

Schliessung von Stoffkreisläufen – vom frommen Wunsch zur dringenden Notwendigkeit?



Einführung

Patrick Wäger

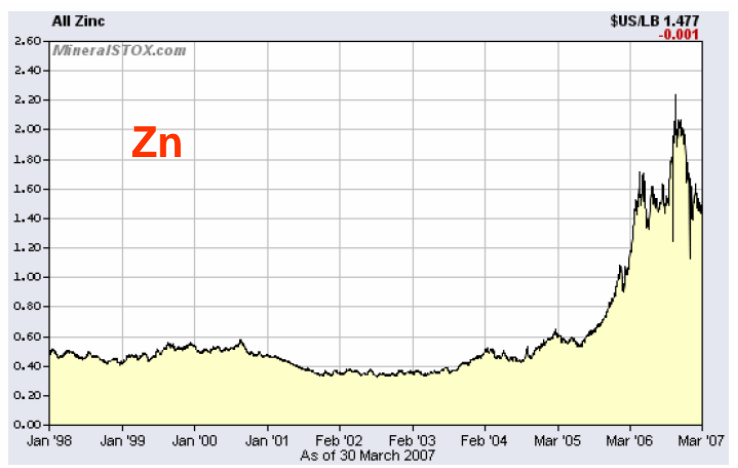
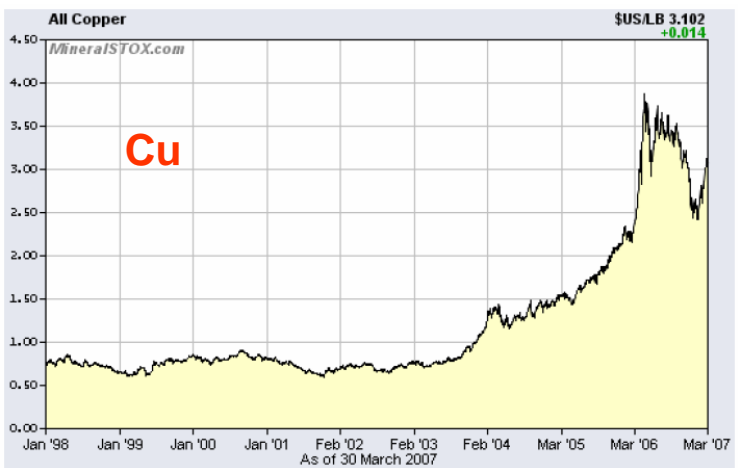
Technology and Society Laboratory, Empa, St. Gallen and Dübendorf, Switzerland

www.empa.ch/tsl

ISWA, Forum Abfallverminderung und Recycling

- Auslöser für die heutige Veranstaltung
- Was bedeutet 'Knappheit'?
- Wann besteht Knappheit?
- Was geht uns das an?
- Ziele der heutigen Veranstaltung
- Programm und Organisatorisches

Basismetalle



Edelmetalle



Quelle: www.mineralstox.com

2012 ▲ ■ 11./12. April 2012: Dach des KKL (über Nacht).

?



2007 ▲

Februar 2007: 32 Schienenverbinder auf dem SBB-Areal in Olten;
Dezember 2006: 800 kg Kupfer- und Bronzeabfälle aus Maschinenfabrik in Fülenbach;
November 2006: 1.5 t Kupferkabel aus Kabelwerk in Däniken;
Oktober 2006: 3 t Kupferdraht aus SBB-Areal in Dulliken;
August 2006: 2 t Kupfer- und Titanzinkblech aus Gewerbebetrieb in Büren a.d. Aare;
August 2006: 10 t Kupferdraht aus SBB-Werk in Gossau SG;
März und April 2006: ca. 4 t Kupferkabel beim Unterwerk in Landquart;

2006 ▲

Februar 2006: 6 t Kupfer und Altmittel aus Werkgebäude, Wil

Studie der Yale University: Metallvorräte und Nachhaltigkeit

- Der Anteil an den Metallvorräten in der Lithosphäre, welcher bereits heute verbraucht ist und voraussichtlich nicht wieder gewonnen werden kann, beträgt **26% für Kupfer** und **19% für Zink**.
- Für Metalle wie **Kupfer** sind die vom Menschen in Umlauf gebrachten Mengen und die in die Metallvorräte in den Erzlagerstätten dabei, äquivalent zu werden;
- Für **Kupfer, Zink** und voraussichtlich auch **Platin** würden die gesamten Metallvorräte in den Erzlagerstätten aufgebraucht werden müssen, wenn die Welt auf das Niveau entwickelter Nationen gebracht würde. Zudem müsste von da an ein annähernd vollständiges Recycling stattfinden.
- Substitution hat zwar das Potential, diese Situation zu verbessern, aber man sollte nicht automatisch davon ausgehen, dass ein zufriedenstellendes Substitut für jede Anwendung zu einem vernünftigen Preis und genau zum erforderlichen Zeitpunkt gefunden werden wird.

Auslöser für die Tagung (4)

Verwendung von Metallen in Elektro- und Elektronikprodukten

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	1 H 1.008																	2 He 4.003
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 18.99	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.1	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.84	27 Co 58.99	28 Ni 58.34	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 73.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.8
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 99	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 138.9	73 Ta 181.0	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
7	87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266	110	111	112						
			6	58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm 145	62 Sm 150	63 Eu 152.0	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	
			7	90 Th 232	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cu 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262	

nonmetal
 metal
 transition metal
 metalloid

Quelle: Berendt et al. (2007) Maßnahmen und Konzepte zur Lösung des Problems konfliktverschärfender Rohstoffausbeutung am Beispiel Coltan. UBA Berlin.

'Knappheit' bezeichnet das Verhältnis zwischen subjektiven Bedürfnissen (Nachfrage) und den Möglichkeiten, diese zu decken (Angebot).

Neoklassische Ökonomie

relative Knappheit

- ein Gut ist knapp, wenn es Opportunitätskosten verursacht, d.h. es ist knapp in Bezug zu anderen Gütern,
- Natur besteht aus substituierbaren, erneuerbaren Gütern, welche dem Zweck dienen, menschliche Bedürfnisse zu decken.

Ökologische Ökonomie

absolute Knappheit

- *H. Daly, N. Georgescu-Roegen, D. Meadows*: Es gibt Grenzen der Substituierbarkeit, die durch Naturgesetze bestimmt sind
 - nachfrageseitig: elementare vs. imaginäre Bedürfnisse
 - angebotsseitig: beschränkte Ersetzbarkeit natürlicher Ressourcen durch menschliche Artefakte.

Was bedeutet 'Knappheit'? (2)

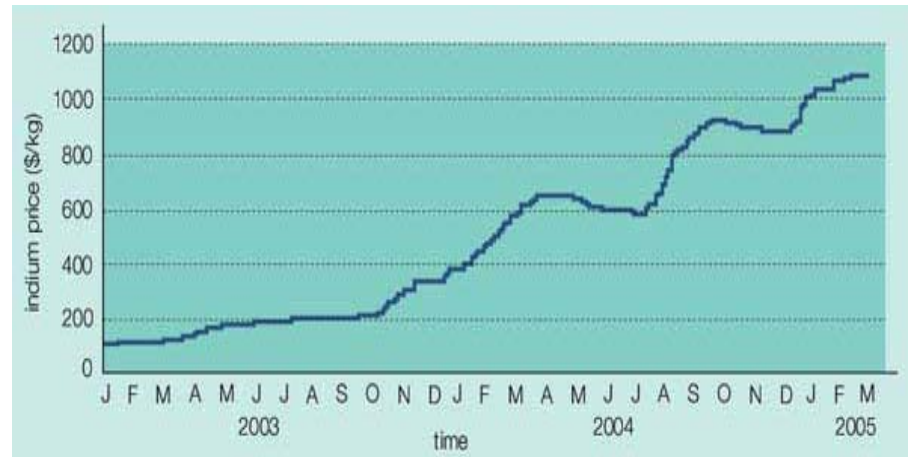
Nachfrage

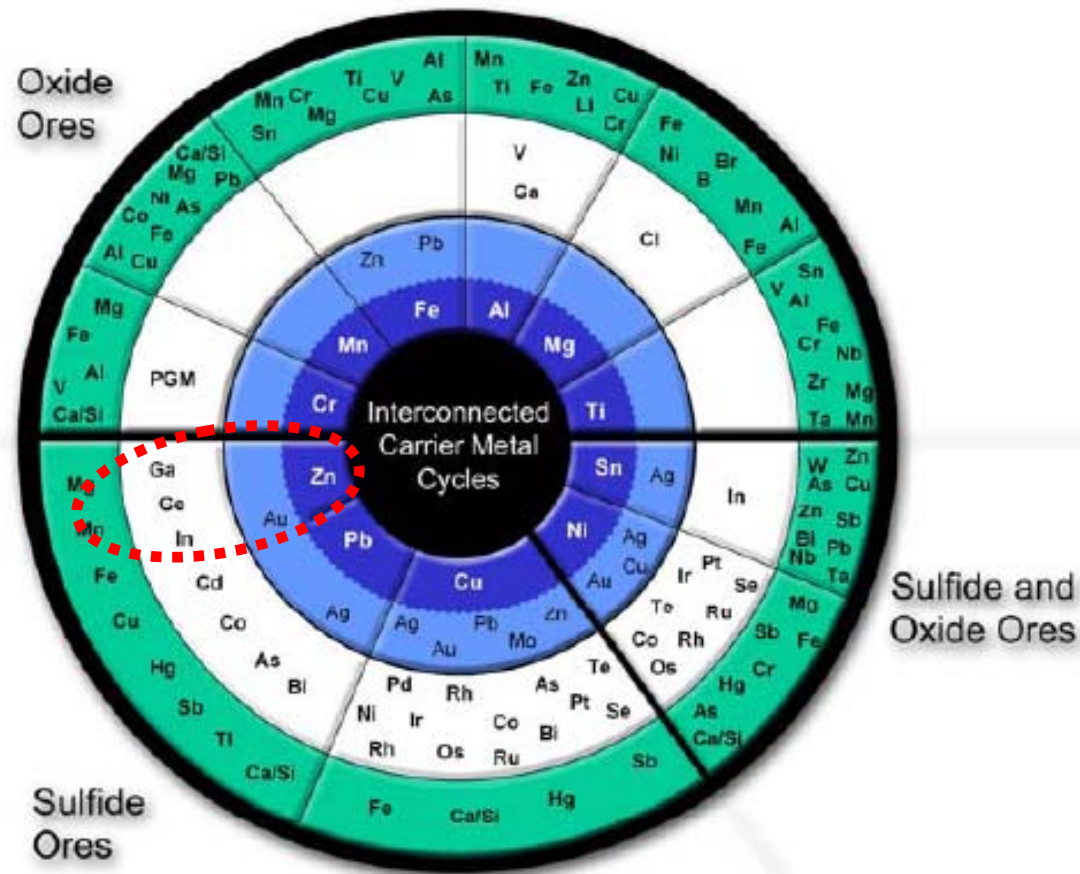


- Indiumzinnoxid (ITO) in Flüssigkristallbildschirmen (LCD);
- Kupfer-Indium-Diselenid (CIS) in Solarzellen;
- Indium-Phosphid in Halbleitern;



Beispiel: Indium-Knappheit





Carrier metals. Bulk metals, generally of lower value



Co-elements that also have considerable own production infrastructure. Valuable to high economic value; some used in high tech applications



Co-elements that have no, or limited own production infrastructure. Mostly highly valuable, high-tech metals e.g. essential in electronics



Co-elements that end up in residues, or as emissions. Costly because of waste management or end-of-pipe measures.

- Hohe oder stark gestiegene Preise
 - hohe Preise: z.B. Platin, Gold, Rubidium, Palladium;
 - stark gestiegene Preise: z.B. Indium, Selen.

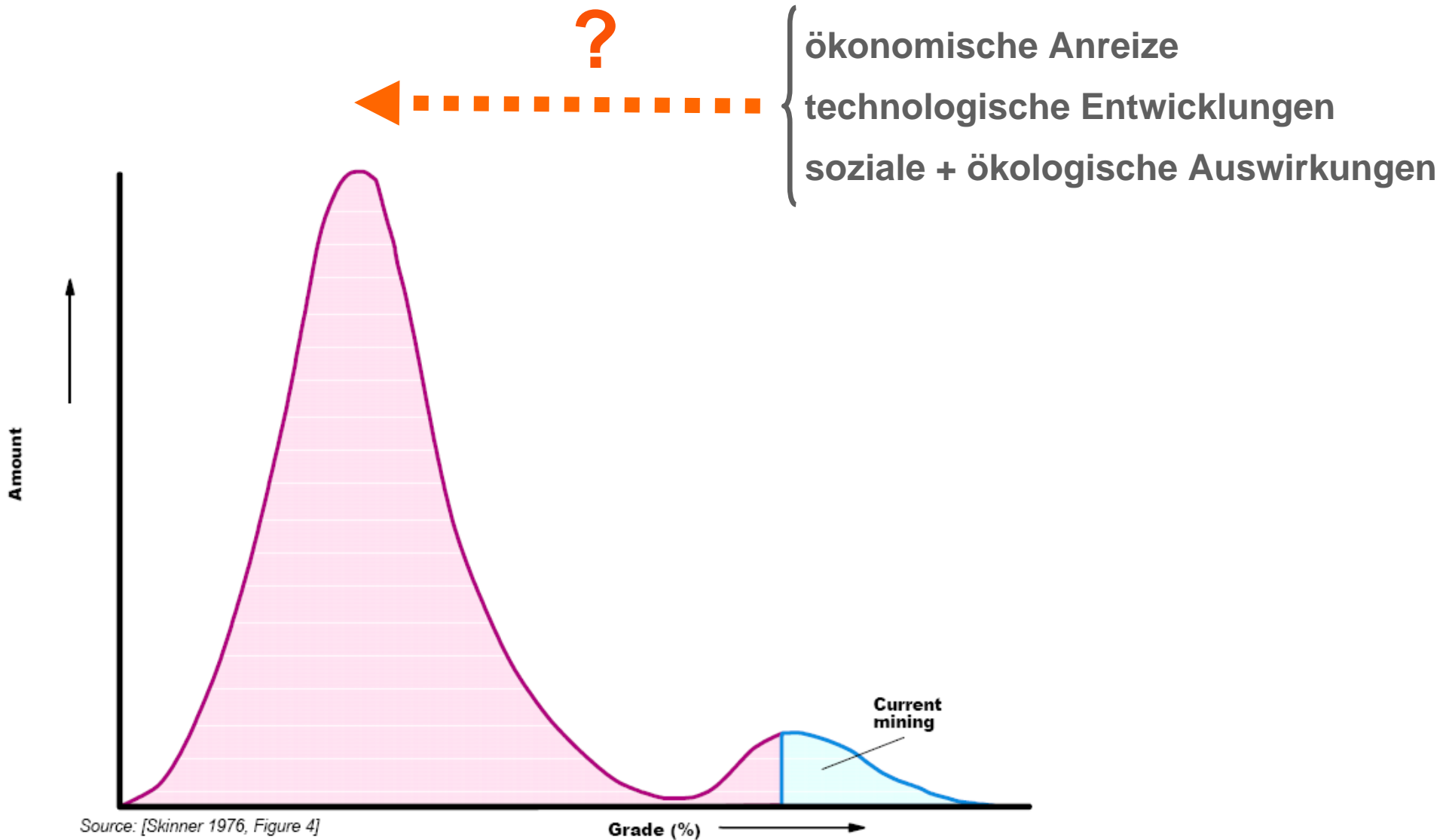
- Geringe statische Reichweite der Reserven
 - Statische Reichweite = R/P
 - R: Reserven / Reservebasis
 - P: jährliche Produktion

Wann besteht Knappheit? (2)

Statische Reichweite ausgewählter Metalle (Datengrundlage: US Geological Survey)

Metall	Jährliche Produktion 2005	Reserven	Reservebasis	Statische Reichweite Reserven	Statische Reichweite Reservebasis
	Tonnen			Jahre	
Antimon	117'000	1'800'000	3'900'000	15	33
Blei	3'880'000	67'000'000	140'000'000	17	36
Gold	2'450	432'000	90'000	17	37
Indium	455	2'800	6'000	6	13
Kupfer	14'900'000	470'000'000	940'000'000	32	63
Silber	20'300	270'000	570'000	13	28
Tantal	1'910	43'000	150'000	23	79
Zink	10'100'000	220'000'000	460'000'000	22	46

Quelle: Berendt et al. (2007) Maßnahmen und Konzepte zur Lösung des Problems konfliktverschärfender Rohstoffausbeutung am Beispiel Coltan. UBA Berlin.



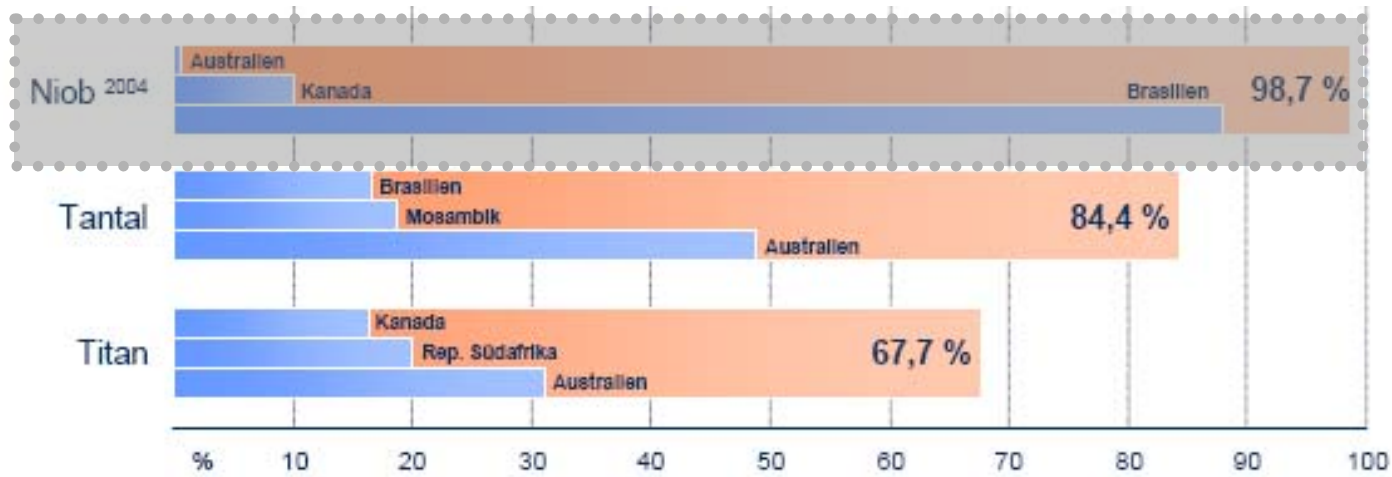
Quelle: Ayres et al. (2002) The Life Cycle of Copper, its Co-Products and By-Products. INSEAD, France

- Hohe oder stark gestiegene Preise
 - hohe Preise: z.B. Platin, Gold, Rubidium, Palladium;
 - stark gestiegene Preise: z.B. Indium, Selen.

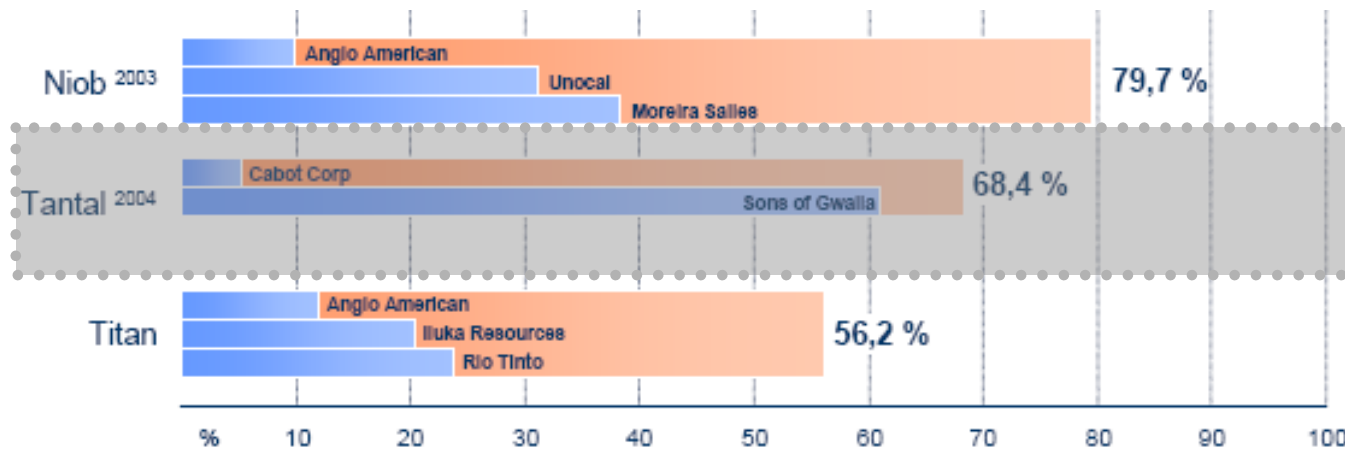
- Geringe statische Reichweite der Reserven
 - Statische Reichweite = R/P
 - R: Reserven / Reservebasis
 - P: jährliche Produktion

- Konzentration des Abbaus
 - bekannte Reserven vor allem in einem oder zwei Ländern;
 - hohe Konzentration in der Liefer- und Wertschöpfungskette.

Anteile der 3 größten Bergbauländer 2005:



Anteile der größten Bergbauproduzenten 2005:



Quelle: BGR (2007) Kurzbericht zur Konzentration in der Weltbergbauproduktion. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin.

- Zunehmende Nachfrage nach seltenen Metallen. **Wie können wir diese decken?**
- Zunehmende Bedeutung des anthropogenen Lagers. **Welche Verantwortung erwächst daraus der Ressourcen- und Abfallwirtschaft?**
- Zunehmende dissipative Verwendung von metallischen Rohstoffen. **Wie können wir einem unwiederbringlichen Verlust entgegenwirken?**
- Zunehmende Gewinnung von Metallen aus Erzen mit geringerer Konzentration und Ausweitung der Suche nach neuen Erzvorkommen auf neue, bisher wenig belastete Regionen (z.B. Antarktis). **Wie können wir den resultierenden Umweltbelastungen entgegenwirken?**
- ...

- Was bedeutet 'Ressourcenknappheit'?
- Wie entstehen Ressourcenknappheiten?
- Wo manifestiert sich Ressourcenknappheit bereits heute, wo sind Ressourcenknappheiten absehbar?
- Wie geht die Abfallwirtschaft heute mit Ressourcenknappheiten um?
- Welche Massnahmen drängen sich aufgrund bestehender oder absehbarer Knappheiten für die Ressourcen- und Abfallwirtschaft auf?
- Bei welchen Akteuren besteht welcher Handlungsbedarf?

Manifestationen von Ressourcenknappheit

11:00	Beispiel Phosphor	L. Morf, GeoPartner
11:30	Beispiel seltene Metalle und Edelmetalle	C. Hagelüken, Umicore
12:00	<i>Mittagessen</i>	

Erfahrungen im Umgang mit knappen Ressourcen

13:00	Erfahrungsbericht eines schweizerischen Shredderbetriebs	C. Solenthaler, SOREC
13:20	Erfahrungsbericht eines schweizerischen Metallhändlers	M. Fehr, Dietiker Group
13:40	Erfahrungsbericht indischer Recyclingbetriebe	R. Widmer, Empa
14:00	<i>Kaffeepause</i>	

Implikationen für die Zukunft der Ressourcen- und Abfallwirtschaft

14:20	Die Perspektive der Wissenschaft	H. Rechberger, TU Wien
14:50	Die Perspektive der Behörden	H.-P. Fahrni, BAFU
15:20	Podiumsdiskussion	
15:50	Schlusswort	P. Wäger, Empa, ISWA-FAR
16:00	Schluss	

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

www.empa.ch/tsl

www.iswa.ch