

Rohstoffsicherung durch Recycling

– Chancen, Herausforderungen & Grenzen



Dr. Christian Hagelüken
Umicore, Hanau

BMWi –Konferenz,
30. Nov. 2011, Berlin

Rohstoffe erfolgreich
für die Zukunft sichern
– effizient Material
und Rohstoffe nutzen

Beispiel Elektronik – die Masse macht's

Weltweite Verkäufe 2010

a) Mobiltelefone

1600 Mio. Stück/a

X	250 mg Ag	≈	400 t Ag
X	24 mg Au	≈	38 t Au
X	9 mg Pd	≈	14 t Pd
X	9 g Cu	≈	14.000 t Cu

1600 Mio. Li-Ion Akkus

X	3,8 g Co	≈	6100 tCo
---	----------	---	----------



b) PCs & Laptops

350 Mio. Stück/a

X	1000 mg Ag	≈	350 t Ag
X	220 mg Au	≈	77 t Au
X	80 mg Pd	≈	28 t Pd
X	~500 g Cu	≈	~175.000 t Cu

~180 Mio Li-Ion Akkus

X	65 g Co	≈	11.700 tCo
---	---------	---	------------



a+b) "Urban mine"

Minenproduktion / Anteil

Ag:	21.000 t/a	▶	4%
Au:	2.500 t/a	▶	4%
Pd:	220 t/a	▶	19%
Cu:	18 Mt/a	▶	<1%
Co:	75.000 t/a	▶	23%



Kumulierte weltweite Handy-Verkäufe bis 2010: 10 Mrd. Stück!

Viele weitere Elektronikanwendungen (& Autos!) kommen dazu

Viele weitere Technologiemetalle enthalten → großer Gesamtbedarf

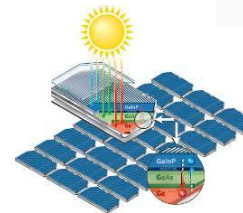
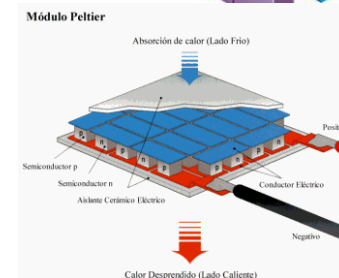
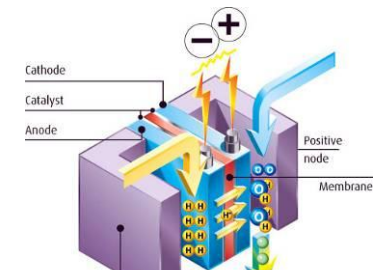
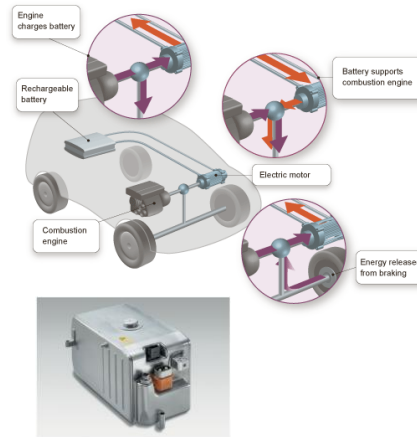
Metallwert pro Handy ~ 1 € ⇒ nur geringer ökonomischer Anreiz für das Recycling



Zukunftstechnologien beschleunigen die Nachfrage

Beispiele:

- **Elektro- /Hybridfahrzeuge:**
Co, Li, Seltene Erden, Cu
- **Brennstoffzellen:**
Pt, (Ru, Pd, Au)
- **Thermoelektrik, Opto-Elektronik, LEDs,:**
Bi, Te, Si, In, Ga, As, Se, Ge, Sb, ...
- **Photovoltaik:**
Si, Ag, In, Ga, Se, Te, Ge, (Ru)



➔ Fokus auf Technologiemetalle / kritische Metalle

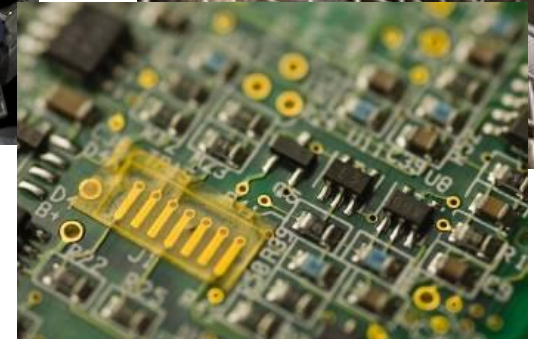
„Urban Mining“ – Altprodukte als hochwertige Lagerstätten

Bergbau ≈ 5 g/t Gold (Au) im Erz
ähnlich bei PGM (Pt, Pd, Rh, ...)



Recycling

≈ 200 g/t Au & 80 g/t Pd in PC Leiterplatten,
 ≈ 300 g/t Au & ≈ 100 g/t Pd in Handys (ohne Akku)
 ≈ 2000 g/t PGM in Autokat-Monolithen



Rohstoffversorgung durch Kreislaufwirtschaft

- wichtiger Komplementär zur Primärversorgung

- Vom **Abfall** zum **Sekundärrohstoff**, von der **Entsorgung** zur **Versorgung**
- **Großes Potential** vor allem für Technologiemetalle / kritische Metalle (d.h. derzeit erhebliche Defizite)
- **Lagerstätte** liegt bereits erschlossen **vor unserer Haustür**
 - Keine Rohstoffdiplomatie/Rohstoffpartnerschaften nötig
 - Keine langwierige Exploration & Bergwerksentwicklung erforderlich

⇒ Schneller Zugriff möglich, Gewinnung größerer geopolitischer Unabhängigkeit
- **Vorteil Metallrecycling**: kein Qualitätsverlust/ „Downcycling“, Sekundärmetalle haben identische physikalisch-chemische Eigenschaften wie Primärmetall – und gleiche Preise
- Keine Anreize erforderlich zum Einsatz von Sekundärmetallen in Produkten („automatische“ Verwendung sobald sie recycelt sind)

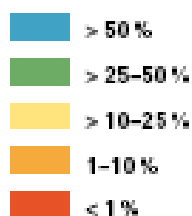
⇒ **Vorgabe von Mindestrecyclinganteilen in Produkten bei Metallen wirkungslos**
Aber: Sicherstellen, dass Altprodukte gesammelt und daraus die (Technologie)metalle tatsächlich recycelt werden.

Große Recyclingdefizite bei Technologiemetallen



End-of-Life Recycling Raten für 60 Metalle (globaler Durchschnitt)

1 H																	2 He						
3 Li	4 Be																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg																	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr						
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe						
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn						
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uug	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo						



* Lanthanides

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

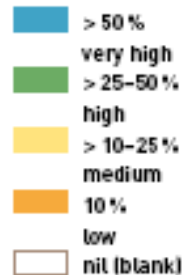
** Actinides

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Source: UNEP (2011) Recycling Rates of Metals – A Status Report, A Report of the Working Group on the Global 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.

Auch für Edelmetalle schlechte Recyclingraten bei Elektronik / Konsumgütern

Relevance of end use sector per metals (% of total gross metal demand)*



EOL Recycling Rates 1)	Sector-specific EOL recycling rates					Jewel- lery, coins 5)	
	Vehicles 2)	Electronics	Industrial applications 3)	Dental	Others 4)		
Ru	5-15	0-5	40-50		0-5		
Rh	50-60	45-50	5-10	80-90		40-50	
Pd	60-70	50-55	5-10	80-90	15-20	15-20	90-100
Ag	30-50	0-5	10-15	40-60		40-60	90-100
Os	no relevant end use sectors						
Ir	20-30	0	0	40-50		5-10	
Pt	60-70	50-55	0-5	80-90	15-20	10-20	90-100
Au	15-20	0-5	10-15	70-90	15-20	0-5	90-100

Table E1.

Estimated end-of-life recycling rates for precious metals for the main end use sectors (global averages, percent, functional recycling only).

Quelle: UNEP 2011, The Recycling rates of metals, appendix E

1) Total without jewellery, coins (no typical end-of-life management for these products)

2) Autocatalysts, spark plugs, conductive Ag-pastes, excluding car-electronics

3) incl. process catalysts/electrochemical, glass, mirror (Ag), batteries (Ag). In some cases, the available EOL metal is reduced due to prior in-use dissipation (e.g., homogeneous Pt-catalysts).

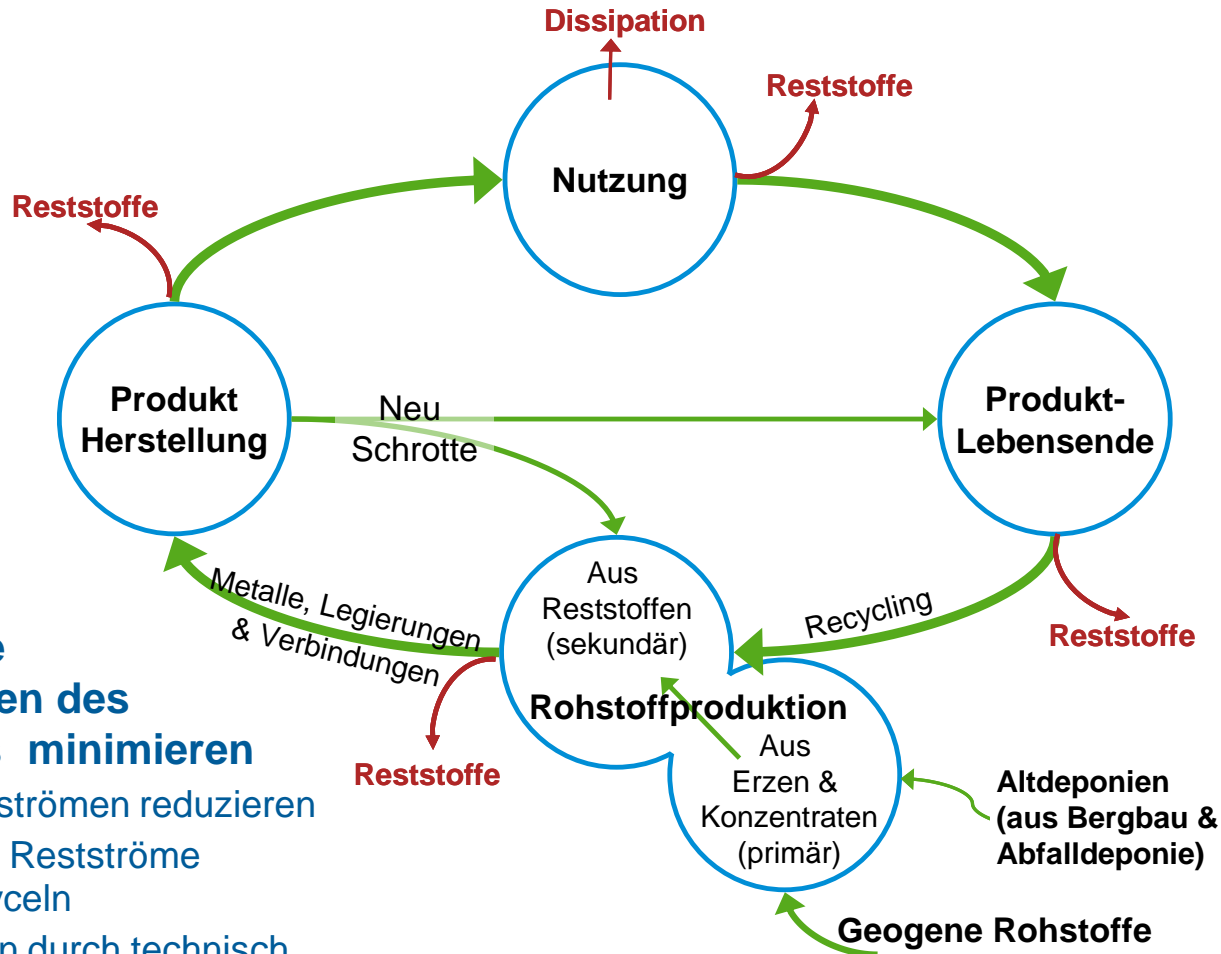
4) incl. decorative, medical, sensors, crucibles, photographic (Ag), photovoltaics (Ag)

5) incl. medals & silverware

* including metal demand for closed loop systems (e.g., process catalysts, glass and other industrial applications)



Chancen & Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft

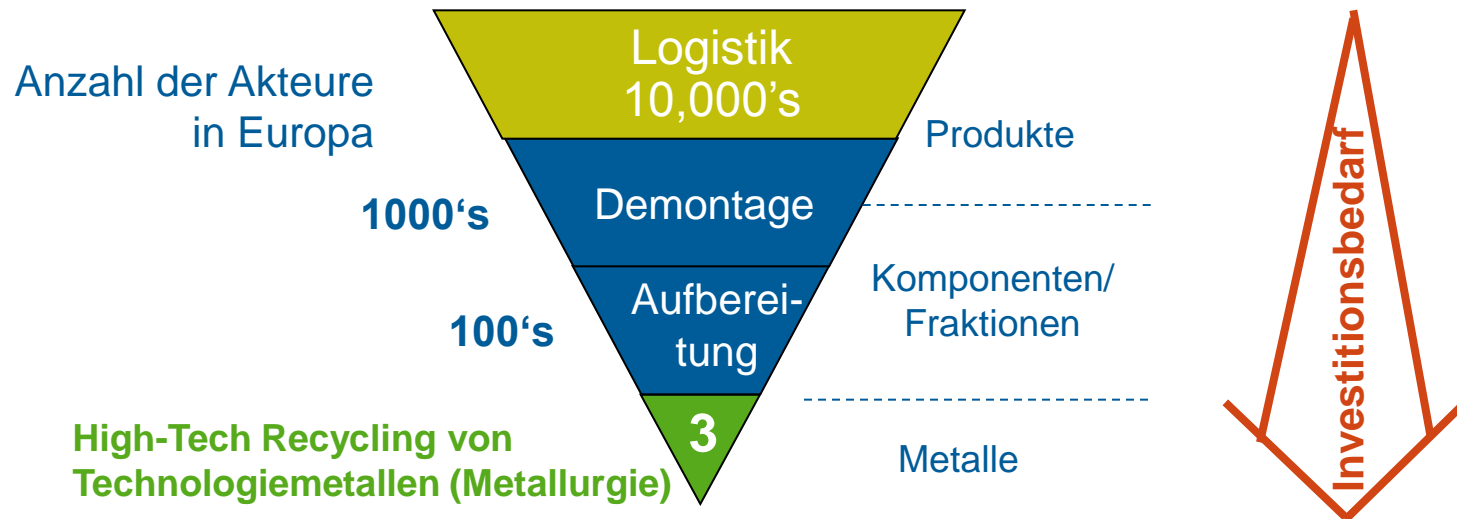


⇒ Metallverluste über alle Stufen des Lebenszyklus minimieren

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

Recyclingkette – der Systemansatz entscheidet

Beispiel WEEE-Recycling Recycling von Technologiemetallen aus Leiterplatten



Gesamtwirkungsgrad bestimmt durch schwächstes Glied
Sicherstellen, dass relevante Fraktionen zu High-Tech Prozessen gelangen

Beispiel: $30\% \times 90\% \times 60\% \times 95\% = 15\%$

Recycling von Edel- & Sondermetallen

➔ erforderlich sind Hi-Tech & Economies of Scale



Umicore's integrierte Metallhütte in Hoboken/Antwerpen



- 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 %, Wert der EM ermöglicht Koppelrecycling von weiteren Technologiemetallen



umicore
materials for a better life

Hauptprobleme beim Recycling in Europa

- relevante Fraktionen gelangen nicht zu geeigneten Anlagen

a) Geringe Erfassung



b) "Umleitung" gesammelter Produkte

⇒ dubiose Exporte ⇒ Hinterhof-"Recycling"



Au Ausbeute ≈ 25%

Beispiel “Low Tech” – Gold Recycling in Indien

Sicher, dass Ihr Produkt hier nicht dabei ist?



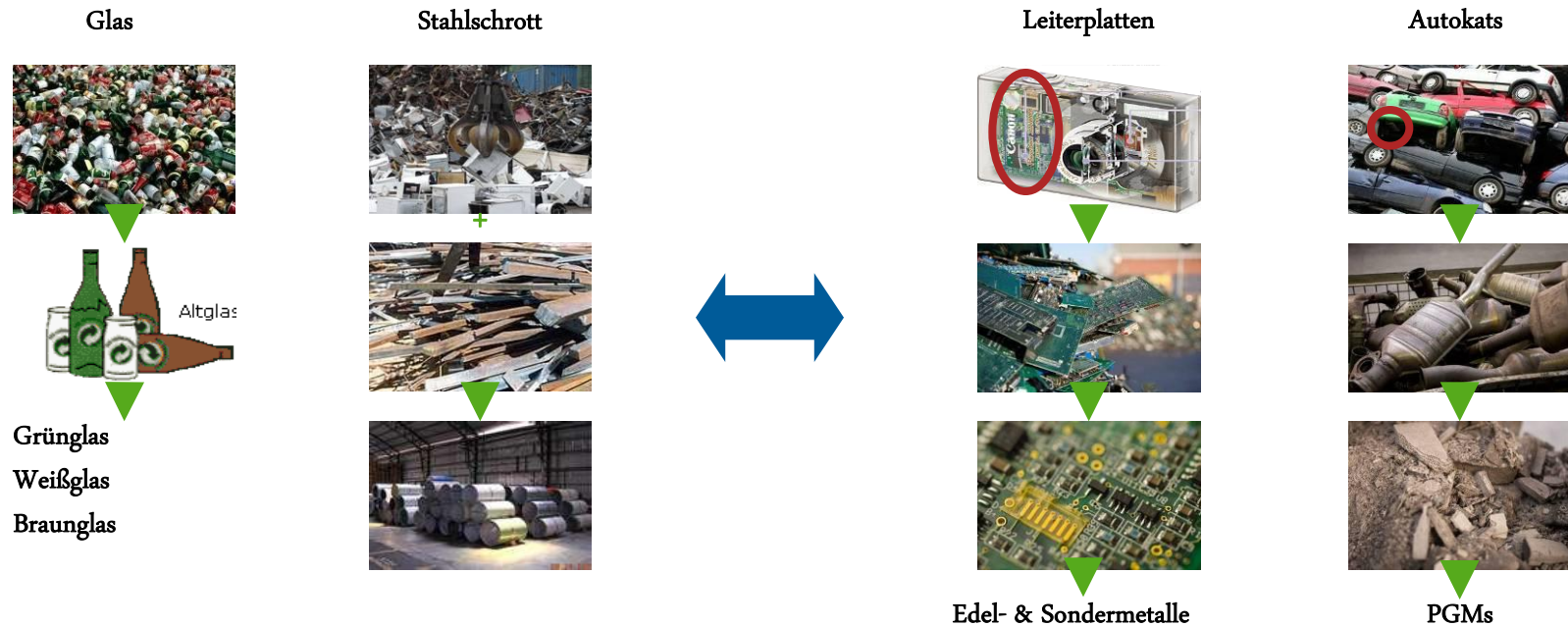
Gold-Ausbeute \approx 25%,
dramatische Umwelt- &
Gesundheitsauswirkungen
(Rochat, Keller, EMPA 2007)

foto: EMPA/CH

... “Standard” in vielen Hinterhofbetrieben

Anderes Recycling für Technologiemetalle

- mehr Qualität statt vor allem Quantität



- “Mono-Substanz” Material ohne Schadstoffe
- Spurenelemente verbleiben in Legierung/Glas

Fokus auf Durchsatz & Kosten

- “Poly-Substanz” Material mit Schadstoffen
- Komplexe Komponenten als Teil komplexer Bauteile

Fokus auf „Spurenelemente“ & Wert

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 und der Verbleib in eine geeignete Recyclingkette
6. Die optimale technisch-organisatorische Auslegung dieser Recyclingkette
7. Das Vorhandensein ausreichender Recyclingkapazitäten



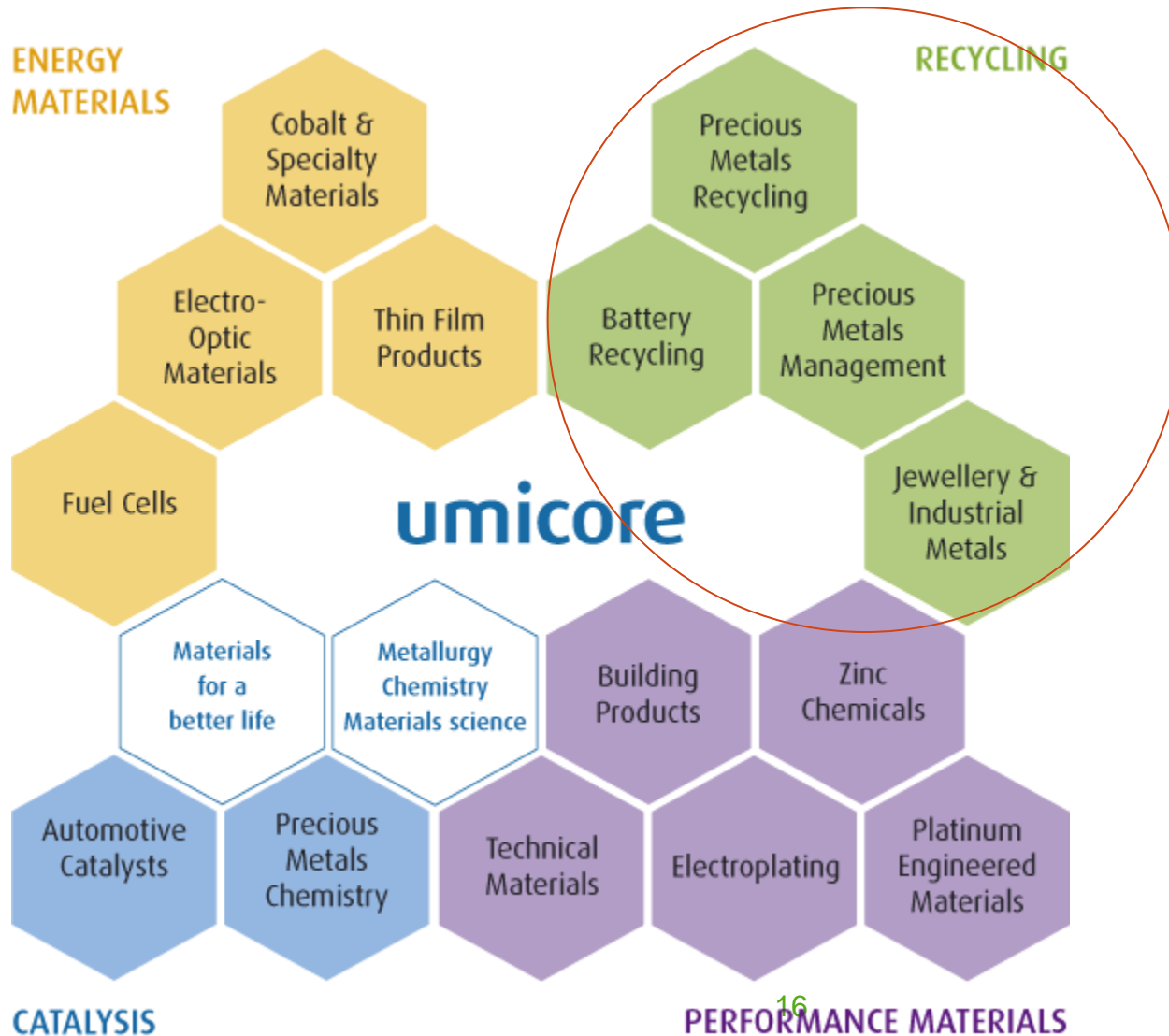
Was tun ? - Anreize & Instrumente

- 1. Mehr & besser sammeln; Kreisläufe nachhaltig schließen**
 - 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 (Ressort-übergreifend)**
 - Abfallgesetzgebung anpassen (z.B. WEEE-Directive): bei hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung bestimmter kritischer Rohstoffe ggfls. Recyclinganreize schaffen;
- 7. Verstärkte Ausbildung zu Rohstoff- & Recyclingthemen; interdisziplinäre Forschung fördern**

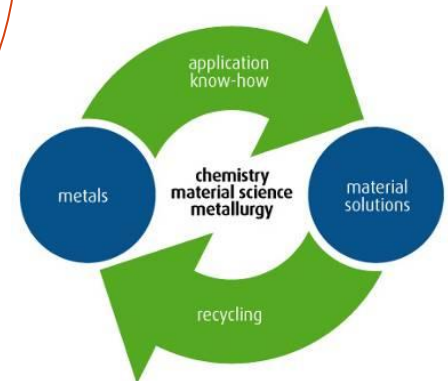
Recyclingchancen konsequent nutzen & konsistent fördern. Staatliche Leitplanken zur Qualitätssicherung der Recyclingkette. Integration in europäische Initiativen (z.B. EU RMI, EIP-RM).

Vertikale Integration bei Umicore

- Recycling zur strategischen Rohstoffsicherung



Material-Technologie Unternehmen mit Fokus auf Umwelttechnik



14.000 Mitarbeiter

Umsatz: 2 Mrd. € (o.EM)

- 2003: Übernahme der Degussa EM-Aktivitäten
- 70 industrielle Standorte weltweit

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



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



**So what we do get, we
recycle to the maximum**

Umicore Precious Metals Refining, as one of the world's largest companies in electronic 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 benefit package (early metal pricing, financing, metal account management, ...), high business standards and ethics. It lays the basis for a beneficial long-term relationship.

But we're even more proud of our eco-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 view our responsibility in the field of sustainable development. We understand our real 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.electronicrecycling.aticore.com
Contact: preciousmetals@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
www.umicore.com