



# Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich

**Stefan Luidold**  
**Zwischenpräsentation, BMVIT**  
**22.06.2012**

---

Lehrstuhl für Rohstoffmineralogie, MUL  
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft, MUL  
Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredelung, MUL  
Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie, MUL  
Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik, MUL  
Außeninstitut, MUL  
Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien  
Institut für Abfallwirtschaft, BOKU Wien



**Montanuniversität Leoben**  
Department Metallurgie  
**Nichteisenmetallurgie**



**FFG**



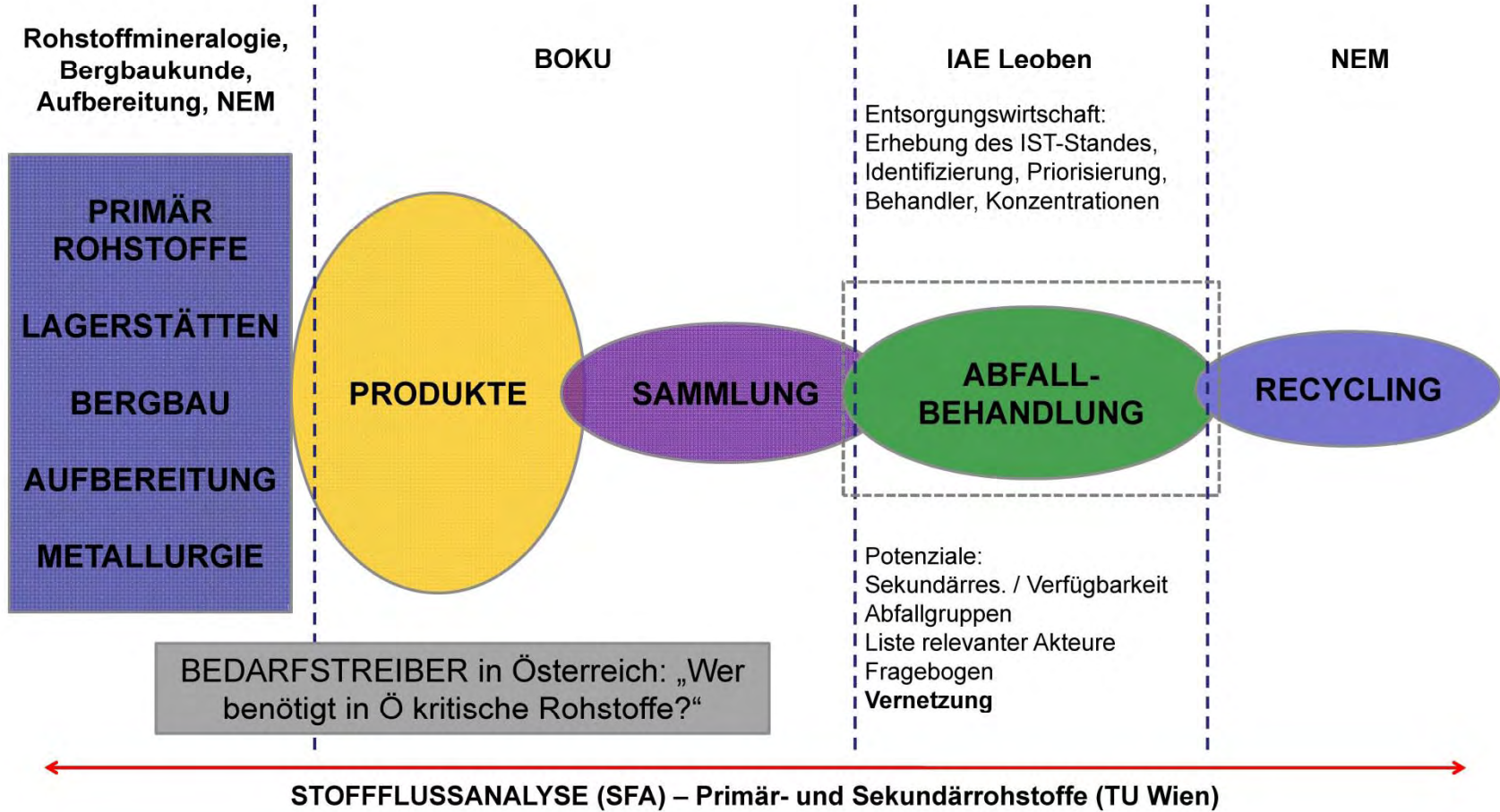
# Inhalt

---

- ◇ Aufgabenverteilung, Meilensteine
- ◇ Auswahl der kritischen Rohstoffe
  - ↳ Workshop bei ERSCP, Bregenz
- ◇ Geologie
- ◇ Bergbau
- ◇ Aufbereitung
- ◇ Metallurgie
- ◇ Anwendungen
- ◇ Abfallwirtschaft



# Aufgabenverteilung





## Meilensteine des ersten Halbjahres

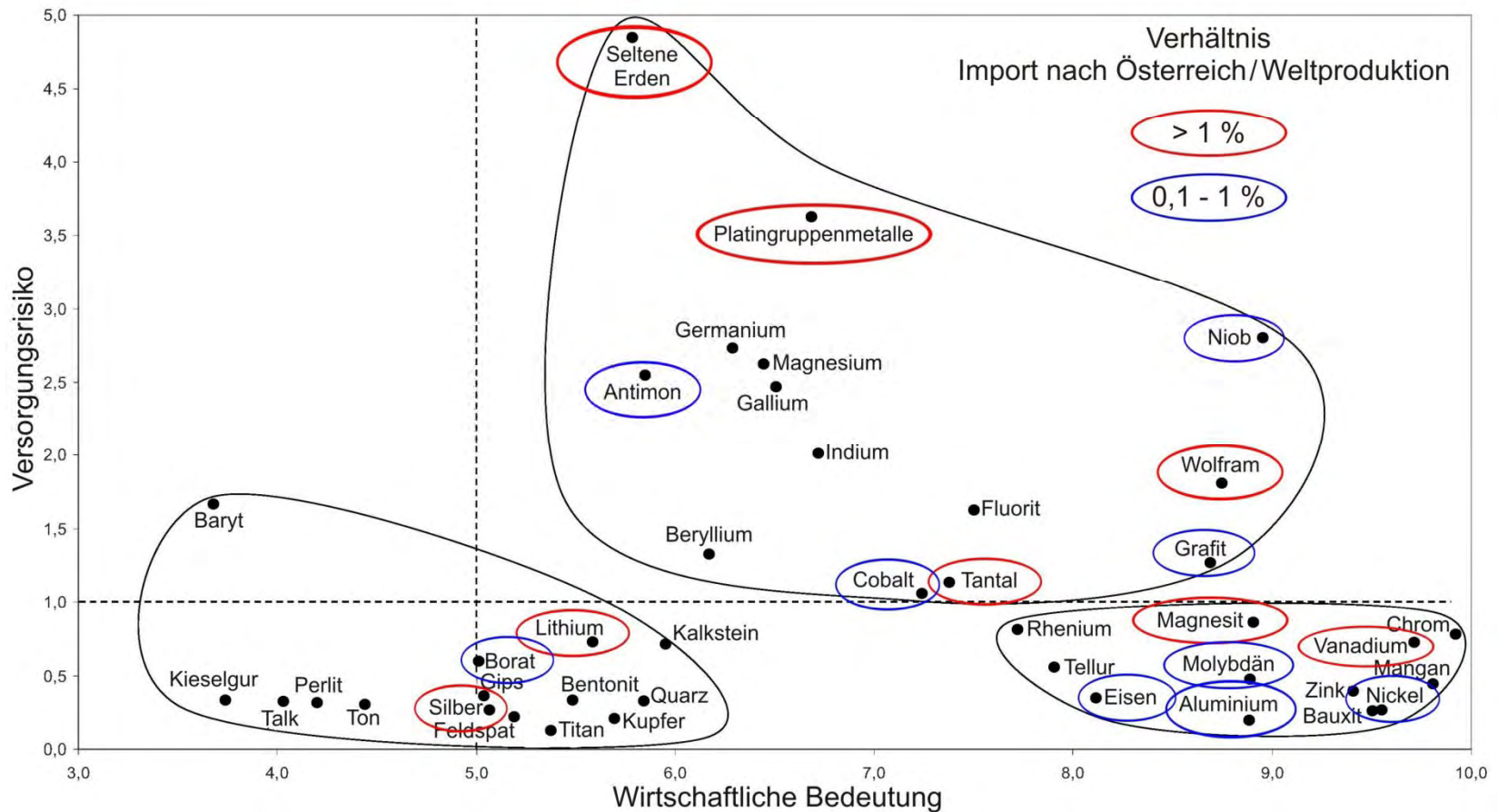
---

- ◆ Bewertung der geogenen Ressourcenverfügbarkeit
- ◆ Auswahl systemrelevanter Rohstoffe hinsichtlich Recycling
- ◆ Charakterisierung der Lagerstätten der kritischen Rohstoffe
- ◆ Ist-Zustand der Aufbereitung ist evaluiert
- ◆ Stand der Technik für Metallurgie und Recycling
- ◆ Ist-Stand-Erhebung der Abfallwirtschaft





# Kritische Rohstoffe für die EU bzw. Österreich



Quellen: Critical raw materials for the EU ([http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_de.htm))  
 European Mineral Statistics 2006-10 (BGS)  
 World Mineral Production 2006-10 (BGS)

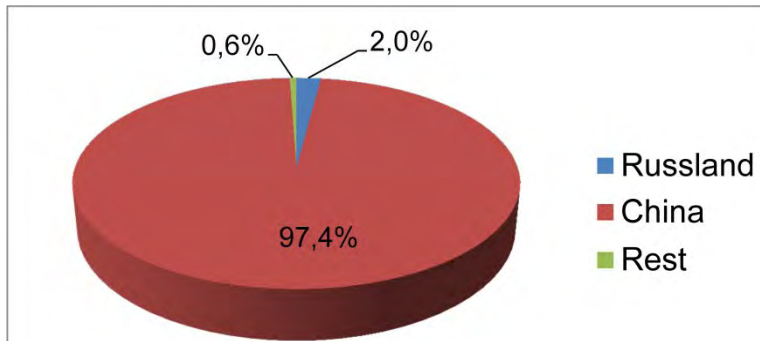


## Anteil der österreichischen Importe

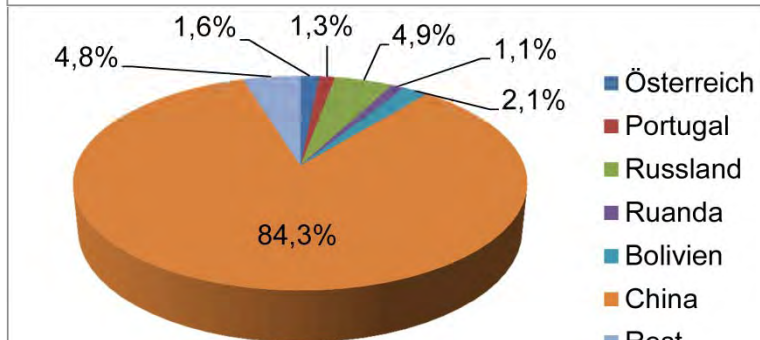
Rohstoff	Globale Produktion 2010 [t]	Import nach A 2010 [t]	HHI
SEO	122.100	5.691	9.586
Ta Nb	700 107.500	17 1.061	8.559
PGM	482	1,4	3.767 (Pd) 6.156 (Pt) 7.467 (Rh)
W	61.700	1.900	7.297
Sb	147.000	286	7.533
C	2.100.000	18.501	5.547
MgCO <sub>3</sub> /MgO	21.800.000	273.080	4.866
Co	105.000	663	4.424
V	67.000	4.600	3.230



# Verteilung der weltweiten Produktion

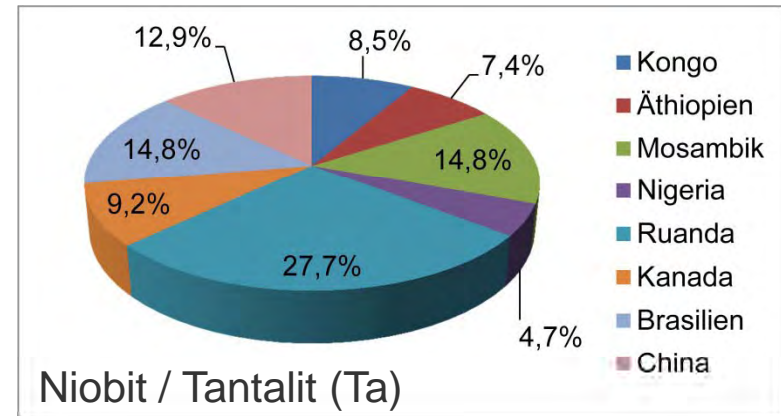


Seltene Erden

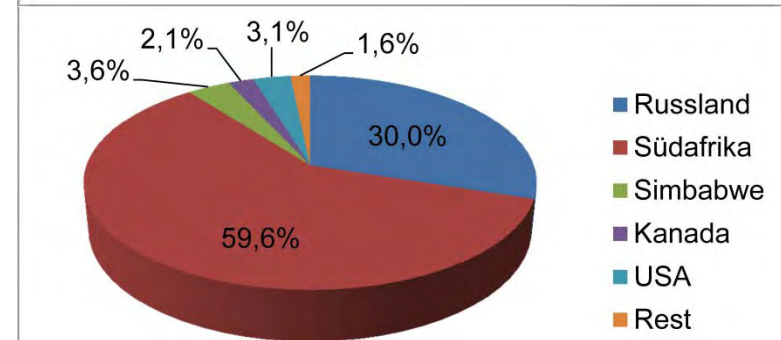


Wolfram

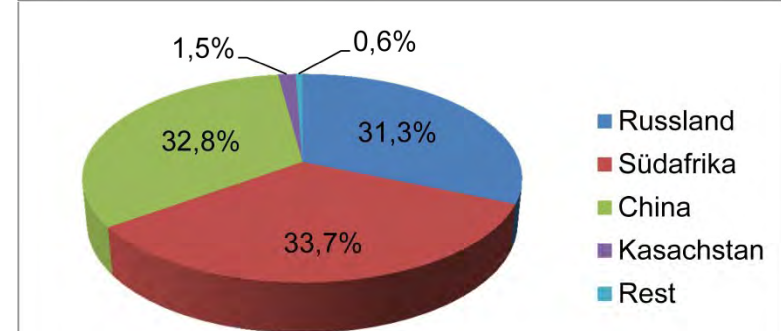
Quelle: World Mineral Production 2006-10 (BGS)



Niobit / Tantalit (Ta)



Platingruppenmetalle

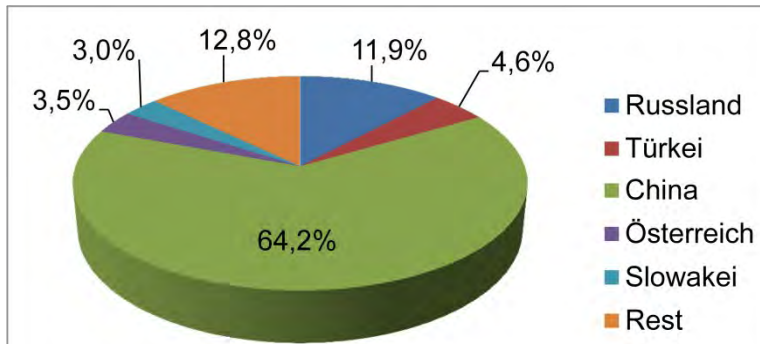


Vanadium

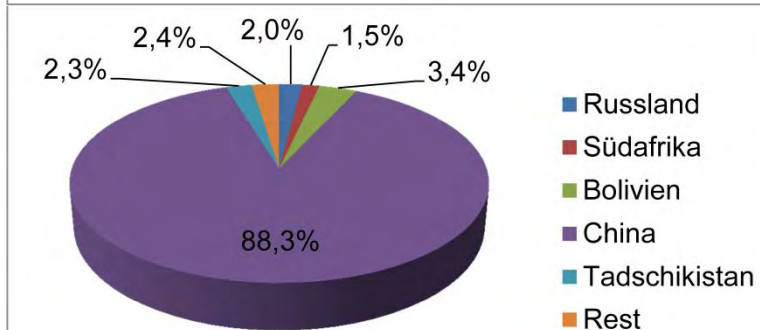




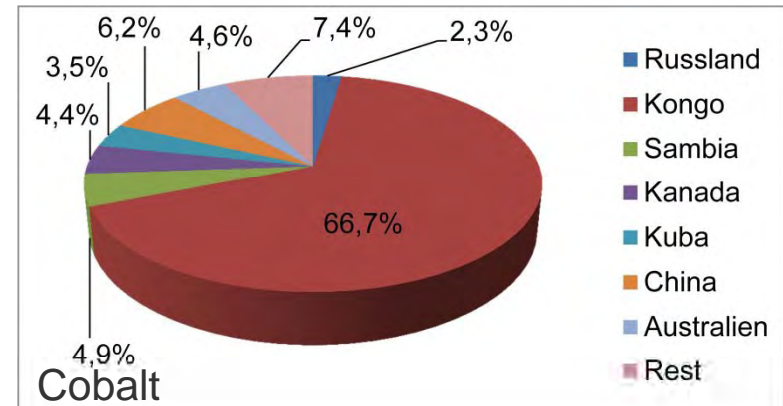
# Verteilung der weltweiten Produktion



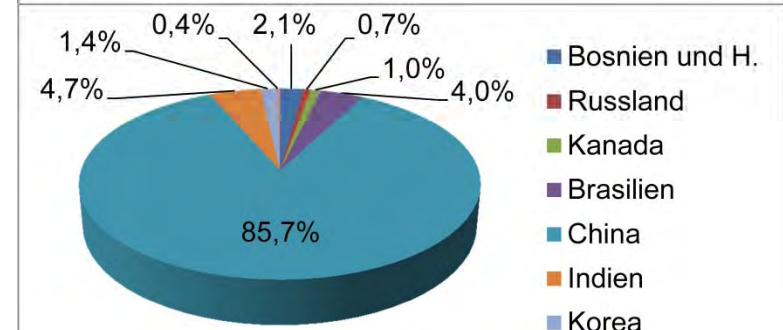
Magnesit



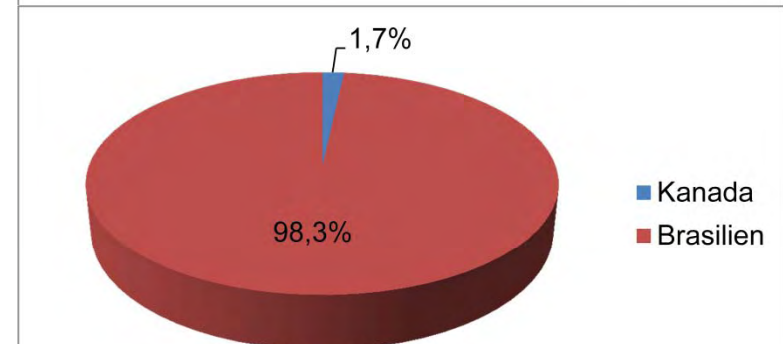
Antimon



Cobalt



Grafit



Pyrochlor (Nb)

Quelle: World Mineral Production 2006-10 (BGS)





## Erweiterung der Untersuchungen?

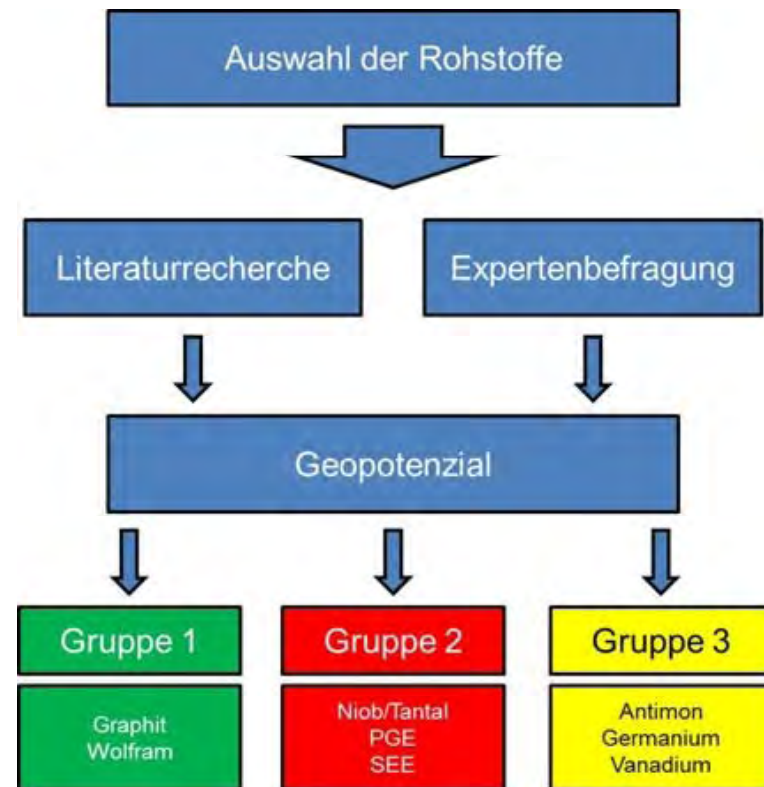
Rohstoff	Globale Produktion 2010 [t]	Import nach A 2010 [t]	HHI
Sn	276.000	2.923	2.757
Pottasche	33.600.000	138.574	1.632
Se	2.068	n.a.	n.a.
Phosphat	182.000.000	160.000	1.995
Zr	1.392.000	1.680	3.173
Hf	n.a.	n.a.	n.a.

Quellen: European Mineral Statistics 2006-10 (BGS)  
 World Mineral Production 2006-10 (BGS)  
 World-Mining-Data 2012, BMWFJ



# Geologisches Potenzial

- ◇ Kein oder nur geringes Geopotenzial
  - ↳ Seltene Erden, Platingruppenelemente
  - ↳ Alkalisch-karbonatitische Komplexe in Österreich nicht vorhanden
  
- ◇ Vorhandenes Potenzial
  - ↳ Antimon, Germanium
    - ↳ Historische Förderung
  - ↳ Wolfram, Grafit
    - ↳ Aktiver Bergbau





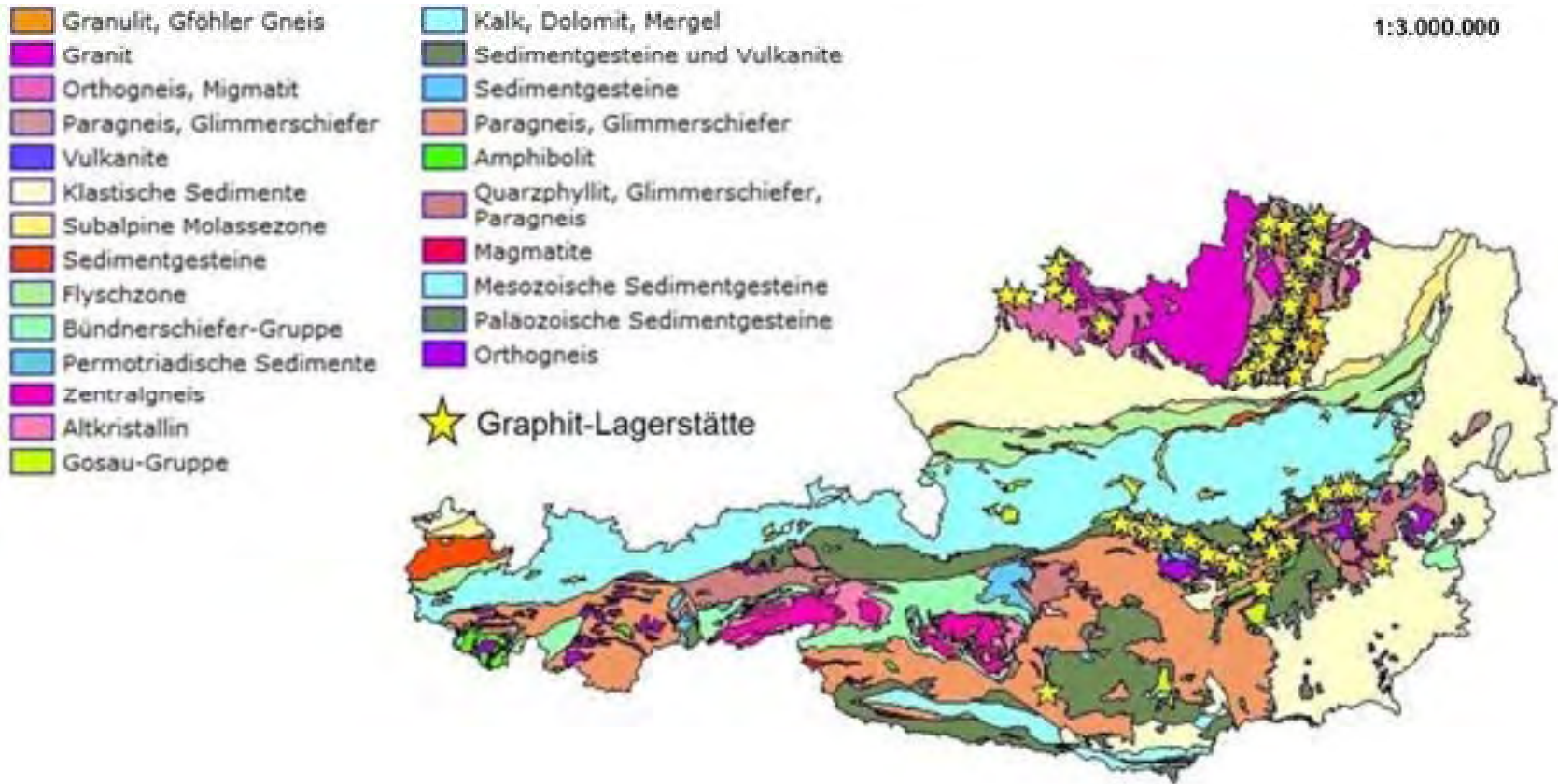
# Lagerstätten

Rohstoff, Geopot.	Lagerstätte, Vorkommen
Sb	Mehrere Vorkommen in der Kreuzeck- und Goldeckgruppe (Rabant, Gurskerkammer)
Ge	Bleiberg/Kreuth, Radnig, Jaucken, Pirkach, Hochobir, Lafatsch, Metnitz
Grafit	Kaisersberg, Sunk bei Trieben, verschiedene Vorkommen im Waldviertel
Nb/Ta	Kor- und Saualpe, Wölzer Tauern, Granite im Mühl- sowie Waldviertel (nicht wirtschaftlich)
PGM	Kraubath, Hochgrössen, Haidbachgraben (nicht wirt.)
SE	-
V	Öl- und Schwarzschiefer (z.B. Seefelder Schiefer), orthomagmatische Titanomagnetite im Mühl- und Waldviertel
W	Mittersill, Hochrast-Gumriaul, Tux, Schellgaden





# Übersichtskarte am Beispiel Grafit





## Empfehlungen seitens Rohstoffmineralogie

---

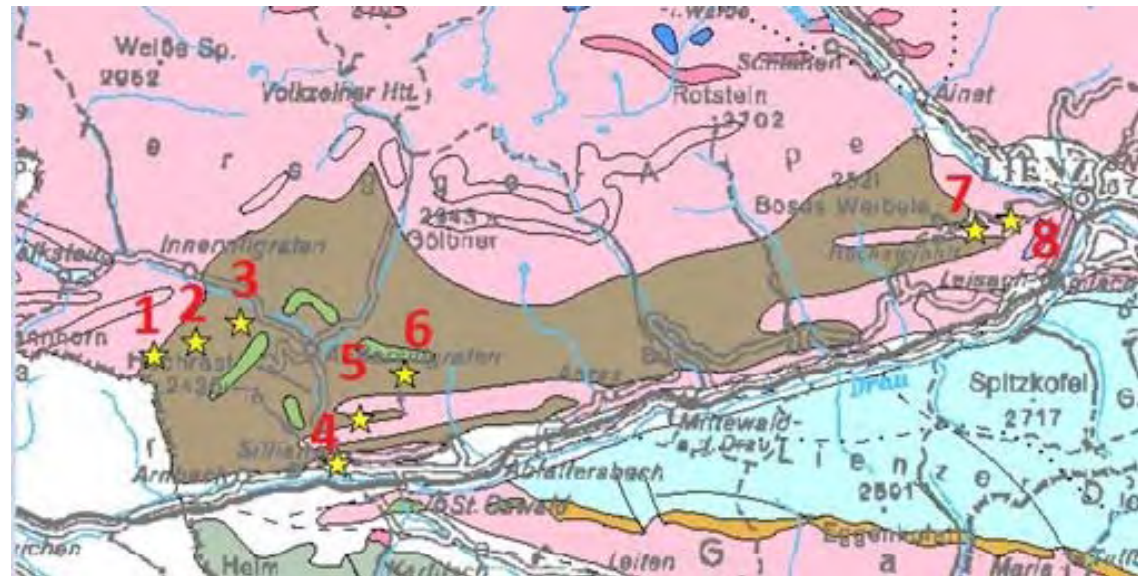
- ↪ Holistische Untersuchungen heimischer W-Vorkommen und Prospektion (Habach-Komplex, unterostalpine Quarzphyllite)
- ↪ Detailuntersuchung der Sb-Lagerstätte im Gebiet Kreuzeck- und Goldeckgruppe, Evaluierung der Wiederöffnung des Sb-Bergbaus
- ↪ Weitere Exploration bekannter Grafit-Lagerstätten (Sunk bei Trieben, Kaisersberg)
- ↪ Erhebung des Potenzials von Vanadium in Öl- und Schwarzschiefern
- ↪ Detailuntersuchungen karbonatgebundener Pb-Zn-Lagerstätten (z.B. Drauzug)
- ↪ Untersuchungen heimischer Kaolin-Lagerstätten hinsichtlich möglicher Gehalte an SE



# Taffinbach und Hochrast-Gumriaul (Wolfram)

## ◆ Prospektionsprogramm

- ↪ 1976-1979: Voestalpine AG, Metallgesellschaft
- ↪ Lage: Alpines Seitental bei Innervillgraten (Osttirol)
- ↪ Explorationsstollen: zwei Prasinitlinsen in einer Quarzphyllitserie
- ↪ 0,2-0,25 %  $WO_3$ , Reserve von 8000 t im Erkundungsbereich  
⇒ keine substantziellen Mengen mit bauwürdigen Erzgehalten



Braun – Thurntaler Quarzphyllitzone mit Scheelitvererzungen; Pkt. 2 - Taffinalpe





# Rabant-Gurserkammer

- ◆ Ehemalige Sb-Lagerstätte
  - ↪ Bergbautätigkeit bis 1953
  - ↪ Lage: Oberes Drautal bei Oberdrauburg
  - ↪ Sb-Gehalte: 3-5 %, feine Vererzung, schwierige Aufbereitbarkeit
  - ↪ Sichere Ressourcen von ca. 10.000 t Sb-Inhalt
  - ↪ Nicht standfestes Gebirge mit erhöhtem Grubenwasserzufluss
  - ↪ Gold als Beiprodukt erwägbar



Sb-Vorkommen Rabant und Gurserkammer in der Kreuzeckgruppe



# Ehemalige Grafitlagerstätten

---

## ◇ Sunk bei Trieben

- ↪ Bis 1994 im Verhieb, Einstellung wegen niedriger Rohstoffpreise
- ↪ Ähnlich zum aktiven Bergbau Kaisersberg Veitscher Decke (Grauwackenzone)  
⇒ viele Parallelen, genauere Untersuchung notwendig

## ◇ Böhmisches Masse

- ↪ Bunte Serie des Moldanubikums
- ↪ Bis 2. Hälfte des 20 Jhdt. Einige Grafitlagerstätten im Verhieb (Weinberg, Trandorf, Trenning, etc.)
- ↪ Recherchen laufen noch



# Primärseitige Handlungsempfehlungen

---

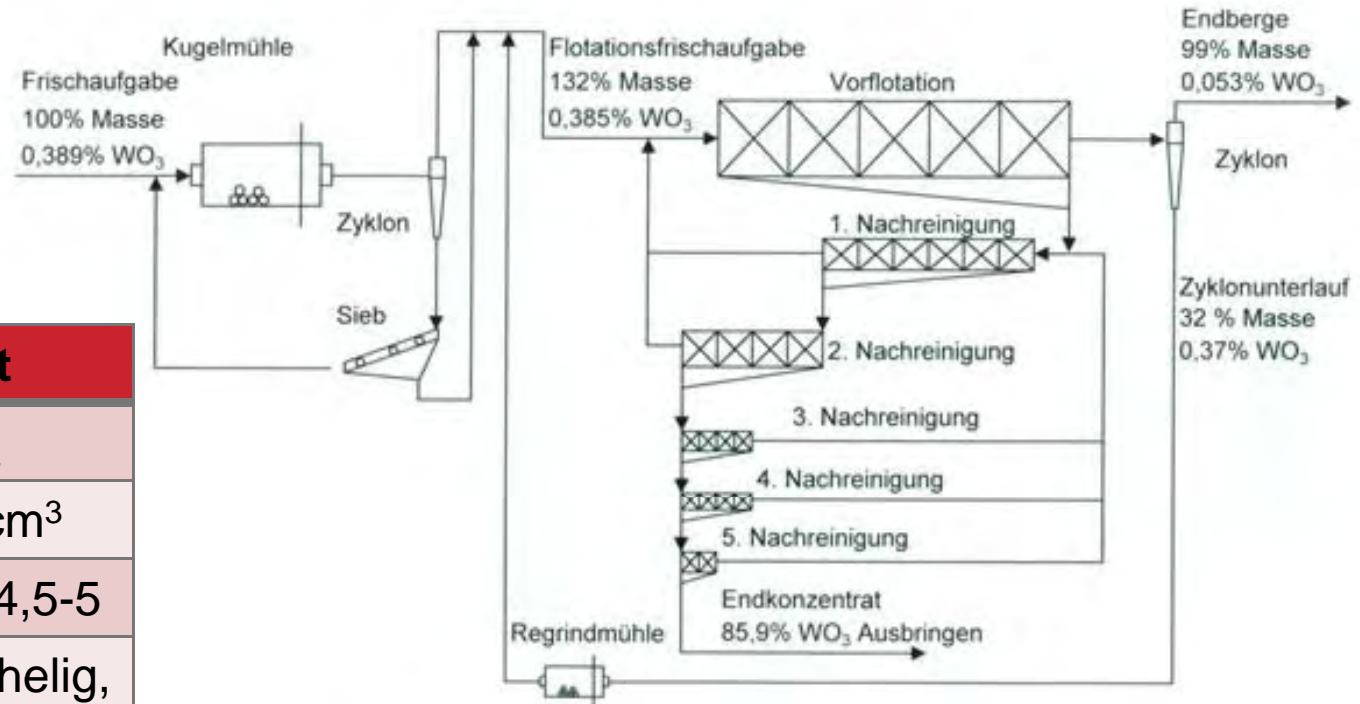
- ↪ Steigender Bedarf  $\Rightarrow$  Erhöhung der Ressourceneffizienz (Recycling, Nutzung sekundärer Quellen, Substitution) **und** Gewinnung aus primären Lagerstätten
- ↪ Verstärkung der Prospektions- und Explorationstätigkeiten auf kritische Rohstoffe mit entsprechendem Potenzial
- ↪ Bewertung heimischer Lagerstätten hinsichtlich bisher nicht berücksichtigter Rohstoffe
- ↪ Modellberechnungen, ab welchen Rohstoffpreisen eine Förderung wirtschaftlich wäre





# Aufbereitung kritischer Rohstoffe in Österreich

Scheelit
$\text{CaWO}_4$
5,9-6,1 g/cm <sup>3</sup>
Mohshärte: 4,5-5
Bruch: muschelrig, spröde
Diamagnetisch
Nichtleiter
Benetzbarkeit



◆ Primärseitig aktuell nur Scheelit (W)

- ↪ Felbertal, Mittersill
- ↪ Hohe Dichte ⇒ Dichtesortierung
- ↪ Magnetscheidung je nach Gangart
- ↪ Benetzbarkeit ⇒ Flotation



# Aufbereitung weiterer kritischer Rohstoffe

---

## ◇ Monazit, Xenotim (SE)

- ↪ Alluviale Lagerstätten
- ↪ Dichtentrennung (Humphrey Spiralen) von Quarzsand
- ↪ Magnetscheidung, Flotation, Elektroscheidung

## ◇ Bastnäsit (SE)

- ↪ Backenbrecher, Kegelmühle, Stab- und Kugelmühle
- ↪ Zyklone, Flotation

## ◇ Niobit/Tantalit (Ta, Nb)

- ↪ Brecher, Stabmühlen
- ↪ Dichtesortierung
- ↪ Seltener Flotation mit Voranreicherung (Dichte) und Kugelmühle



# Aufbereitung weiterer kritischer Rohstoffe

---

## ◇ Pyrochlor (Nb)

↪ Mahlung, Hydrozyklon, Magnetscheidung, Flotation

## ◇ Vanadium

↪ Minerale: Carnotit, Patronit, Vanadinit (Erzvorkommen werden sehr selten abgebaut)

↪ Zerkleinerung für nasschem. Aufschluss

↪ Größte Mengen als Beiprodukt von Ti-haltigen Magnetiten

## ◇ Cobalt

↪ Beiprodukt von polymetallischen Lagerstätten (Ni, Cu, Ag, Fe, U)

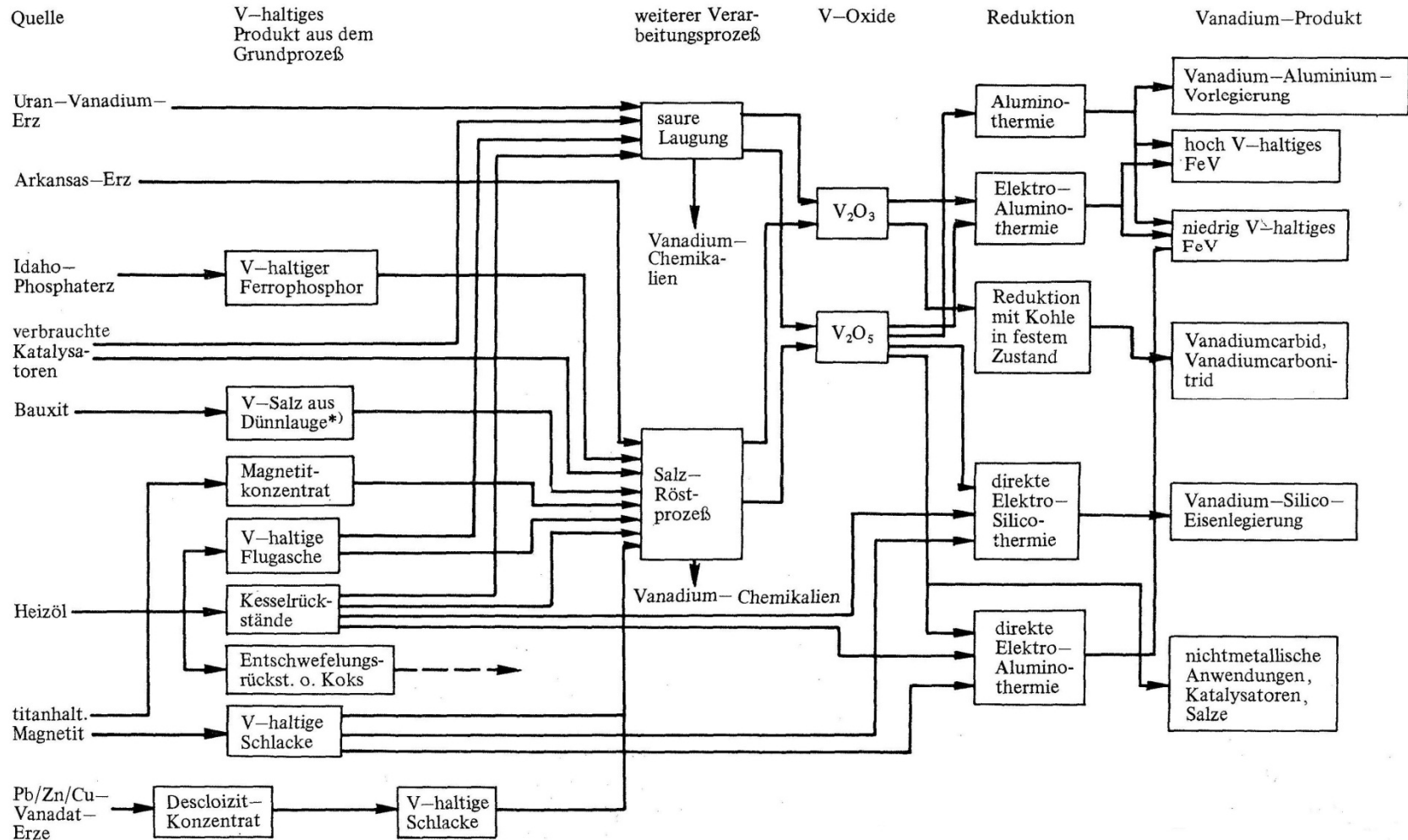
↪ Klassische Cu- bzw. Ni-Gewinnung

↪ Brechen, Mahlung, Flotation

↪ Trennung über metallurgische Prozesse



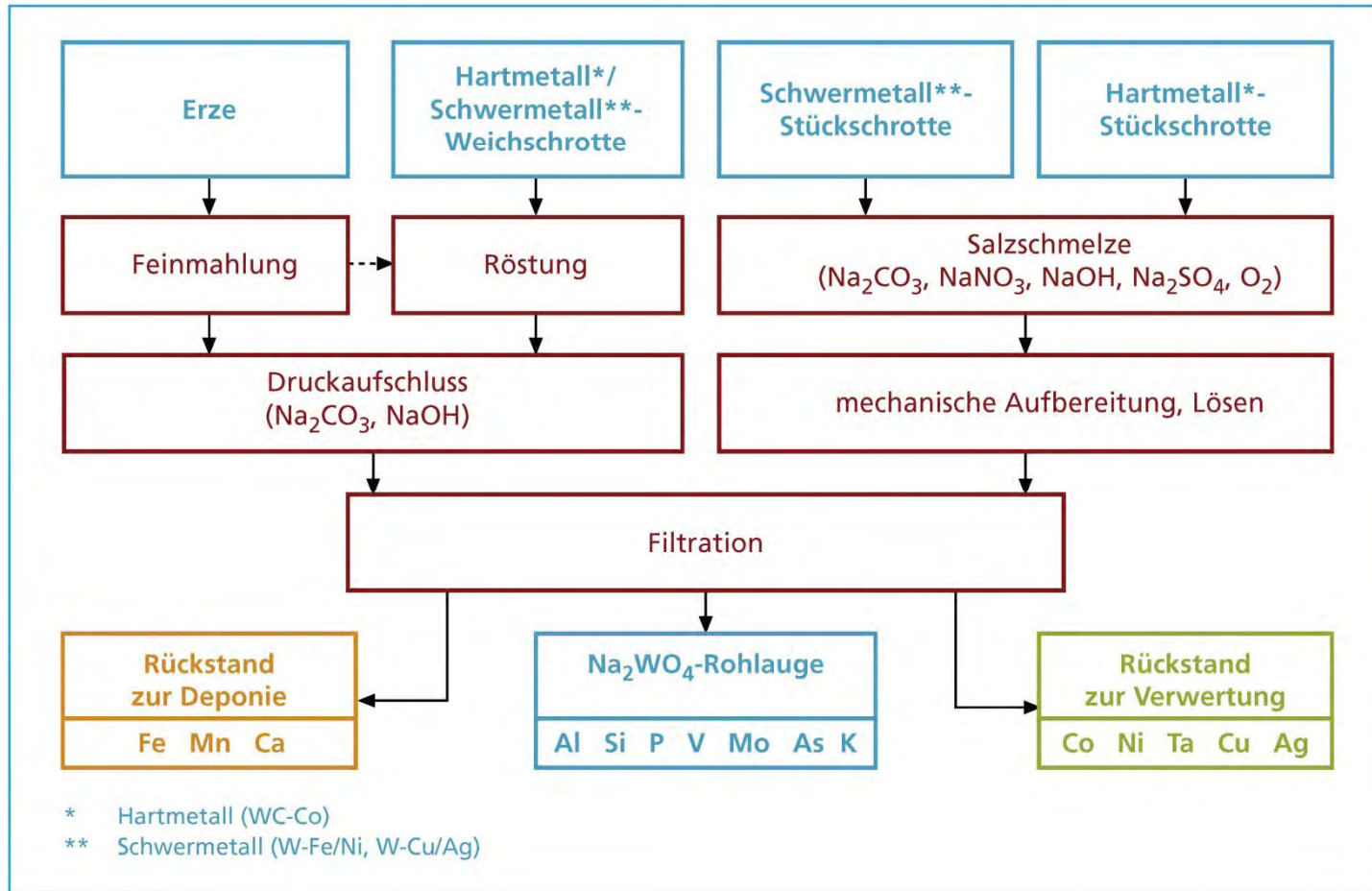
# Aufbereitung/Metallurgie von Vanadium







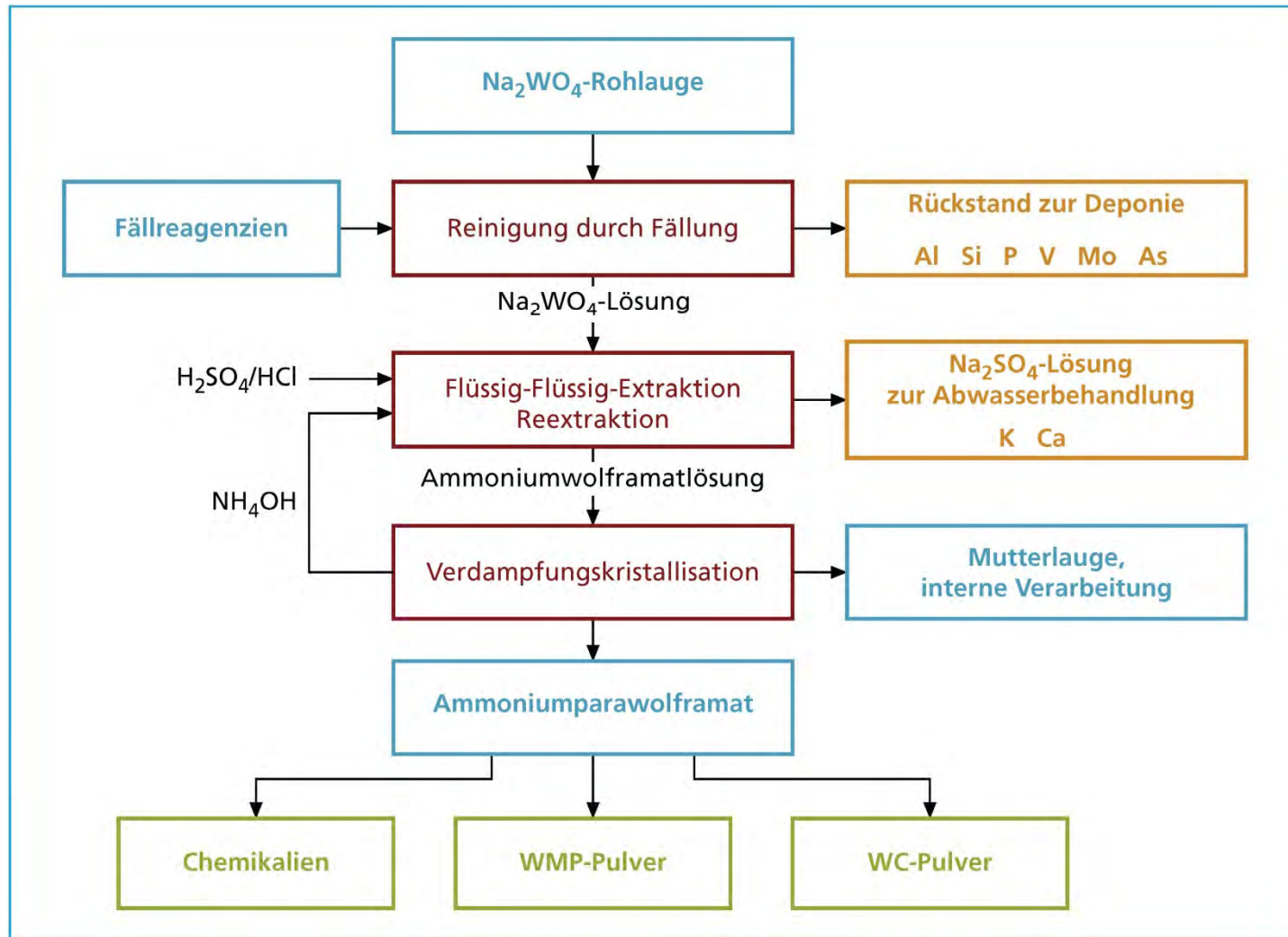
# Metallurgie von Wolfram



Quelle: Gille, G. & Meier, A.: Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz 2012



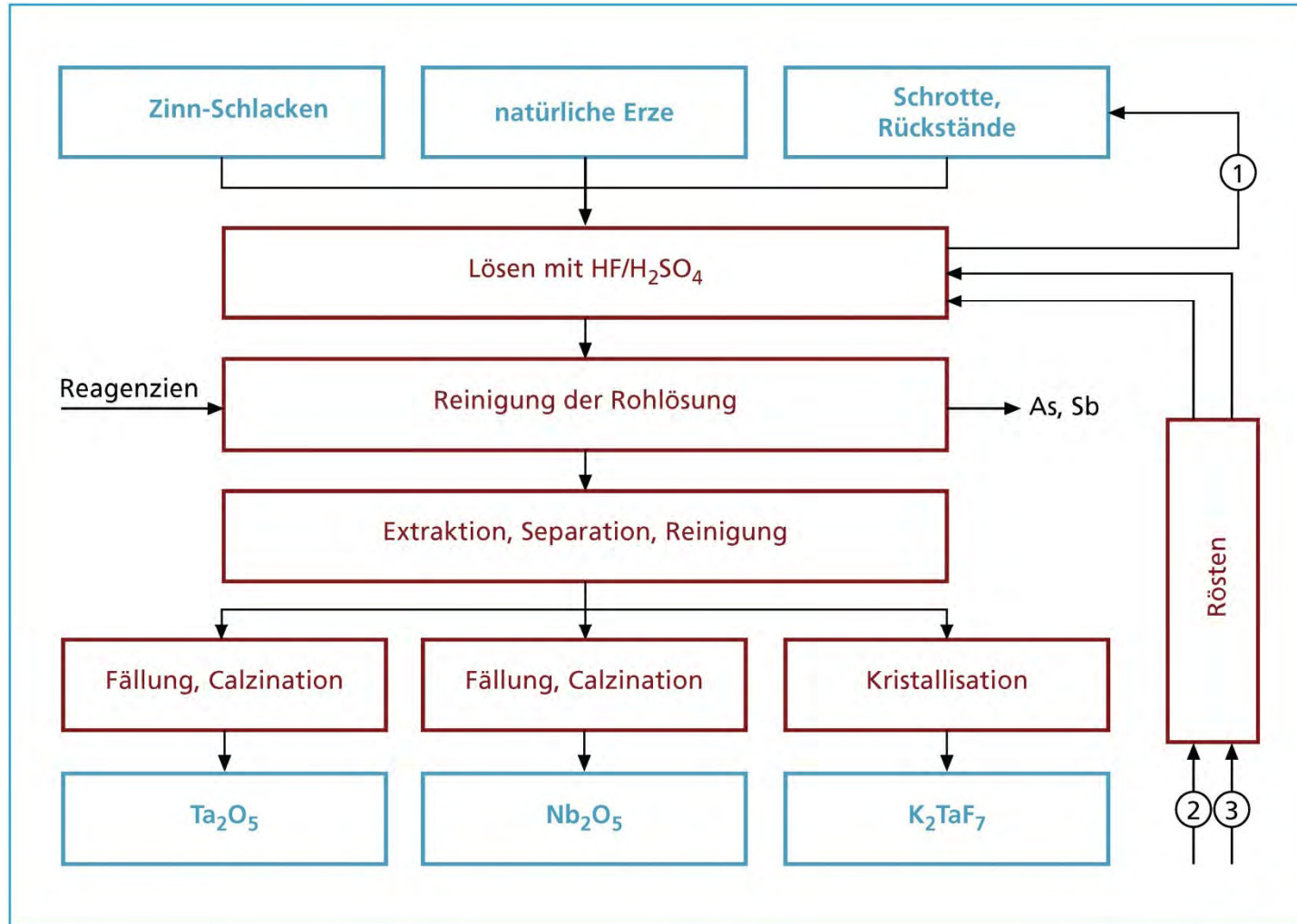
# Metallurgie von Wolfram



Quelle: Gille, G. & Meier, A.: Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz 2012



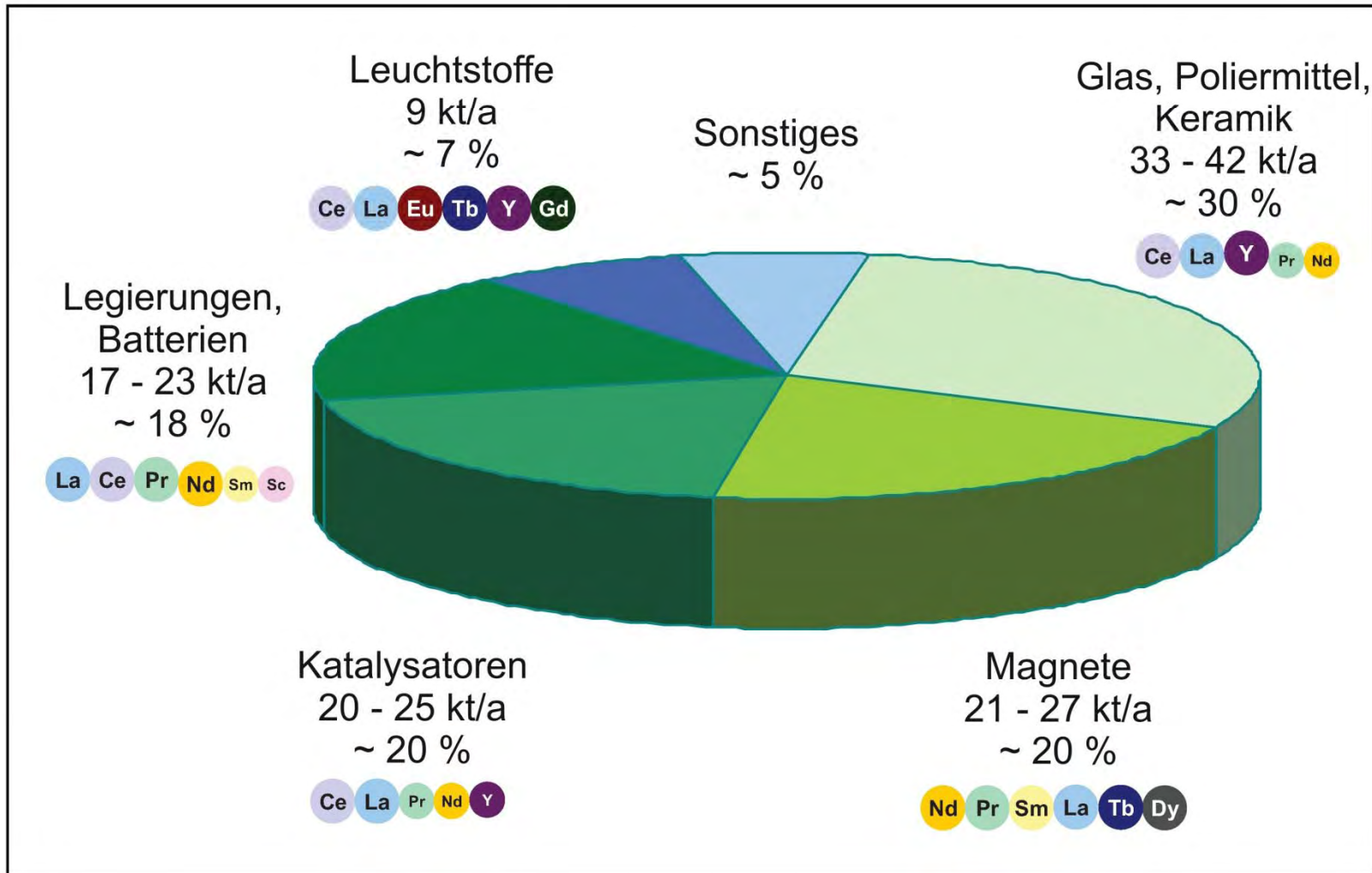
# Metallurgie von Niob und Tantal







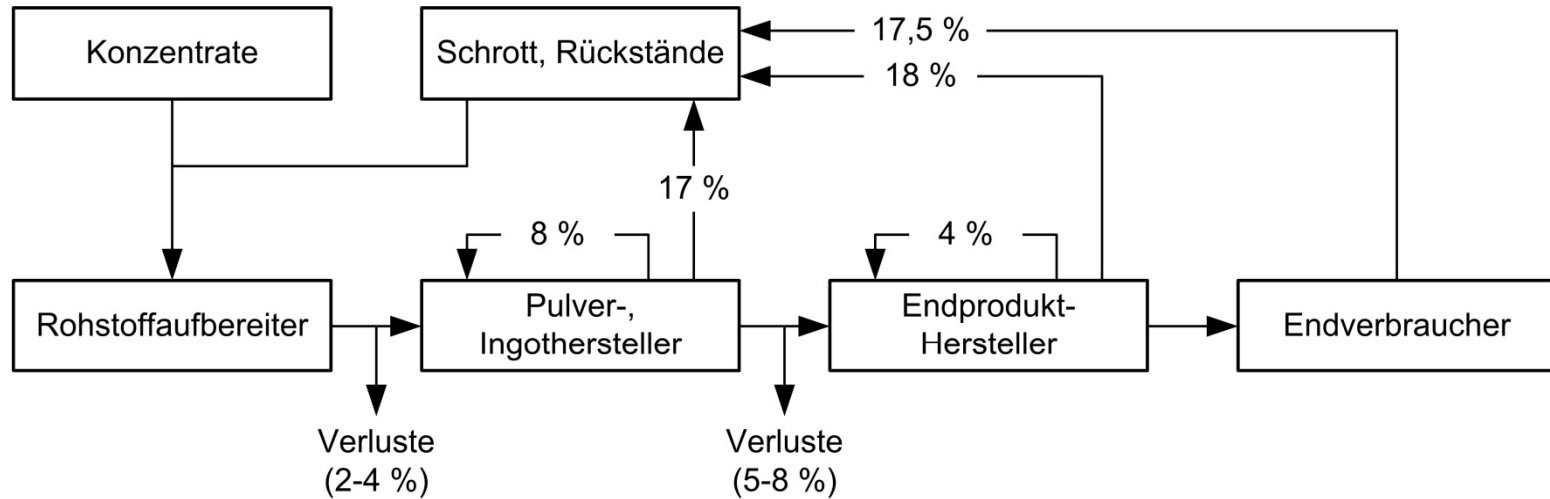
# Anwendungen für Seltene Erden







# Anwendungen von Ta



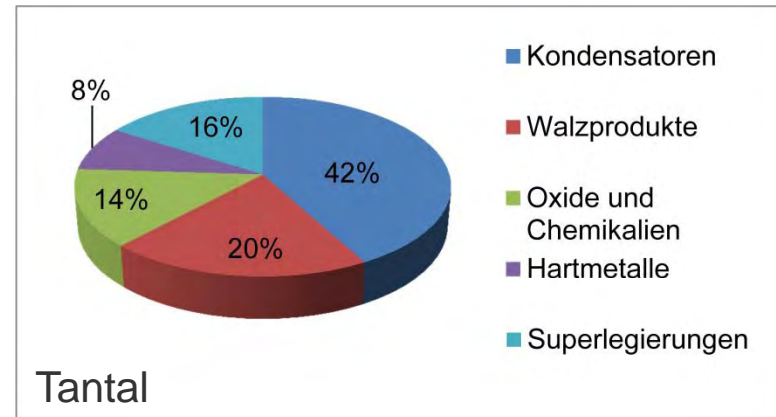
Tantalit  
Niobit  
Zinnschlacken  
Schrotte  
Rückstände

Ta-Metall-Pulver  
Ta-Oxid-Pulver  
Ta-Chemikalien  
Sinteringots  
Schmelzingots

Kondensatoren,  
Einkristalle, Linsen,  
Superlegierungen,  
Sputtertargets,  
Wärmetauscher

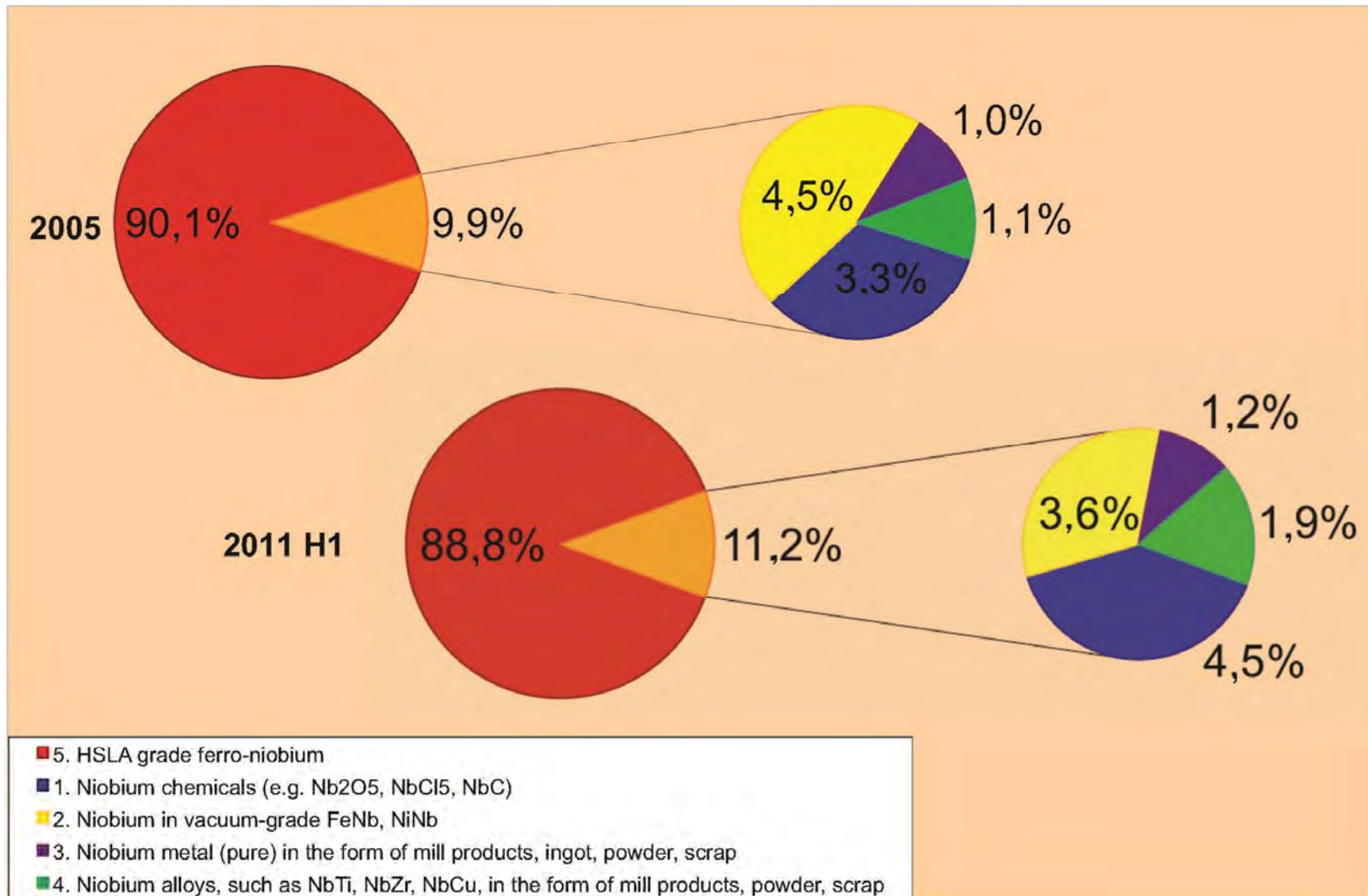
Elektronik, Optik,  
Informationstechnik,  
Energietechnik,  
Halbleitertechnik,  
Anlagenbau

Quelle: Gille, G. & Meier, A.: Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz 2012





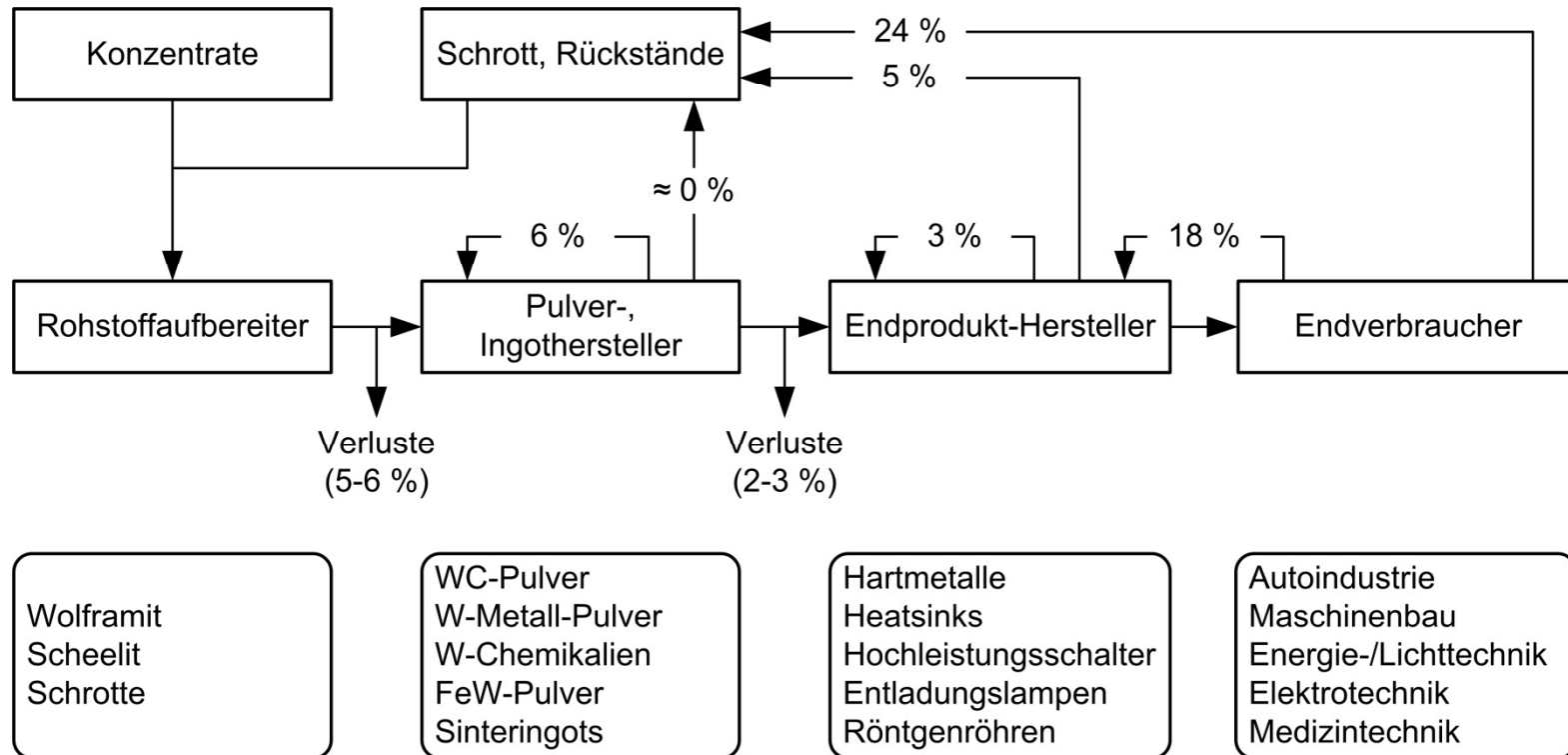
# Anwendungen von Nb



Quelle: Schwela, U.: T.I.C. Bulletin, 149 (2012)

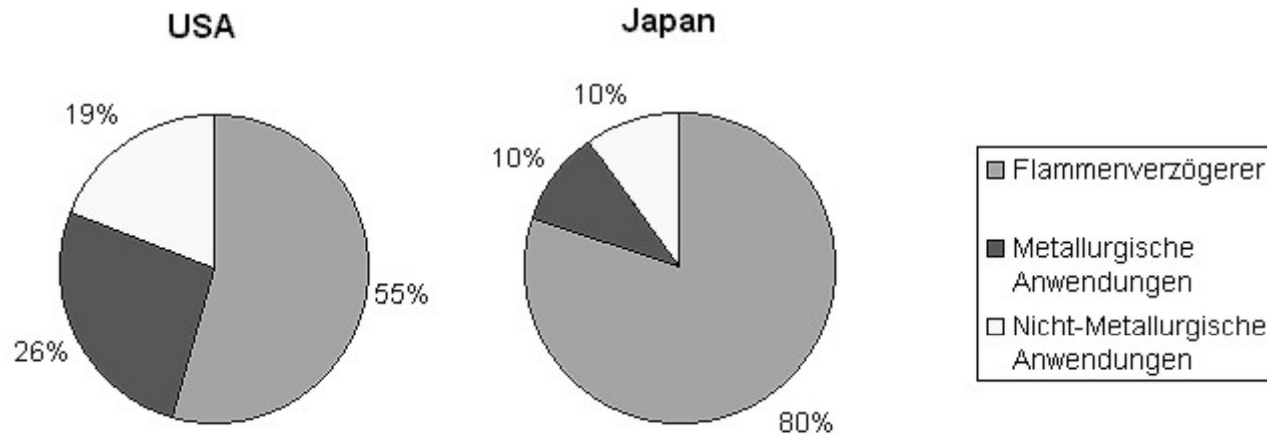


# Anwendungen von W





# Anwendungen von Sb



Quelle: Ottenschläger, L.:  
Thallium und Antimon –  
Umweltgeochemisches  
Seminar

## ◆ Metallurgie:

↪ Leg.-Element für Pb und Sn (Hartblei, Weichlot, etc.)

## ◆ Sonstige Anwendungen

- ↪ Flammenverzögerer, Stabilisator für PVC, etc.
- ↪ Keramik-, Glas- und Pigmentproduktion
- ↪ Katalysator zur Polyester und PET-Herstellung
- ↪ Bremsbeläge ( $Sb_2S_3$ )
- ↪ Halbleiter, ATO (Antimon-Zinn-Oxid)





# Anwendungen von Co

## ◇ Batterien

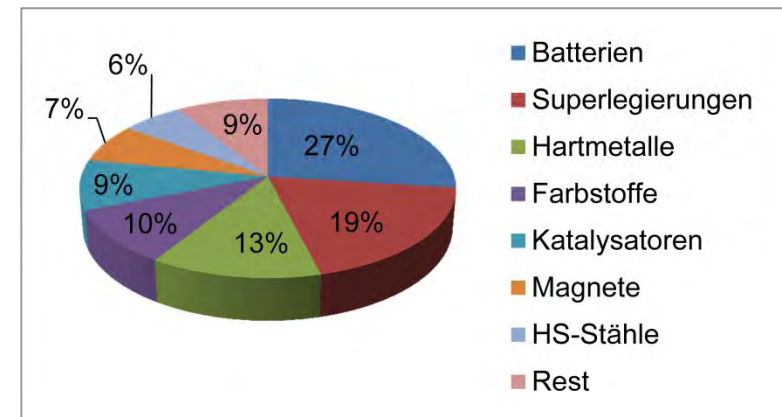
↪ NiMeH

↪ LIB ( $\text{LiCoO}_2$  in Notebooks, ca. 50-65 g Co pro Akku;  
aber auch Aktivmaterialien mit weniger Co oder Co-frei;  
Akku von Smartphones: 4-6 g Co)

## ◇ Hartmetalle

↪ Bindemittel für Hartphase (WC)

↪ Unterschiedlichste  
Recyclingtechnologien  
(direkt, semi-direkt,  
indirekt)



Quelle: Cobalt Supply & Demand 2010  
(Cobalt Development Institute)

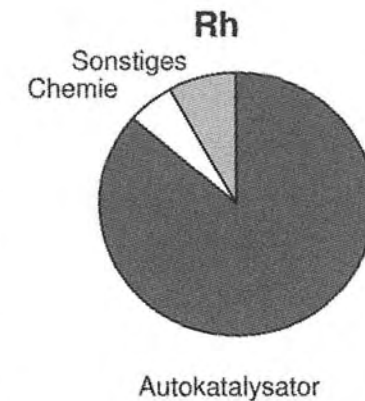
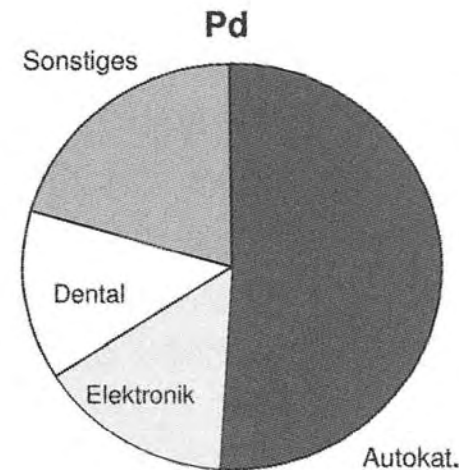
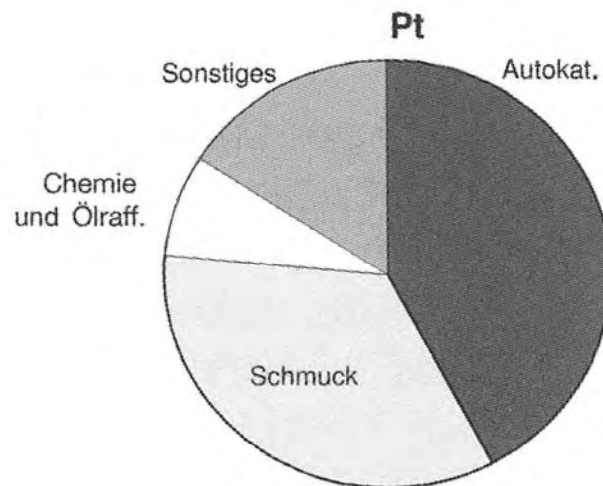


# Anwendungen von Platingruppenmetallen

Platin	ta <sup>-1</sup>	%	Palladium	ta <sup>-1</sup>	%	Rhodium	ta <sup>-1</sup>	%
Autoabgaskatalysator	85,1	42,3	Autokatalysator	97,2	50,9	Autokatalysator	18,2	86,3
Schmuck	68,4	34,0	Elektronik	28,5	14,9	Chemie	1,2	5,7
Chemie und Ö raffination	15,6	7,8	Dental	26,1	13,7	Sonstiges	1,7	8,1
Investment	0,2	0,1	Sonstiges	39,2	20,5	<b>Gesamtnachfr.*</b>	<b>21,1</b>	
Sonstiges	31,9	15,9	<b>Gesamtnachfr.*</b>	<b>191,0</b>				
<b>Gesamtnachfrage*</b>	<b>201,2</b>							

Summe PGM für Autokat. (netto) = 200,5 49%

\* Netto-Nachfrage  
= Brutto-Nachfrage-Recycling



Quelle: Winnacker / Küchler: Chemische Technik, Band 6b, 5. Auflage



# Anwendungen von Platingruppenmetallen

	Au	Ag	Pt	Pd	Rh	Ir	Os	Ru
Katalyse	○	×	xx	xx	×	○	○	○
Schmuck	xx	xx	xx	×	○	○		○
Dentaltechnik	xx	○	○	×		○		
Elektronik/Elektrotechnik	xx	xx	×	xx	○	○		○
Dünnschichttechnik	xx	xx	×	×	×			○
Fotografie		xx						
Löttechnik	×	xx						
Messtechnik			xx		×			
Glasindustrie			xx		×			
Medizintechnik			xx			×	○	○

(xx = sehr starke Bedeutung; × = starke Bedeutung; ○ = spezielle Verwendung/für jeweiliges Anwendungsfeld)

Quelle: Winnacker / Küchler: Chemische Technik, Band 6b, 5. Auflage






# Edelmetalle in WEEE

## Weltweite Verkäufe, 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: 18 Mio t/a  $\blacktriangleright$  <1%  
 Co: 75,000 t/a  $\blacktriangleright$  19%

Quelle: Hagelüken, C.: Edelmetalle in der Stadt – Chancen & Herausforderungen des Recyclings, 2011

Quelle: Bardt, H.: Keine Zukunft ohne Rohstoffe, Ergebnisse der Studie für die vbw



Material	Gewicht	Material	Gewicht
Silizium	24,8803	Bismut	0,0063
Kunststoff	22,9907	<b>Chrom</b>	<b>0,0063</b>
Eisen	20,4712	Quecksilber	0,0022
Aluminium	14,1723	<b>Germanium</b>	<b>0,0016</b>
Kupfer	6,9287	Gold	0,0016
Blei	6,2988	<b>Indium</b>	<b>0,0016</b>
Zink	2,2046	<b>Ruthenium</b>	<b>0,0016</b>
Zinn	1,0078	Selen	0,0016
Nickel	0,8503	Arsen	0,0013
Barium	0,0315	Gallium	0,0013
Mangan	0,0315	<b>Palladium</b>	<b>0,0003</b>
Silber	0,0189	Europium	0,0002
Beryllium	0,0157	<b>Niob</b>	<b>0,0002</b>
<b>Kobalt</b>	<b>0,0157</b>	Vanadium	0,0002
<b>Tantal</b>	<b>0,0157</b>	Yttrium	0,0002
Titan	0,0157	<b>Platin</b>	<b>in Spuren</b>
Antimon	0,0094	<b>Rhodium</b>	<b>in Spuren</b>
Kadmium	0,0094	Terbium	in Spuren



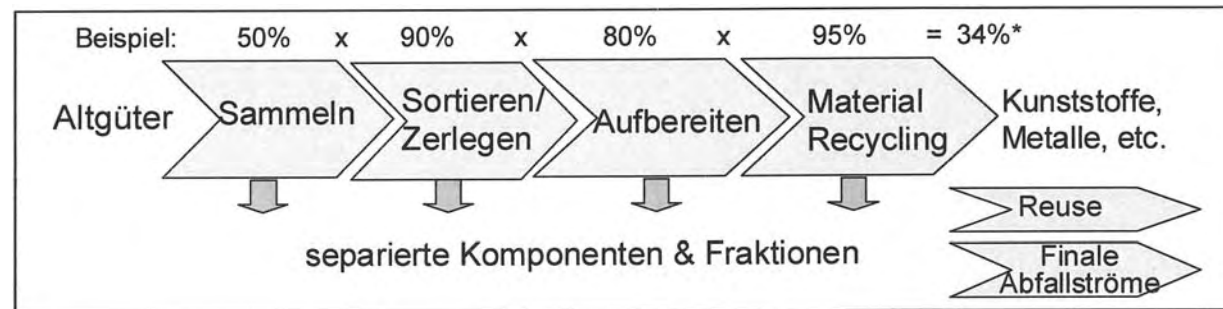


# Recycling

◇ Gesamteffizienz = Produkt der individuellen Wirkungsgrade der Teilschritte

↳ **Schwächste Schritt hat größte Auswirkung!**

↳ Bsp.: Gold aus Elektronik



◇ Einflussfaktoren auf Recyclingfähigkeit

↳ Inhalt an Wertmetallen und deren Preise

↳ Zusammensetzung, Rückgewinnungsrate, Technologie, Kosten

↳ Anwendungssegment, Lebenszyklus, Logistik



# Recycling von Seltenen Erden

---

- ◇ Industriemaßstab: nur Rhodia, Frankreich
  - ↪ NiMeH-Akkumulatoren
  - ↪ Leuchtstoffe
  - ↪ Permanentmagnetmaterial
  - ↪ Trennung der einzelnen Elemente der Seltenen Erden
  
- ◇ Untersuchungen
  - ↪ Hauptsächlich SE-Gewinnung aus Leuchtstoffen und Batt.
  - ↪ Nur wenige Veröffentlichungen hinsichtlich Magnete, Katalysatoren, Glas und weitere Sekundärrohstoffe
  - ↪ Alternative Quellen (Rotschlamm, U/Nb/Zr-Erze, Tiefenwasser, etc.)?



# Recycling von Platingruppenmetallen

---

## ◇ Allgemein

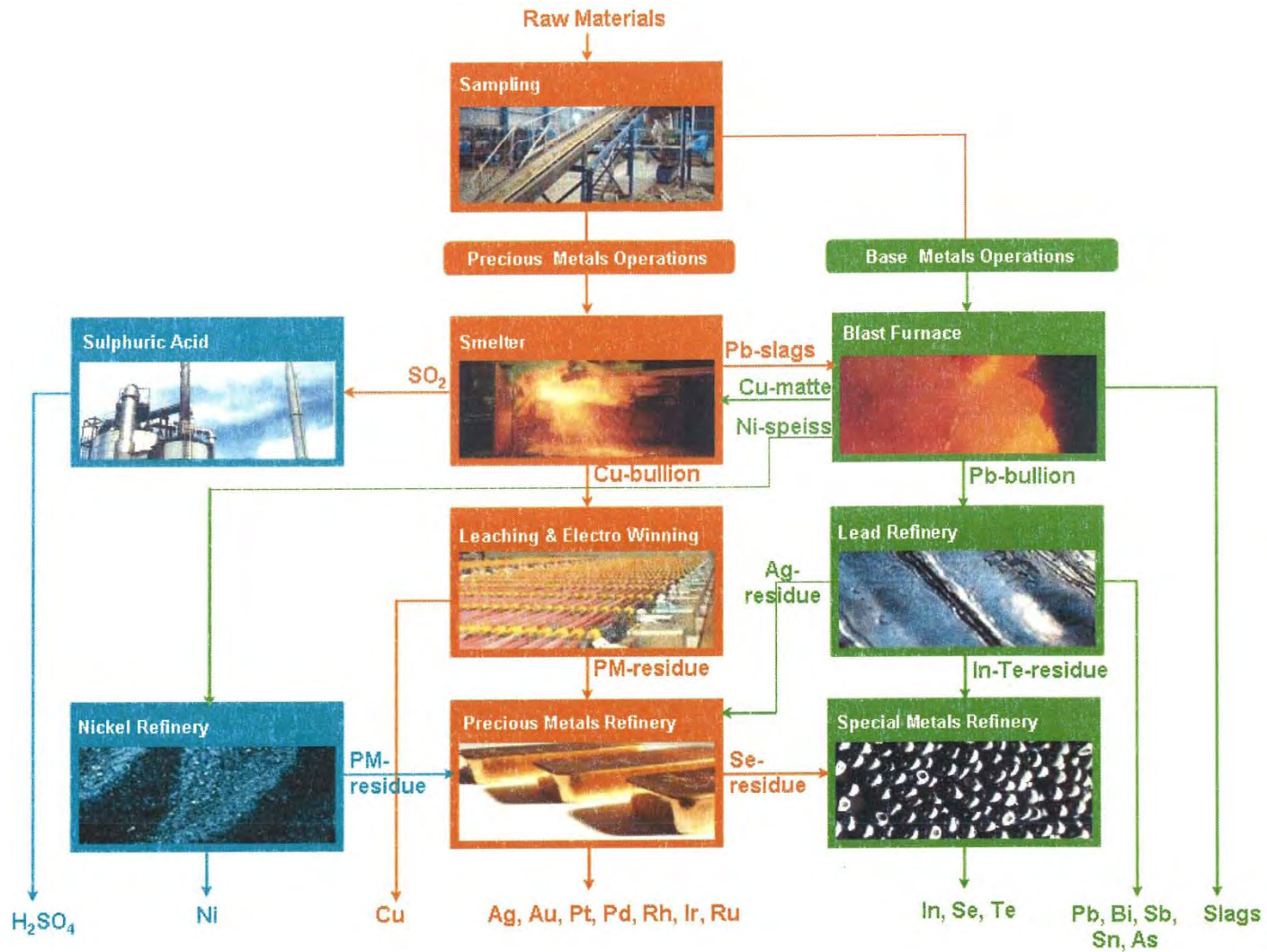
- ↪ Hohe Recyclingquoten (> 90 %), jedoch bei PWK-Kat. und Elektrogeräte hohe Verluste (> 60 %, Exportabflüsse)

## ◇ Recyclingschritte

- ↪ Demontage (Leiterplatten, KFZ-Kats., etc.)
- ↪ Vorbehandlung (Abbrennen von C, etc.)
- ↪ Metallrückgewinnung
  - ↪ 1. Homogenisierung/Probenahme
  - ↪ 2. Metallurgische Voranreicherung
  - ↪ 3. Konzentrataufschluss und Abtrennung der einzelnen Elemente
  - ↪ 4. Edelmetallraffination



# Recycling von Platingruppenmetallen







# Vorgangsweise Abfallwirtschaft

Ist-Stand und Ausblick		
TU WIEN	BOKU-Sammlung	IAE-Behandlung
SFA: Nd, Ni und Pd	Abfallgruppe: EAG-Sammlung	Abfallgruppe: EAG
Windenergie	Abfallgruppe: Windenergie	Abfallgruppe: Beleuchtung, Leuchtstoffe
Diplomarbeit über SE	Abfallgruppe: Fahrzeuge	Fragebogen: Auswertung Ende Mai
	Diplomarbeit abgeschlossen	Workshop: Kritische Rohstoffe



# Abfallwirtschaft

Energieflüsse sind bekannt, warum nicht die Flüsse kritischer Rohstoffe?

- ◆ IAE: Gestaltung eines Workshops mit BMVIT und BMLFUW?
- ◆ IAE und BOKU: Darstellung der Abfallmengen und -flüsse
- ◆ TU Wien: Erfassung der Konzentrationen an krit. Rohstoffen
  - ↳ Darstellung der Flüsse kritischer Rohstoffe in Österreich
- ◆ IAE/BOKU/TU Wien: Abschätzung der Mengen und Darstellung des Potenzials für die Entwicklung einer Recyclingwirtschaft für die ausgewählten Rohstoffe
- ◆ IAE: keine Unternehmensdarstellung, sondern Gesamtmengen
- ◆ Daten aus Abfallbilanzverordnung, Schlüsselnummern (SN 35107, 35201 35202, 35207, etc.)



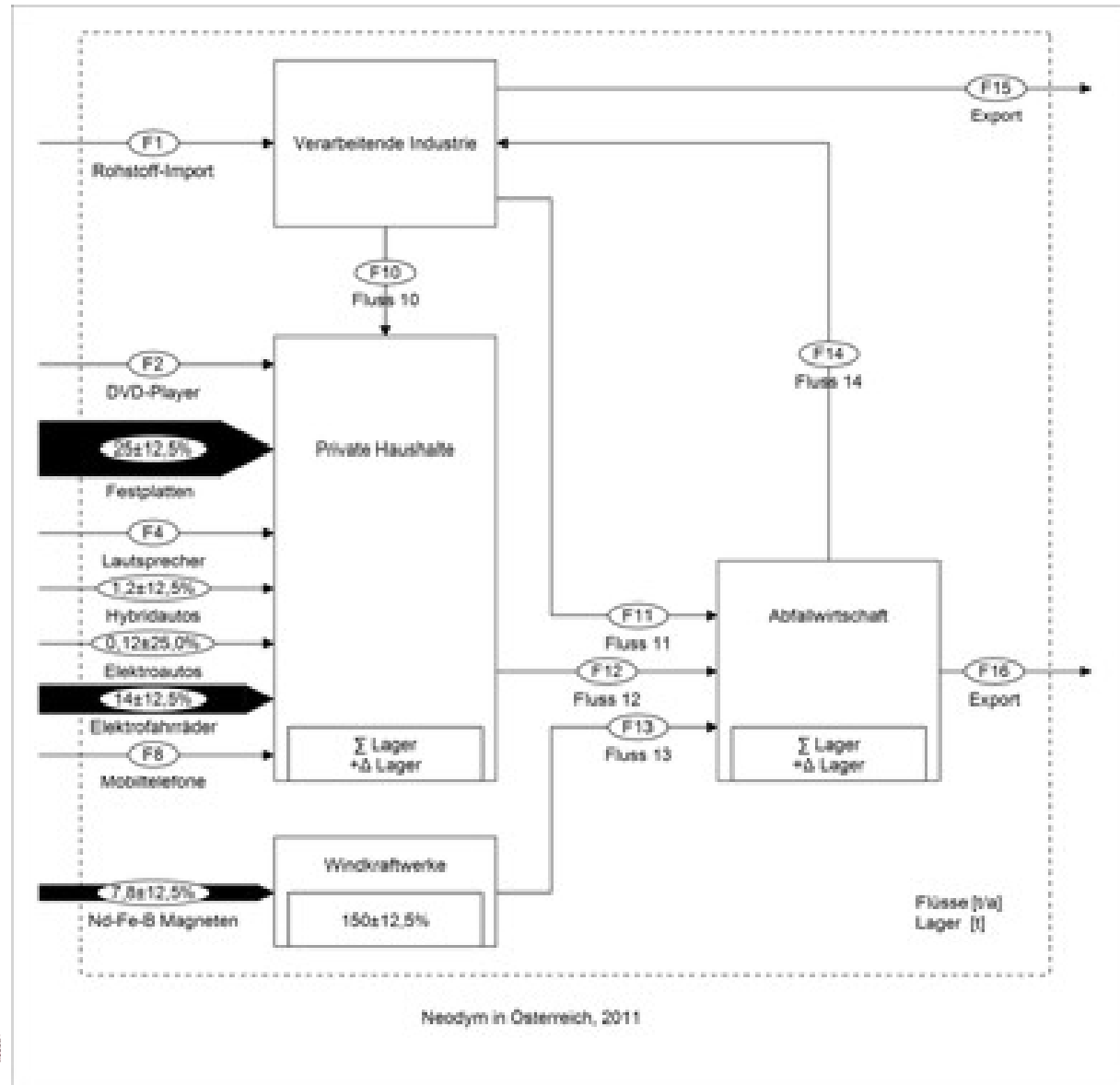
# Stoffströme

---

- ◆ Kontaktaufnahme mit Entsorgungsbetrieben (Fragebogen)
  - ↪ Sammler und Behandler von Elektroaltgeräten (EAG), Batterien, etc.
  - ↪ Kontaktdaten: Elektr. Datenmanagement (EDM) des UBA
    - ↪ 252 Adressaten  $\Rightarrow$  33 Rückmeldungen
    - ↪ 15 Betrieben haben Interesse an einem eigenen Workshop
  
- ◆ Datenerhebung für Stoffflussanalysen (Nd, Pd, Nb)
  - ↪ Literaturquellen, statistische Dienste, Firmen, Projektpartner, Schätzungen
  - ↪ Ziel: Quantifizierung der Flüsse und Lager, Ermittlung des Forschungsbedarfs
  - ↪ Derzeit noch lückenhafte Daten
  - ↪ Ausgleich der Daten durch die Software STAN<sup>®</sup> geplant (Fehlerfortpflanzungsberechnung)



# Nd-Haushalt in Österreich (vorläufig)







# Altfahrzeuge

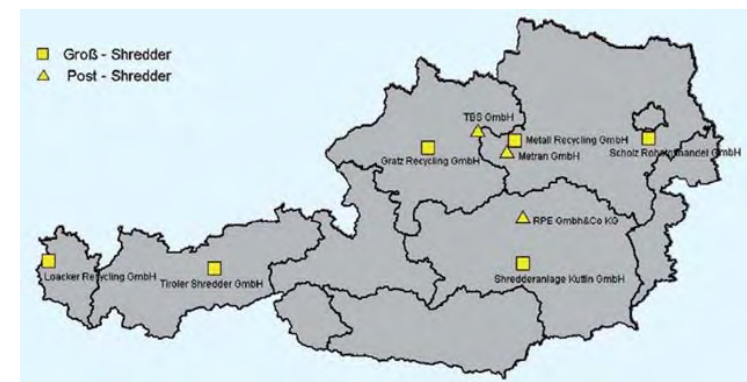
## ◆ Richtlinie 2000/53/EG

- ↪ Flächendeckende Sammelsysteme, kostenlose Rückgabe
- ↪ Verwertungsnachweis, -quote (2015: 95 %, stofflich 85 %)
- ↪ Demontage-Handbücher vom Hersteller, etc.

## ◆ Schredderanlagen

Bundesland	Betreiber	Kapazitäten in t/Jahr
Niederösterreich	Metall Recycling GmbH, Amstetten	65.000
Niederösterreich	Scholz Rohstoffhandel GmbH, Laxenburg	135.000
Oberösterreich	Gebrüder Gratz GmbH, Lambach	80.000
Steiermark	Fritz Kuttin GmbH, Knittelfeld	120.000
Tirol	Tiroler Shredder GmbH, Hall	50.000
Vorarlberg	Loacker Recycling GmbH, Götzis	80.000

Quelle: BAWP 2011





# Elektrofahrzeuge

## ◆ Prioritäre Rohstoffe für E-PKW (ohne Batterie)

↪ Hoher Materialbedarf

↪ Mögliche stark wachsende konkurrierende Anwendungen

Element	Au	Ag	Cu	Ga	In	Ge	Pt	Pd	Nd	Pr	Dy	Tb
Elektromotor			kg	mg					g	g	g	g
Leistungs-Elektronik	mg	g	kg	mg	mg	mg		mg				
Batterie / Kabel			kg									
Brennstoffzellen-Komponenten			kg	mg			g		g	g	g	g
Standardverkabelung		g	kg									
Ladestation und -kabel		mg	kg	mg	mg	mg						
Elektronik für Lenkung, Bremsen, sonstige Elektronik			kg									
Katalysator, V-Motor, Lichtmaschine			kg				g	g				



# Akkumulatoren für E-Mobilität

	Elektroantrieb	Hybridantrieb, und Plug-in-Hybridantrieb	Gasmotor
Neue ressourcenintensive Bauteile	Elektromotor, Hochleistungs-Batterien, Elektronik	Elektromotor, Hochleistungs-Batterien, Elektronik	Gastank, Elektronik
Hauptelemente und kritische Ressourcen	Fe, Mn, Cu, Nd, Sm, Dy, Tb, In, Ga, Ge, Au, Li, Co, Ni, Ce, La	Fe, Mn, Cu, Nd, Sm, Dy, Tb, In, Ga, Ge, Au, Li, Co, Ni, Ce, La, Pt, Pd, Re	Fe, Mn, Cu, Tb, In, Ga, Ge, Au, Pt, Pd, Re

Quelle: Buchert, 2011

		NMC	LFP
Lithiumgehalt		157 g/kWh	101 g/kWh
Durchschnittliche Kapazität / Marktanteil	Elektro-PKW und Plug-in-hybrid	20 kWh/ 65%	20 kWh/ 35%
Durchschnittliche Kapazität / Marktanteil	Hybrid-PKW	1,4 kWh/ 20%	1,4 kWh/ 80%
Nutzungsdauer		ca. 10 a (Zukunft: 15 a?)	





# Windkraftanlagen

## ◆ Anwendungsgebiete für Nd:

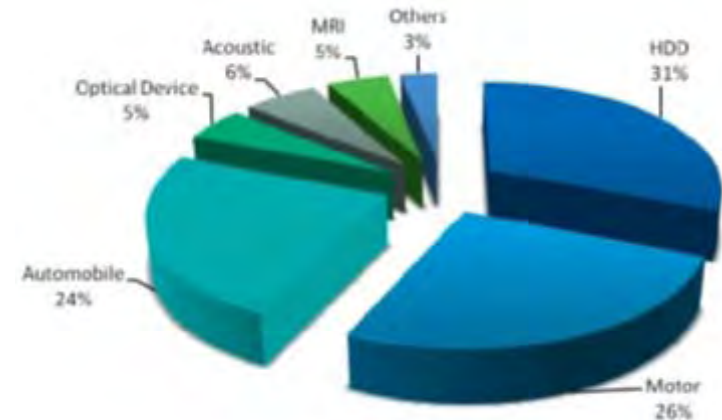
- ↪ Großteil: FeNdB-Magnete  
(Wachstum: 12,5 % pro Jahr)

## ◆ Windkraftanlagen (WKA)

- ↪ EU: 132 TWh im Jahr 2009
- ↪ 15 % getriebelose Anlagen
- ↪ Ein Teil davon mit FeNdB-Magnete  
(66-69 % Fe, 28-30 % Nd, 2-4 % Dy, 1 % B)
- ↪ Spez. Nd-Bedarf: 150-300 kg/MW

## ◆ Demontage von WKA

- ↪ Deutschland, 2010: 116 Windräder mit 56 MW (Repowering)
- ↪ Ersatz durch größere Anlagen nach 12-15 Jahren wirtschaftlich  
⇒ 2015: Ersatz von 9500 Windrädern mit 6000 MW



Quelle: SHIN-ETSU, 2009





**Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit und  
Diskussionsbereitschaft!**

---



**Montanuniversität Leoben**  
Department Metallurgie  
**Nichteisenmetallurgie**

