

Recyclingtechnologien für kritische Rohstoffe

25. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft

Kontakt: Dr. Matthias Buchert
m.buchert@oeko.de

Aachen, 29. November 2012

Agenda

- **Einleitung**

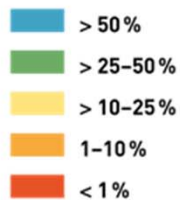
- **Stand des Recyclings kritischer Metalle**
 - **Kobalt**
 - **Platingruppenmetalle (PGM)**
 - **Seltene Erden**
 - **Tantal**

- **Ausblick zum Recycling kritischer Metalle**

Einleitung

Globale End-of-Life Recyclingraten von 60 Metallen (Graedel et al. 2011)

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 Sg	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
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

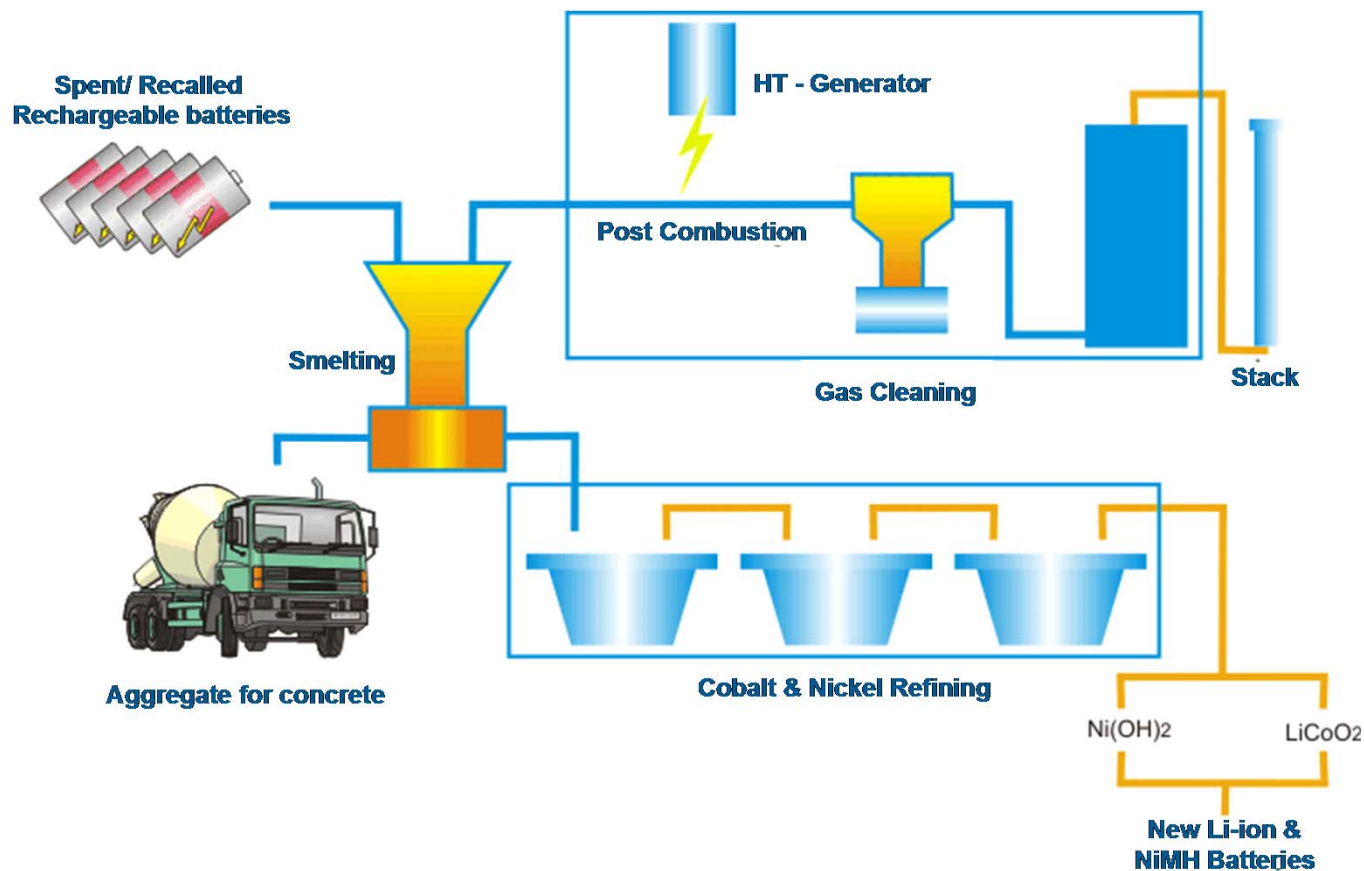
Wichtige Anwendung für Kobalt: Lithium-Ionen-Batterien



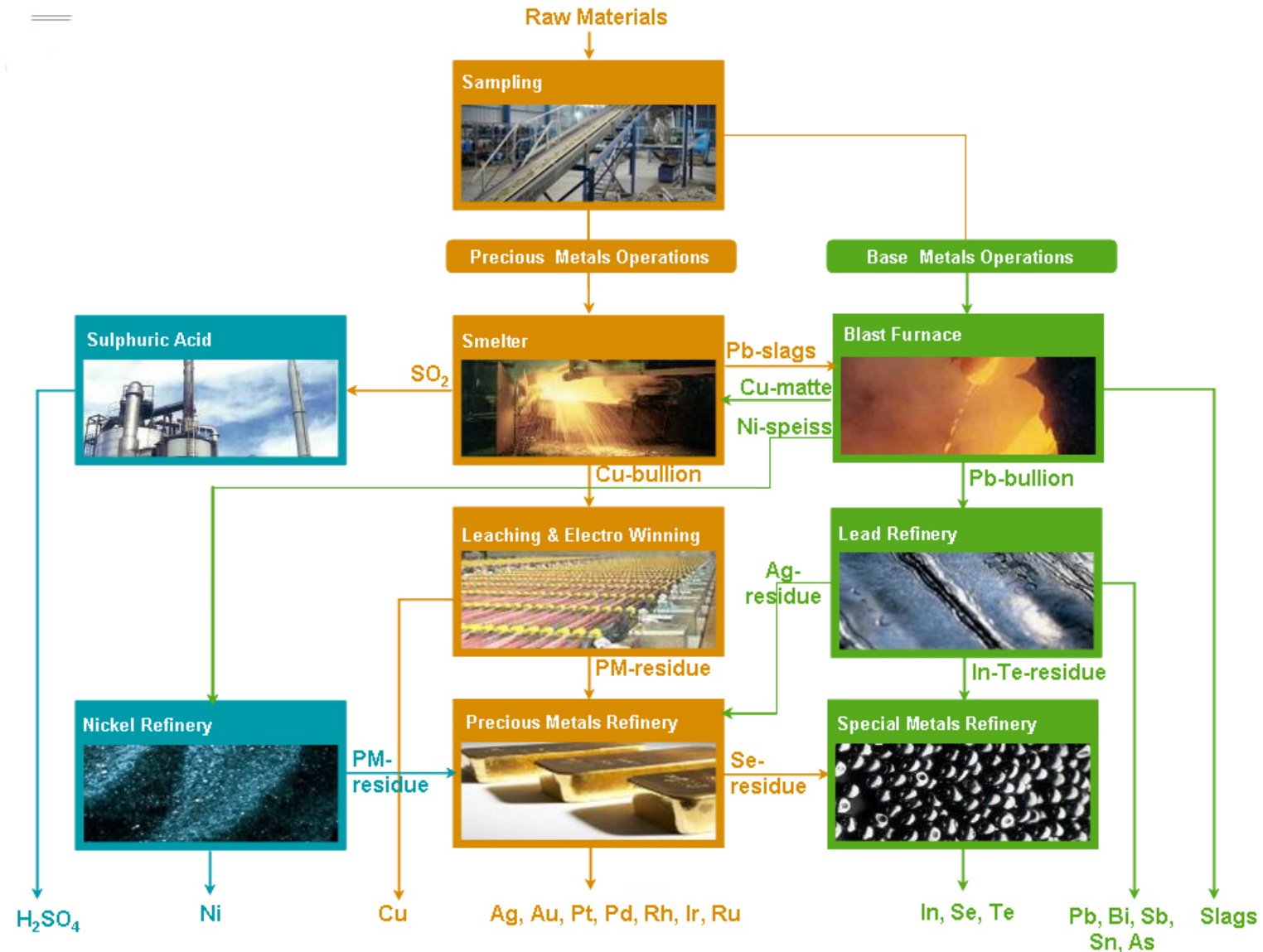
Recycling von Kobalt

Umicore Recyclingprozess für Batterien:

- Patentierter pyrometallurgischer Prozess mit Wiedergewinnung von Nickel, Kobalt und Kupfer über eine Metalllegierungsphase



Rückgewinnung von PGM



Stoffströme der PGM

Buchert, Hagelüken, Stahl

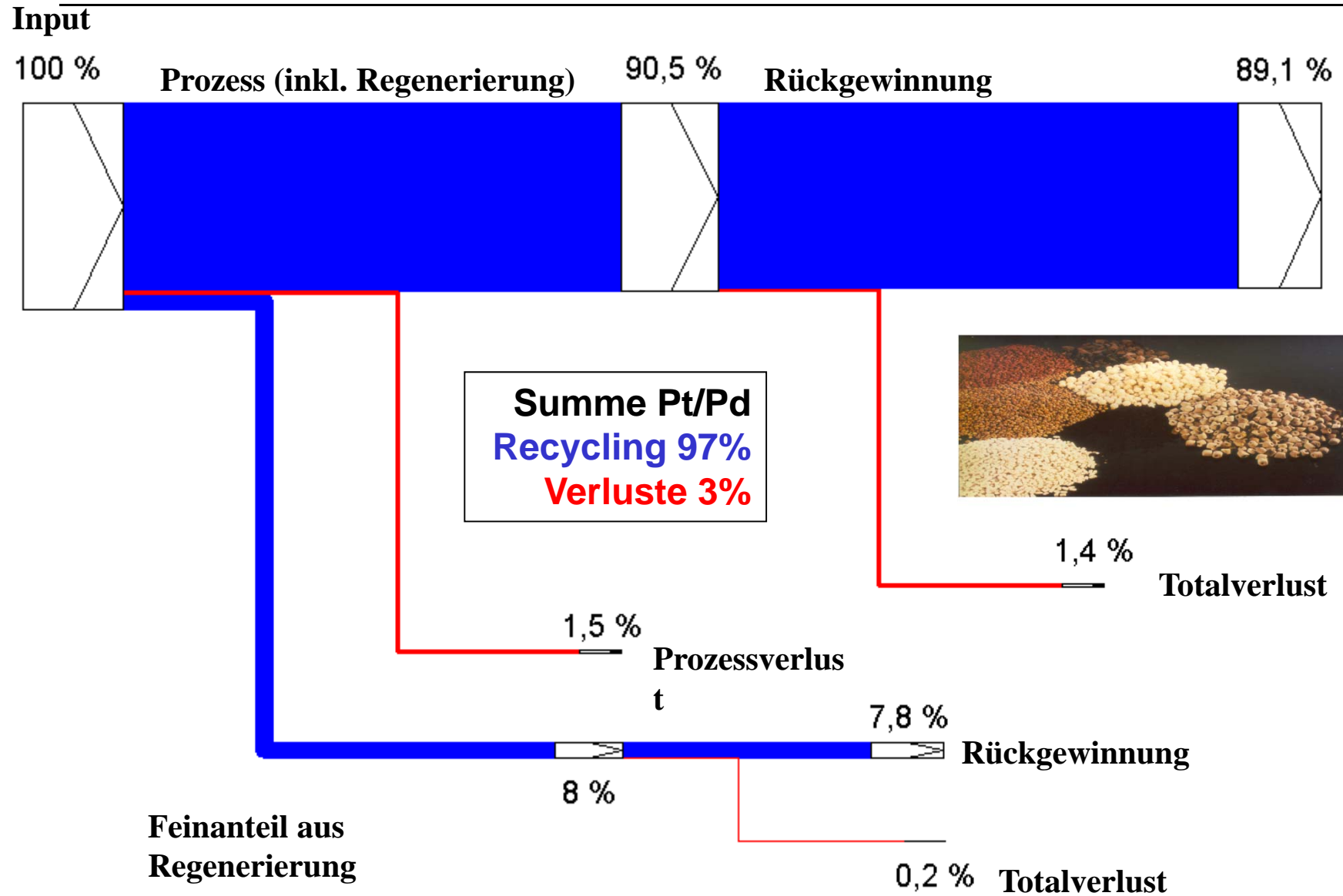
“Stoffströme der
Platingruppenmetalle”
GDMB Medienverlag, Clausthal
Zellerfeld 2005
ISBN 3-935797-20-6



“ Materials Flow of PGM in Germany”
English edition with introduction by
GFMS
GFMS Ltd, London 2005
ISBN 0-9543293-7-6

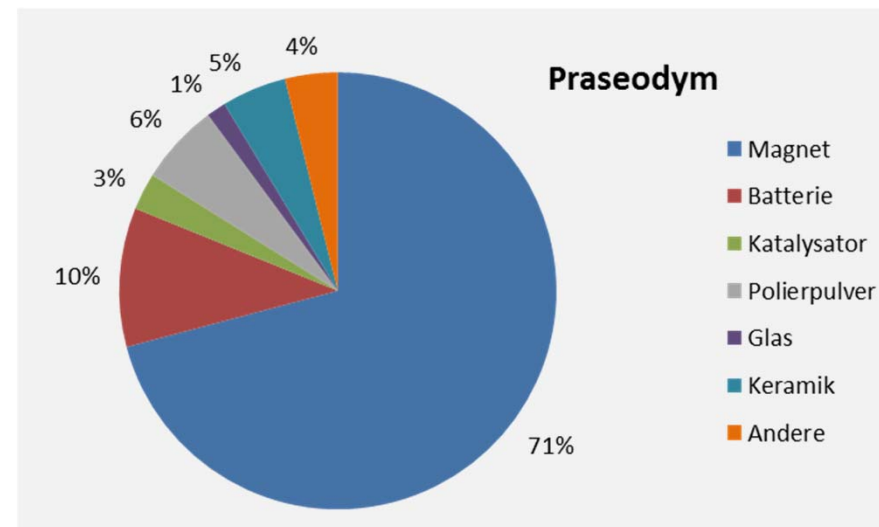
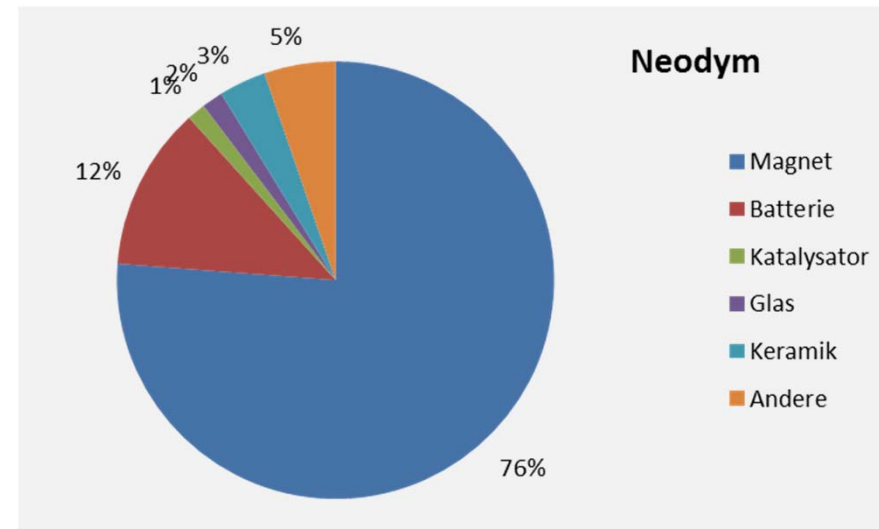


Raffineriekatalysatoren Pt/Pd



Anwendungen der Seltenen Erden: Aktuelle Verteilung (Nd, Pr, Dy, Tb)

- **Neodym-Einsatz:**
zu ca. 77% in Magneten,
zu ca. 12% in Batterien,
und ca. 3% in Keramik, ca. 2% Glas, ca.
1% Katalysator, ca. 5% Andere
- **Praseodym-Einsatz:**
zu ca. 71% in Magneten,
zu ca. 10% in Batterien,
zu ca. 6% in Polierpulver,
und ca. 5% in Keramik, 3% Katalysator,
1% Glass, 4% Andere
- **Dysprosium-Einsatz:**
zu 100% in Magneten
- **Terbium-Einsatz:**
zu ca. 11% in Magneten,
zu ca. 89% in Leuchtmitteln



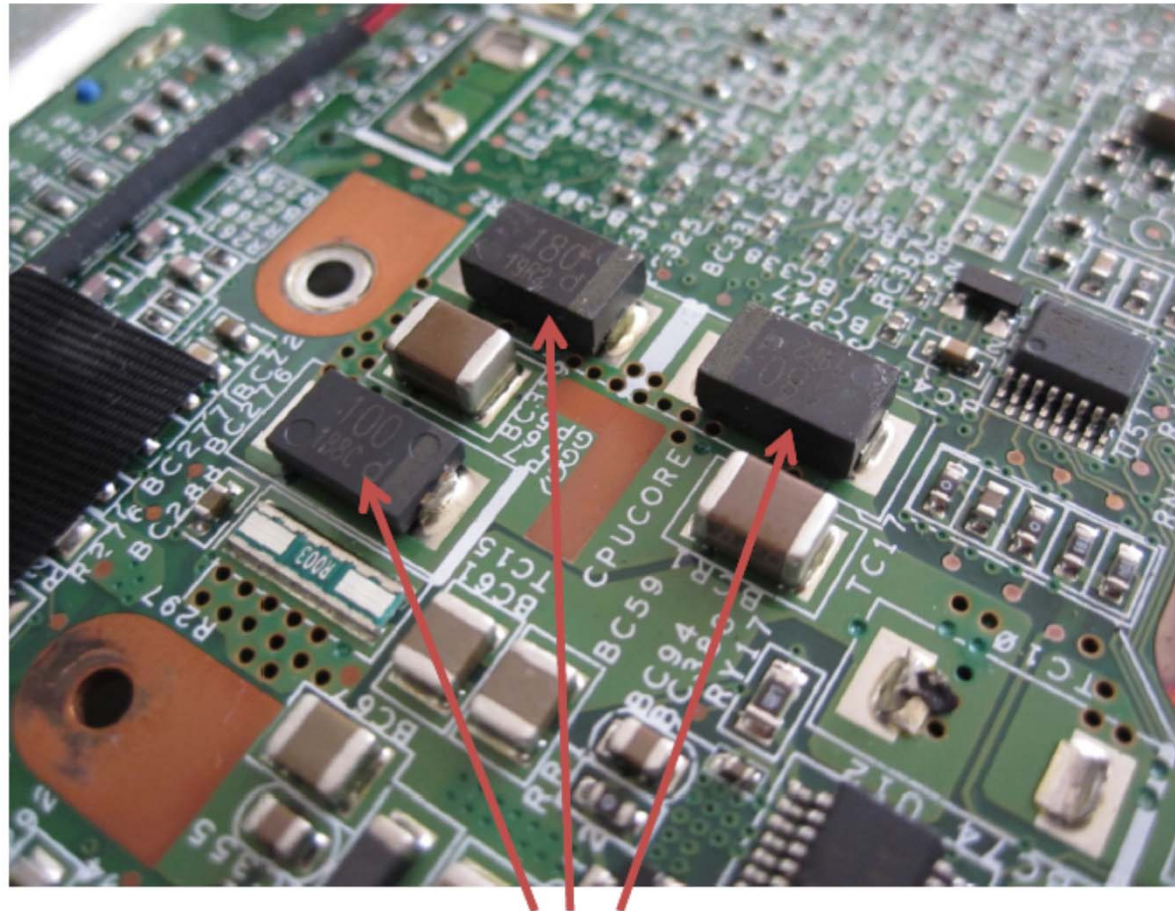
Umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum Recycling von Seltenen Erden aus verschiedenen Anwendungen sind im Gange:

- **Umicore/Solvay (Rhodia):** Rückgewinnung von Seltenen Erden (von NiMH-Batterien) aus der Schlacke der Umicore Batterie-recyclinganlage in Hoboken (Belgien).
- **BMBF-Projekt MORE (Motor Recycling): Siemens et al.:** Rückgewinnung von Seltenen Erden aus elektrischen Fahrtrieben (Elektromotoren mit Neodym-Dauermagneten).
- **Hitachi:** Rückgewinnung von Neodym-Dauermagneten aus Notebooks etc.

Solvay (Rhodia) hat im September 2012 in Frankreich die Rückgewinnung von Verbindungen von 6 verschiedenen Seltenen Erden aus Leuchtmitteln (Energiesparlampen) im industriellen Maßstab begonnen!

Tantal in der Elektronik

Tantal-Kondensatoren auf der Hauptplatine eines Notebooks
(eigene Aufnahme Öko-Institut)



Ta-Kondensatoren

- **H.C. Starck** bietet Kunden die Rücknahme von Tantalrückständen zum Recycling an!
- Hier eignen sich besonders **Rückstände aus Produktionsprozessen** wie Sputter Targets etc.
- Je nach Konzentration erfolgt die Rückgewinnung auf **thermischen, chemischen oder mechanischem Weg!**
- Die Rückgewinnung aus wichtigen post-consumer-Anwendungen **wie Notebooks ist schwierig**, da für die Kondensatoren (Miniaturisierung) eine aufwendige manuelle Entnahme notwendig ist!

- Das Recycling von **Platingruppenmetallen wie Platin, Palladium** usw. ist technologisch vor allem in der Endrefiningstufe **sehr ausgereift**. Die Eigenschaften von Kupfer als „Sammlermetall“ für Edelmetalle kommen mit sehr hohen Rückgewinnungsraten (> 90%) hier zum Tragen.
- **Schwachstellen** beim globalen Recycling von PGM liegen vor allem in der **Sammlung und z.T. im nicht angemessenen pre-processing** (unsachgemäße Shredderprozeduren von edelmetallhaltigem Platinen können zu starken diffusen Verlusten von Palladium sowie Gold und Silber führen).
- **Kobalt** wird bereits heute aus einer Reihe von Anwendungen von Post-Consumer-Material **zurückgewonnen** (Superlegierungen, Katalysatoren, Batterien).
- Das stark wachsende Anwendungsfeld **Lithium-Ionen-Batterien** (Elektromobilität!) wird aktuell durch weitere umfassende F+E-Aktivitäten adressiert: BMU-Projekte **LithoRec II** (Chemetall et al.) sowie **EcoBatRec** (Accurec/RWTH Aachen).

- Die Versorgung mit **Seltenen Erden** (v.a. Dy, Tb, Nd, Pr) **ist besonders kritisch**. Recycling ist zukünftig eine wichtige Option zur Verringerung von Verknappungssituationen, allerdings nicht die alleinige Lösung für die zukünftige Bedarfsbefriedigung.
- Der **Einstieg zum Recycling von Seltenen Erden** (Anwendungsfeld Leuchtstoffe) ist erfolgt; weitere Anwendungsfelder (Neodym-Dauermagnete etc.) müssen in den kommenden Jahren folgen.
- **Tantal** wird in diversen Anwendungsbereichen (z.B. Kondensatoren, Legierungen usw.) eingesetzt. Recycling ist wichtig im Hinblick auf die globale Versorgungssituation (Kongoproblem!).
- Das Recycling von **Tantalrückständen** aus Produktionsprozessen wird angeboten; das Recycling von Ta aus Post-Consumer-Produkten ist logistisch gesehen (Sammlung und Separierung) erheblich schwieriger.

Resources Fever

HOME

PUBLICATIONS

TOPICS

PROJECTS

LINKS

TEAM

SEARCH

News

Resources Fever



FEB
14

14th of February 2012

New reports from e-waste project now published

[Read more ...](#)

JAN
26

26th of January 2012

Technologies of the future and resources – rare earths a sticking point?

[Read more ...](#)



Weitere Informationen unter
www.resourcefever.org

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



www.oeko.de