Pyrometallurgische Verfahren zur Rückgewinnung seltener Metalle

Christian Hagelüken, Christina Meskers

EMPA AKADEMIE

TECHNOLOGY BRIEFING

Seltene Metalle für Zukunftstechnologien

Dübendorf

9.1.2012

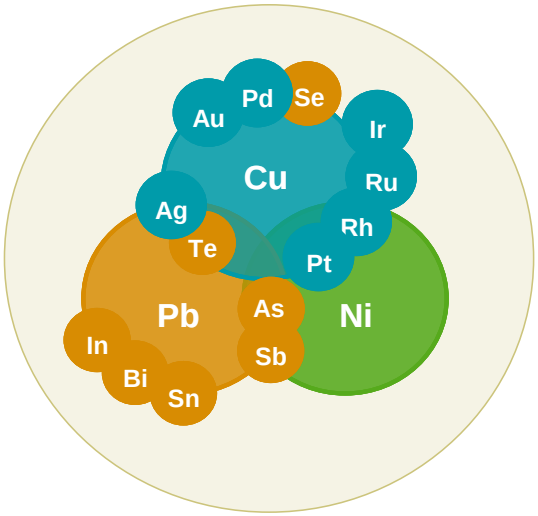
Recycling von seltenen Metallen

➲ erforderlich sind Hi-Tech & Economies of Scale

- Recycling: > 300 000 t/a komplexes EM-haltiges Sekundärmaterial (Mix aus WEEE, Katalysatoren, Nebenprodukte von NE-Metallhütten, …), minimale Abfallmenge, globale Kundenbasis
- Gewinnung von 17 Metallen Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Cu, Pb, Ni, Sn, Bi, Se, Te, Sb, As, In (Universalprozess)
- Weitere Metalle in neuen Spezialprozessen: Akku-Recycling → Co, (Li, SE); CIGS-PV Scrap → Ga
- Neu-Investitionen seit 1997: 500 Mio €; Invest. für vergleichbare Anlage: >> 1 Mrd €!
- Hohe EM-Ausbeuten >> 95 %, hohe Energieeffizienz, minimale Abfallmengen

Recycling von Edel- & Sondermetallen durch innovative Cu-, Pb-, Ni-Metallurgie (Umicore „Universalprozess“)

≈1000 t/d



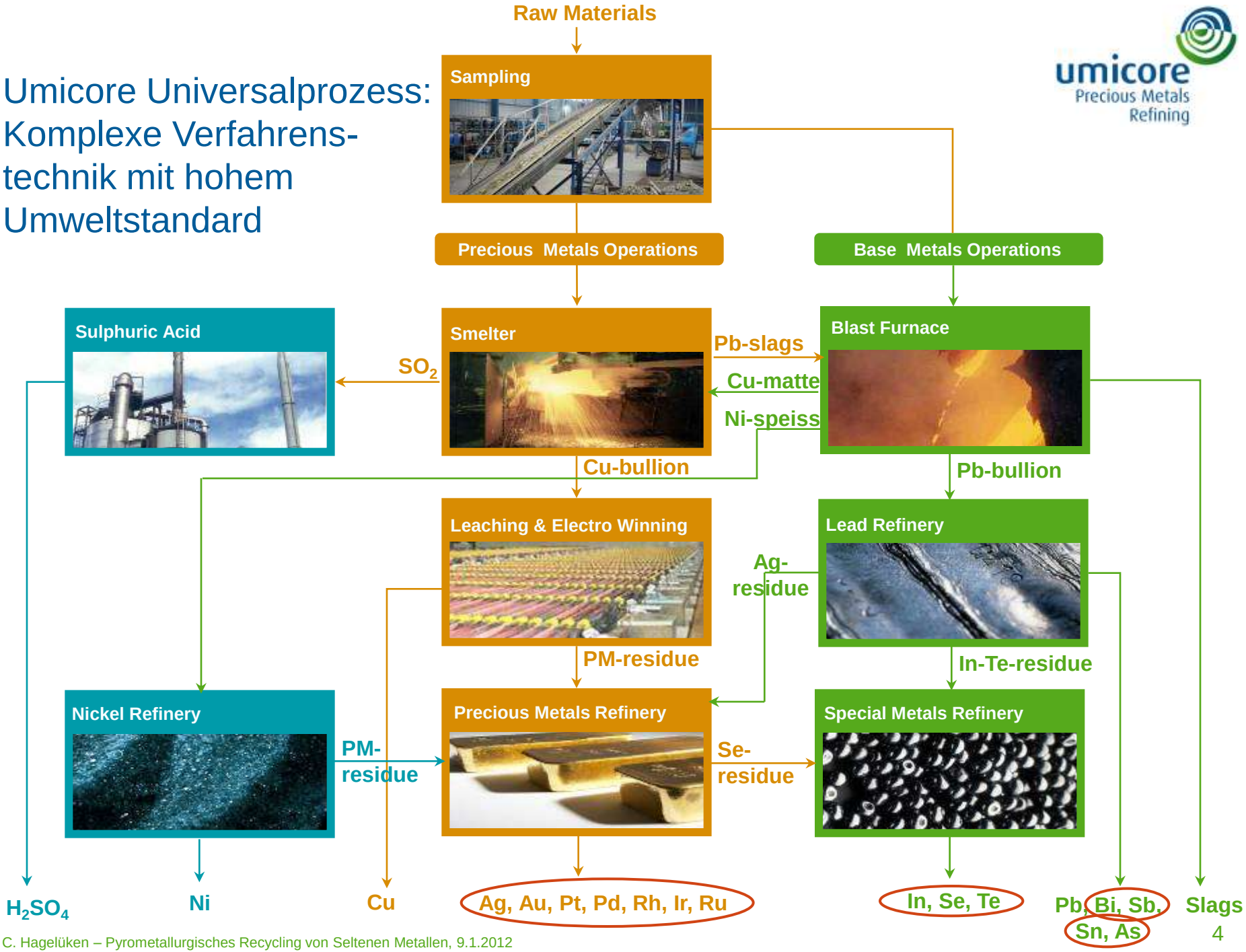
≈70.000 t/a

> 200 Materialarten

17 Metalle

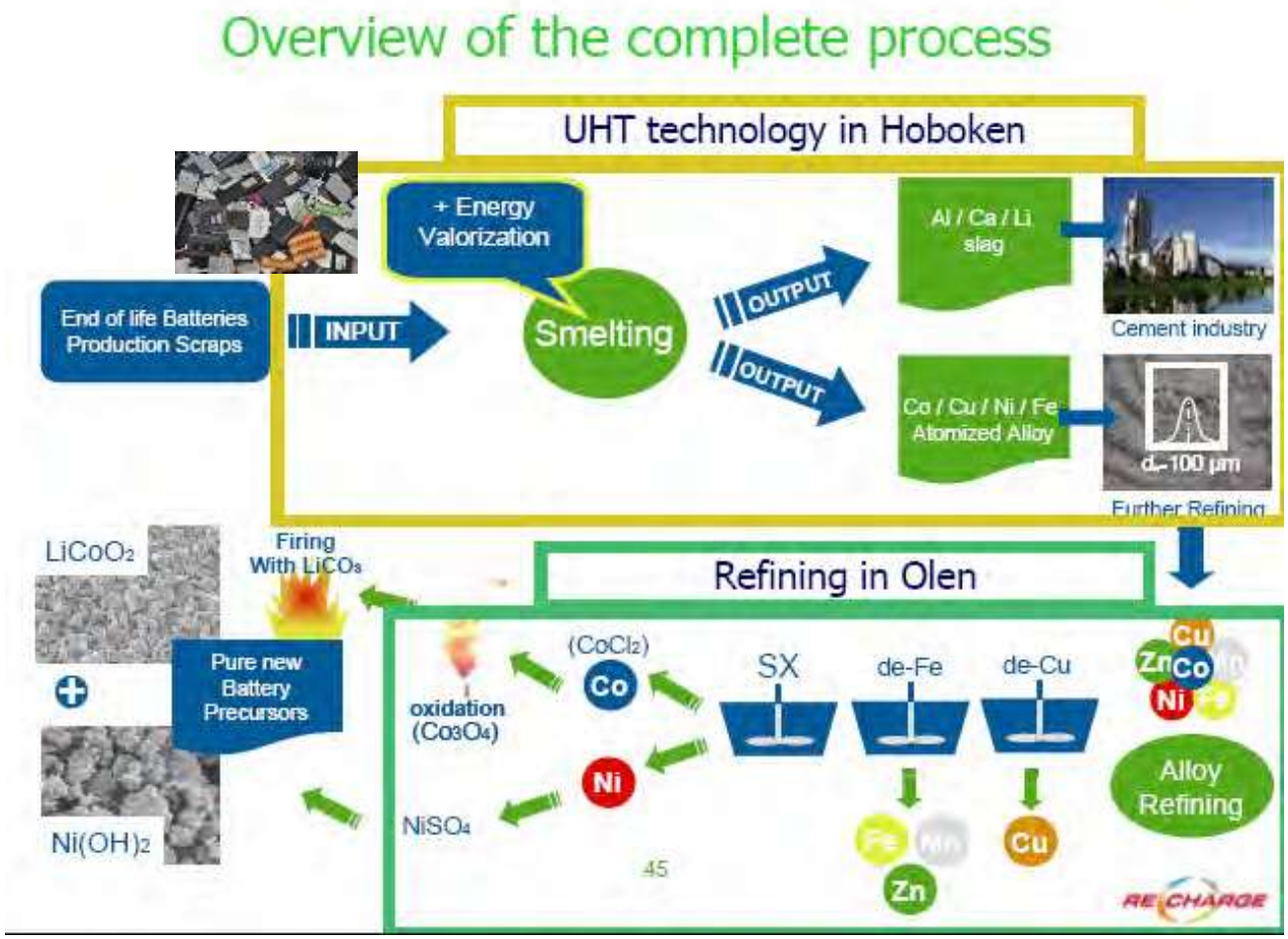
Der Wert der Edelmetalle ermöglicht „Huckepack-Recycling“ weiterer seltener Metalle

Umicore Universalprozess: Komplexe Verfahrens-technik mit hohem Umweltstandard

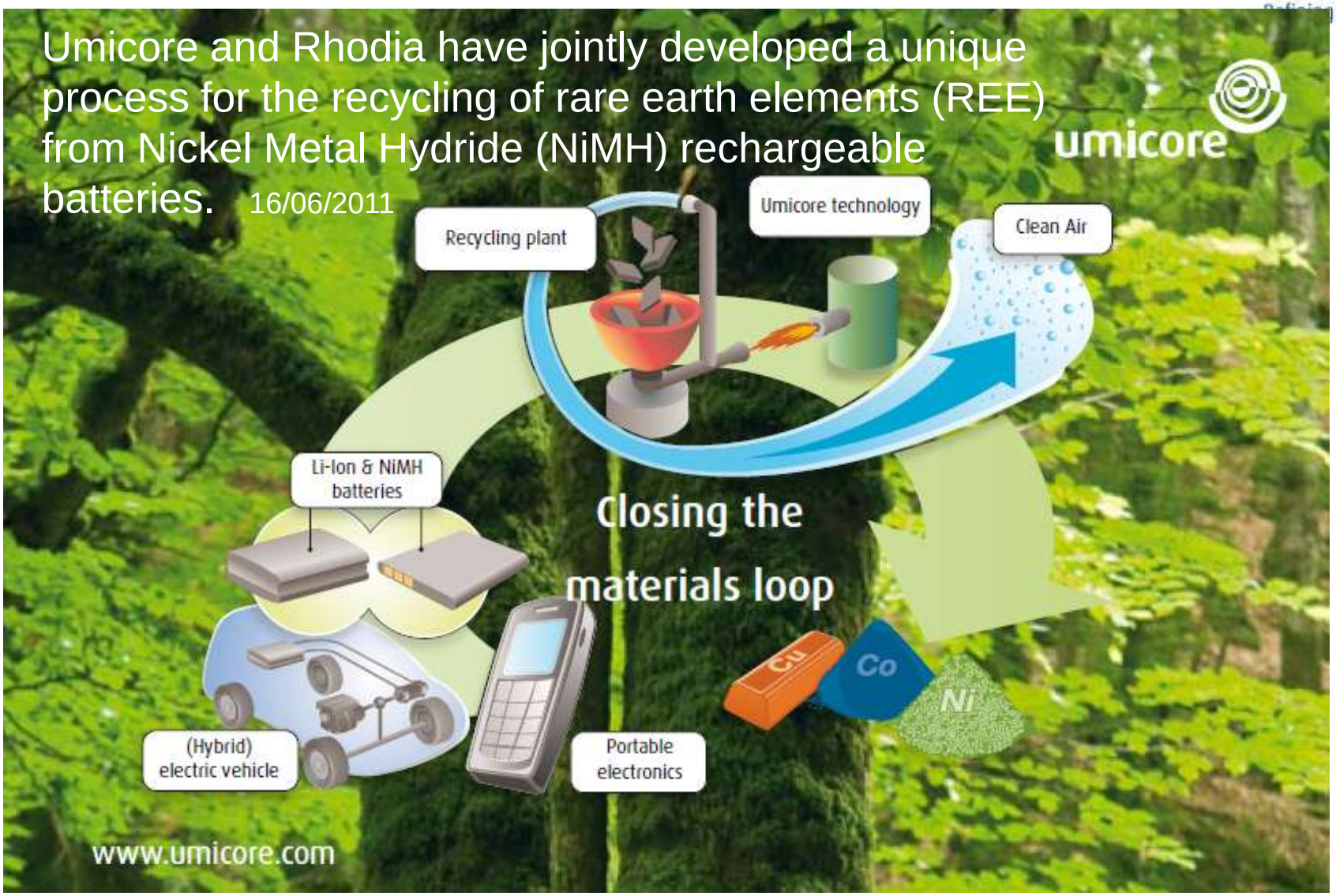


Spezialprozesse zum Recycling weiterer Metalle

– Beispiel Umicore Prozess für Li-Ionen & Ni MH Akkus

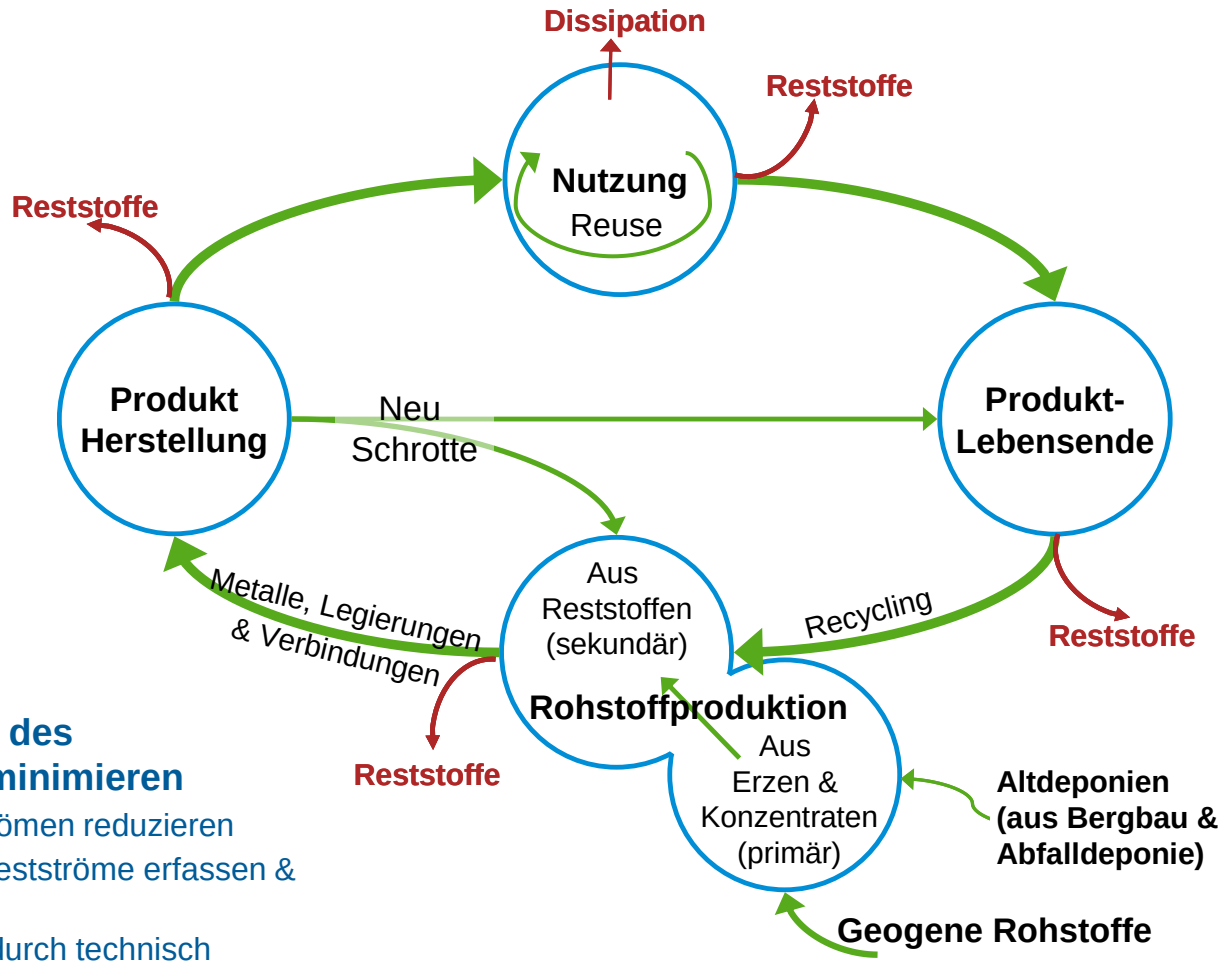


Umicore and Rhodia have jointly developed a unique process for the recycling of rare earth elements (REE) from Nickel Metal Hydride (NiMH) rechargeable batteries. 16/06/2011



Fokus Kreislaufwirtschaft

- großes Optimierungspotenzial v.a. für seltene Metalle

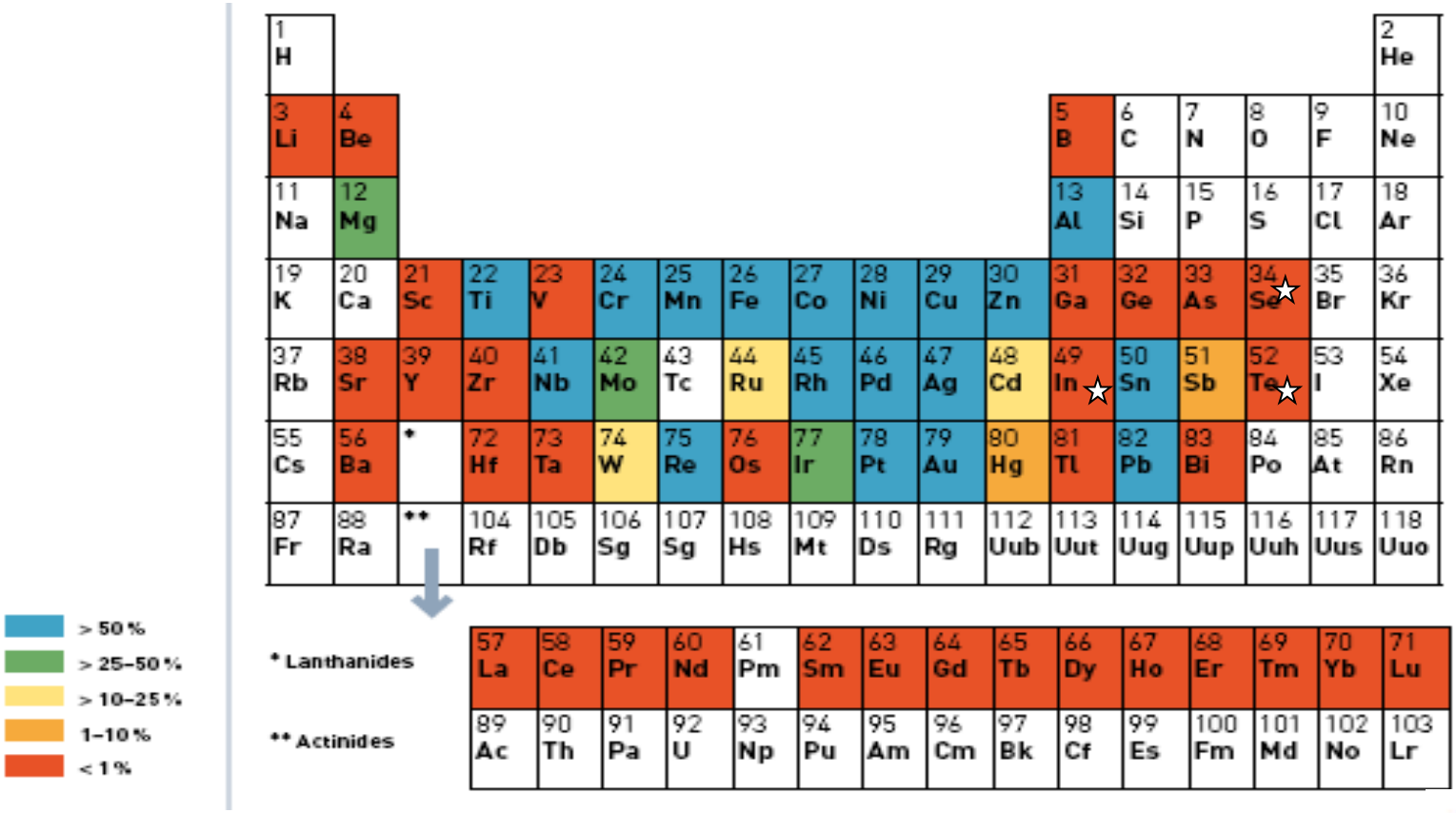


⇨ **Metallverluste über alle Stufen des Lebenszyklus minimieren**

- Anfall von Restströmen reduzieren
- Unvermeidbare Restströme erfassen & recyceln
- Metallausbeuten durch technisch hochwertige Verfahren optimieren

Niedrige Recyclingraten für viele seltene Metalle

End-of-Life recycling rates for metals in metallic applications



Quelle: UNEP (2011) Recycling Rates of Metals – A Status Report, A Report of the Working Group on the Glc Flows to the International Resource Panel- Graedel, T.E.: Alwood, J.; Birat, J.-P.; Buchert, M.; Hagelüken, C.; Reck, B.K.; Sibley, S.F.; Sonnemann, G.

Herausforderungen & Grenzen der Metallurgie

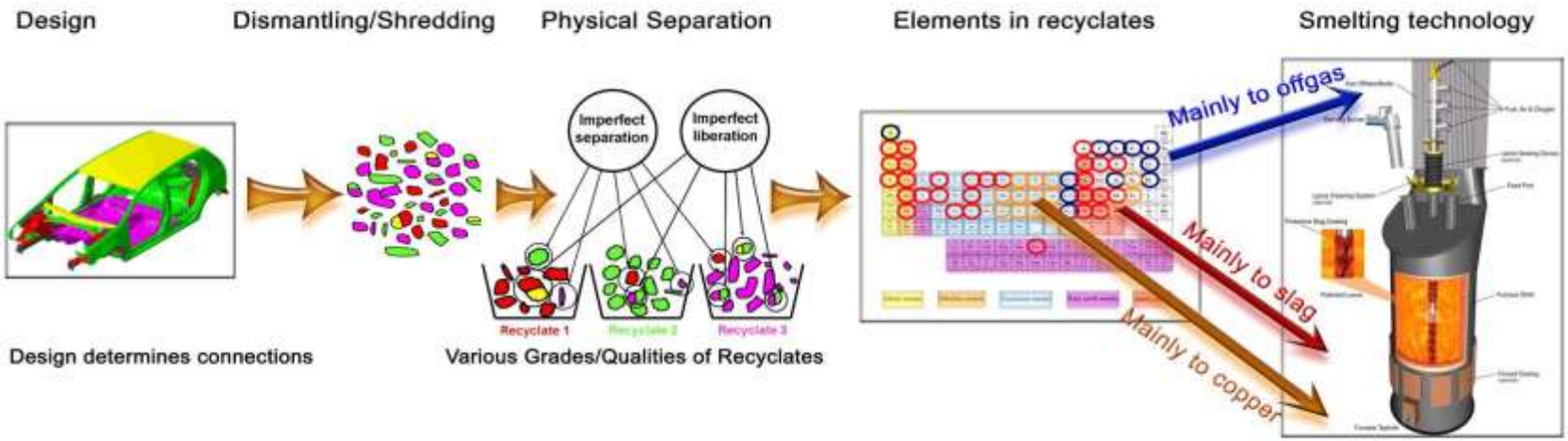
Jedes Metall für sich kann recycelt werden

⇨ Probleme entstehen bei komplexen “inkompatiblen” Stoffgemischen

- Komplexe Stoffgemische: beste Ergebnisse i.d.R. mit pyrometallurgischem Eingangsprozess dem weitere hydro- und pyrometallurgische Schritte folgen.
- Chemisch edle Metalle (Cu, EM, Se, Te, …) können über metallische Phase extrahiert/konzentriert werden;
  flüchtige Metalle (Hg, Cd, Zn, Re, …) gelangen in den Abgasstrom;
  leicht oxidierbare Metalle (REE, Li, Al, Si, Mg, Ta, Ga, …) gehen in Schlacke.
- Meist werden Metalle über metallische Phase extrahiert (Sammler).
  Sie lassen sich bei ausreichender Konzentration oder besonderen “Schlüsseleigenschaften” und ökonomischen Anreizen aber auch aus Abgasstrom oder Schlacken zurückgewinnen.
- Wenn Spurenmetalle in große Schlackenvolumen eingebettet sind (z.B. bei Präsenz von viel Inertmaterial, Keramiken, Glas etc.) ist mit vertretbarem Energieaufwand die Rückgewinnung meist nicht sinnvoll.

Recycling-Grundlagen (1/3)

Erfolgsfaktoren Produktdesign & technisch-organisatorische Auslegung der Recyclingkette



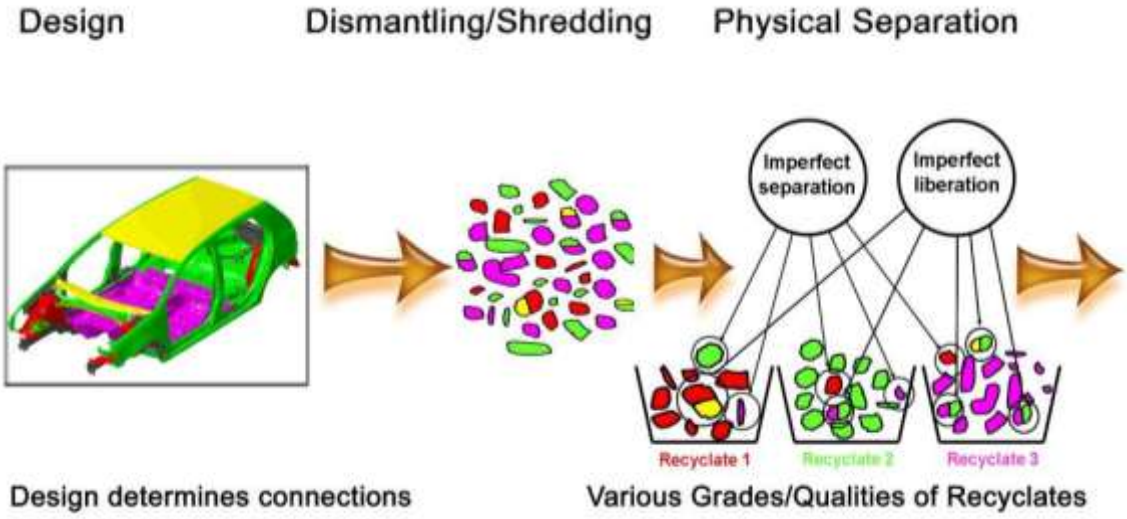
Quelle: Markus Reuter, Outotec und Antoinette Van Schaik, MARAS (2010)

Gesamtwirkungsgrad bestimmt durch schwächstes Glied (inkl. Sammlung!).
Sicherstellen, dass relevante Fraktionen zu High-Tech Prozessen gelangen

Beispiel: (fiktiv)	30% Sammlung	x	60% Aufbereitung	x	95% Metallurgie	=	17%

Recycling-Grundlagen (2/3)

Aufbereitung – Vorbereitung für die metallurgische Metallgewinnung



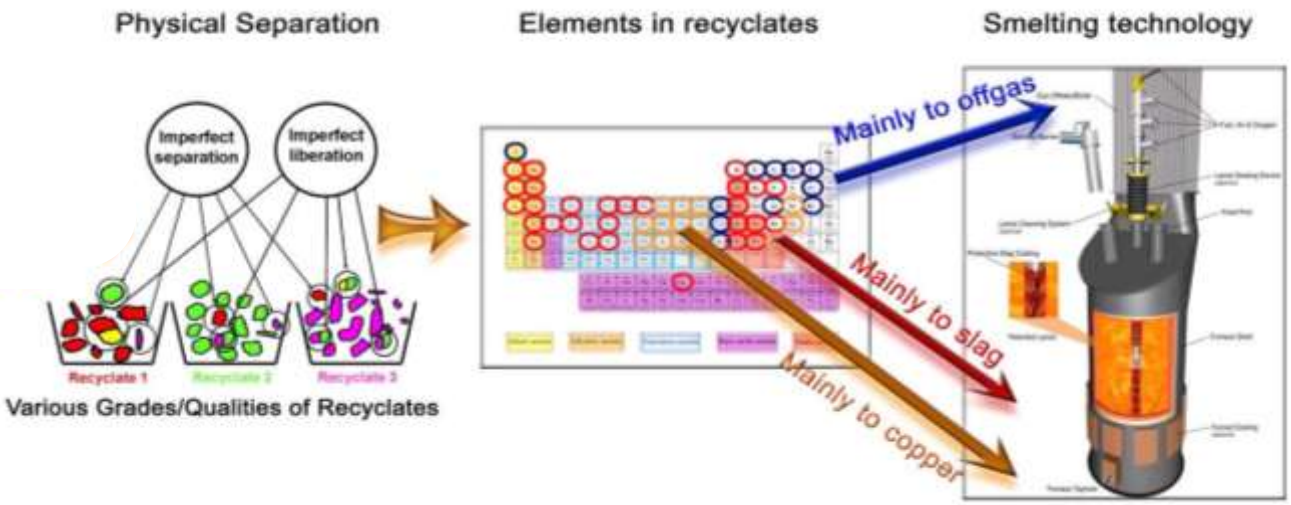
Quelle: Markus Reuter, Outotec und Antoinette Van Schaik, MARAS (2010)

Technisch erreichbare Recyclingraten abhängig von:

- Design – Materialzusammensetzung, Stoffgemischen, Art der Verbindungen
- Zerlegbarkeit – Zugänglichkeit von relevanten Komponenten
- Physikalische Trennverfahren – Einsteuerung von Metallen in Fraktionen (Recyclate), aus denen sie metallurgisch zurückgewinnbar sind

Recycling-Grundlagen (3/3)

Metallurgische Metallgewinnung – basierend auf Naturgesetzen



Quelle: Markus Reuter, Outotec und Antoinette Van Schaik, MARAS (2010)

Technisch erreichbare Recyclingraten abhängig von:

- Chemischen Eigenschaften der Stoffe in Recyclaten sowie Thermodynamik bei Schmelz- & Raffinationsprozessen bestimmen Metallverbleib und -ausbeute.
- Multi-Metallgemische erfordern Hi-Tech Prozesse um Verluste zu minimieren.
- Metallkonzentrationen und Energiebedarf sind ausschlaggebend für Wirtschaftlichkeit des metallurgischen Prozesses.

Hauptprobleme beim Recycling in Europa
- relevante Fraktionen gelangen nicht zu geeigneten Anlagen

a) Geringe Erfassung & „Verschleppung“

⇨ seltene Metalle gehen leicht in großen Strömen verloren (Stahl, Alu, Kunststoff etc.)

b) “Umleitung” gesammelter Produkte

⇨ dubiose Exporte ⇨Hinterhof-”Recycling”

Au Ausbeute ≈ 25%

Recyclingerfolg – abhängig von vielfältigen Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen

1. Technische Recyclierbarkeit (Grundvoraussetzung)
2. Zugänglichkeit des relevanten Bauteils
3. Ökonomische Recyclierbarkeit:
   - Intrinsisch (z. B. Autokatalysator) oder
   - (durch Politik) extern geschaffen (z. B. Bierflaschenpfand oder Hausmüll)
4. Der "Erfassungstatbestand", d. h. die Sammlung
5. Die Einsteuerung <u>und</u> der Verbleib in eine geeignete Recyclingkette
6. Die optimale technisch-organisatorische Auslegung dieser Recyclingkette
7. Das Vorhandensein ausreichender Recyclingkapazitäten

Was tun ? - Anreize & Instrumente

1. **Mehr & besser sammeln**
   ➲ Ehrgeizige Sammelziele, eigene Sammelgruppe für kleine ITC, Infrastruktur; Geschäftsmodelle (z.B. Handypfand), Aufklärungskampagnen, öffentliche Beschaffung…

2. **Dubiose/illegale Exporte unterbinden**
   ➲ Monitoring, Schlupflöcher schließen, Anlagenzertifizierung, Kontrollen & Strafen, …

3. **Qualitativ hochwertiges Recycling sicherstellen**
   ➲ weniger Fokus auf Massenquoten, Zertifizierung, transparente Recyclingketten
   ➲ Optimierung der Recyclingkette, Schnittstellenmanagement, Produktdesign, …

4. **Innovative Verfahren entwickeln für technisch schwierige Metalle**
   (z.B. Seltene Erden, Lithium, Indium, Gallium etc.)➲ F&E Förderung, Pilotanlagen

5. **Datenbasis verbessern**
   ➲ Produktzusammensetzung, Inventare, „Stocks & Flows“ von Sekundärrohstoffen

6. **Recyclingförderung durch Gesetzgebung**
   ➲ Abfallgesetzgebung anpassen; Recyclinganreize für kritische Metalle schaffen

7. **Verstärkte Ausbildung zu Rohstoff- & Recyclingthemen; interdisziplinäre Forschung fördern**

Recyclingchancen konsequent nutzen & konsistent fördern. Staatliche Leitplanken zur Qualitätssicherung der Recyclingkette. Integration in europäische Initiativen.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

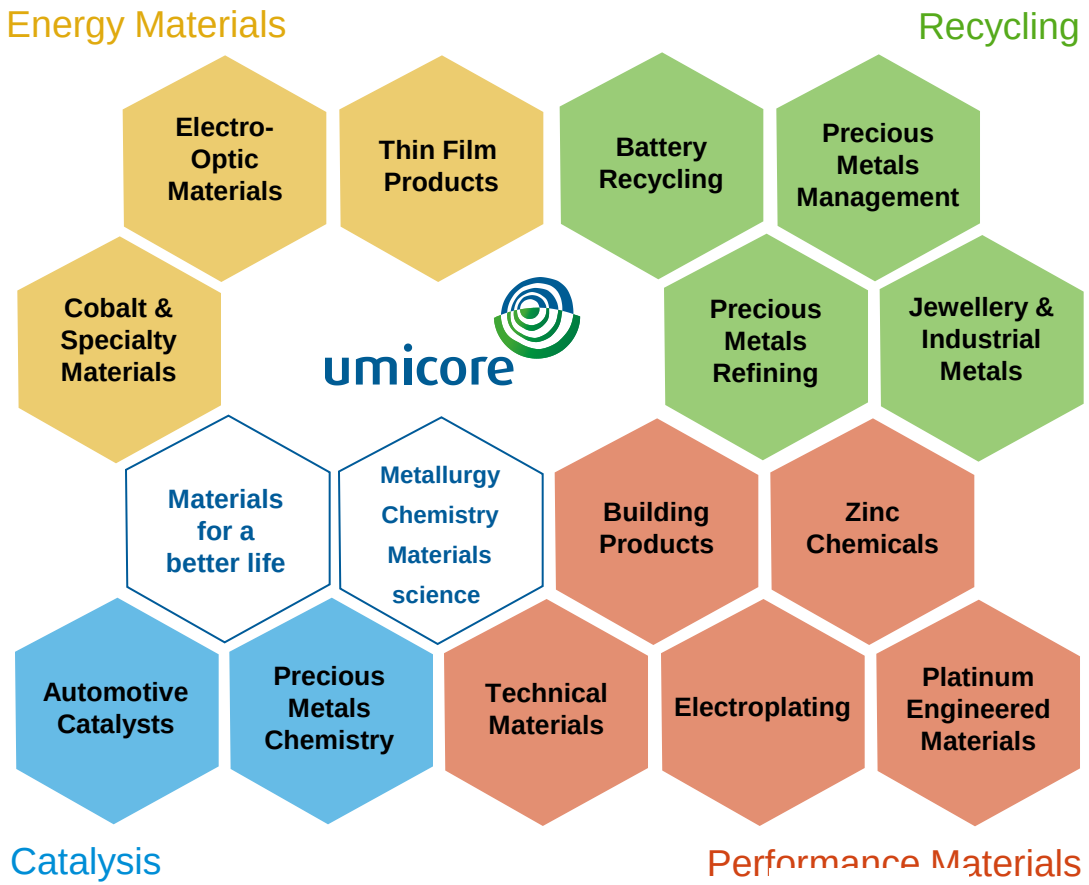
***Kontakt*:** **Christina Meskers**
Adolf Greinerstraat 14
2660 Hoboken
Belgium

Christian Hagelüken
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
Germany

***E-mail*:** **christina.meskers@eu.umicore.com**
christian.hagelueken@eu.umicore.com

Website: **www.preciousmetals.umicore.com**

Vertikale Integration bei Umicore
- Recycling zur strategischen Rohstoffsicherung



Material-Technologie Unternehmen mit Fokus auf Umwelttechnik

14.400 Mitarbeiter

Umsatz: 2 Mrd. € (o.EM)

70 industrielle Standorte weltweit

A leading manufacturer of Special Metals

	Tellurium	Capacity: 150 t/y Quality: 2N5 Form: powder
	Indium	Capacity: 50 t/y Quality: 4N, 4N8 Forms: ingots, shots, shells
	Selenium	Capacity: 600 t/y Quality: 2N5, 3N, 4N5, 5N, 5N+ Forms: powder, shots