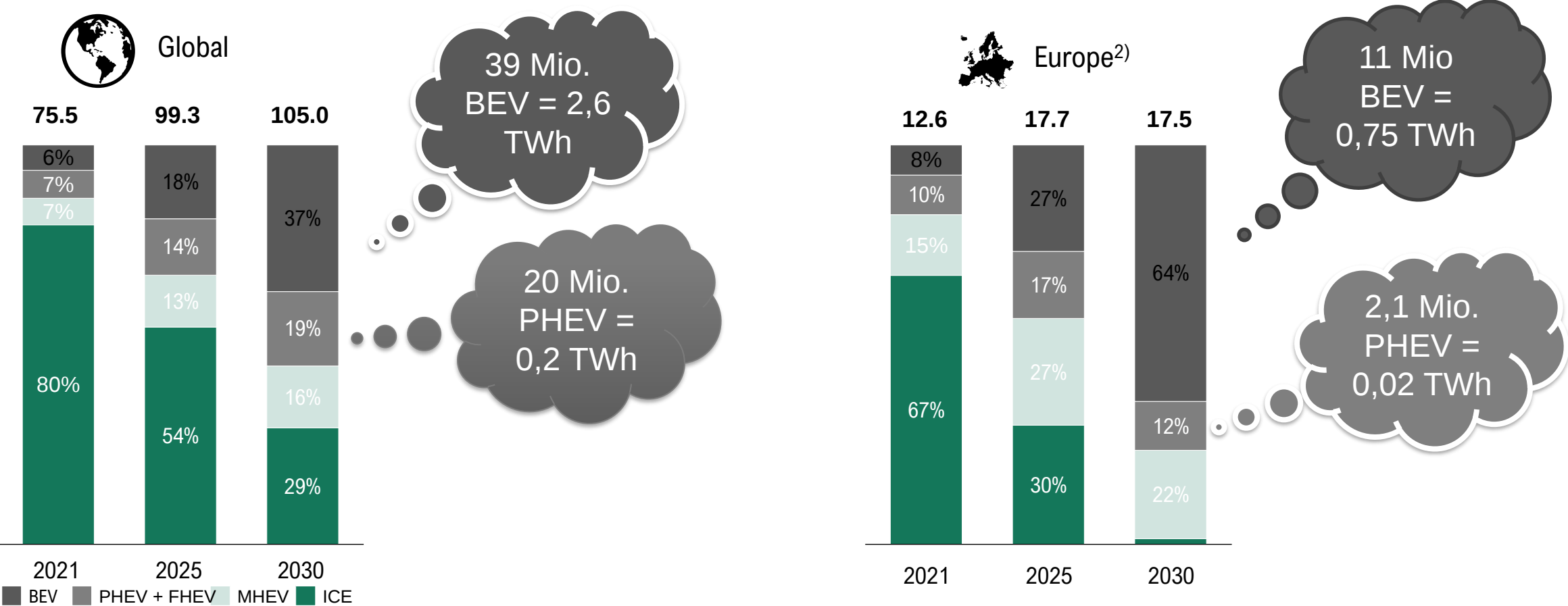
Aktuelle und vorgeschlagene durchschnittliche CO₂-Emissionsstandards für EU-Flotten.



Verbot von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor



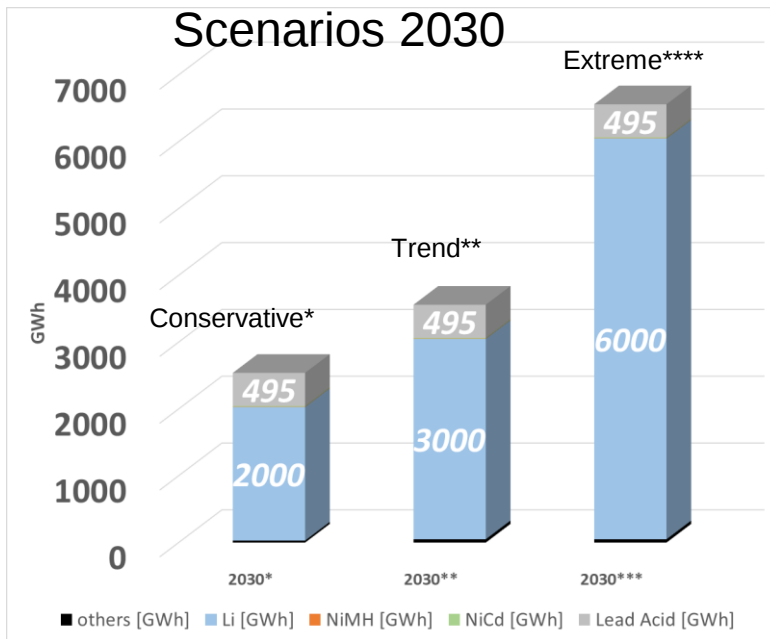
Weltweiter Absatz von BEV-Pkw steigt auf 37 % (2030)



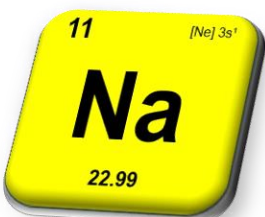
kommunizierte Elektrifizierungsziele stärkstes Wachstum in Europa erwartet (BEV (~66,7 kWh) PHEV (~10 kWh))

Globaler Markt und Technologien

"Bis 2030 werden Lithium-Ionen- und Blei-Säure-Batterien die dominierenden Technologien sein."



Globaler Batteriemarkt 2030 (vor REPower EU)
Das wahrscheinlichste Szenario im Jahr 2030**

	 Pb 82 [Xe] 6s²4f¹⁴5d¹⁰6p² 207.2	 Li 3 1s²2s¹ 6.904	 Ni 28 [Ar] 3d⁸4s² 58.69	 Na 11 [Ne] 3s¹ 22.99
State of the Art	PbA, Pb-C, Thin Plate Pure Lead	NCM, LFP, LMO, NCA, LCO (C; LTO; Si/C)	NiCd, NiMH	NaS, NaNiCl (Hightemp.)
>2023	Pb-Bipolar		NiZn / NiFe	Na-Ion (RT)
>2025		All Solid State		
>2030		Li-Sulfur		
		Li-Air		

F&E-Schwerpunkte Batterie-Endverbraucheranwendungen

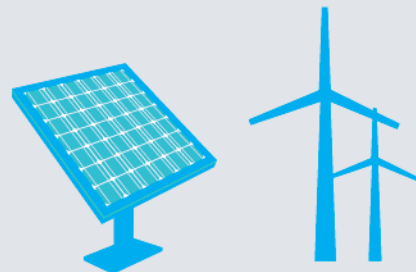
AUTOMOTIVE

Batteries contribute to the decarbonisation of the European transport sector - reducing CO₂ emissions via start/stop batteries and innovative solutions in xEVs



STATIONARY ENERGY

Batteries are indispensable for storing renewable stationary energy coming from solar and wind farms in on grid and off grid solutions. They also contribute to a more stable and reliable grid.



MOTIVE POWER

MATERIAL HANDLING

Batteries are a perfect fit for powering industrial vehicles such as forklifts and cranes, while also reducing noise and emissions.



MOTIVE POWER

OFF-ROAD TRANSPORTATION

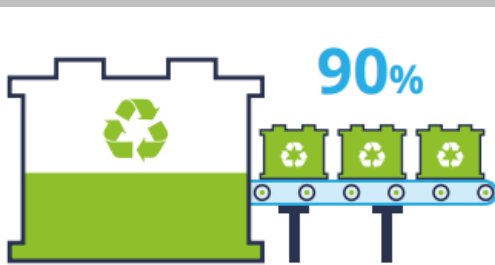
Batteries are widely used in rail, marine and air transportation. The concepts of smart charging of road vehicles to support the energy system is also relevant for off-road because their wide deployment and large energy capacities



- Auszug aus den wichtigsten Anwendungen, die sich um vier Bereiche gruppieren: Automobilmobilität, Material-Handling und Logistik, Off-Road-Transport und stationäre Energiespeicherung.
- Jede Batterietechnologie hat ein erhebliches Entwicklungspotenzial, das durch die Anforderungen der verschiedenen Anwendungen bestimmt wird.
- Keine einzelne Batteriechemie oder -technologie kann alle Herausforderungen der Endnutzernachfrage erfüllen

Etablierte Kreislaufwirtschaft für Bleibatterien

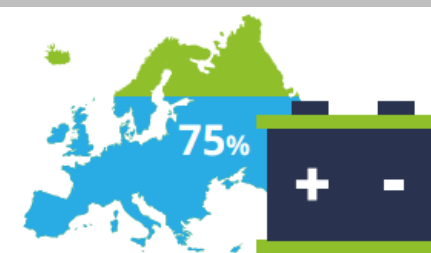
Die Bleibatterieindustrie setzt bereits den Standard, dem andere in der Kreislaufwirtschaft der EU folgen sollen.



90% of a lead battery is recycled at end of life⁴; and nearly all of the lead recovered is re-used in batteries⁵ – creating a circular product cycle that minimises the generation of waste.



A new lead battery is made up of more than 80% recycled material.⁶



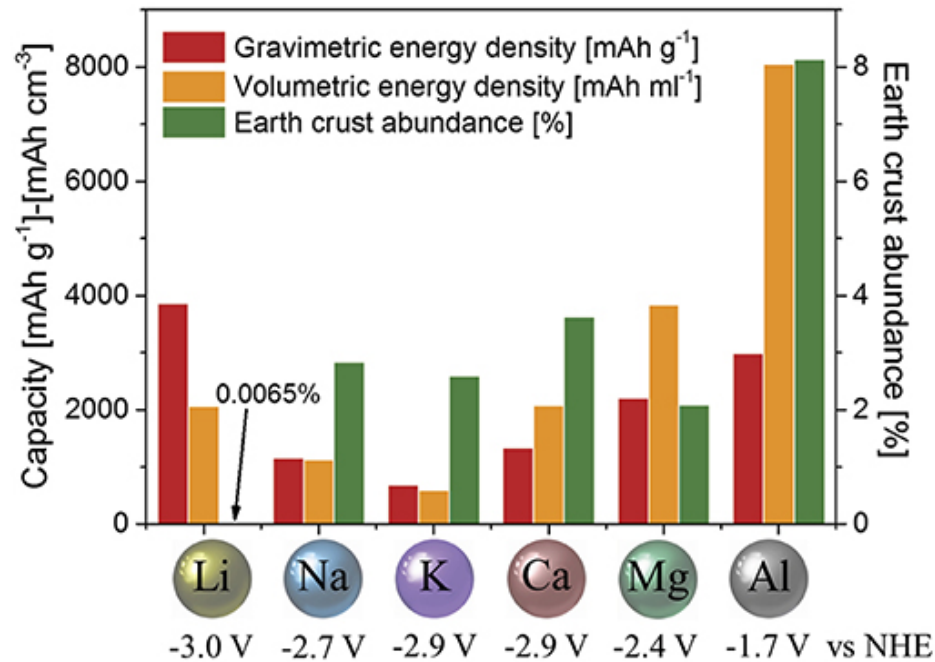
75% of lead in European lead batteries is now produced from recycled sources.⁷



An established collection scheme and state-of-the-art recycling process means more than 100 million⁸ lead batteries are kept out of Europe's waste stream and are used to provide raw materials to make new batteries.



Lead from lead batteries can be infinitely recycled with no loss of performance. Coupled with the high recycling rate of lead batteries, this minimises the need for the mining of virgin materials⁹ – which is the most significant lifecycle stage contributor towards the total environmental impacts of any type of battery.¹⁰



Elia et al. (2016) © 2016 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

- Similar chemistry to lithium
- Compatible with current technologies
- Redox potential similar to lithium, resulting in similar battery voltages for charging and discharging
- Cheaper and more abundant than lithium

SODIUM-ION BATTERIES



- Weight – 3x heavier
- Lower energy density
- Still in the early research and development phase



- Low cost and high abundance
- Redox reaction involves three electrons, meaning a potential high charge storage capacity
- Safe and environmentally friendly
- Safer than lead-acid batteries
- Relatively easy dissolution and deposition
- Metallic Zinc anodes more stable than Mg
- Limited availability of Ni-Zn chemistry combination and production

ALUMINIUM-ION BATTERIES



- Lower voltage production than typical lithium batteries
- Reaction is sluggish and may need to work at high temperatures
- At a very early stage in R&D

ZINC-ION BATTERIES



- Theoretical gravimetric and redox potential low
- Anodes suffer from dendrite formation
- Electrolyte corrosion with certain battery cell designs

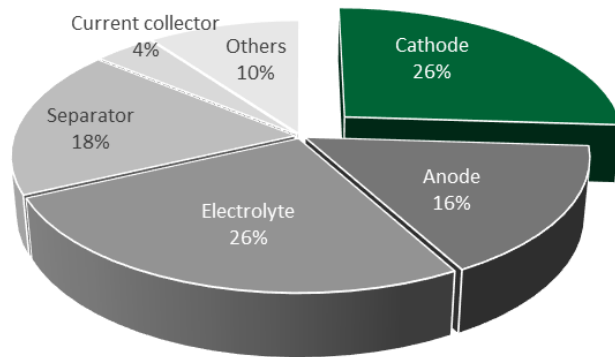
MAGNESIUM-ION BATTERIES



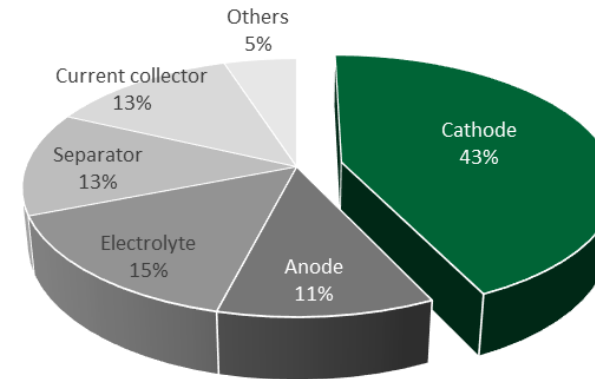
- Metallic magnesium anodes form a passivated layer of insoluble salt by reacting with commonly used solvents and anions
- Slow kinetics and volume expansions
- Still in the early stage of laboratory testing

Natrium-Ionen (SIB) im Vergleich zu Li-Ionen

NaCuFeMnO / Soft Carbon



LFP / Graphite



	Na-ion	Li-ion
cell	NaCuFeMnO/Soft Carbon	LFP/Graphite
Occurrence in the earth's crust	Na: 2.75%	Li: 0.0065%
Element distribution	global	75% in America
cost [RMB/kg]	2	150
cathode (current collector)	Al	Al
anode (current collector)	Al	Cu
Cell cost	60%-70%	100%

Source : <http://www.hinabattery.com/>

Natrium-Ionen (SIB) im Vergleich zu Li-Ionen



	Lead-Acid	Na-ion	Lithium-ion
Energy Density [Wh/kg]	30-50	100-150	150-250
Voltage [V]	1.5-2.4	2.8-3.5	3.0-4.5
Cycle life	~300	1000+	3000+

Hina realized series production of Na-ion battery this year in China. Used for ESS and Low-speed vehicles.

Source : <http://www.hinabattery.com/>

Chinesischen Medienberichten zufolge sollen im Pilotmaßstab hergestellte Natrium-Ionen-Zellen etwa 500 Yuan pro Kilowattstunde kosten, also etwa 65 €/kWh. In der Serienproduktion sollen die Kosten auf 200-300 Yuan, d.h. 26-39 €/kWh, halbiert werden.



Battery Innovation Roadmap 2030 v2.0 - EUROBAT

- ✓ Alle Batterietechnologien sind komplementär: jede hat spezifische Merkmale und ein erhebliches Entwicklungspotenzial
- ✓ Unterschiedliche Technologien haben strategische Vorteile in Bezug auf die Verfügbarkeit von Rohstoffen, um die Wettbewerbsfähigkeit, die autarke Beschaffung und die Herstellung zu verbessern
- ✓ Die Entwicklung aller Batterietechnologien wird einen maximalen Beitrag zur Erreichung der Nullverschmutzungsziele leisten.
- ✓ Hohes Entwicklungspotenzial für advanced Li-Ion-Batterien, Gen 4. Solid-State-Batterien und Gen 5.
- ✓ Neue Technologien sind ebenfalls erforderlich. Natrium-Ionen-Raumtemperaturbatterien (Na-Ionen-RT) sind die vielversprechendste Zukunftstechnologie in Bezug auf Kosten, Verfügbarkeit von Rohstoffen und Leistung.

Thank you!

Any questions?



www.hoppecke.com