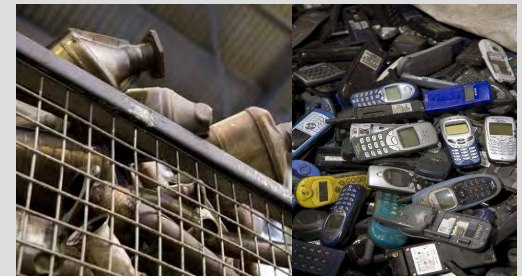


# Wir brauchen eine globale Recyclingwirtschaft - mit völlig neuen Ansätzen



Wie sicher ist die Rohstoffversorgung für die Energietechnologien der Zukunft ?

Wien, 11.10.2010

Dr. Christian Hagelüken, Umicore

# Beispiel Elektronik – die Masse macht's

## Weltweite Verkäufe, 2008 (2009):

### a) Mobiltelefone:



1300 Mio Stück

x 250 mg Ag  $\approx$  325 t Ag

x 24 mg Au  $\approx$  31 t Au

x 9 mg Pd  $\approx$  12 t Pd

x 9 g Cu  $\approx$  12,000 t Cu

1300 Mio Akkus\*

x 3.8 g Co  $\approx$  4900 t Co

\* Li-Ion Typ

### b) PC & Laptops



300 Mio Stück

x 1000 mg Ag  $\approx$  300 t Ag

x 220 mg Au  $\approx$  66 t Au

x 80 mg Pd  $\approx$  24 t Pd

x  $\approx$  500 g Cu  $\approx$  150,000 t Cu

$\approx$ 140 Mio Laptop Akkus\*

x 65 g Co  $\approx$  9100 t Co

\*\* Li-Ion Typ (heute Standard)

### Welt Minen / a+b Produktion / Anteil

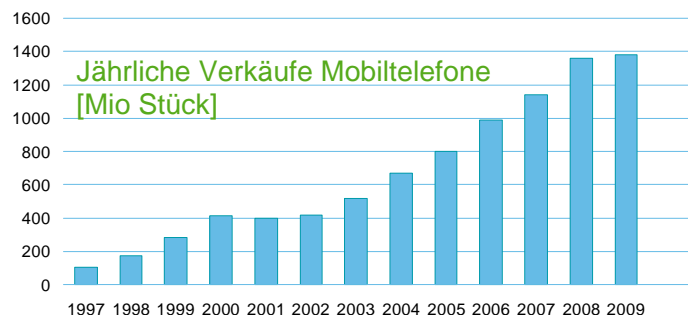
Ag: 21,000 t/a  $\blacktriangleright$  3%

Au: 2,400 t/a  $\blacktriangleright$  4%

Pd: 220 t/a  $\blacktriangleright$  16%

Cu: 16 Mio t/a  $\blacktriangleright$  <1%

Co: 60,000 t/a  $\blacktriangleright$  23%



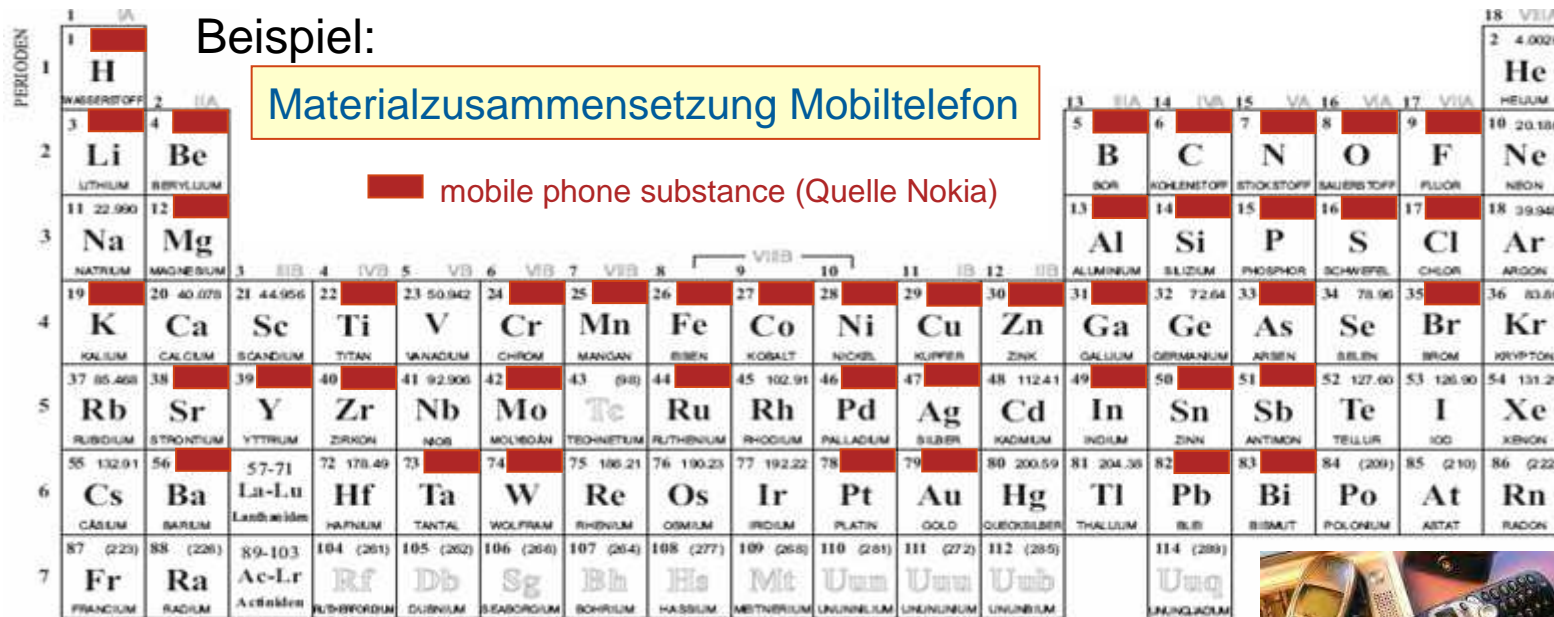

- $\blacktriangleright$  Kleinstmengen pro Stück  $\Rightarrow$  signifikante Gesamtmengen
- $\blacktriangleright$  Handy-Verkäufe kumuliert bis 2009: 8,6 Mrd. Stck. mit 2100 t Ag, 200 t Au, 80 t Pd; Bruttowert  $\approx$  8,5 Mrd. €
- $\blacktriangleright$  **Wieviel dieser „Urban Mine“ wird wirklich recycelt ?**

# Edel- & Sondermetalle = „Technologiemetalle“ → entscheidend für Funktionalität

Beispiel:

Materialzusammensetzung Mobiltelefon

mobile phone substance (Quelle Nokia)

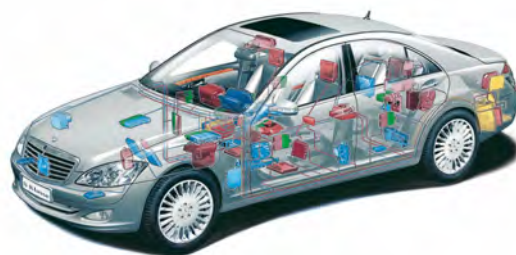
- Konzentration oft in bestimmten Bauteilen, z.B. Leiterplatten
- **Komplexe Zusammensetzung:** Kombination aus Wert- & Schadstoffen, Spurenelemente, innige Materialverbünde, starke Verdünnung im Endprodukt (PC, Auto ...)



# Beispiel Auto – Großer Einfluss auf Metallnachfrage



Globale Verkäufe 2008 (2009)  
52,2 (50,9) Mio.  
Bestand ~ 1,3 Mrd.

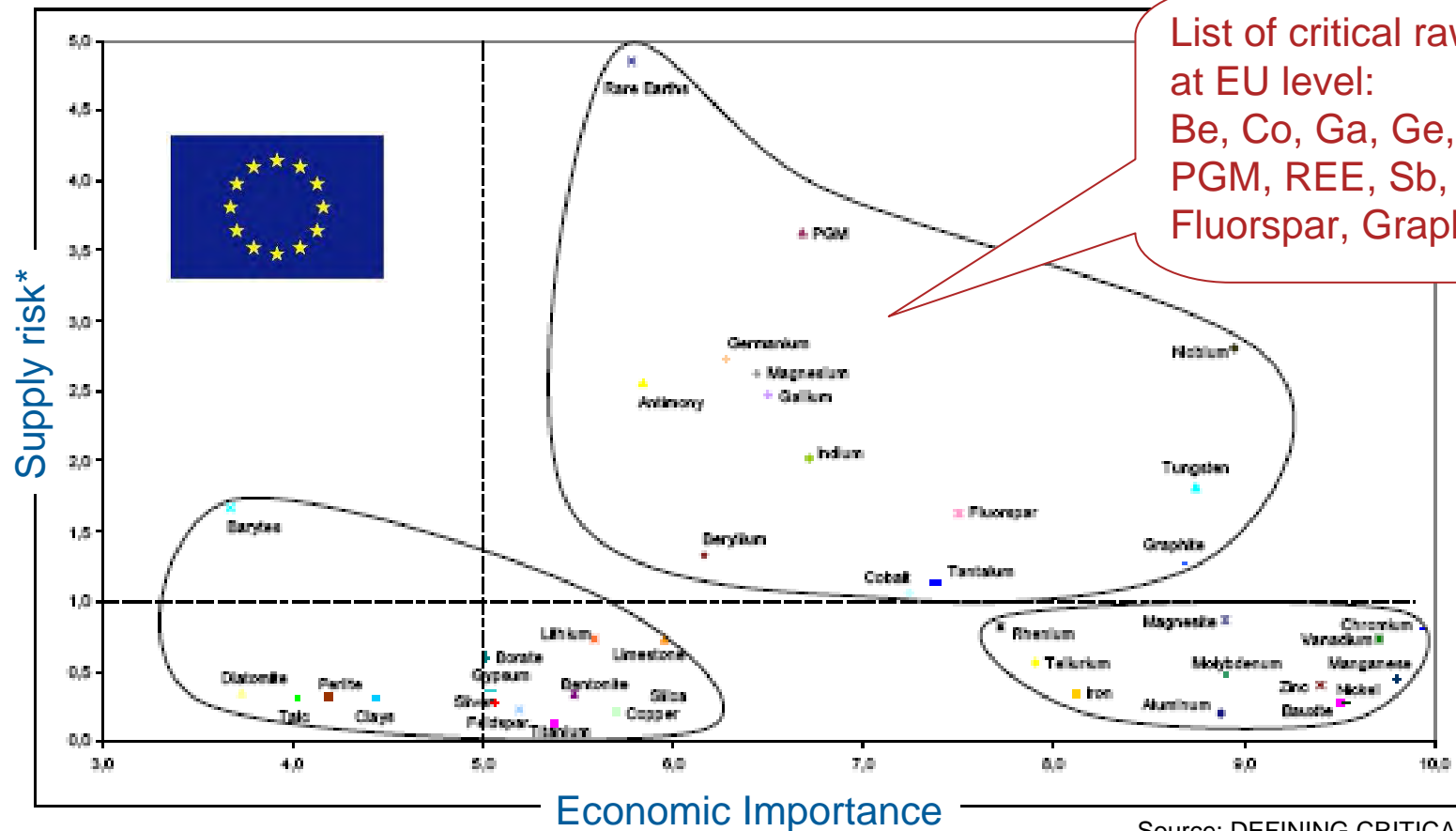


Moderne Fahrzeuge: steigender Bedarf an  
Technologiemetallen (Elektronik, EV/HEV, ...)

Metallnachfrage Automobilindustrie		
	in 1000 t/a	Anteil an Primärproduktion**
<b>Stahl</b>	100 000	10%
<b>Al</b>	7 300	30%
<b>Pb*</b>	7 000	170%
<b>Cu</b>	1 900	12%
<b>Ni</b>	140	10%
...		
<b>Pt</b>	0,12	65%
<b>Pd</b>	0,14	>60%
<b>Rh</b>	0,03	110%
2008 Daten (gerundet)		
* Einsatz in Bleiakku (v.a. im Auto)		
Pt, Pd, Rh v.a. im Kat		
** > 100% = zusätzl. Versorgung aus Recycling		

# EU-Rohstoffinitiative - 14 kritische Materialien

## Massenmetalle sind nicht darunter



List of critical raw materials at EU level:  
 Be, Co, Ga, Ge, In, Mg, Nb, PGM, REE, Sb, Ta, W, Fluorspar, Graphite

\* depending on: level of concentration of ww production (HHI) linked with World Bank "ww governance indicator" + potential for substitution + current recycling rate

Source: DEFINING CRITICAL RAW MATERIALS FOR THE EU: A Report from the Raw Materials Supply Group ad hoc working group defining critical raw materials; July 30, 2010



# „Urban Mining“ – mehr als ein Modebegriff

Primär Produktion  $\approx 5$  g/t Au im Erz  
Ähnlich für PGM



## Recycling

$\approx 200$  g/t Au in PC Leiterplatten,  
 $\approx 300$  g/t Au in Mobiltelefonen (o. Batt.)  
 $\approx 2000$  g/t PGM in Autokat-Monolithen



## Auch ohne geologische Knappheit ist Recycling wichtig, um ...

- ✓ ... Umwelteinflüsse des Bergbaus abzumildern
  - Weniger Energiebedarf/CO<sub>2</sub> (höhere Erzkonzentration; leichter Zugang)
  - Geringerer Land- & Wasserbedarf
  - Geringerer Einfluss auf Biosphäre (Regenwald, (Ant)arktis, Meeresbergbau ...)
- ✓ ... Schäden durch Nicht-Recycling zu vermeiden (Emissionen, Flächenbedarf etc.)
- ✓ ... Geopolitische Abhängigkeiten von wenigen Förderländern/-Firmen zu vermindern
- ✓ ... Ethische Rohstoffversorgung zu unterstützen (transparente Versorgungskette ...)
- ✓ ... Versorgungsrisiko aus primärer Koppelproduktion zu reduzieren
- ✓ ... Metallpreis Volatilität zu dämpfen
  - Verbessert Bilanz zwischen Nachfrage & Angebot
  - Verlängert die Reichweite der Primär-Ressourcen
  - Begrenzt Spekulation (breitere Versorgungsbasis ist weniger störungsanfällig)

➔ **Bergbau & Recycling (“urban mining”) sind komplementär**





# Gutes Recycling ist komplexer als im Film...

- + Metallrecycling “unendlich oft” möglich  
(kein “downcycling”)
- + Hohe Metallausbeuten bei moderner Technik
- + Deutlich geringere CO<sub>2</sub> Belastung als Bergbau
- Grenzen bei Metallen im Spurenbereich
- Komplexe Produkte erfordern abgestimmte  
Recyclingkette (Systemansatz)
- Thermodynamische Grenzen bei einigen Metallen  
(Ta, Li, Seltene Erden, ...)
- Probleme bei der Kreislaufführung von Konsumgütern



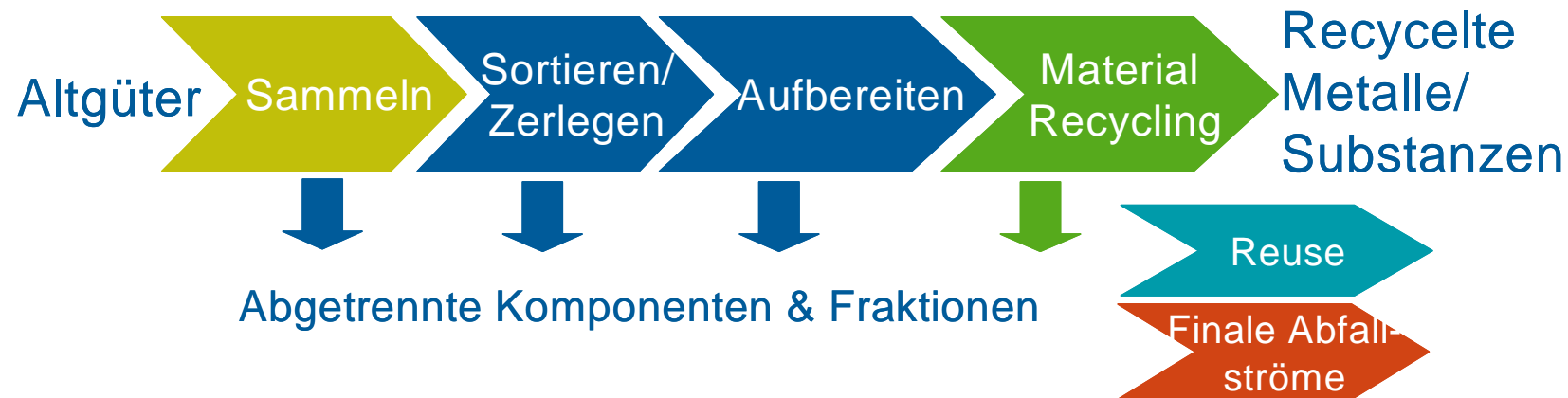
From: Disney/Pixar [www.wall-e.com](http://www.wall-e.com)



# Recyclingkette – der Systemansatz entscheidet

\*effektive Recyclingrate  
für z.B.. Au, Pd etc.

Beispiel: 50% x 90% x 80% x 95% = 34%\*



- Kette als System auslegen, Wechselwirkungen berücksichtigen
- Edelmetalle dominieren ökologischen & ökonomischen Wertinhalt  
→ EM Verluste minimieren
- Erfolgsfaktoren: Schnittstellenoptimierung, Spezialisierung, „economies of scale“.

Gesamtwirkungsgrad bestimmt durch schwächstes Glied



# Umicore: High Tech & Economies of Scale

## Recycling von Edel- & Sondermetallen



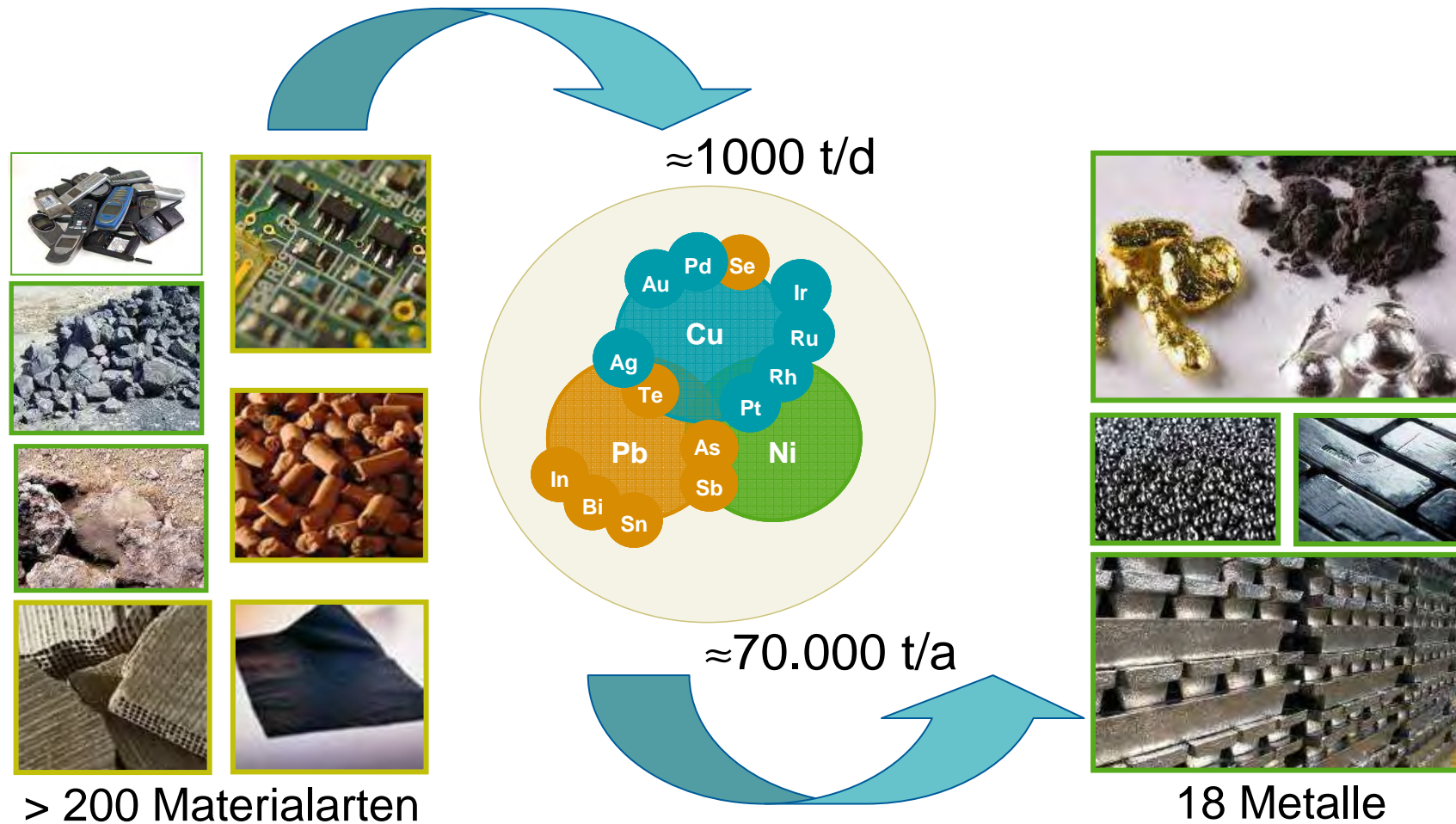
Umicore's integrierte Metallhütte in Hoboken/Antwerpen

ISO 14001 & 9001, OHSAS 18001

- Fokus EM-haltiges Sekundärmaterial, Input > 300 000 t/a, globale Kundenbasis
- Gewinnung: 7 EM & 11 weitere Metalle: Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Cu, Pb, Ni, Sn, Bi, Se, Te, Sb, As, In, Ga.  
Recycler Metallwert 2007: 3 Mrd US-\$
- Neu-Investitionen seit 1997: 400 Mio €; Invest. für vergleichbare Anlage: >> 1 Mrd €!
- Komplexes Verfahren, hohe Metallausbeuten > 95 % bei EM, minimale Abfallmenge



# Umicore's innovative Cu-, Pb-, Ni-Metallurgie zur Rückgewinnung von Edel- & Sondermetallen



# Herausforderungen & Grenzen des Recyclings

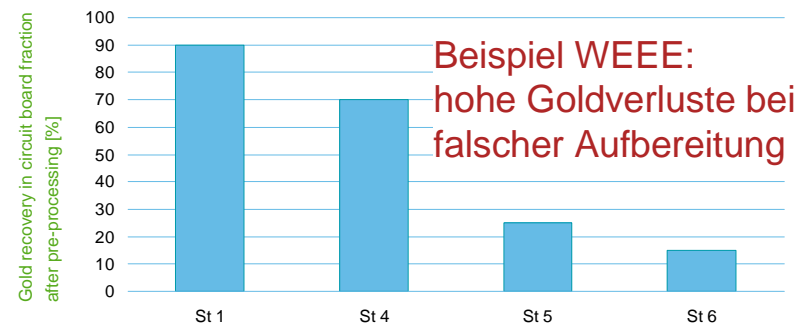
- 1) Nicht-Erfassung & dubiose Exporte (Altautos, WEEE, ...)
- 2) Ungeeignete Technologien & schlechtes Schnittstellenmanagement
- 3) Ökonomische & technische Herausforderungen



Umwelt Bundes Amt  
Für Mensch und Umwelt

**okopol**  
Institut für Ökologie und Politik GmbH

Altautoexporte aus Hamburg  
– voll gestopft mit E-Schrott



➔ Wie kann der Kreislauf für Technologiemetalle verbessert werden ?



# (1) Schlechte Erfassung von Altgütern, dubiose Exporte & ineffizientes Hinterhofrecycling



## WEEE aus Europa:

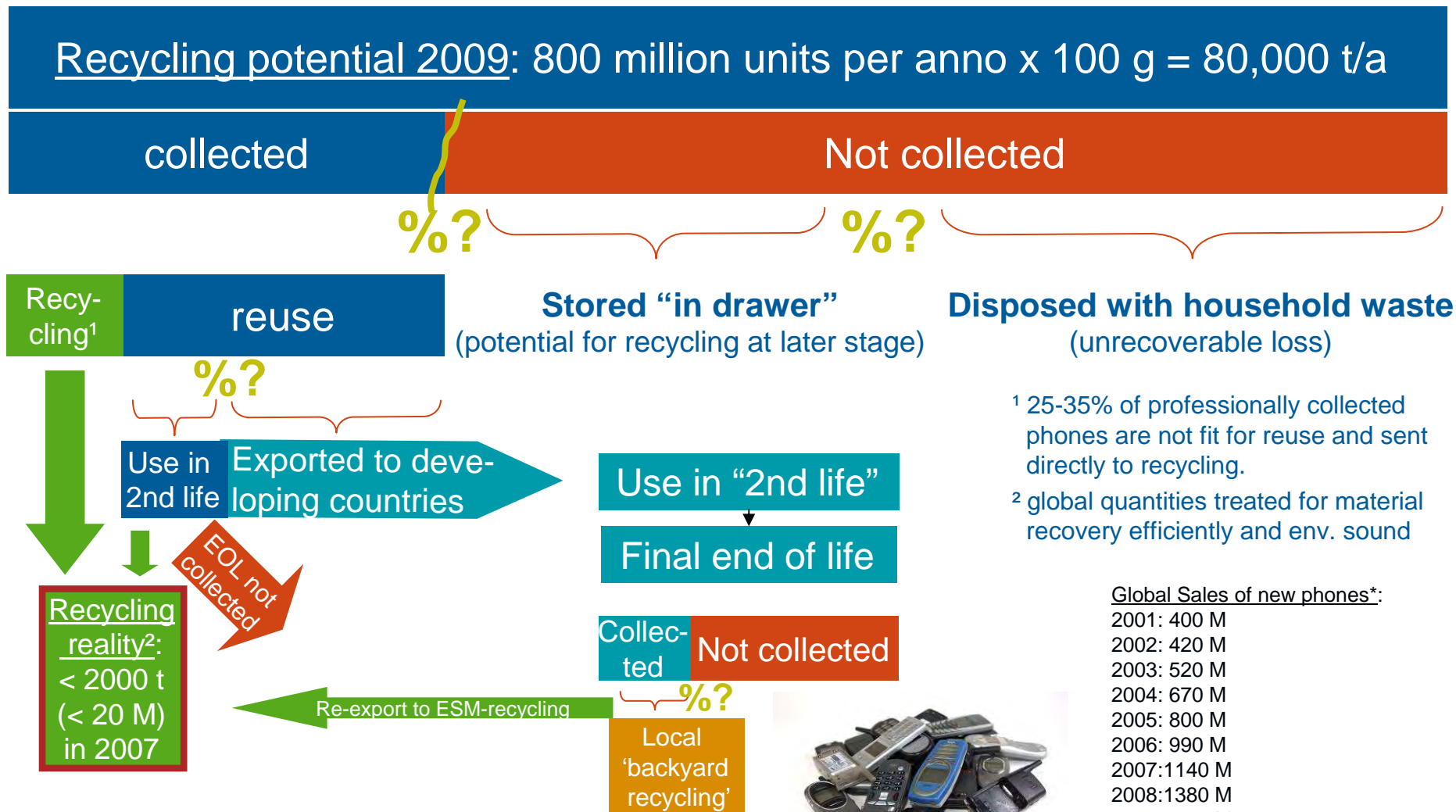
- > 60% WEEE nicht korrekt recycelt, Metalle verloren (Exporte, Mülltonne, ...)\*
- 70% bei IT & Telecom, Haushaltskleingeräten\*
- Metallverlust > 5 Mrd. \$



- Hinterhof-“Recycling“ in Asien & Afrika
- Hohe Metallverluste (Au-Ausbeute < 25%)
- Verheerende Umweltauswirkungen
- Mangelnder Vollzug der Gesetzgebung



# (1) Beispiel Mobiltelefone – ein flüchtiges Gut



<sup>1</sup> 25-35% of professionally collected phones are not fit for reuse and sent directly to recycling.  
<sup>2</sup> global quantities treated for material recovery efficiently and env. sound

Global Sales of new phones\*:

- 2001: 400 M
- 2002: 420 M
- 2003: 520 M
- 2004: 670 M
- 2005: 800 M
- 2006: 990 M
- 2007: 1140 M
- 2008: 1380 M
- 2009: 1360 M

\* incl. smart phones, source Gartner



Not to scale

\*Based upon 4 years lifecycle

Christian Hagelüken, ÖGUT Wien, 11.10.2010

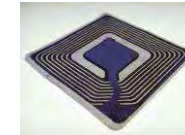
## (3) Überwindung ökonom. & techn. Probleme

### ➤ Ökonomische Probleme (geringer Wertinhalt)

- Negativer Nettowert durch geringe Wertmetallkonzentration & durch niedrige Metallpreise. Bei Massenanwendungen in Summe trotzdem hoher Gesamteinsatz an Technologiemetallen.
- Z.B. Lithium in Akkus, Indium in LCDs & PV-Modulen
- Schaffung ökonomischer Anreize & technische Optimierung (Kosten & Effizienz)

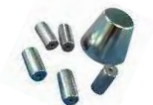
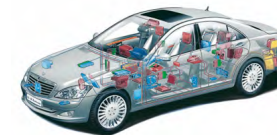
### ➤ Dissipative Nutzung verhindert wirtschaftl. Recycling (Preis-unabhängig)

- Z.B. Silber in Textilien oder RFID chips
- Vermeidung dissipativer Nutzung oder Einsatz unkritischer Substitute



### ➤ Technische Zugänglichkeit relevanter Bauteile

- Z.B. Autoelektronik, SE-Magnete in Elektromotoren
- Entwicklung von "Design for Disassembly", Sortier- & "Prä-Shredder" Aufbereitungstechnik



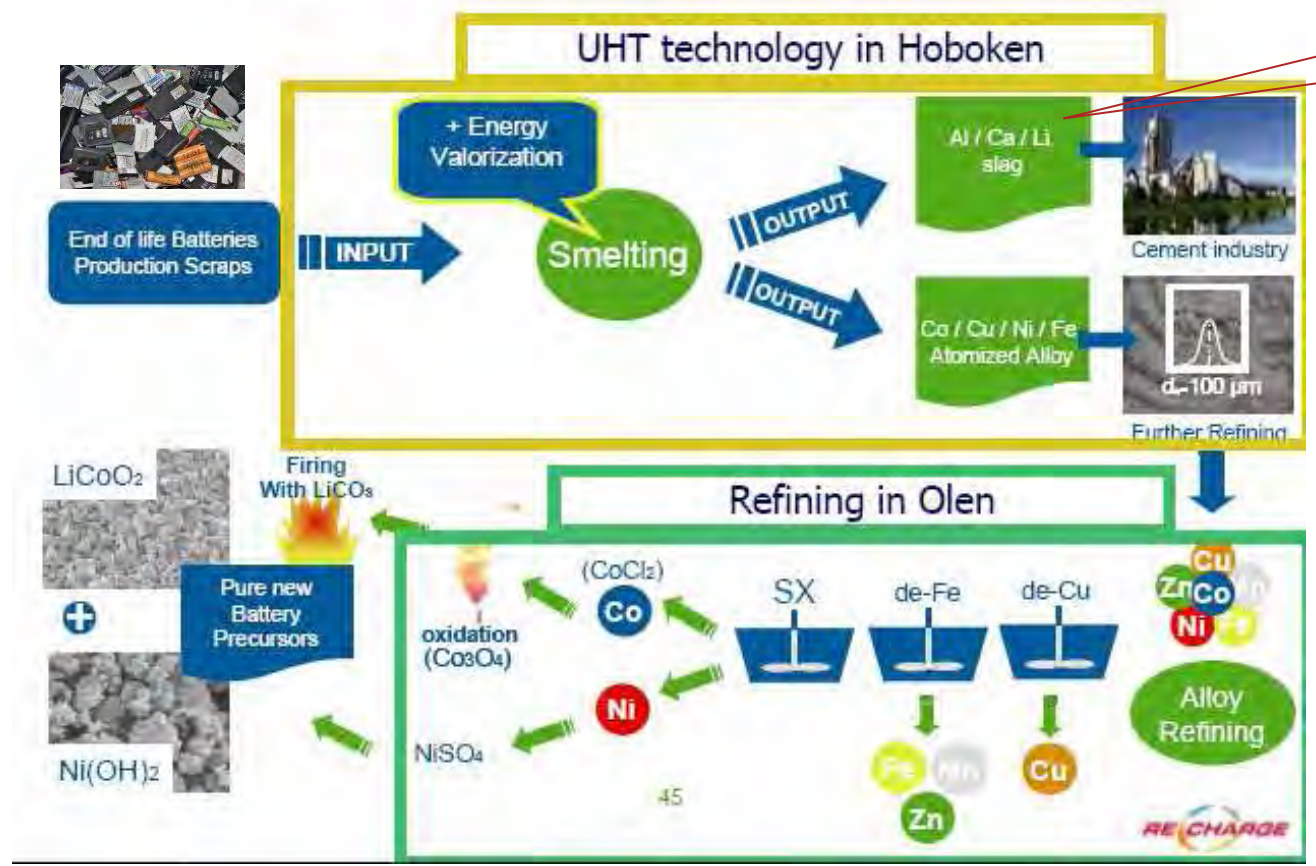
### ➤ Thermodynamische Grenzen & ungünstige Metallkombinationen

- Z.B. Seltene Erden, Tantal, Gallium, in Elektronik, Lithium in Akkus
- Berücksichtigung des Recyclings bei Entwicklung neuer Materialkombinationen
- Weiterentwicklung Refining Technologie, v.a. für Schlacken, Abwässer & andere Rückstände



### (3) Innovative Recycling Technologie – Beispiel Umicore Prozess für Li-Ionen & Ni MH Akkus

#### Overview of the complete process



F&E zur Li Rückgewinnung

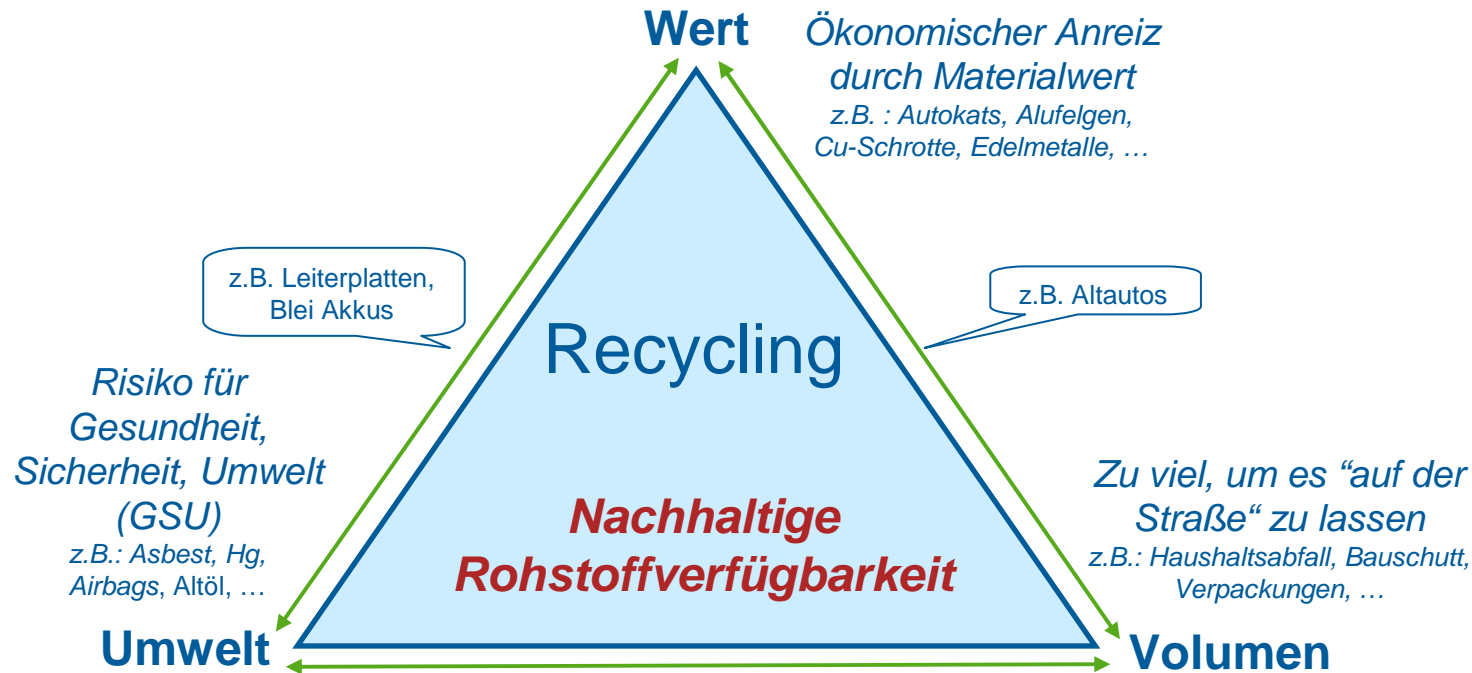


- Up & running: spring 2011
- Capacity: 7000 ton/y
- Improved energy and CO<sub>2</sub>-balance
- 25 million € investment

Source: Eurometaux's proposals for the Raw Materials Initiative, annex, a case story on rechargeable batteries, prepared by Umicore & Recharge, June 2010



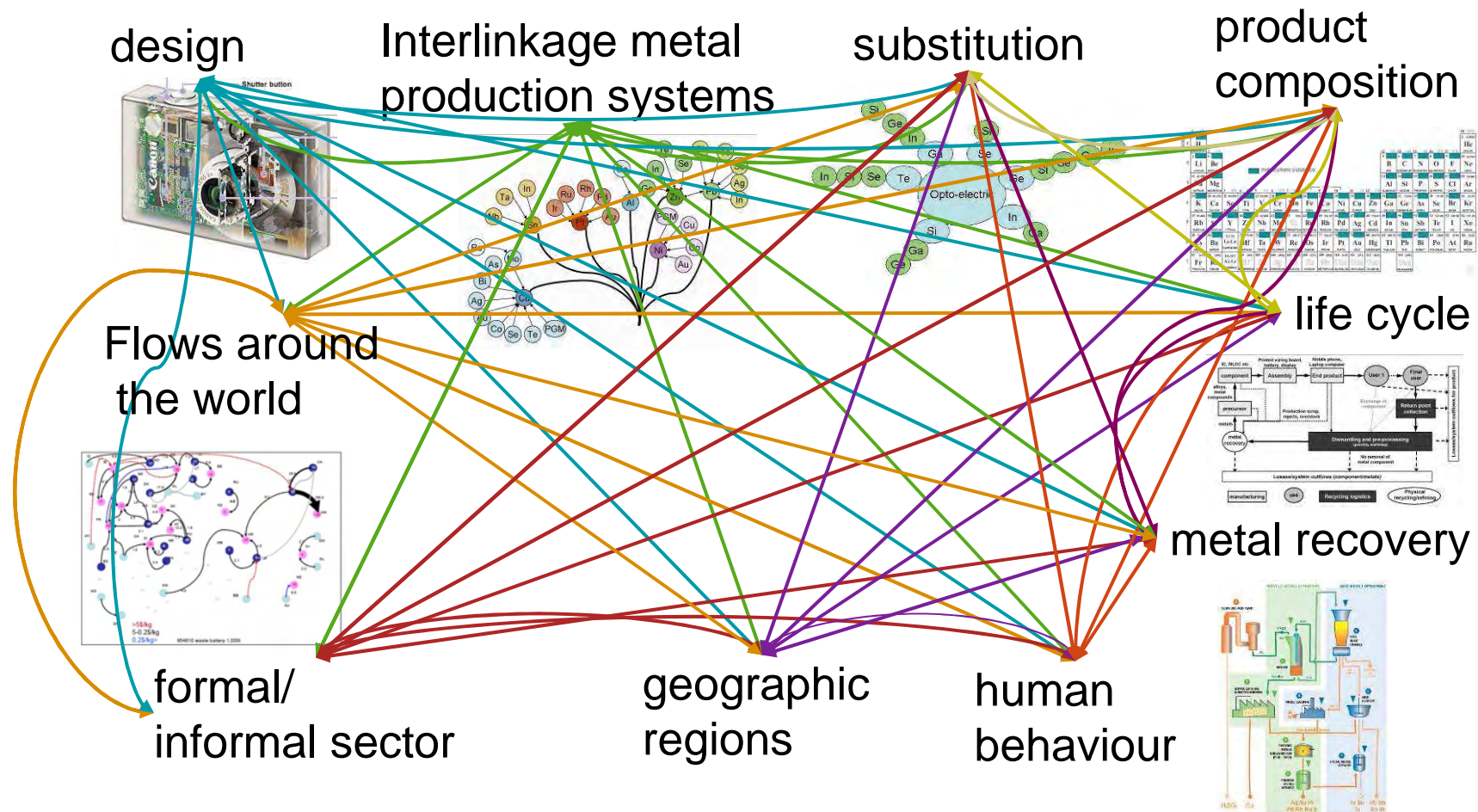
# Kritikalität als neuer Recycling-Treiber ?



## Recycling-Treiber:

- heute**
- ➔ Wert: regelt der **Markt**, trägt sich selber (aber GSU-Randbedingungen setzen)
  - ➔ Umwelt & Volumen: **gesellschaftliches Interesse**, negativer Nettowert
- morgen**
- ➔ "kritische Metalle": **volkswirtschaftliche Bedeutung**, Recycling sinnvoll, auch wenn derzeit weder Volumen- noch Umweltrisiken bestehen.

# Gutes Recycling muss mit Komplexität umgehen ... und Interdependenzen



**Dazu benötigt: interdisziplinäre, systemische Ansätze**

## Zeit für fundamentalen Wandel


- **Ansatz:** Abfall/Entsorgung ⇨ Ressourcen-Management/Versorgung  
➤ Vollständige Erfassung, Stop „dubioser“ Exporte, globale Kreislaufwirtschaft
- **Ziele:** Fokus auf Masse ⇨ Fokus auf Qualität & kritische Rohstoffe  
➤ Systemansatz & Priorisierung (Handy > Waschmaschine; Au > Fe, ...)
- **Praxis:** Traditionelles Schrottgeschäft ⇨ High-tech Recycling  
➤ Recycling = Grüne/Zukunftstechnologie → Strukturen global anpassen
- **Vision:** Belastung ⇨ Chance (auch für Hersteller)  
➤ Neue Geschäftsmodelle, um Rücklauf sicherzustellen (Leasing, Pfand, ...)

⇨ Bei Zukunftstechnologien (PV, EV/HEV, FC, ...) muss frühzeitig ein intelligentes Recyclingkonzept erarbeitet werden



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

For some reason, there is e-scrap  
that never reaches us




**umicore**  
Precious Metals  
Refining

So what we do get, we  
recycle to the maximum

Umicore Precious Metals Refining, as one of the world's largest companies in electronics scrap recycling, is proud to offer its clients the best overall value in recycling and refining of precious metals. Our service includes a high-quality customized service package (early metal pricing, financing, metal account management, ...), high business standards and ethics. It lets the client benefit from long-term relationships.

But we're most proud of our cost-efficient and total quality approach, our advanced and environmental sound technology, our openness and transparency towards our customers, employees and society. This is how we show our responsibility in the field of sustainable development. We understand our goal: job-recycling all your electronic scrap, components, printed circuit boards, mobile phones, etc. ... to the maximum and putting the precious metals back in the cycle for a better life. A better life for you and for nature.



www.umicore.com/umicore-umicore.com  
Contact: christian.hagelueken@eu.umicore.com

zur Vertiefung: Hagelüken, C., C.E.M. Meskers: Complex lifecycles of precious and special metals, in: Graedel, T., E. van der Voet (eds): Linkages of Sustainability. Strüngmann Forum Report, vol. 4. Cambridge, MA: MIT Press, 2010

Kontakt: [christian.hagelueken@eu.umicore.com](mailto:christian.hagelueken@eu.umicore.com)

[www.preciousmetals.umicore.com](http://www.preciousmetals.umicore.com)