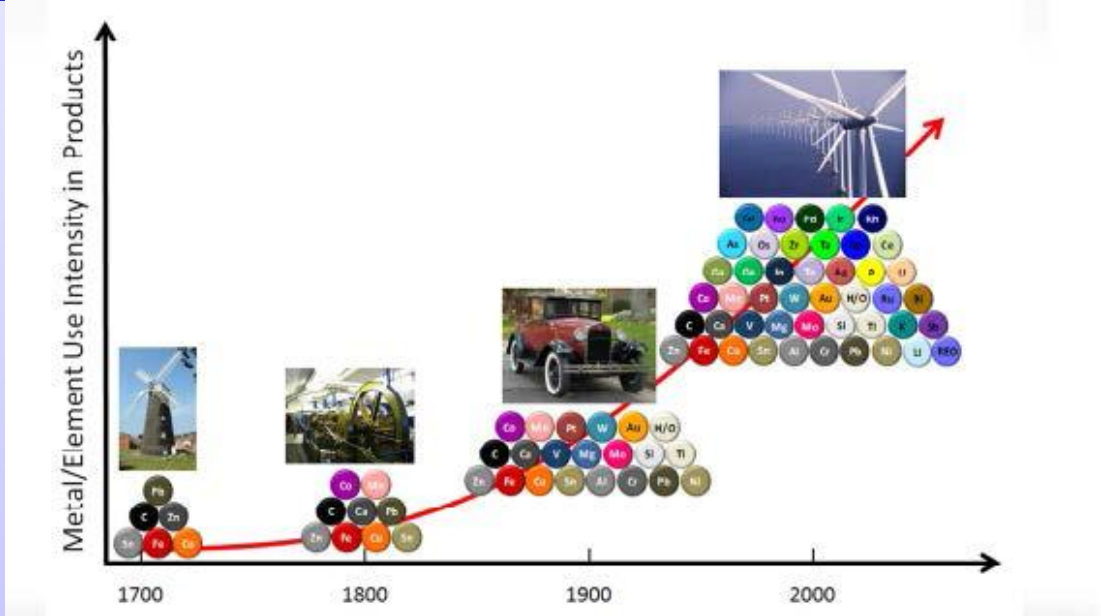
Urban Mining von elektronischem Abfall – Herausforderungen aus der Sicht eines Geologen

Axel Müller

Geological Survey of Norway (NGU)

Wertsteigerung des eletronischen Abfalls

1. Steigende Menge von elektronischen Geräten
2. Kürzere Produktlebensdauer
3. Steigende Anzahl verwendeter, hochwertiger Metalle (”Technologiemetalle”)



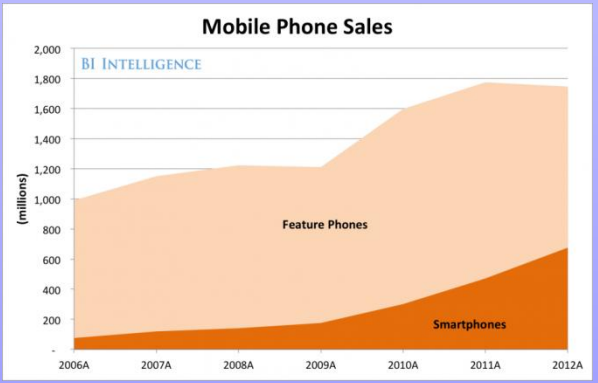
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
K	Ca	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

*													
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Precious Metals (PM)	Semi-conductors	Rare Earth Elements (REE)
Edelmetalle	Halbleiter	Seltene Erden

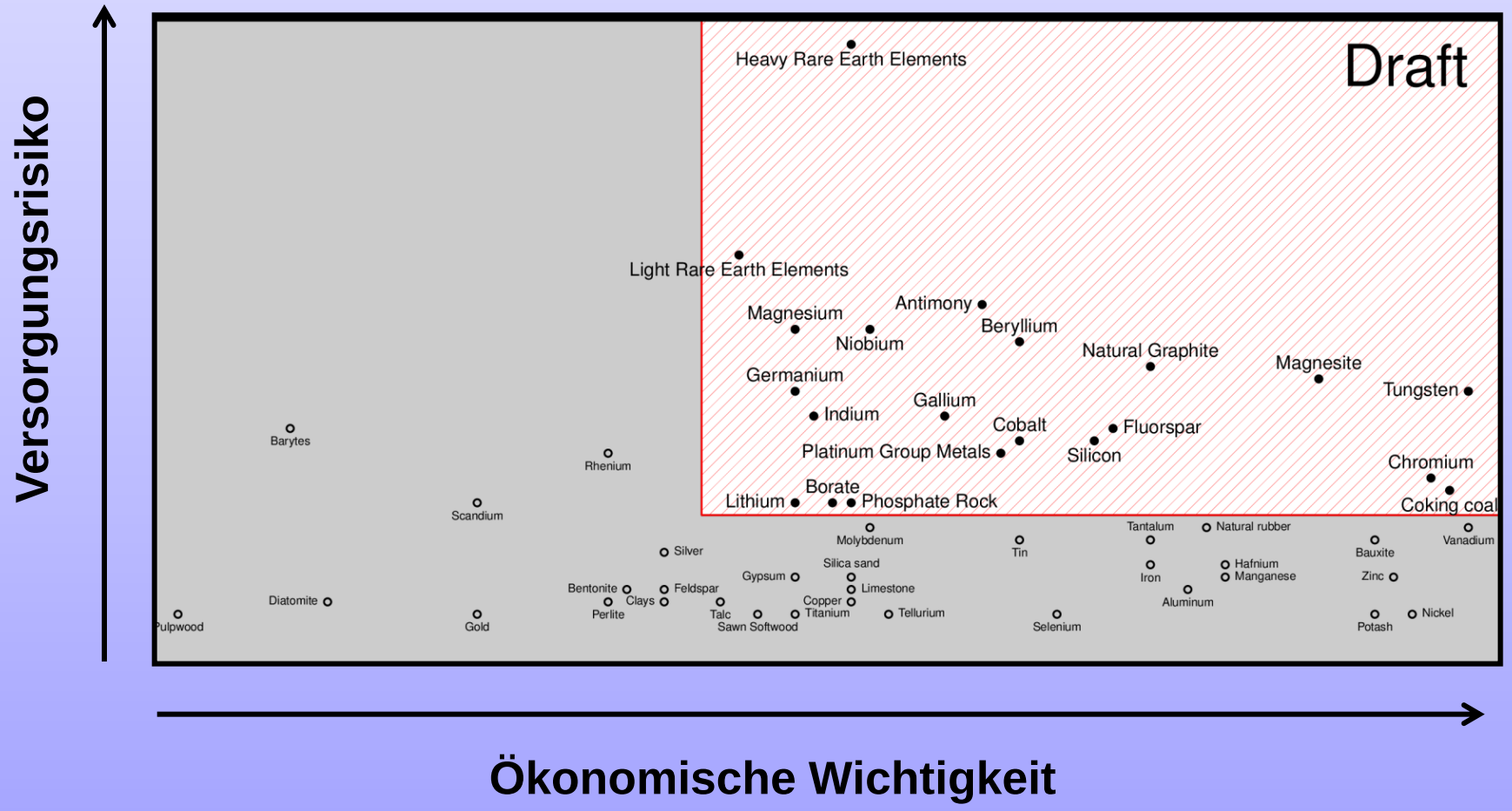
Technology metals

EU critical metals



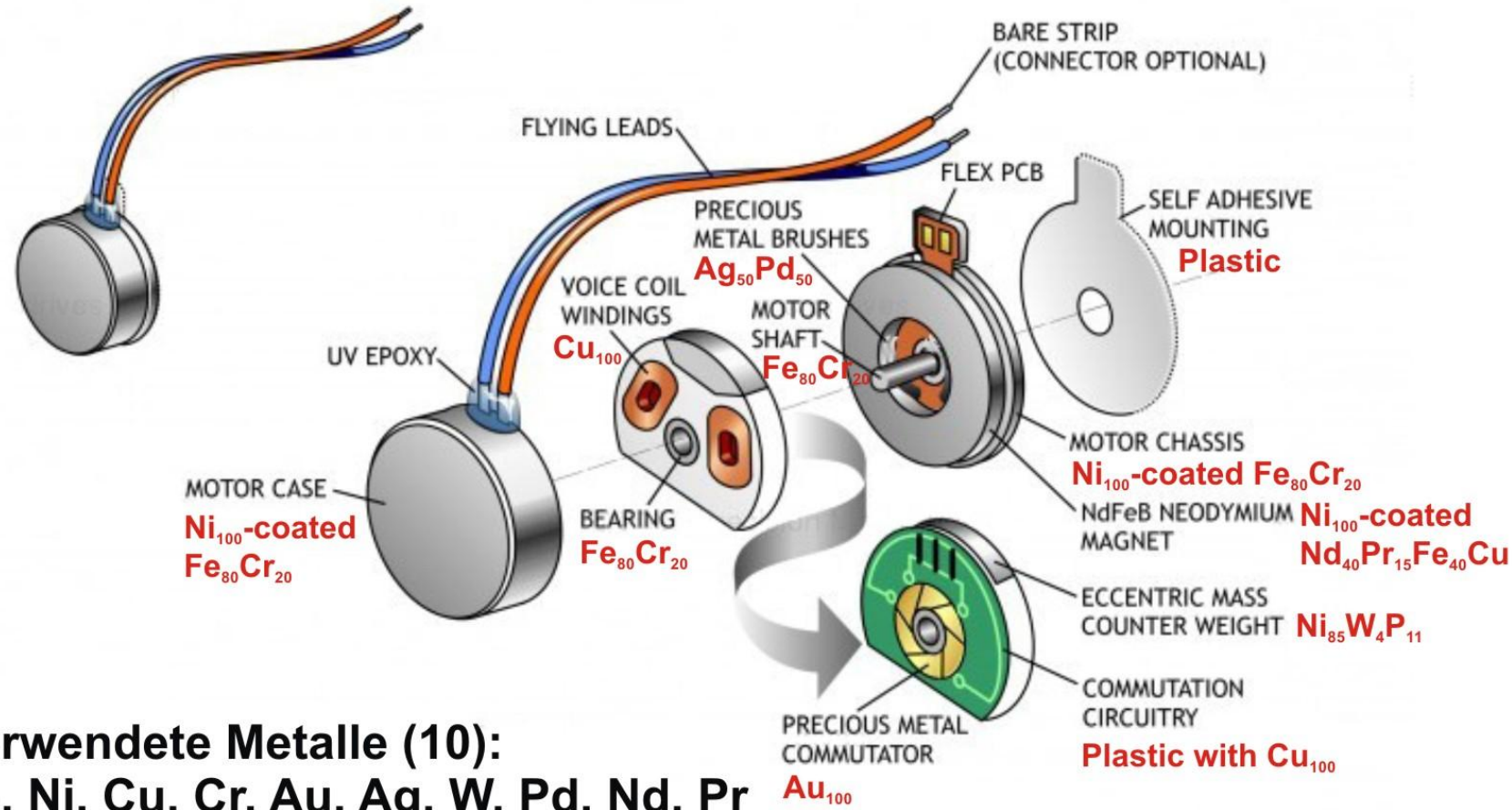
EU-Evaluierung kritischer Rohstoffe – 2014 (Entwurf)

19 von 21 kritischen Rohstoffen sind Bestandteil von Mobiltelefonen



“Grober” Aufbau eines Smartphones

Aufbau und Zusammensetzung eines Mikrovibrationsmotors im Smartphone



Verwendete Metalle (10):
Fe, Ni, Cu, Cr, Au, Ag, W, Pd, Nd, Pr

“Proben” und “Proben”preparation

Nokia Nuron 5230

Nokia 5130 Xpress

Sony Ericsson W595

Nokia BL-5J
Li-ion battery

Nokia BL-5C
Li-ion battery

Sony Ericsson BST-33
Li-polymer battery

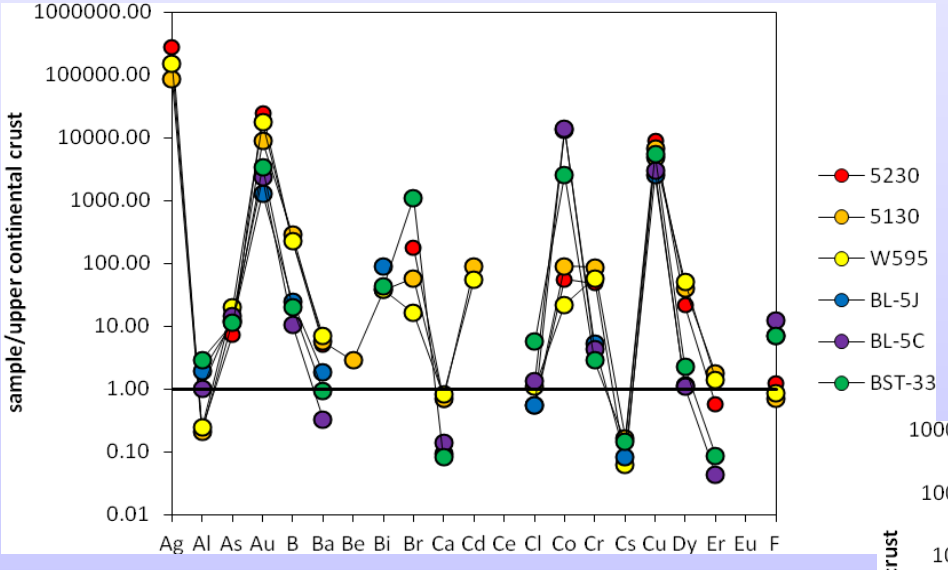
Durchschnittszusammensetzung von drei Mobiltelefonen

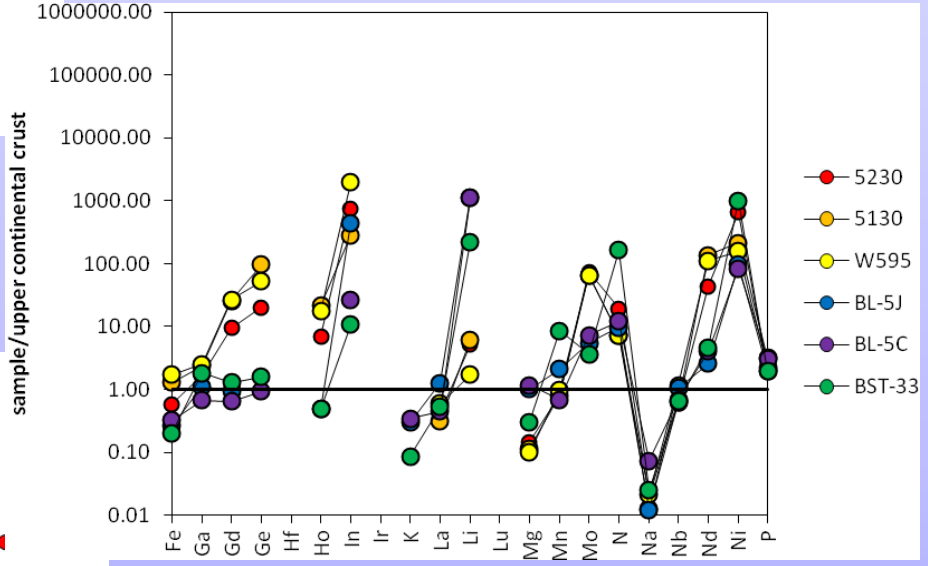
element	average concentration	average composition of Upper Crust	weight of element in one phone	weight of element in 1.6 bill phones
	ppm	ppm	g	t
Cu	192000	28	15.168	23889.6
Si	53533	311314	4.229	6661
Fe	46867	39176	3.702	5831.4
Ca	18667	25658	1.475	2322.6
Al	18200	81504	1.438	2264.5
Ni	16150	47	1.276	2009.5
Sn	11770	2.1	0.930	1464.5
Zn	10520	67	0.831	1309.0
Cr	5860	92	0.463	729.1
B	4203	17	0.332	523.0
Ba	3700	628	0.292	460.4
Nd	2627	27	0.208	326.8
Mg	1800	14955	0.142	224.0
Sr	1663	320	0.131	206.9
Co	955	17.3	0.075	118.8
Ag	915	0.0053	0.072	113.9
Mn	676	774	0.053	84.1
Pr	654	7.1	0.052	81.4
Ta	409	0.9	0.032	50.9
W	190	1.9	0.015	23.7
Dy	146	3.9	0.012	18.2
Pb	106	17	0.008	13.2
Li	105	24	0.008	13.0
Gd	83	4	0.007	10.3
Ge	79	1.4	0.006	9.8
Mo	75	1.1	0.006	9.4
As	64	4.8	0.005	8.0
In	56	0.056	0.004	6.9
Ga	38	17.5	0.003	4.8
V	36	97	0.003	4.4
Au	26	0.0015	0.002	3.2

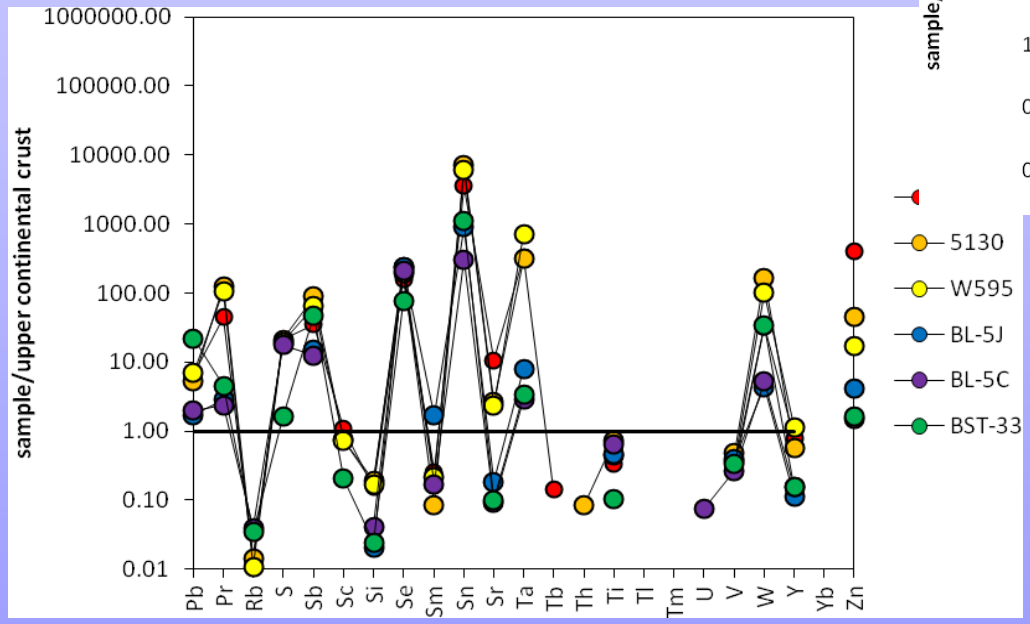
Durchschnittszusammensetzung von drei Li-Batterien

element	average concentration	average composition of Upper Crust	weight of element in one Li-battery	Weight of element in 1.6 bill batteries
	ppm	ppm	g	t
Co	171000	17.3	3.7620	5925.2
Al	156967	81504	3.4533	5438.9
Cu	102433	28	2.2535	3549.3
Li	19890	24	0.4376	689.2
Ni	18710	47	0.4116	648.3
Mg	12367	14955	0.2721	428.5
Fe	10267	39176	0.2259	355.7
Si	8867	311314	0.1951	307.2
Mn	2947	774	0.0648	102.1
Sn	1610	2.1	0.0354	55.8
Ti	1567	3637	0.0345	54.3
Cr	377	92	0.0083	13.1
B	313	17	0.0069	10.9
Zn	163	67	0.0036	5.7
Pb	145	17	0.0032	5.0
Nd	101	27	0.0022	3.5
As	60	4.8	0.0013	2.1
Sr	40	320	0.0009	1.4
V	32	97	0.0007	1.1
W	27	1.9	0.0006	1.0
La	23	31	0.0005	0.8
Pr	23	7.1	0.0005	0.8
Ga	21	17.5	0.0005	0.7
Se	16	0.09	0.0003	0.5
Sb	10	0.4	0.0002	0.3
Nb	10	12	0.0002	0.3
In	9	0.056	0.0002	0.3
Bi	7	0.16	0.0002	0.2
Mo	6	1.1	0.0001	0.2
Dy	6	3.9	0.0001	0.2
Ta	4	0.9	0.0001	0.1

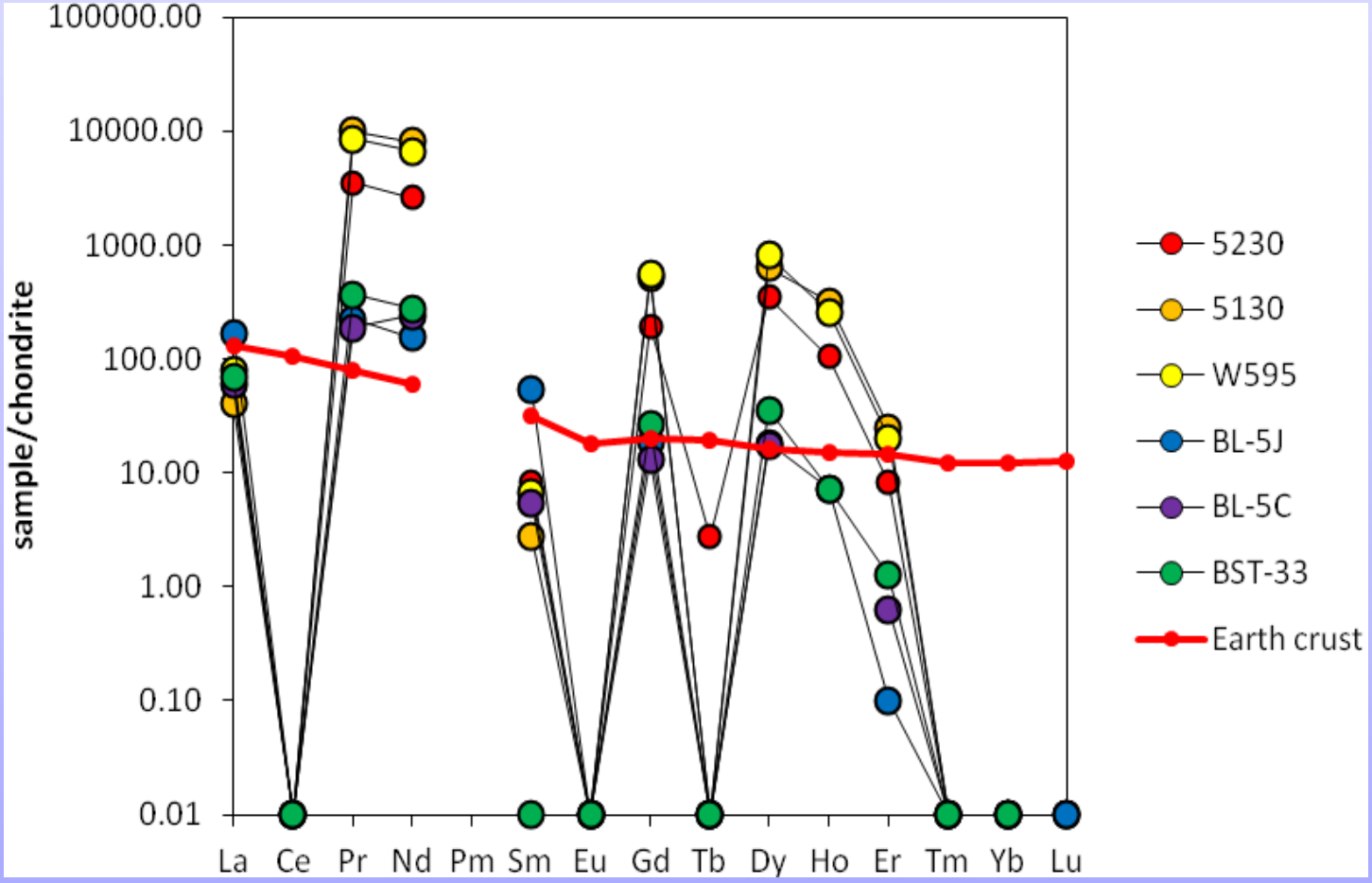
Vergleich der Zusammensetzung von Mobiltelefonen und Li-Batterien mit der Durchschnittszusammensetzung der Erdkruste







Seltene-Erden-Muster von Mobiltelefonen und Li-Batterien



Wichtigste Herausforderungen und Aufgaben für ein effektives Recycling von Mobiltelefonen

1) Ein Produktdesign, was die Trennung von Materialen erleichtert

2) Ein deckendes Netzwerk von Sammelstationen

3) Ein besseres Bewusstsein für Recycling

4) Stopp des (illegalen) Exports von elektronischem Abfall in Länder, in denen keine hochtechnologische, umweltverträgliche Recyclingindustrie existiert

5) Verlustarme, effektive Verfahren der physikalischen Trennung von Materialien

6) Energie- und Gewinnungseffektive metallurgische Verfahren zur Trennung der Metalle

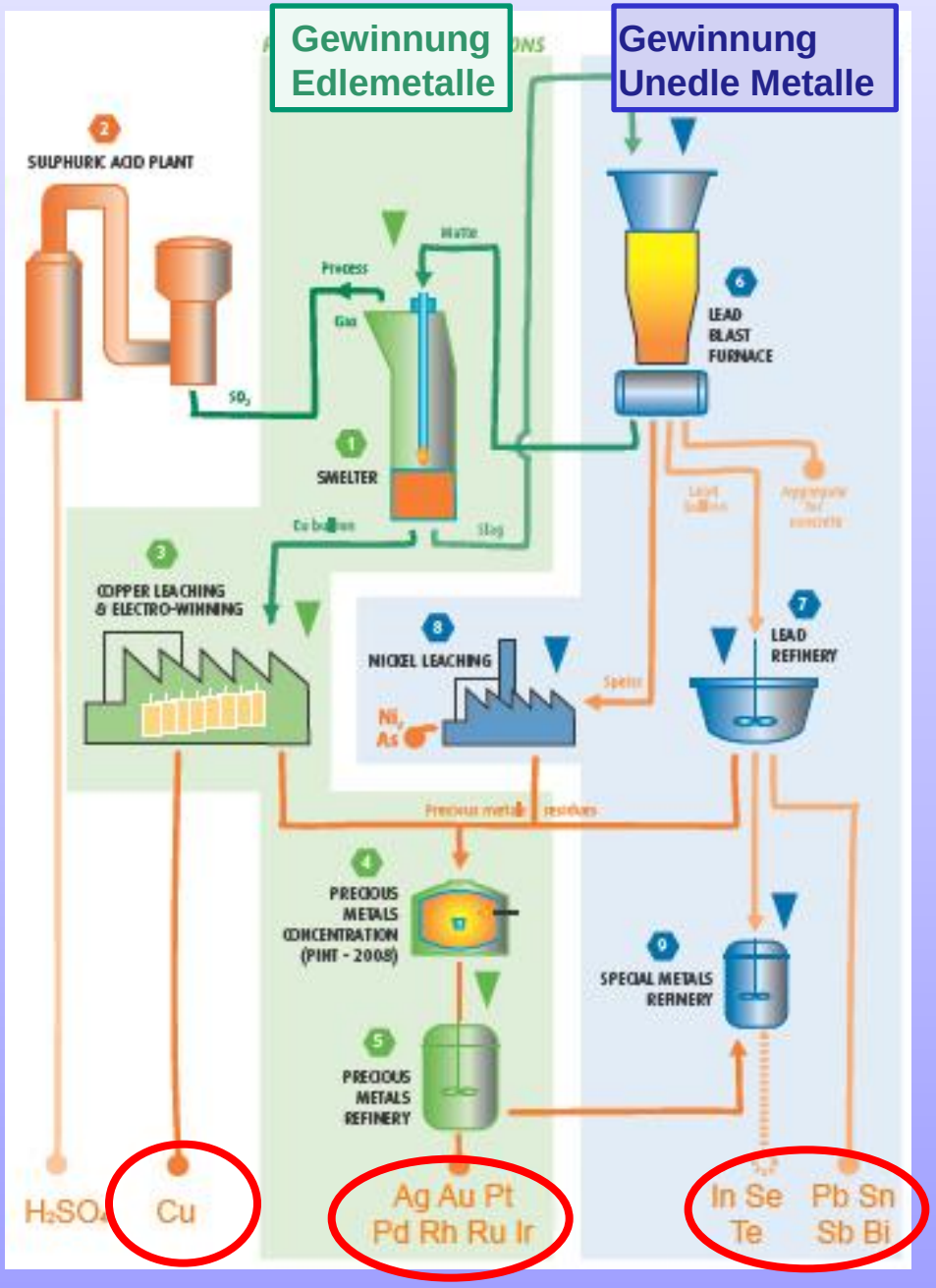
umicore
materials for a better life

Vorreiter metallurgischer Recycling-verfahren von elektronischem Abfall

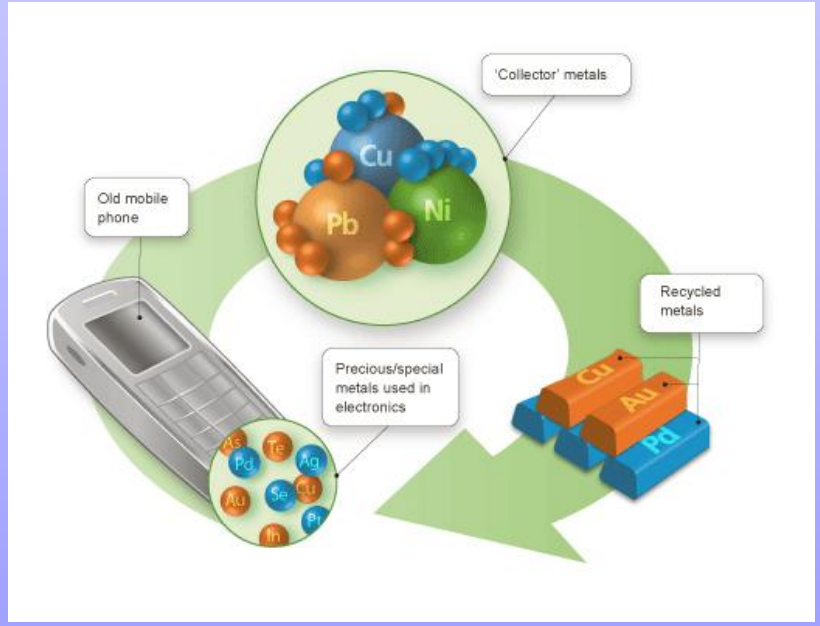
Schmelzhüttenraffinerie in Hoboken, Antwerpen

Kapazität 350 000 t elektronischer Abfall pro Jahr

Wiedergewinnung von 17 Metallen (Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Cu, Pb, Ni, Sn, Bi, Se, Te, Sb, As, (In)) und Co und REE aus Batterien



umicore
materials for a better life



Gemäß Umicore ist der Minimumwiedergewinnungsgehalt von Metallen in elektronischen Abfall ca. 40 mal höher als der bergbauliche Fördergrad. Im Fall von Gold ist das richtig, aber fuer die anderen Metalle kann das nicht stimmen, da die Gehalte im Abfall nicht so hoch sind.

Element	Durchschnitts-konzentration im Mobiltelefon	Minimum-bergbau-Fördergehalt	Minimumwieder-gewinnungsgehalt in Abfall	Bergbau- und Aufbereitungs-kosten	Rohstoffpreis
	ppm	ppm	ppm		
Cu	192000	8000	320000? (32%)	3500 U$/t	6,000 U$/t
Ni	16150	10000	Aufbereitung nicht entwickelt	8000 U$/t	15,000 U$/t
Sn	11770	16000	640000? (64%)	10000 U$/t	20,000 U$/t
Ag	915	350	50	10 U$/oz	20 U$/oz
Ta	409	300	Aufbereitung nicht entwickelt	?	300,000 U$/t*
Au	26	4	200	600 U$/oz	1,200 U$/oz

Boliden Schmelzhütte in Rönnskär, Schweden

Seit Januar 2012 Wiedergewinnung von Gold, Silber und Kupfer aus elektronischen Abfall der bergbaulichen Erzen im Verhüttungsprozess zugesetzt wird

Resumé: Momentan der beste Ort für Altmobiltelefone ist die Schublade