



umicore
materials for a better life

Elektromobilität – Rohstoffversorgung nachhaltig gestalten

10. April 2018
Helmholtz-Institut Freiberg

HIF Resource Talk

Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



Rohstoffe:
So gelingt die Energiewende

Umicore: Globales Technologie- & Recyclingunternehmen

~9800 Mitarbeiter, 65 Produktions- & F&E-Standorte global, 2,9 Mrd € Umsatz*



Eines von drei weltweit führenden Unternehmen für Autoabgas-Katalysatoren und Partikelfilter



Ein führender Zulieferer von Schlüsselmaterialien für Li-Ionen Batterien und Brennstoffzellen



Ein weltweit führendes Recyclingunternehmen für komplexe Abfallströme mit Edelmetallen und anderen Wertmetallen

*2017, ohne Metalle

Li	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Ru	Rh	Pd	Ag	In	Sn	Sb	Te	Ta	W	Re	Ir	Pt	Au	Pb	Bi	La	Ce	Pr	Nd
Lithium	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Ruthenium	Rhodium	Palladium	Silver	Indium	Tin	Antimony	Tellurium	Tantalum	Tungsten	Rhenium	Iridium	Platinum	Gold	Lead	Bismuth	Lanthanum	Cerium	Praseodymium	Neodymium



- ▪ Rohstoffbedarf für Li-Ionenbatterien
- 'Circular Economy' Strategie der EU
- Bedeutung des Batteriekreislaufs
- Reality Check – Recycling von Elektro(nik)-Produkten
- Recycling von Li-Ionen Batterien
- Fazit

EU Battery Alliance - Bekenntnis zu nachhaltigen Lieferketten & Recycling



European Commission - Speech

Speech by Vice-President for Energy Union Maroš Šefčovič at the Industry Days Forum on the Industry-led initiative on batteries / the EU Battery Alliance

Brussels, 23 February 2018

It is a great pleasure to open this Panel on the EU Batteries Alliance.

Our objective for the Alliance is simple, but the challenge is immense. We want, almost from scratch, to create a competitive and sustainable, battery cell manufacturing in Europe supported by a full EU-based value chain.

....

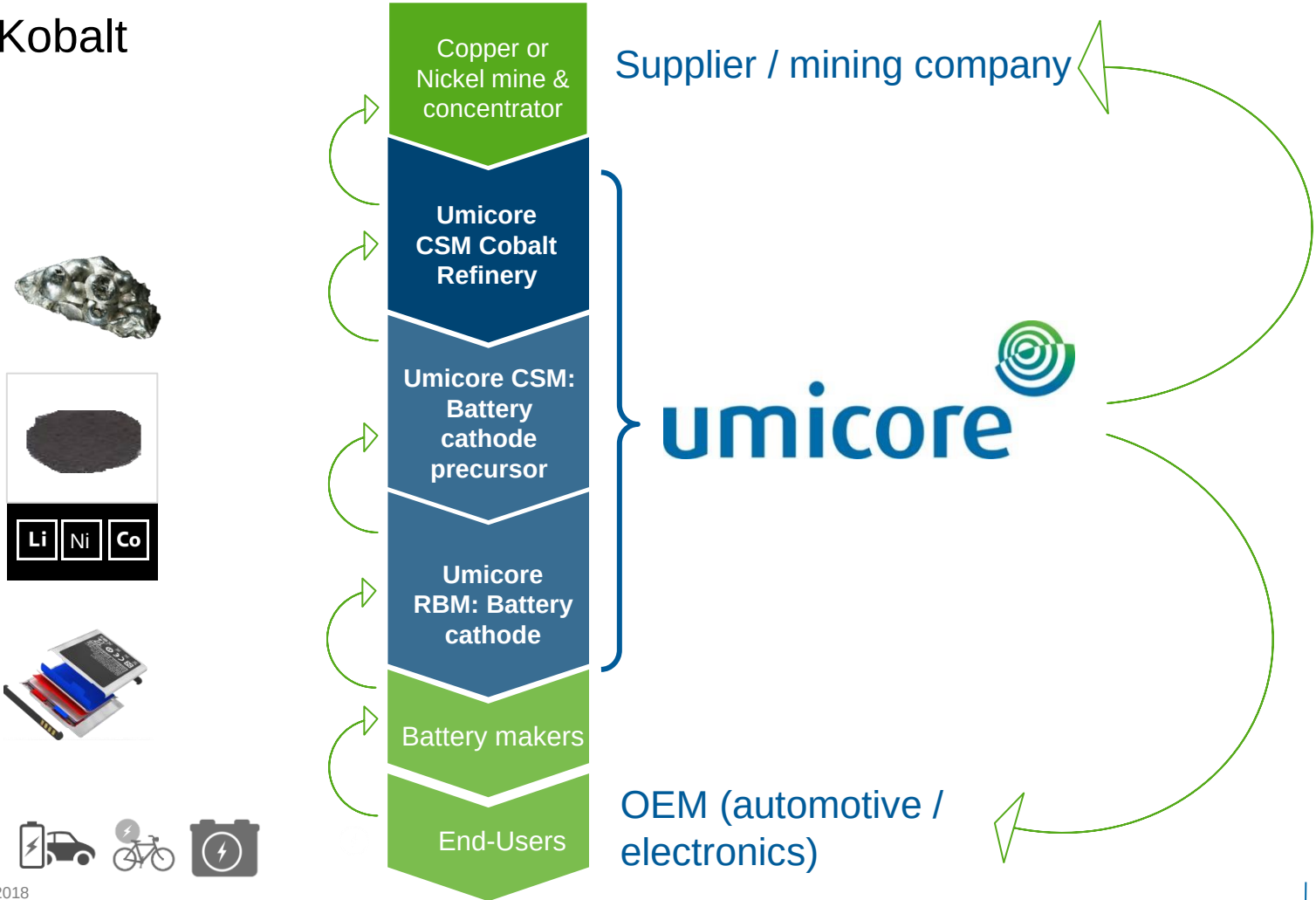
And we will also hear from Diego about the excellent work of InnoEnergy – and its network of more than 80 industrial and innovation actors – to jointly propose 20 priority actions to establish a full competitive value chain in Europe. Diego, I will be particularly interested to hear about the proposals for a value chain centred on "green" high performance batteries. Meaning: sustainable and responsible supply of raw materials, clean energy based production process, recyclability and second use. I am convinced this should be the basis for our global competitive advantage.

Wichtig: Berücksichtigung vieler interdependenter Themenfelder

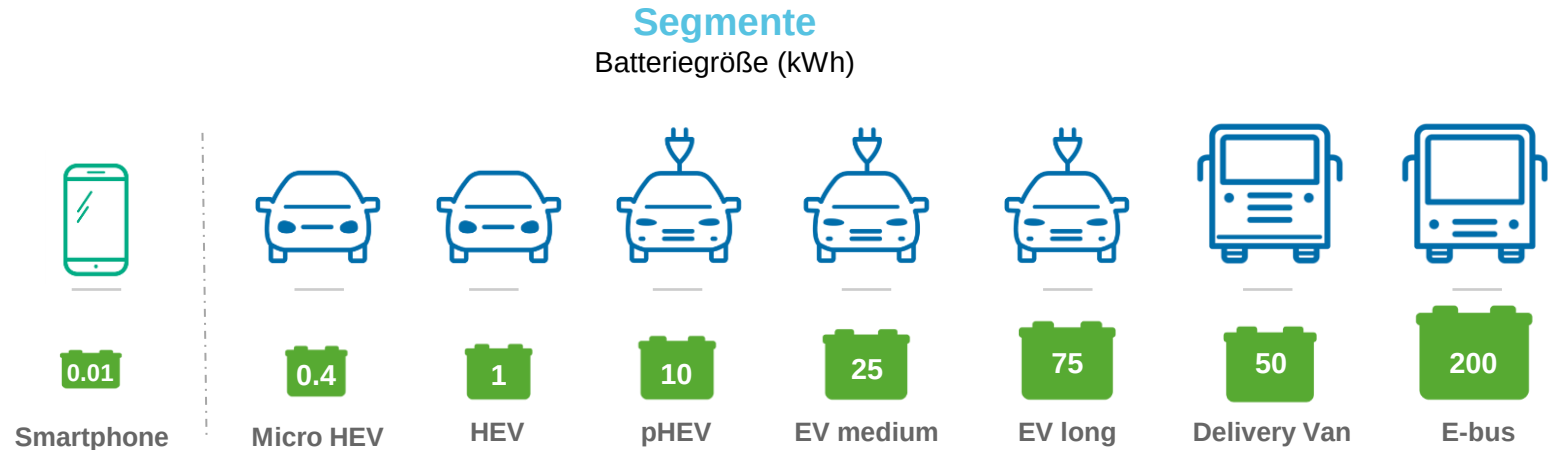


Materialfluss von der Mine bis zum OEM

Beispiel Kobalt



Rohstoffimplikationen der Elektro-Mobilität

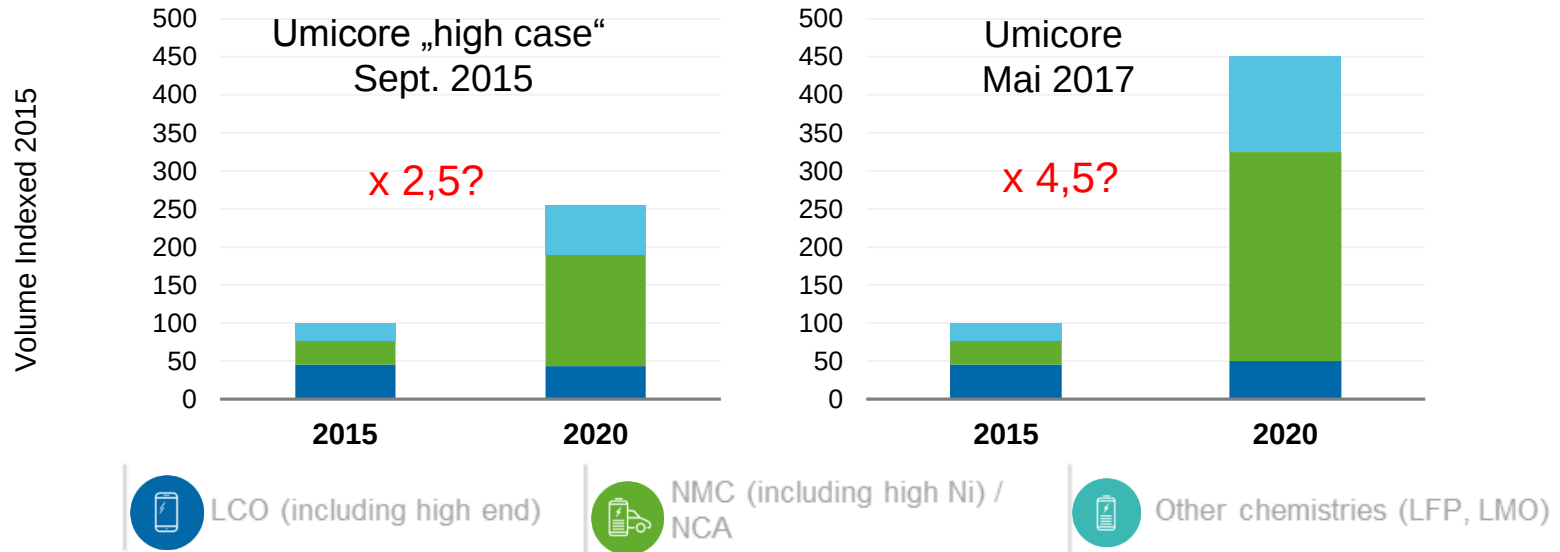


Für automobile Anwendungen:
 Anteil Kathodenmaterial in Batterie: 1,5 - 2 kg/kWh
 Kobaltanteil im Kathodenmaterial: ~ 0,15 – 0,4 kg/kWh

Weitere Schlüsselrohstoffe: Lithium, Nickel, Graphit (Batteriezellen);
 Seltene Erden & Kupfer (Motor); Platin (Brennstoffzellen)

Marktperspektive Li-Ionen Batterien

Was ist der zukünftige Bedarf an Kathodenmaterial/Co?



- Beschleunigte xEV Verbreitung durch Gesetzgebung und Kundennachfrage (push-pull)
- Beeinflusst v.a. NMC Nachfrage (bevorzugtes Kathodenmaterial für EVs)

Siehe auch Agora Report, Okt. 2017

<https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/strategien-fuer-die-nachhaltige-rohstoffversorgung-der-elektromobilitaet/>



Verfügbarkeit von Kobalt ausreichend?

Ja, aber ...

- Ausreichende geologische Verfügbarkeit von Co, Ni, Li für wachsende E-Mobilität
- DR Kongo: ~ 60% der Co Welt-Bergbauproduktion (140 kt), wird wichtiger Spieler bleiben.
80% der DRC Produktion aus industriellem Bergbau in Südost-Provinz (kein „Konfliktmetall“)
- 20% DRC Co aus Kleinbergbau (z.T. schlechte Sicherheits- & Sozialstandards, Kinderarbeit)
- China: ~50% der Welt-Raffinadeproduktion (100 kt)
- 98% des Co ist Beiprodukt des Cu- und Ni-Bergbaus
→ Co Minenproduktion v.a. abhängig von Preisentwicklung bei Cu, Ni
- Neue Minenkapazitäten sind im Aufbau, aber temporäre Lieferengpässe und Preisspitzen möglich.

Quelle:

DERA Deutsche Rohstoffagentur
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Commodity TopNews
Fakten • Analysen • Wirtschaftliche Hintergrundinformationen

53

KOBALT AUS DER DR KONGO – POTENZIALE, RISIKEN UND BEDEUTUNG FÜR DEN KOBALTMARKT

May 2017

Siyamend Al Barazi, Uwe Näher, Sebastian Vetter, Philip Schütte, Maren Liedtke, Matthias Baier, Gudrun Franken

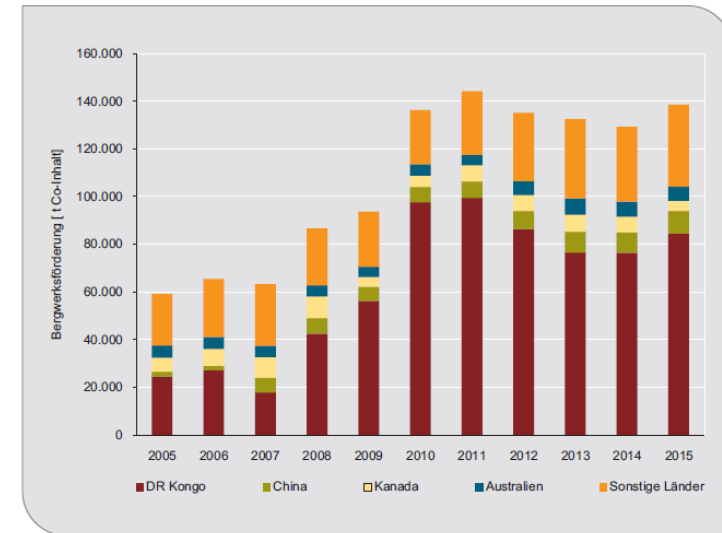


Abb. 2: Entwicklung der Bergwerksförderung zwischen 2005 und 2015 (Datenquelle: BGR 2017).

JRC 2016 – potentieller Co Engpass 2030 ...

... sofern nicht Gegenmaßnahmen greifen



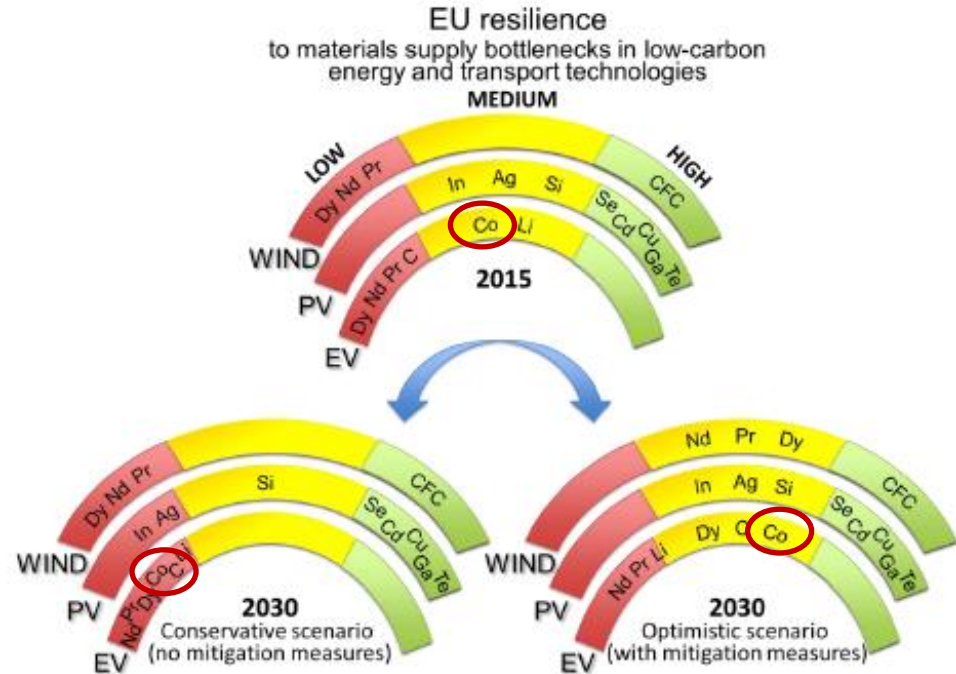
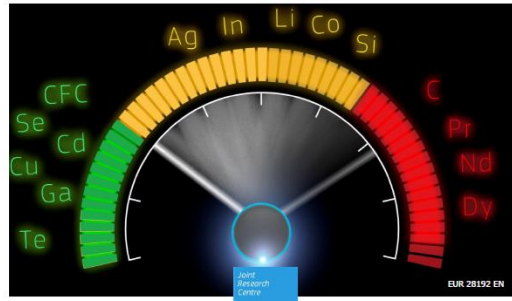
JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-carbon energy and transport technologies in the EU

Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030

Darina T. BLAGOEVA, Patricia AVES DIAS, Alain MARMIER, Claudiu C. PAVEL

2016



×

×

×

Recycling

Substitution

EU Rohstoffproduktion

✓

✓

✓

Risiken und Vermeidungsstrategien

(s.a. JRC, Agora, DERA Reports)

Risiken:

- Verfügbarkeits- & Preisrisiko
- Reputations-Risiko für Downstream Anwender bei Hinweisen auf Sozial- und Umweltprobleme in der Lieferkette

Vermeidungsansätze:

- (Partielle) Substitution und hohe Ressourceneffizienz bei der Produktion von Batteriematerialien
- Diversifizierung der primären Rohstoffbasis
- Umfassendes & effektives Recycling von Co-haltigen Rückständen
- Responsible Sourcing

Empfehlungen:

- Verpflichtender Due Diligence Codex für Co entlang der Batterie-Wertschöpfungskette; Förderung der internationalen Kooperation zum nachhaltigen Bergbau auf Batteriematerialien
- Aufbau eines globalen Recycling Systems für Li-Ionen Batterien
- Revision der EU Battery Directive: eigene LIB-Kategorie; spezifische Recyclingquoten für Co, Ni, Li
- F&E im Bereich Batterietechnologien zur Erhöhung der Materialeffizienz

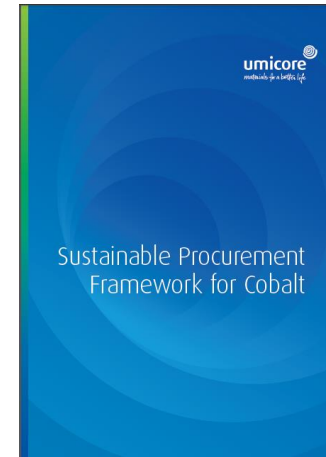
Umicore's Sustainable Procurement Framework for Cobalt

The Framework was created to assure that all upstream practices are in line with Umicore's Standards, as listed in the Umicore Sustainable Procurement Charter:

- no child or forced labour;
- business ethics and compliance to law;
- environmental impact;
- occupational health and safety

Inspired by OECD's 5-steps process
Applied to all purchases of Cobalt in Umicore

<http://www.umicore.com/en/cases/sustainable-procurement-framework-for-cobalt/>



"THIS IS WHAT WE DIE FOR"

HUMAN RIGHTS ABUSES IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO FORMER THE ZAIR, TRADE IN COBALT



In 2014 Umicore was the first company in the industry to implement an initiative to manage the specific sustainability and responsible sourcing risks inherently linked to the mining of cobalt. Continued improvements to this approach, combined with in-depth field experience, culminated in 2014 in the creation of a dedicated Sustainable Procurement Framework for Cobalt. This framework is inspired by the 2013 OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals.

The main goal of the Umicore Sustainable Procurement Framework for Cobalt is to avoid by all possible means that cobalt in Umicore's supply chain is related to human rights issues, unethical business practices, environmental and health concerns or unacceptable labour practices.

Umicore has engaged PwC* to review the compliance of its cobalt procurement in 2015 with the Umicore Sustainable Procurement Framework for Cobalt. PwC has expressed independent reasonable assurance on Umicore's 2015 Compliance Report in accordance with the Umicore Sustainable Procurement Framework for Cobalt for the reporting year 2015. Umicore is committed to continuous improvement and has taken benefit of the audit findings and recommendations to strengthen further its management systems, procedures and processes.

A detailed description of Umicore's Sustainable Procurement Framework for Cobalt is available on Umicore's website or on request via the sales teams of Umicore's Cobalt & Specialty Materials and Rechargeable Battery Materials business units. Further information on the Assurance Opinion and Umicore's Compliance Report can be requested as well.

*PwC België/Vlaanderen vzw, toegelaten vennootschap met beperkt aansprakelijkheid
PwC Belgium/België vzw, toegelaten vennootschap met beperkt aansprakelijkheid

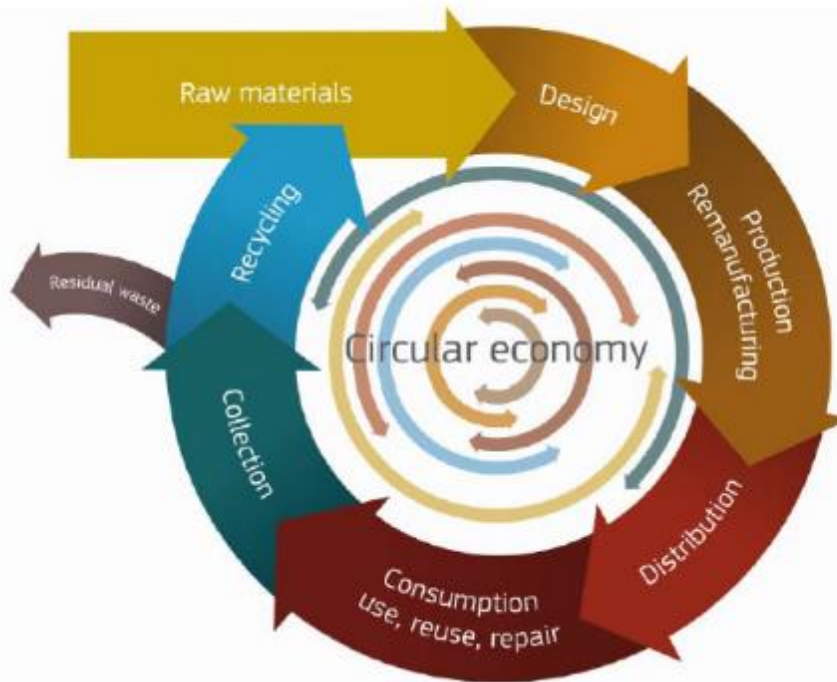


- Rohstoffbedarf für Li-Ionenbatterien
- ▪ ‘Circular Economy’ Strategie der EU
- Bedeutung des Batteriekreislaufs
- Reality Check – Recycling von Elektro(nik)-Produkten
- Recycling von Li-Ionen Batterien
- Fazit

Circular Economy Paket EU der Kommission

“... where the value of products, materials and resources is maintained in the economy for as long as possible, and the generation of waste minimized... to develop a low carbon, resource efficient and competitive economy”

EC Communication Dec. 2015 “Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy



Metalle = idealer Kandidat:
“unendlich” recycelbar,
 kein Downcycling, kein
 Qualitätsproblem bei
 Sekundärmetallen...

Source: EU-COM (2014)
 398, Towards a circular
 economy, 2.7.2014

Hierfür gelten Grundbedingungen ...

Circular Economy aus der Metallperspektive

- **Physisch:** Wiedereinsatz von EoL-Materialien in Neuprodukten
→ Fokus auf Qualität & Performance der angewandten Recyclingprozesse
- **Ökonomisch:** Erlöse müssen Gesamtkosten der Recyclingkette abdecken
→ vollständige Sammlung, Optimierung der Recyclingkette, Economies of Scale
→ besondere Anforderungen für Qualitätsrecycling komplexer Konsumgüter
→ Generierung geeigneter Recyclinganreize
- Recycling – Schlüsselbeitrag zur Ressourceneffizienz
→ Angebotsseite: Komplementarität von sekundären & primären Rohstoffen
→ Nachfrageseite: Ressourcen-effiziente Materialien, Substitution, Produkt Design & effiziente Nutzung



Circular economy = umfangreiches Materialrecycling am Produkt-Lebensende,
wann und wo auch immer dieses eintritt → **Schlüsselrolle Geschäftsmodelle**

Kreislaufschließung für Batterien

Entscheidend für eine nachhaltige Elektro-Mobilität

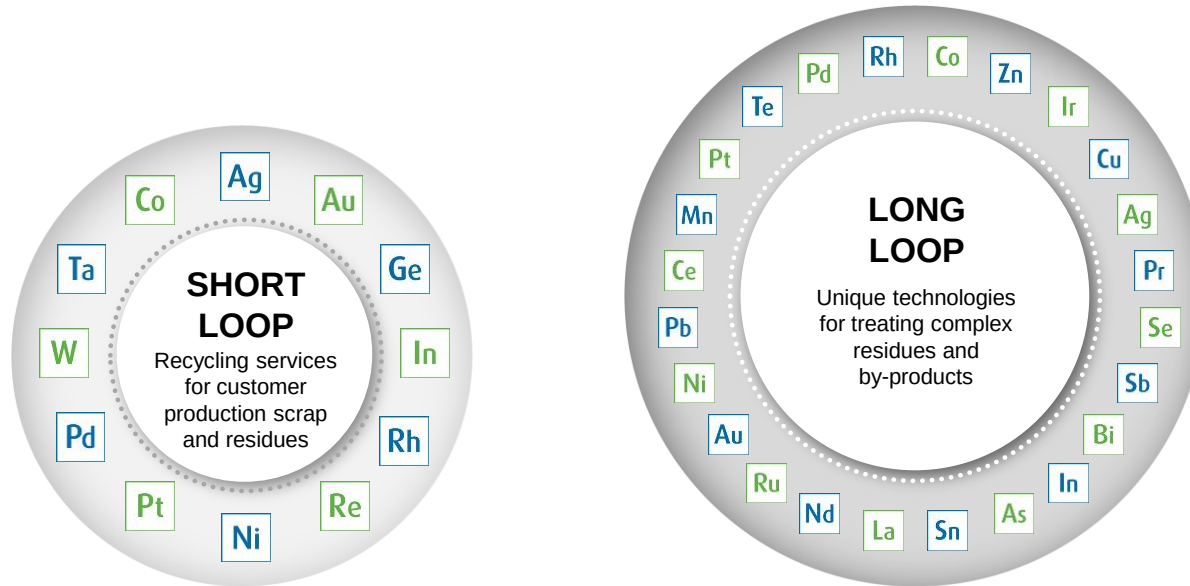
Recycling essentiell:

- **Ergänzung** des **Primärangebots** von Co, Li, Ni & Cu
- **Verantwortungsvoller Rohstoffbezug**, „saubere“ Vorkette
- **Geografische Diversifizierung**, Verringerung der Abhängigkeit von DR-Kongo (Co: 60% Minenproduktion, ~50% globale geolog. Reserven)
- **Ökologischer Vorteil** gegenüber Bergbau (höhere Metallkonzentration)
 - geringerer Energie-, Wasser- & Flächenbedarf
 - i.d.R. weniger Verunreinigungen als Erze
 - Wichtiger Beitrag zur Reduktion des CO₂ Fußabdrucks der E-Mobilität



**EU ist Ressourcen-reich bei Nutzung von Altprodukten
& Abfall als „Urban Mine“**

Wir bewegen uns in 2 Arten von Kreisläufen



B2B - geschlossen – Markt getrieben

- **Maßgeschneiderte** Lösungen für Industriekunden
- Recycling Teil des **Geschäftsmodells**
- Professionell, **transparent**, minimale Verluste

B2C - offen – Gesetzgebung wichtig



- Typisch für Konsumgüter & komplexe Reststoffe
- Recycling abhängig von Marktverfügbarkeit → Sammlung!
- High-Tech Prozesse & hohe Investitionen



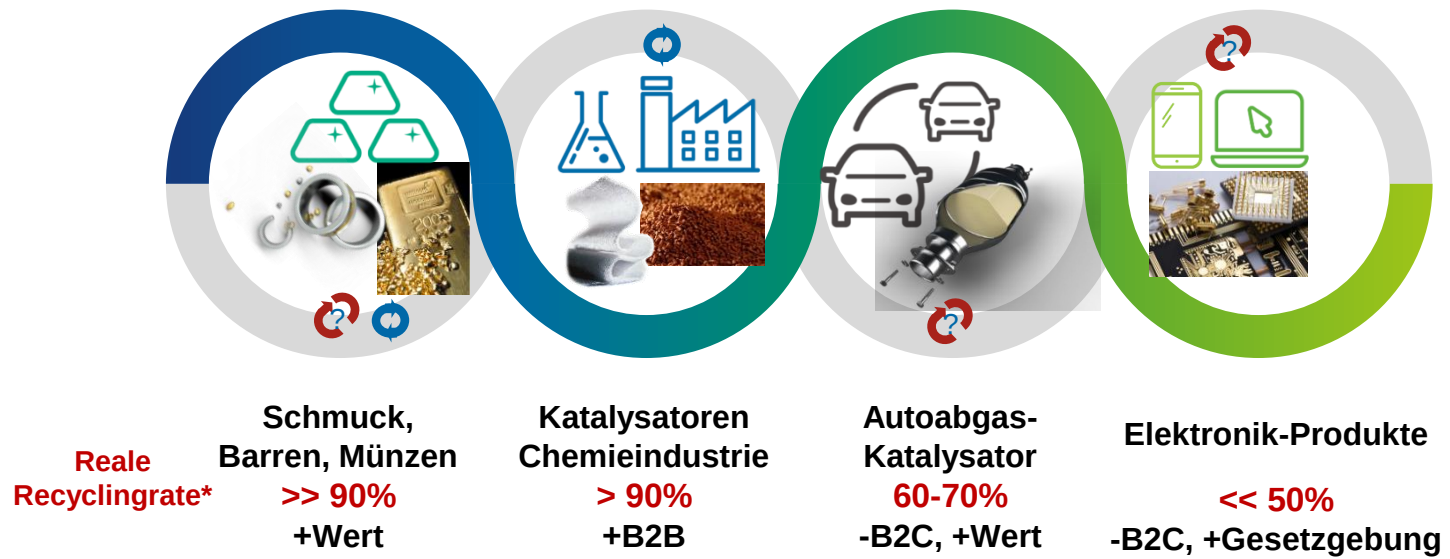
- Rohstoffbedarf für Li-Ionenbatterien
- 'Circular Economy' Strategie der EU
- Bedeutung des Batteriekreislaufs
- ▪ Reality Check – Recycling von Elektro(nik)-
Produkten
- Recycling von Li-Ionen Batterien
- Fazit



Edelmetalle in der Kreislaufwirtschaft

Technisch ist nahezu verlustfreies Recycling möglich, aber ...

Edelmetall-Recyclingausbeute Umicore Prozess: >> 95%



= short, closed loop (B2B)
 = long, open loop (mainly B2C)

* Der Edelmetalle Au, Ag, Pt, Pd, Rh über den gesamten Produkt-Lebenszyklus

Hohe technische Recyclingeffizienz

z.B. metallurgisches Recycling komplexer EM-haltiger Fraktionen

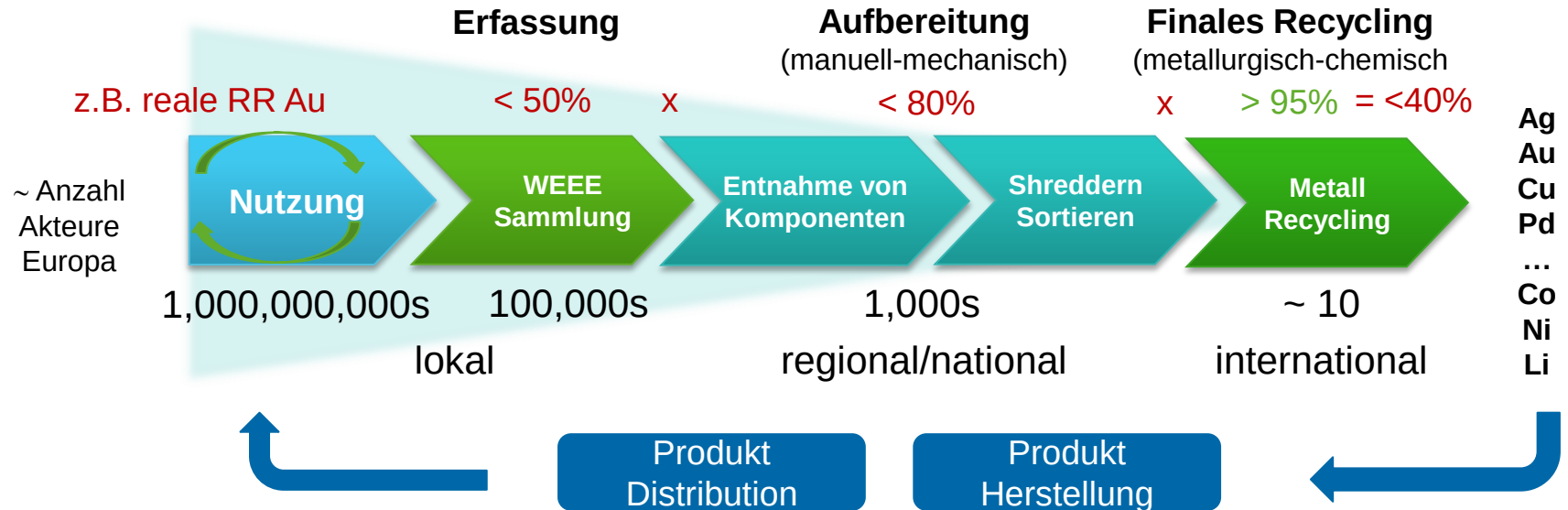


Integrierte Metallhütte, Umicore-Hoboken,
Antwerpen, Belgien

- Effiziente Rückgewinnung von 17 Metallen im Hauptprozess:
Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Cu, Pb, Ni, Sn, Bi, Se, Te, In, Sb, As
- Bis zu 500 000 t/a Input
- Zusätzlich Spezialprozess zum Recycling von Li-Ionen Akkus, Gewinnung von Co, Ni, Cu, Li & Seltene Erden Konz.
- Eigenentwicklung, innovative Technologie, hohe Metallausbeuten & Energieeffizienz, minimale Emissionen

Kein Recycling ohne Sammlung

Beispiel WEEE - Hohe Metallverluste v.a. in den ersten Stufen

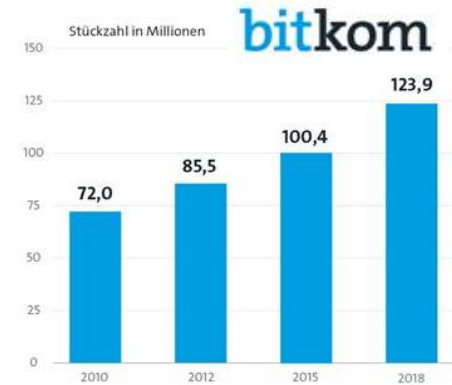


- ✗ Unzureichende Erfassung, mangelnde Transparenz, illegale Abfallexporte, Wettbewerbsverzerrung durch Preisdumping & schlechte Recyclingverfahren ⇒ hohe Metallverluste & Umweltbelastung
- ✗ Offizielle „Recyclingraten“ (RR) sind eigentlich Sammelraten (falscher Messpunkt)

Hohe Kreislaufverluste bei portablen Batterien

– Defizite bei Sammlung & Stoffstromverfolgung

- Sehr großes **ungenutztes Recyclingpotenzial** für Co aus LIB
Global ~30 000 t/a Co Einsatz für portable Batterien (Elektronik, Werkzeuge, ...),
aber nur sehr geringe Recyclingraten → Co wäre ausreichend für 3-4 Mio Evs
- Aktuelle **bitkom Studie**: 124 Mio Handys in deutschen Schubladen
- Effiziente & saubere **Recyclingverfahren verfügbar**
→ Co, Ni, Cu, Li...
- Umfassende & sichere **Sammlung**
ist Schlüssel für Erfolg
→ **Recyclinganreize schaffen**
- „**Business as usual**“ nicht ausreichend
→ Pfandsysteme, z.B. für Handys?
→ Servicemodelle (Leasing) ggü. Eigentum bieten Synergien über Recycling hinaus
(Kosten, Kundenbeziehung, Link zu Infrastruktur, Digitalisierung, Mobilitäts-Plattformen, ...)



Basis: 1.009 Personen ab 14 Jahren in Deutschland
Quelle: Bitkom Research



- Rohstoffbedarf für Li-Ionenbatterien
- ‘Circular Economy’ Strategie der EU
- Bedeutung des Batteriekreislaufs
- Reality Check – Recycling von Elektro(nik)-Produkten
- ▪ Recycling von Li-Ionen Batterien
- Fazit

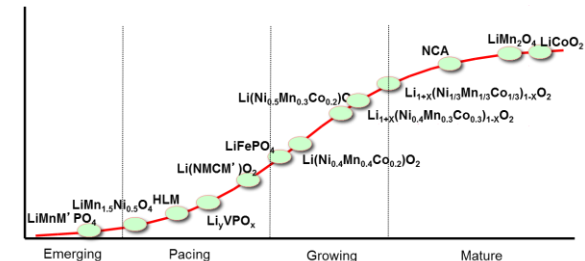
Anforderungen an das LIB-Recycling

Technische Basisanforderungen:

- Hohe effektive **Recyclingraten** der **Funktionsmaterialien** Co, Ni, Li
→ marktfähiger, wieder einsatzfähiger Metallrohstoff
- **Umwelt**gerechte & energieeffiziente Recyclingverfahren entlang der Kette
- Hohe **Sicherheit** beim Umgang mit Batteriesystemen und Recyclingmaterialien
(→ elektr. Restladungen, Elektrolytsubstanzen)

Ökonomische Anforderungen

- **Kosteneffizienz** & Economies of Scale
- Umgang mit großen Volumenströmen im **industriellen Maßstab**
- **Flexibilität** im Umgang mit unterschiedlichen Batterietypen und chemischen Zusammensetzungen



Umicore Recycling Prozess für Li-Ionen Batterien



Basis: Erfahrung mit großtechnischen Recyclingprozessen

Hoboken Recyclinganlage für
Edel- und Sondermetalle
>1000 t / Tag
bis zu 500.000 t / Jahr

Umicore

Industrielle Pilotanlage
Batterie Recycling
7000 t / Jahr



...Erfahrung & Know-How für Ausbau auf > 100.000 t/a

Vorbehandlung in Abhängigkeit von Größe

Flexible on Size

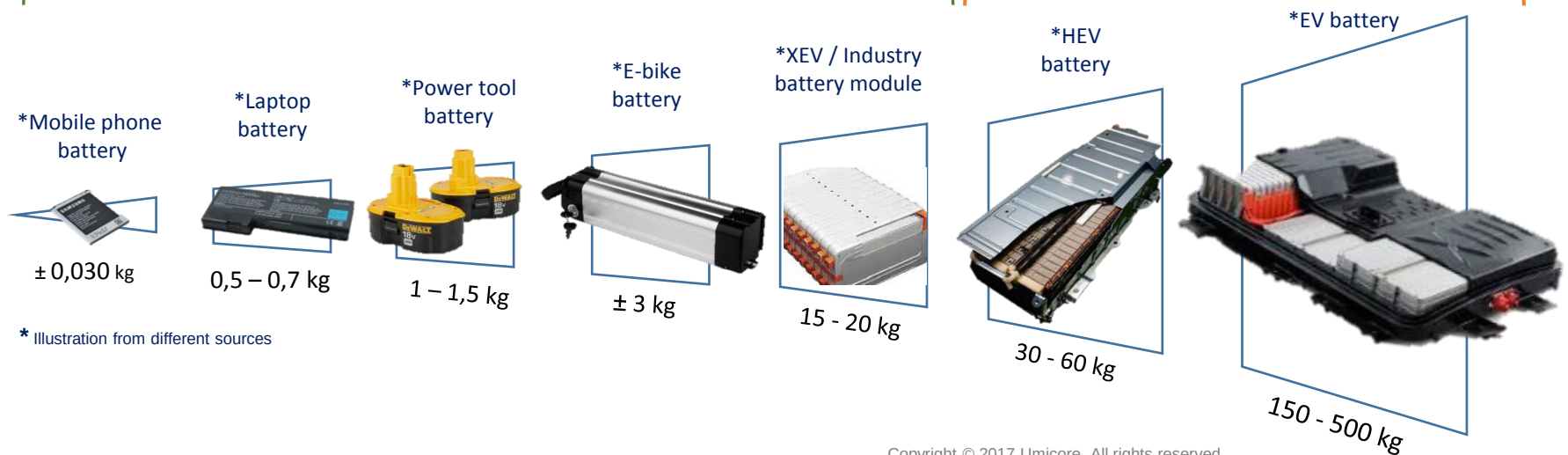
- Medium sizes → directly to furnace
- Larger sizes after (partial) dismantling

No pre-treatment necessary

= direct feed to the furnace

Pre-treatment necessary

= dismantling to module/cell level



Demontage von xEV Batteriesystemen



· HANAU, GERMANY 



Pack material
(CU cables, steel, plastics,...)

Local certified recyclers



Electronic components

Umicore Precious Metal Recycling



Battery modules / cells

Umicore Battery Recycling, Hoboken

Copyright © 2017 Umicore. All rights reserved

Metallurgisches Batterierecycling Umicore

effizientes Verfahren im industriellen (Pilot)Maßstab

Capacity 7,000 mt/yr

- $\pm$ 250 mio mobile phone batteries
- $\pm$ 200,000 HEV's
- $\pm$ 35,000 EV's

Recycled products:

- Alloy: Cu – Co – Ni
- Slag : for Li-Ion: lithium concentrate
for NiMH: rare earth concentrate
- Flue dust: controlled separation of F

Eco-efficient:

- Close-to-zero waste
- Advanced gas cleaning
- Energy of battery used to obtain high temperature (electrolyte, metals, plastics)





- Rohstoffbedarf für Li-Ionenbatterien
- ‘Circular Economy’ Strategie der EU
- Bedeutung des Batteriekreislaufs
- Reality Check – Recycling von Elektro(nik)-Produkten
- Recycling von Li-Ionen Batterien
- Fazit

Anforderungen an Batterie-Kreislaufwirtschaft

Intrinsische Faktoren:

- Materialwert → Batterie-Chemie & Preisentwicklung Co, Ni, Cu, Li
- Batteriezusammensetzung & Design; Zugänglichkeit im Altfahrzeug
- Geschäftsmodelle (B2C vs B2B)
 - Batterie-Leasing, shared mobility, EV Flotten/Service Modelle (B2B):
 - generiert inhärente Anreize für Reparaturfreundlichkeit / 2nd Life & Qualitäts-Recycling; kritische Masse/Kosteneffektivität @ industriellen Akteuren; inhärente Transparenz

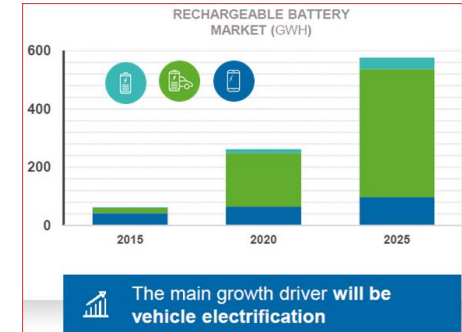
Externe Faktoren:

- Sammel-Infrastruktur
- Externe Sammel- & Recyclinganreize
 - Pfand, Abgaben, EPR Systeme, öffentliche Beschaffung ...
- **Qualität & Wirtschaftlichkeit der Recyclingprozesse**
 - technische & Umwelt Performance; verfügbare Mengen
- Gesetzgebung / Kontrolle / Vollzug
 - Sicherstellung eines umfassenden & hochwertigen Recyclings
- Akteurskooperationen entlang des Lebenszyklus
 - OEMs, Handel, Nutzer, Rücknahmesysteme, Recycler

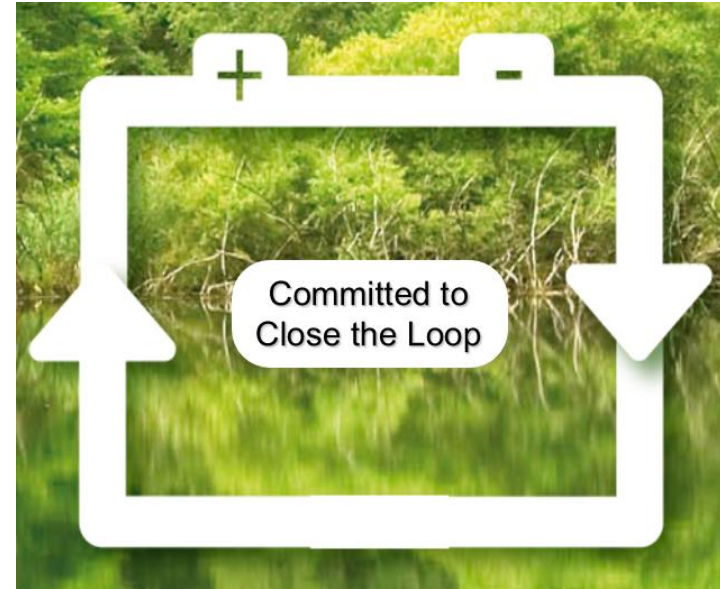
*Kein Recycling ohne Erfassung und
Einststeuerung in geeignete Prozesse!*

E-Mobilität als idealer Testfall für die Kreislaufwirtschaft

- Erwartetes starkes Marktwachstum **treibt Metallnachfrage** für Co, Li, Ni, Cu, REE, ...
→ **Sekundärrohstoffe** zur Ergänzung der Rohstoffversorgung
- **Recycling** schafft *nachhaltige* Rohstoffbasis, Verbesserung der Ökobilanz für E-Mobilität
- Effiziente **Recyclingverfahren verfügbar** → Co, Ni, Cu, Li...
- Umfassende **Sammlung** ist Schlüssel für Erfolg
→ **Anreize** für Sammlung & hochwertiges Recycling **schaffen**
- „**Business as usual**“ **nicht ausreichend** für Markterfolg E-Mobilität
→ Servicemodelle ggü. Eigentum bieten Synergien über Recycling hinaus
(Kosten, Kundenbeziehung, Link zu Infrastruktur, Digitalisierung, Mobilitäts-Plattformen, ...)



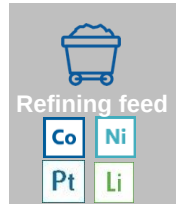
- ⇒ **Voraussetzungen** für zirkuläre E-Mobilität jetzt schaffen
- ⇒ **Erfahrungen** bei anderen Produkten (Elektronik) **nutzen**, bekannte **Defizite vermeiden**
- ⇒ **Innovative Akteurskooperationen** & **systemische Ansätze** sind entscheidend
- ⇒ **Keine nachhaltige Mobilität ohne Aufbau einer sicheren & sauberen Rohstoffbasis!**

Publikationen: www.researchgate.net/profile/Christian_Hagelueken/contributions

www.umicore.de

Umicore Integration in Wertschöpfungskette für Batterie & Brennstoffzelle

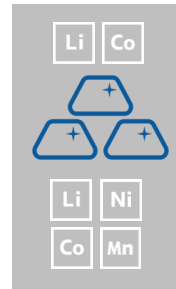
Raw material



Metal



Product



Application



Portable
electronics



Power
tools



(P) HEV / EV
/ FCEV



E-bikes



Stationary
power

Umicore closes the material loop



by innovative recycling technology