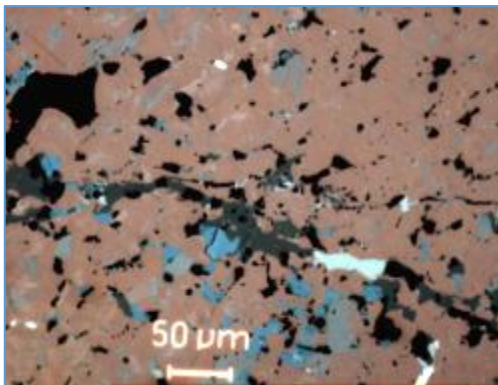


Kritische Hochtechnologiemetalle: Verfügbarkeit in der EU mit Fokus auf Österreich

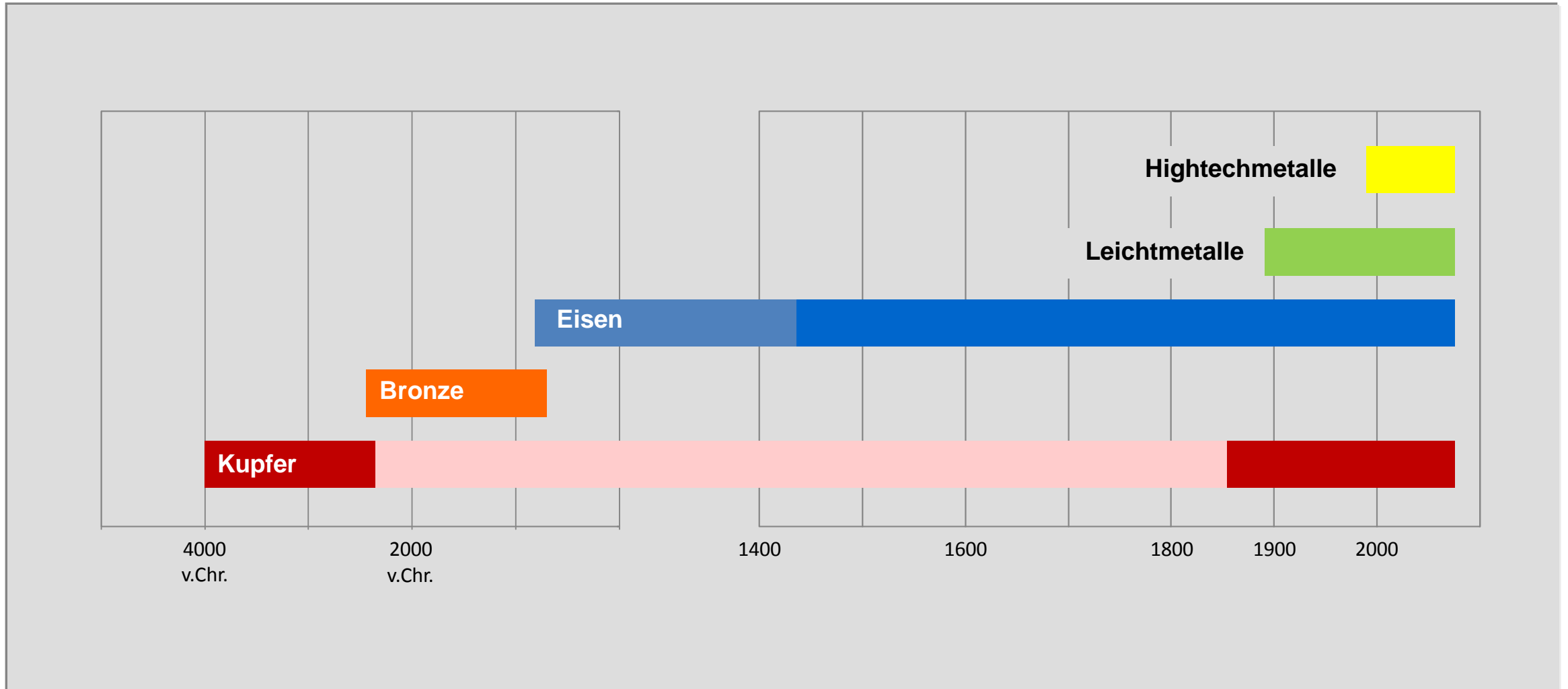
Univ.-Prof. Mag.rer.nat. Dr.mont. Frank Melcher

Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, Montanuniversität Leoben

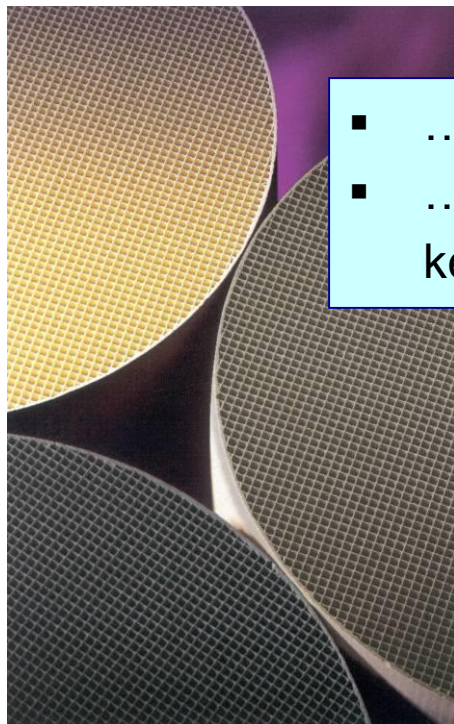
frank.melcher@unileoben.ac.at



Zeitliche Entwicklung der Verwendung von Metallen



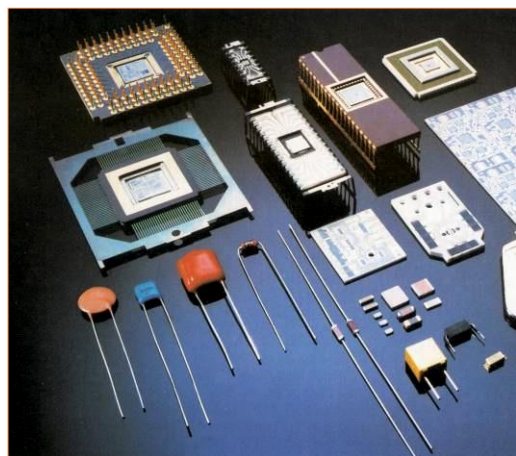
Hochtechnologiemetalle



-sind seltene Elemente (wenige mg bis Gramm pro Tonne Gestein)
- ... sind strategische Elemente (wichtig für die Europäische Industrie, keine Eigenproduktion)

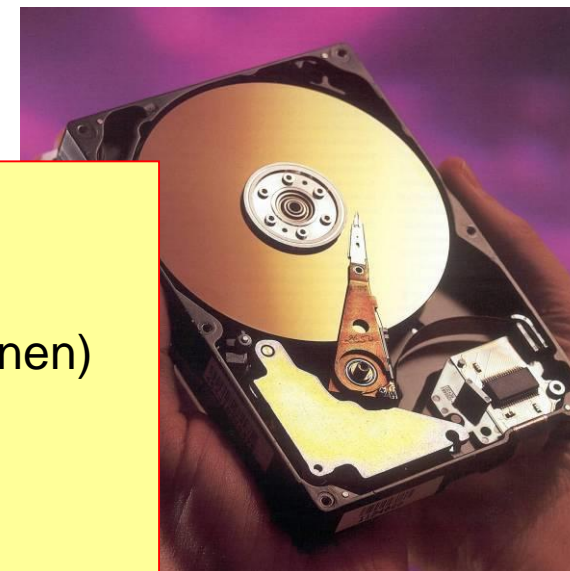


- viele Anwendungen
- Zukunftstechnologien
 - innovativ
 - teuer



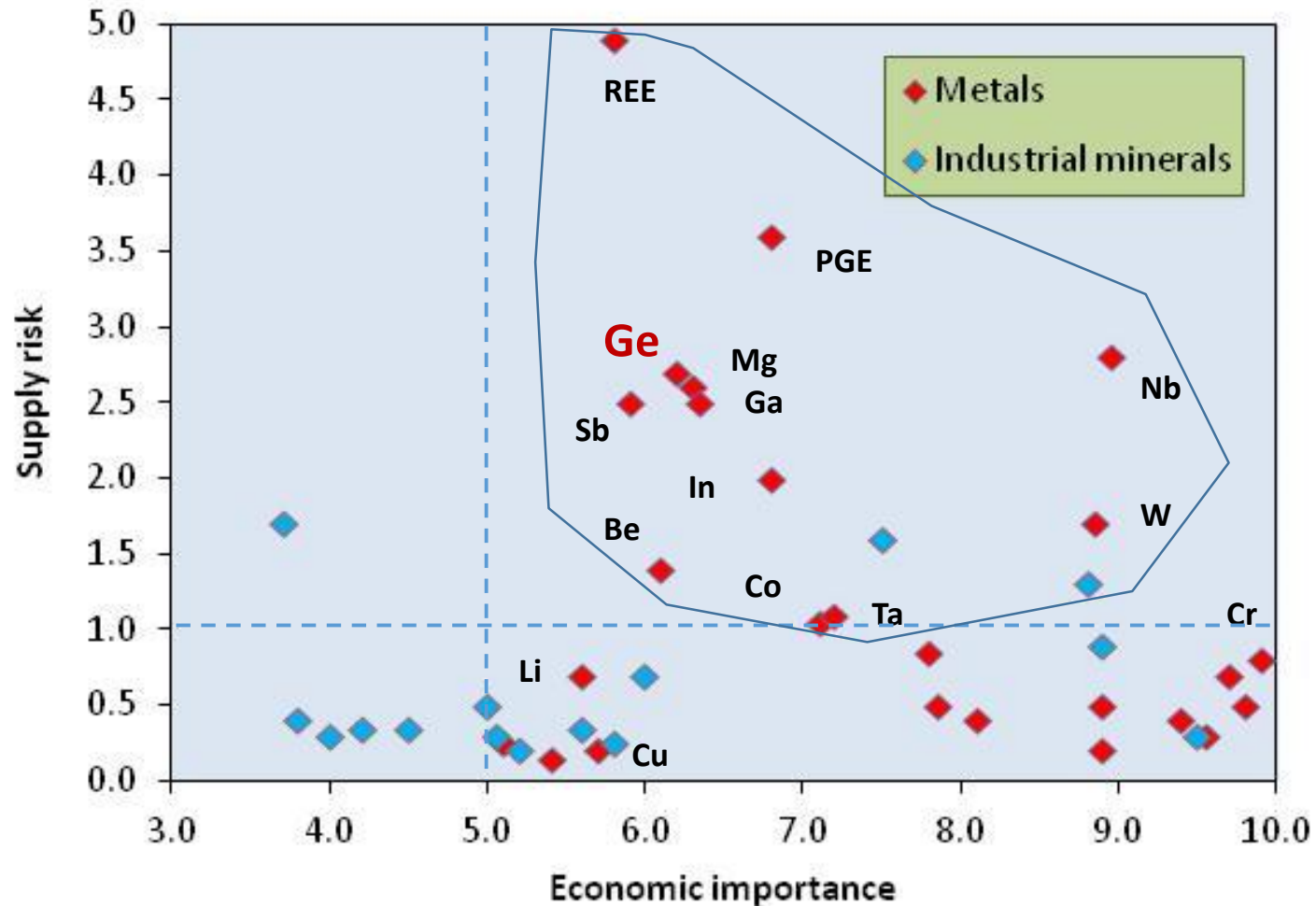
Die ökonomische Seite

- zukünftig stark steigender Verbrauch
- geringe Produktion (10 – 1000 t, bei SEE 100,000 Tonnen)
- teilweise sinkende Produktionskapazitäten
- volatile Preise (Firmenkonzentration, Spekulation)
- unzureichendes Angebot
- Wettbewerbsverzerrungen, geostrategische Risiken



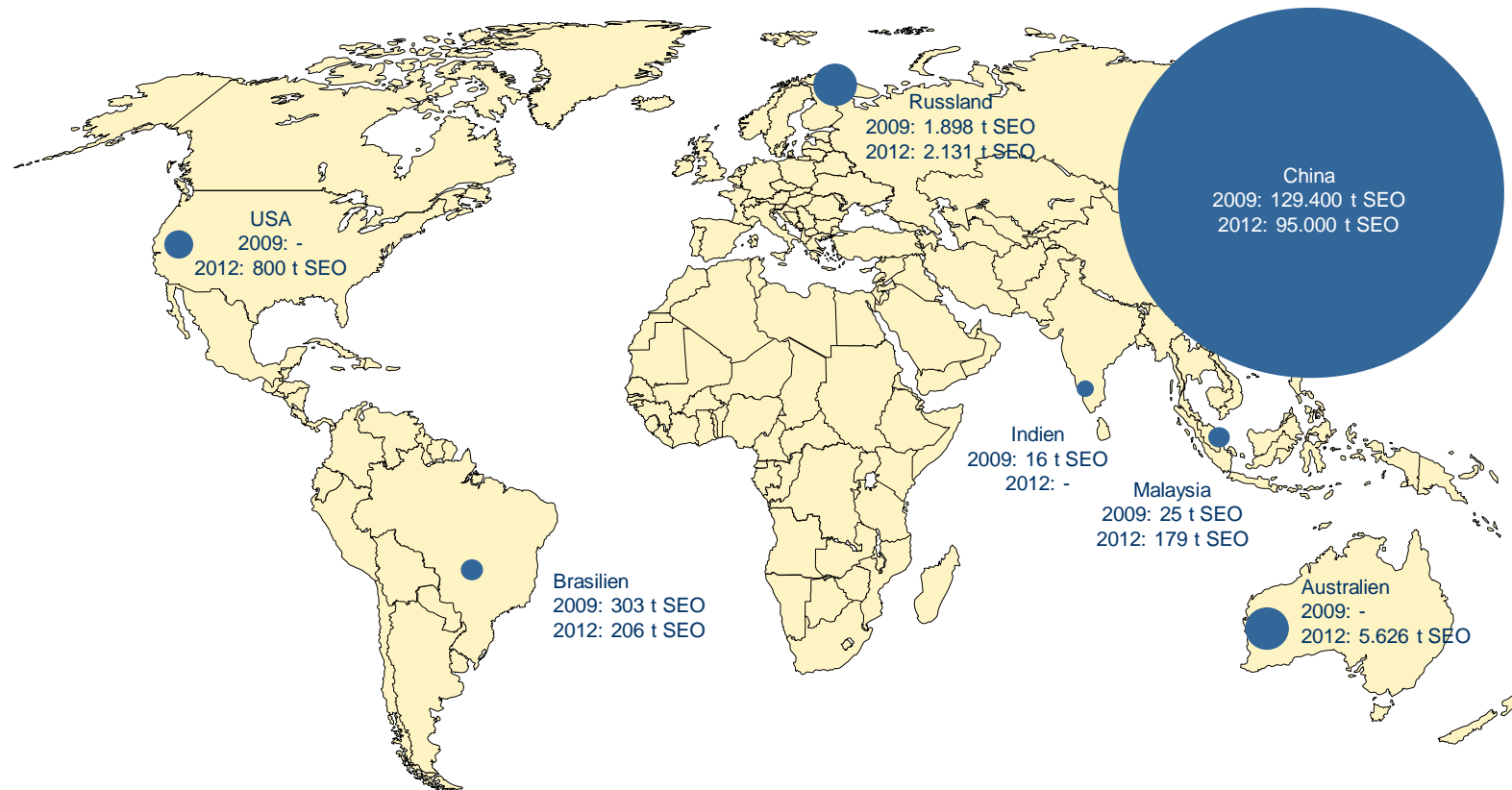
Die EU-20

Die EU-14 "Critical Minerals"



- Antimon
- Beryllium
- Borate
- Chrom
- Kobalt
- Kokskohle
- Flussspat
- Gallium
- Germanium
- Indium
- Magnesit
- Magnesium
- Graphit
- Niob
- PGE
- Phosphate
- Schwere SEE
- Leichte SEE
- Siliziummetall
- Wolfram

Seltene Erden: Bergwerksförderung bzw. Produktion



Produktion 2009: ca. 131.642 t SEO

China: 98,3 %, Russland: 1,4 %, Brasilien 0,2 %

Produktion 2012: ca. 104.000 t SEO

China: 91,4 %, Australien 5,4 %, Russland 2,0 %, USA 0,8 %

Das "Metallrad"

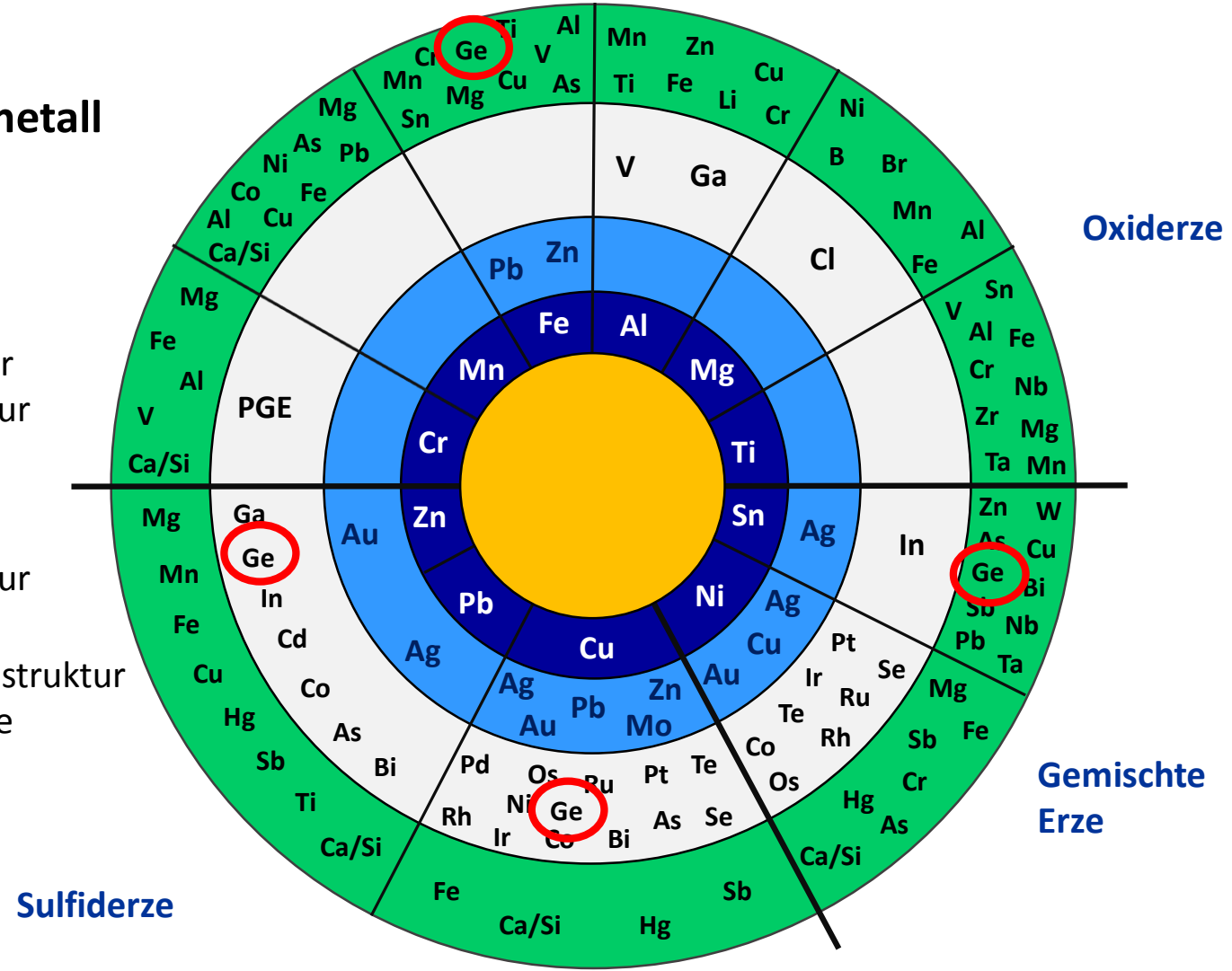
Hauptmetall

Nebenprodukte

Mit eigener Infrastruktur

Begrenzte Infrastruktur

Keine Infrastruktur
→ Abgänge



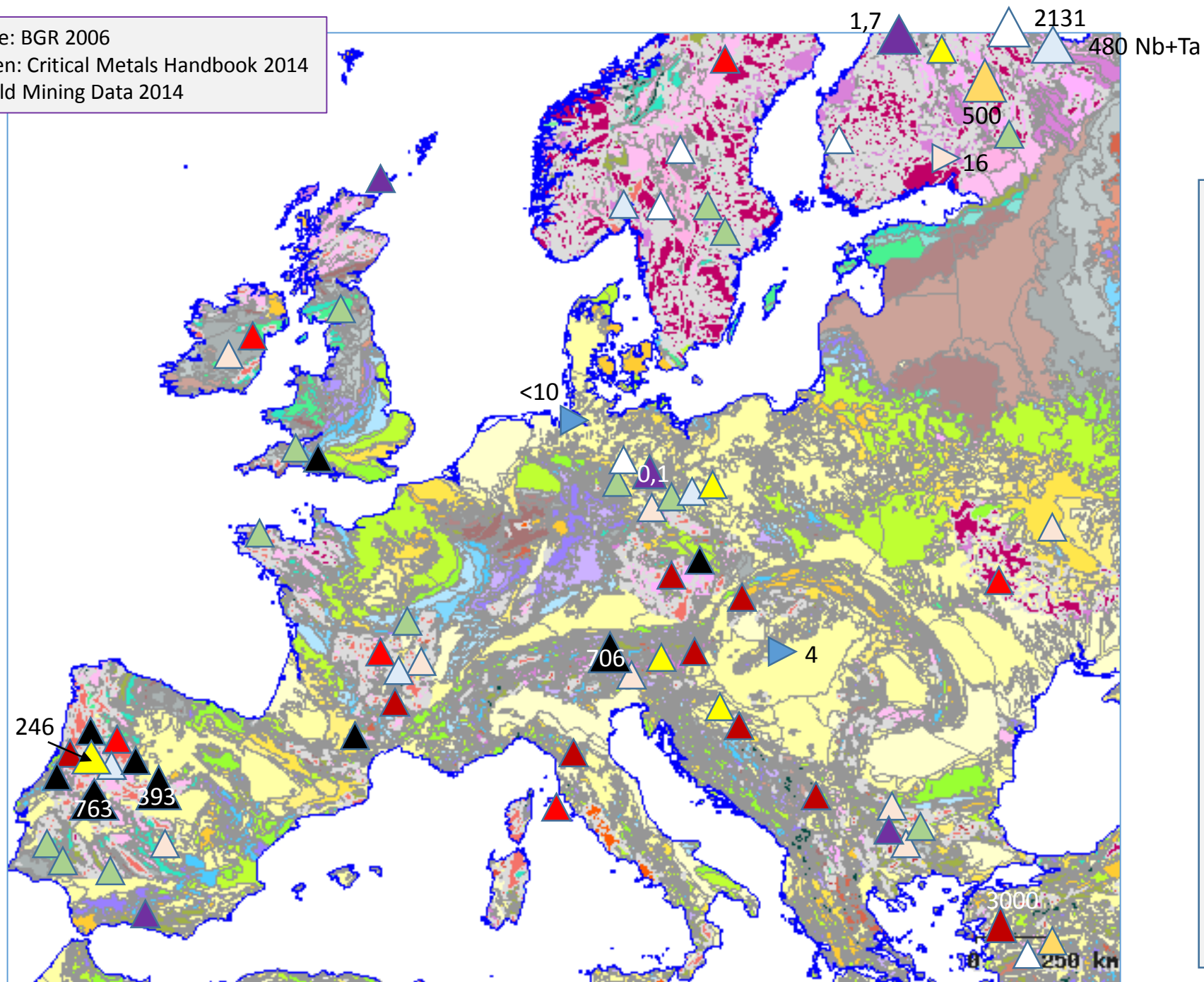
Metall	Symbol	Produktionsart	Produktion 2011	Bedarf 2030	CAGR (20 Jahre)	Recycling 2011
Kobalt	Co	Bergbau	130.700	336.700	5,11%	25%
Niob	Nb	Bergbau	78.750	180.985	4,48%	20%
Germanium	Ge	Raffinerie	197	433	4,25%	40%
Gallium	Ga	Raffinerie	288	630	4,21%	25%
Tantal	Ta	Bergbau	988	1.820	3,27%	20%
Indium	In	Raffinerie	1.360	2.500	3,26%	53%
Antimon	Sb	Bergbau	198.800	317.000	2,49%	15%
Wolfram	W	Bergbau	120.000	181.600	2,20%	40%
Beryllium	Be	Bergbau	300	405	1,59%	20%
Zinn	Sn	Bergbau	334.150	482.600	1,95%	24%
Kupfer	Cu	Bergbau	19.777.000	27.386.000	1,73%	19%

Entwicklung der Metallproduktion (geschätzt)

Ross et al. 2013
Report EUR 25994EN

Seltene Erdelemente
im Durchschnitt +6,64%
(+4.0% für Dysprosium
bis +7.4% für Cer)

Karte: BGR 2006
 Daten: Critical Metals Handbook 2014
 World Mining Data 2014

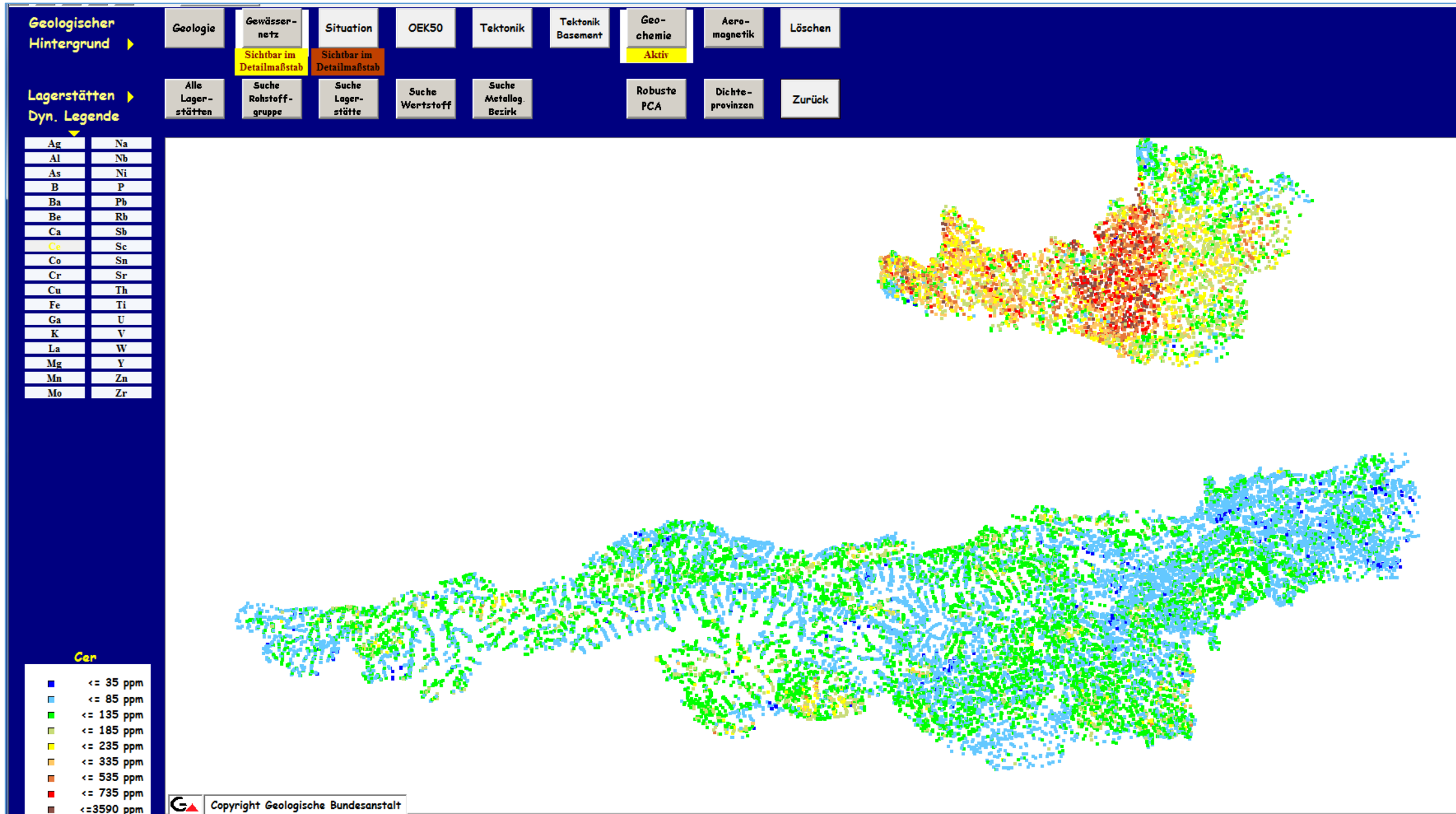


	Potenzial	Produktion (Tonnen 2012)	
SEE			
PGE			
Ge			Raffinerie
In			
Co			
Sb			
Ga			Raffinerie
Ta-Nb			
Li			
W			
Be			

Kritische Rohstoffe/Hochtechnologiemetalle: Potenziale in Europa

Rohstoff	Gebunden an	Europa	Österreich/Ostalpen
Seltene Erden (SEE)	Karbonatite, Alkaligesteine, IOCG, marine Seifen, Tone	Norra Kärr, Bastnäs (SW), Storkwitz (D), Kola (RU)	Geringes Potenzial (Böhmische Masse)
Platingruppen-elemente (PGE)	Chromitite, Ni-Cu-Sulfide in LIC, Schwarzschiefer	Finnland, Spanien, Polen (Kupferschiefer)	Geringes Potenzial (Ultramafite Ostalpin, Penninikum)
Germanium	Zn-Sulfide in MVT, SMS; Kohle(-asche)	Polen, Deutschland, Irland, Frankreich	Sphalerit im Bleiberg-Typ, Fahlerze, Kohlen
Indium	Cu-Zn-Sulfide: VMS, SMS	PO, GB, IT, SW, Erzgebirge	Sphalerit in VMS, SMS
Kobalt	Hydrothermale Sulfiderze, magmatische Ni-Cu-Erze, Laterite, Manganknollen	Finnland, Kongsberg, Kupferschiefer, Ganglagerstätten	Leogang, Schladming, Mitterberg (polymetallische Vererzungen) Ultramafite u. Laterite
Antimon	Epithermal, mesothermal, aktive Plattengrenzen, Vulkanite, Hot springs	PO, E, F, D, CZ, SV, Italien (Manciano), SE Balkan	Kreuzeckgruppe, Grauwackenzone, Schladming, Lesachtal, Schlaining/Bernstein
Gallium	Bauxit, Zinksulfiderze, epithermal (Alteration)	Griechenland, Balkan, Ungarn	Gosau-Bauxite (Kohleaschen)

Cer in Bachsedimenten



Kritische Rohstoffe/Hochtechnologiemetalle: Potenziale in Europa

Rohstoff	Gebunden an	Europa	Österreich/Ostalpen
Seltene Erden (SEE)	Karbonatite, Alkaligesteine, IOCG, marine Seifen, Tone	Norra Kärr, Bastnäs (SW), Storkwitz (D), Kola (RU)	Geringes Potenzial (Böhmische Masse)
Platingruppen-elemente (PGE)	Chromitite, Ni-Cu-Sulfide in LIC, Schwarzschiefer	Finnland, Spanien, Polen (Kupferschiefer)	Geringes Potenzial (Ultramafite Ostalpin, Penninikum)
Germanium	Zn-Sulfide in MVT, SMS; Kohle(-asche)	Polen, Deutschland, Irland, Frankreich	Sphalerit im Bleiberg-Typ, Fahlerze, Braunkohlen
Indium	Cu-Zn-Sulfide: VMS, SMS	PO, GB, IT, SW, Erzgebirge	Sphalerit in VMS, SMS
Kobalt	Hydrothermale Sulfiderze, magmatische Ni-Cu-Erze, Laterite, Manganknollen	Finnland, Kongsberg, Kupferschiefer, Ganglagerstätten	Leogang, Schladming, Mitterberg (polymetallische Vererzungen) Ultramafite u. Laterite
Antimon	Epithermal, mesothermal, aktive Plattengrenzen, Vulkanite, Hot springs	PO, E, F, D, CZ, SV, Italien (Manciano), SE Balkan	Kreuzeckgruppe, Grauwackenzone, Schladming, Lesachtal, Schlaining/Bernstein
Gallium	Bauxit, Zinksulfiderze, epithermal (Alteration)	Griechenland, Balkan, Ungarn	Gosau-Bauxite (Kohleaschen)

Kritische Rohstoffe/Hochtechnologiemetalle: Potenziale in Europa

Rohstoff	Gebunden an	Europa	Österreich/Ostalpen
Tantal	Pegmatite, SE-Granite, Karbonatite	Grönland, Skandinavien, Zentral- und SW-Europa	Pegmatite im Ostalpinen Kristallin
Niob	Karbonatite, Alkaligesteine, Pegmatite	Norra Kärr (S), Storkwitz (D)	Geringes Potenzial (Böhmische Masse)
Lithium	Pegmatite, Granite, Salare	Pegmatite: Portugal, Spanien, Schweden, Finnland, Erzgebirge	Ostalpines Kristallin: Weinebene, Wölzer Tauern, Gleinalm; Evaporite?
Wolfram	granitgebundene Lgst., Skarn, Greisen, PCD, stratiforme Lgst, Hot springs	Portugal, Spanien, Erzgebirge, Cornwall, Massif Central	Subpenninische, penninische und ostalpine Decken Produktion in Mittersill
Beryllium	Pegmatite, hydrothermal-metasomatisch (Spor Mtn, Utah)	Portugal, Spanien, Frankreich, Ukraine, Schweden	Weinebene, Pegmatite; Habachserie; (Masul, Passeiertal); beibrechend mit Scheelit

Kritische Rohstoffe: Potenziale in Europa

Zink-Kupfer-Sulfiderze

Zn-Cu-Pb + Ge, In, Ga, Cd

- karbonatgebunden
- sedimentgebunden
- vulkanogen
- Kupferschiefer
- Epithermalsysteme
- Porphyry Copper
- Aufbereitungsabgänge
- Schlacken

Pegmatite, SE-Granite, Greisen

Ta, Nb, Be, Sn, W, In, Ge, Li (SEE)

- häufig, geringe Tonnagen

Karbonatite, Alkaligesteine

SEE, Nb (Ta), Zr

- selten

Ophiolithe

Cr (PGE), Mg, Co, Ni

- häufig

LICs

PGE, Cr, Ni, Co, V

- Skandinavien

Epithermalsysteme

Sb, W, Au, Ag, Hg

- junge Vulkanprovinzen
- alte Kratone/GSB

Bauxite

Al + Ga

- low grade

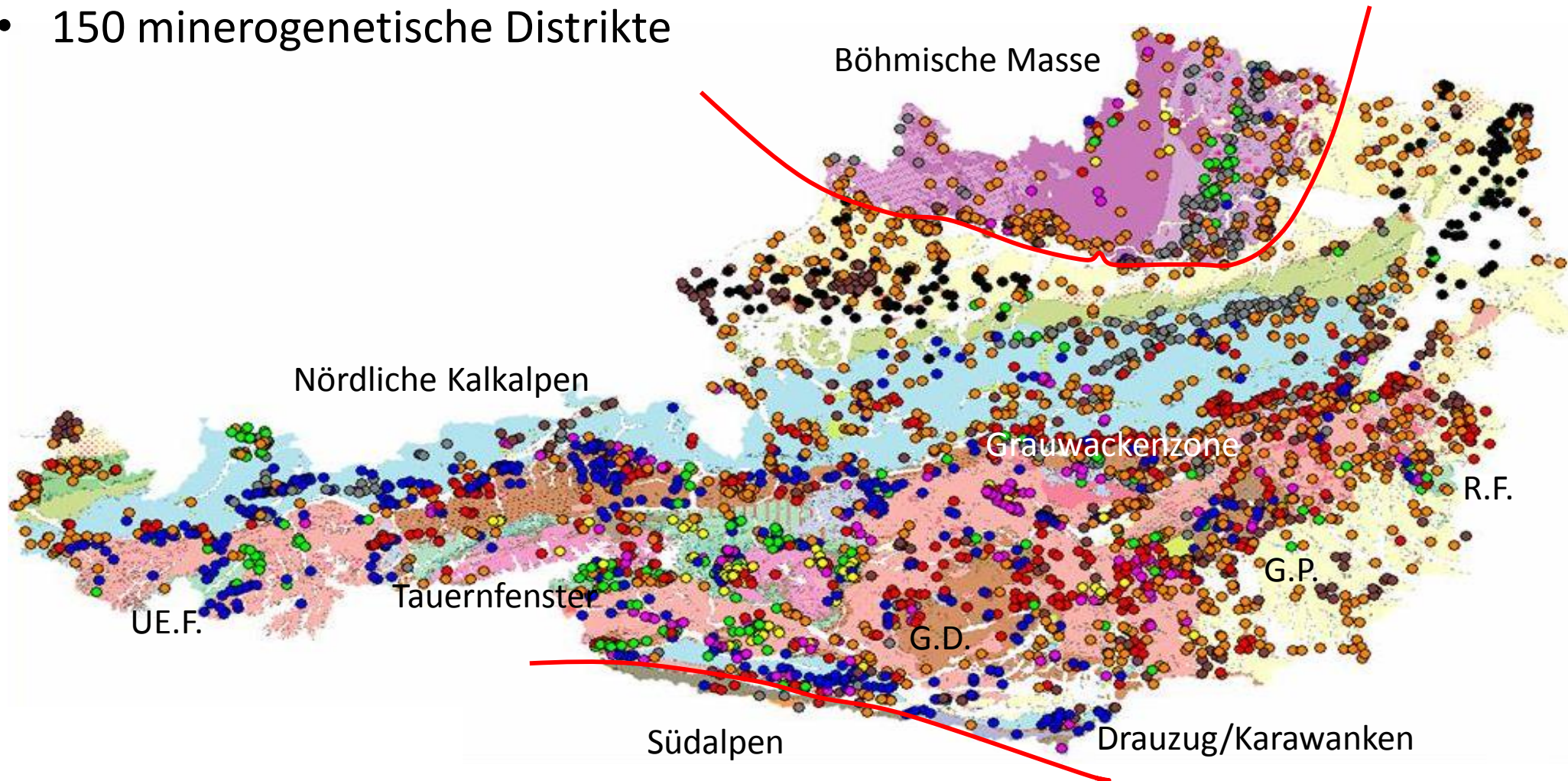
Kohle (Aschen)

Energie + Ge, Ga (SEE)

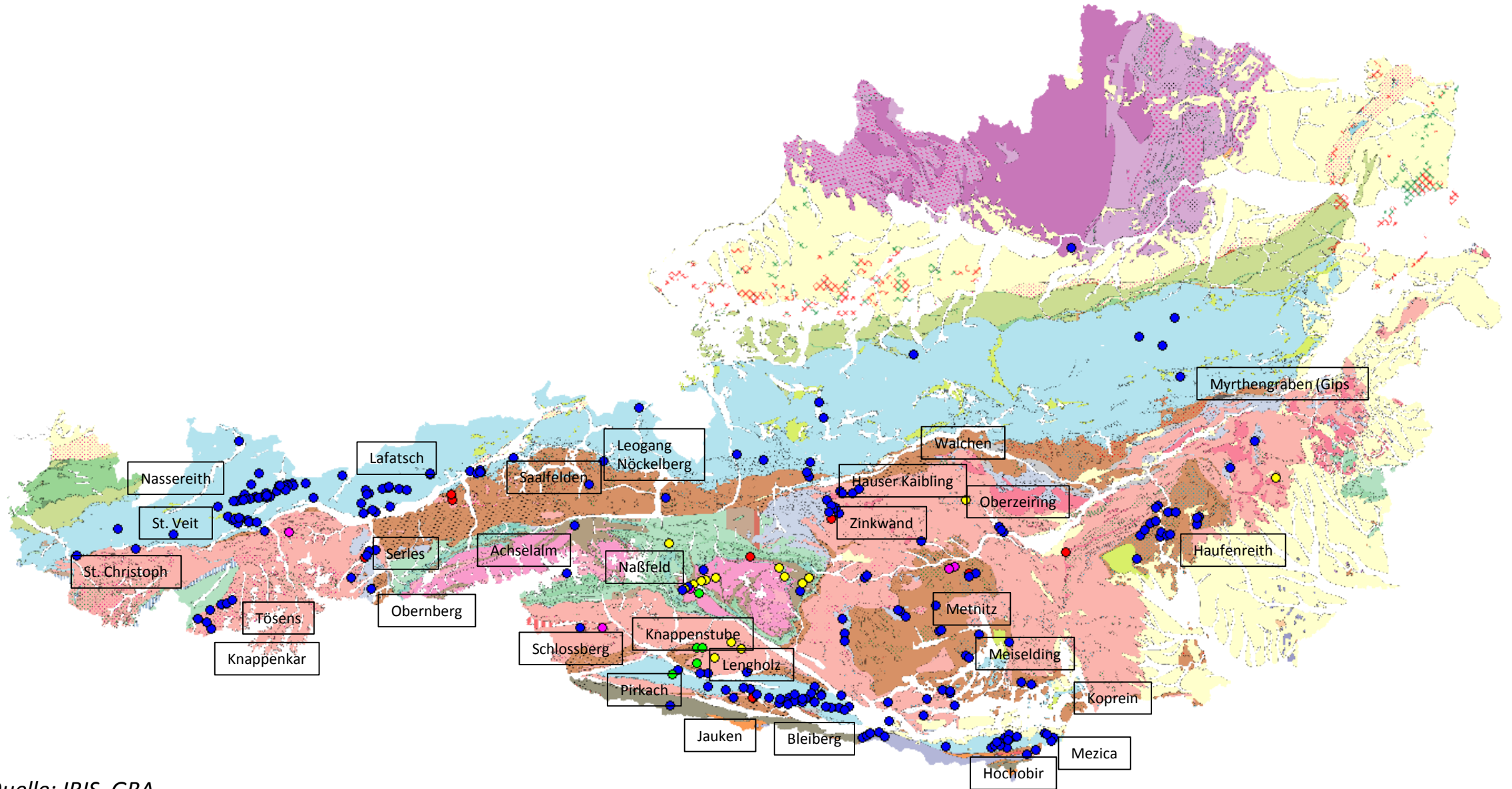
- geringe Konzentrationen

Lagerstättenkarte von Österreich

- 3500 Vorkommen und Lagerstätten
- 150 minerogenetische Distrikte

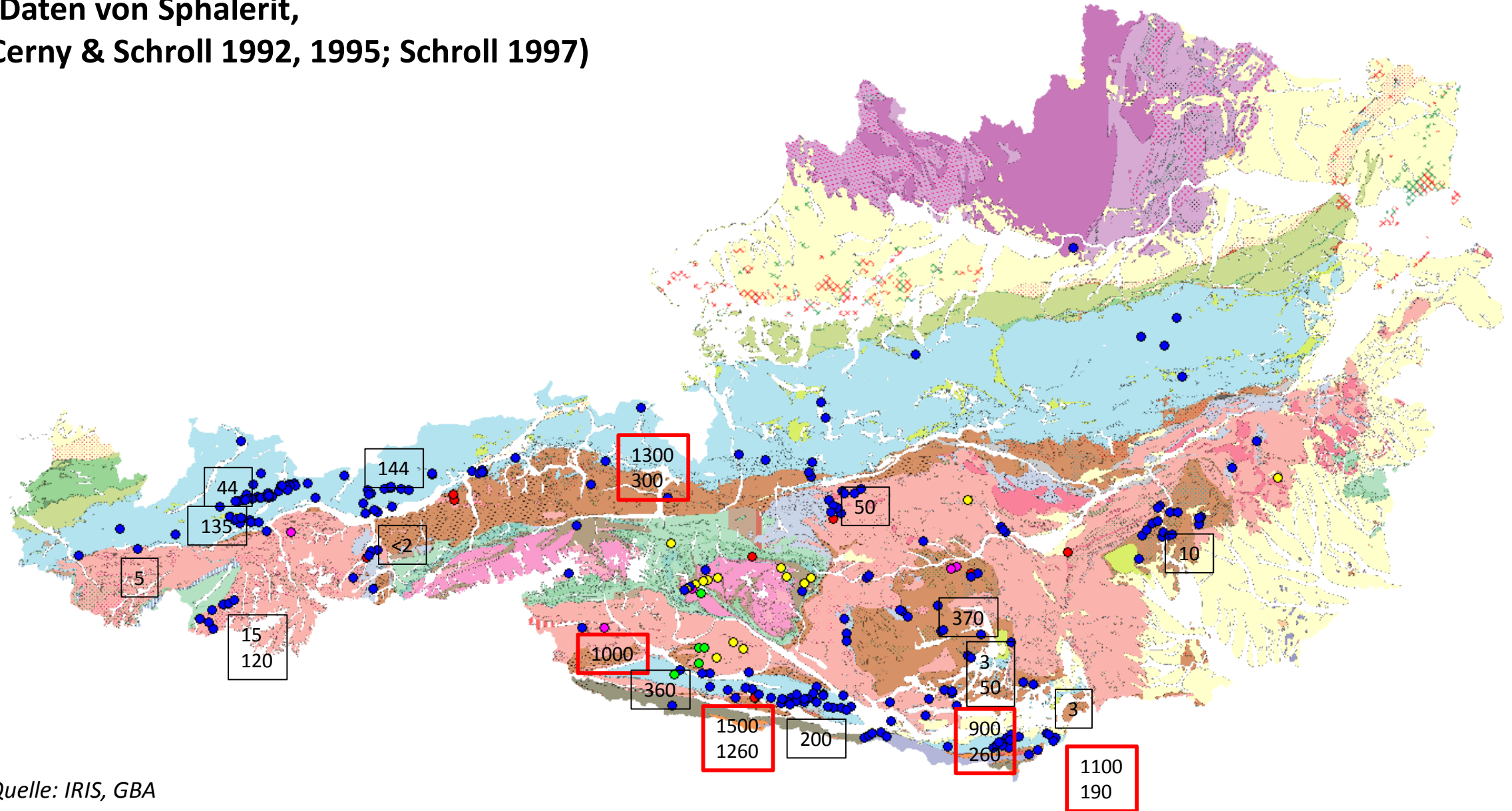


Zink-Vorkommen



Zink-Vorkommen: Germanium

(Daten von Sphalerit,
Cerny & Schroll 1992, 1995; Schroll 1997)

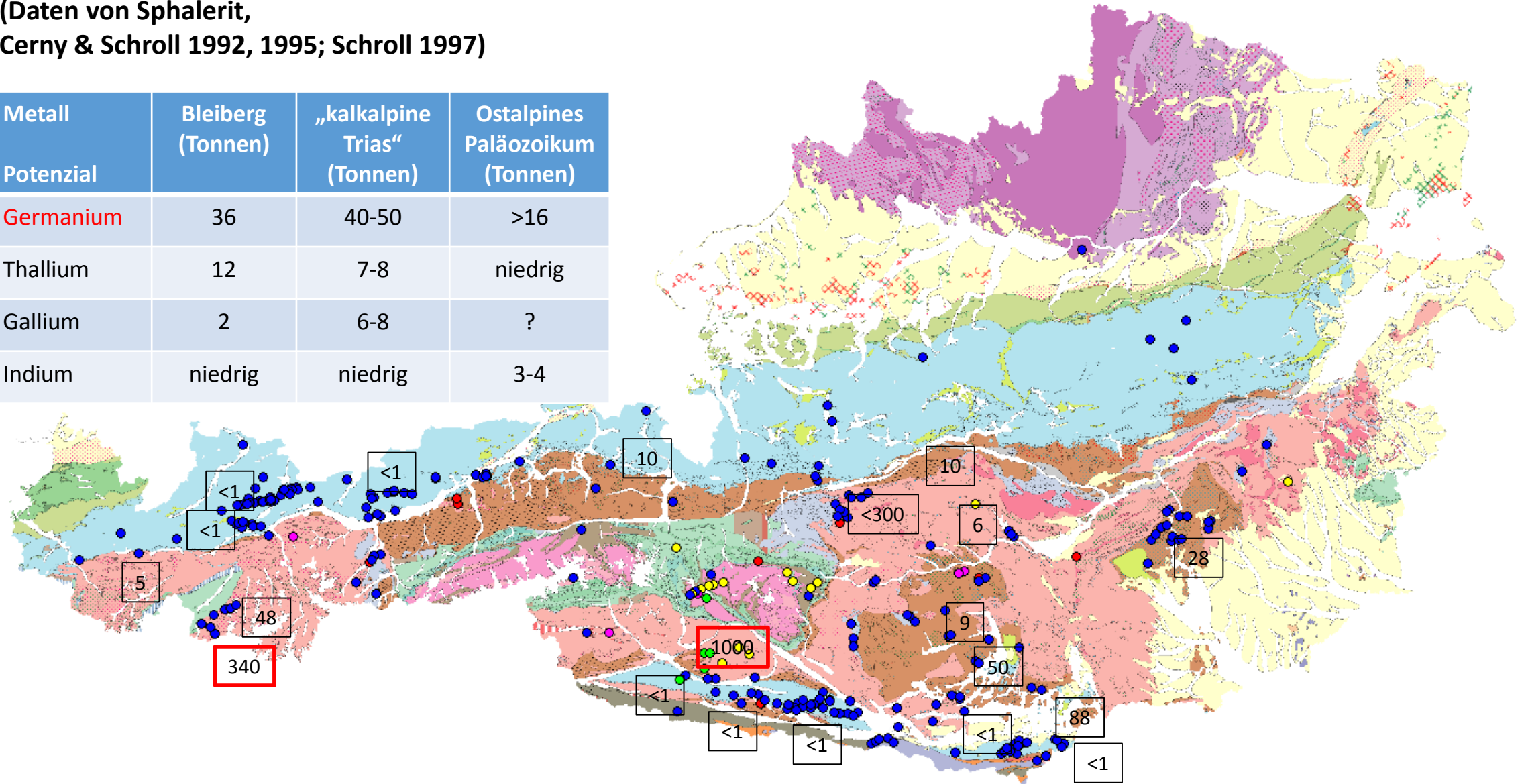


Quelle: IRIS, GBA

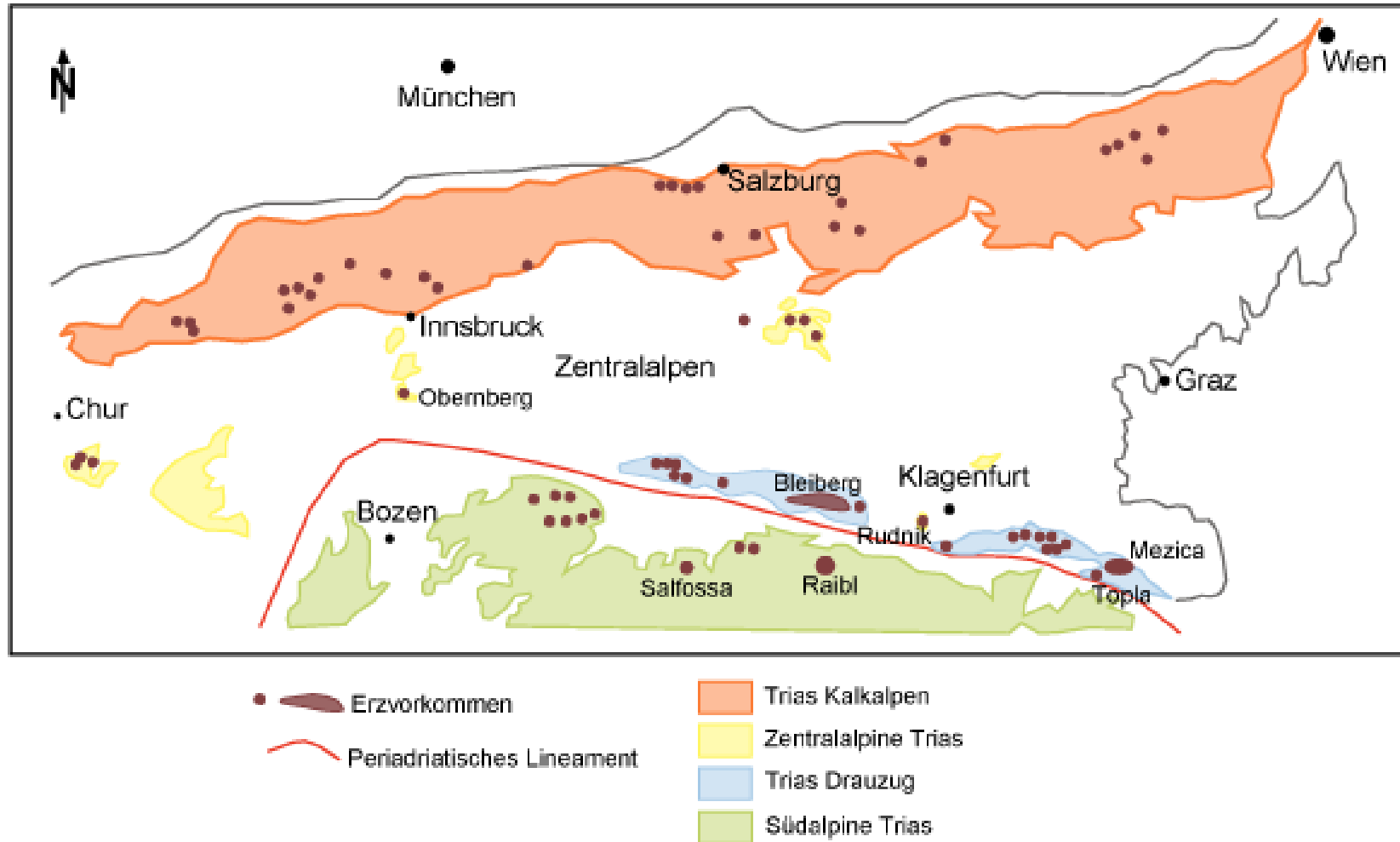
Zink-Vorkommen: Indium

(Daten von Sphalerit,
Cerny & Schroll 1992, 1995; Schroll 1997)

Metall	Bleiberg (Tonnen)	„kalkalpine Trias“ (Tonnen)	Ostalpines Paläozoikum (Tonnen)
Germanium	36	40-50	>16
Thallium	12	7-8	niedrig
Gallium	2	6-8	?
Indium	niedrig	niedrig	3-4

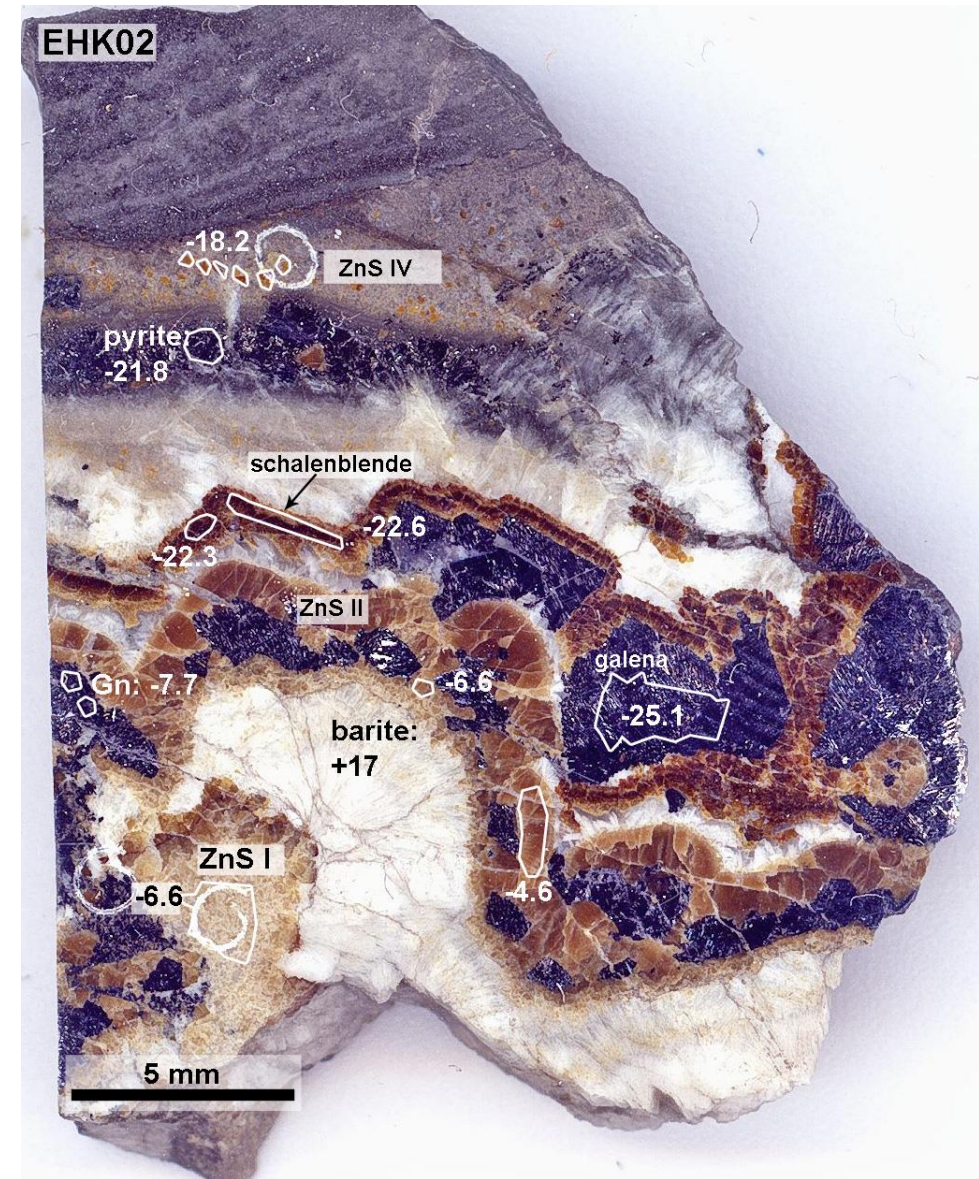
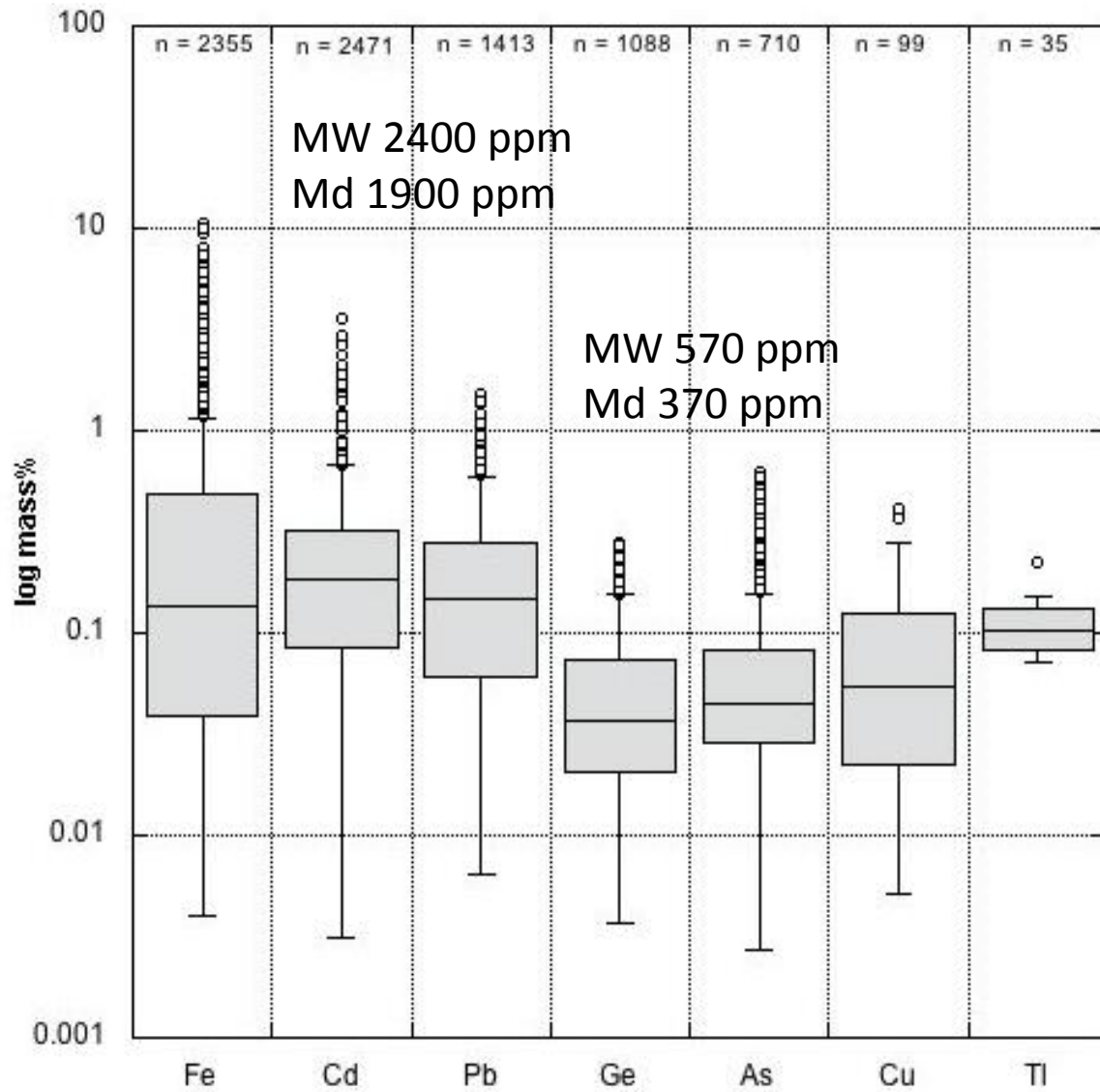


Verteilung der Pb-Zn-Vorkommen in den Alpen



Modifiziert nach Schroll (1983, 2006)

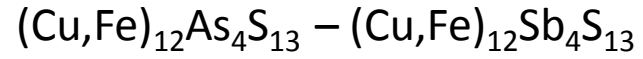
Pb-Zn Lagerstätten im Drauzug



Fahlerze: Germanium

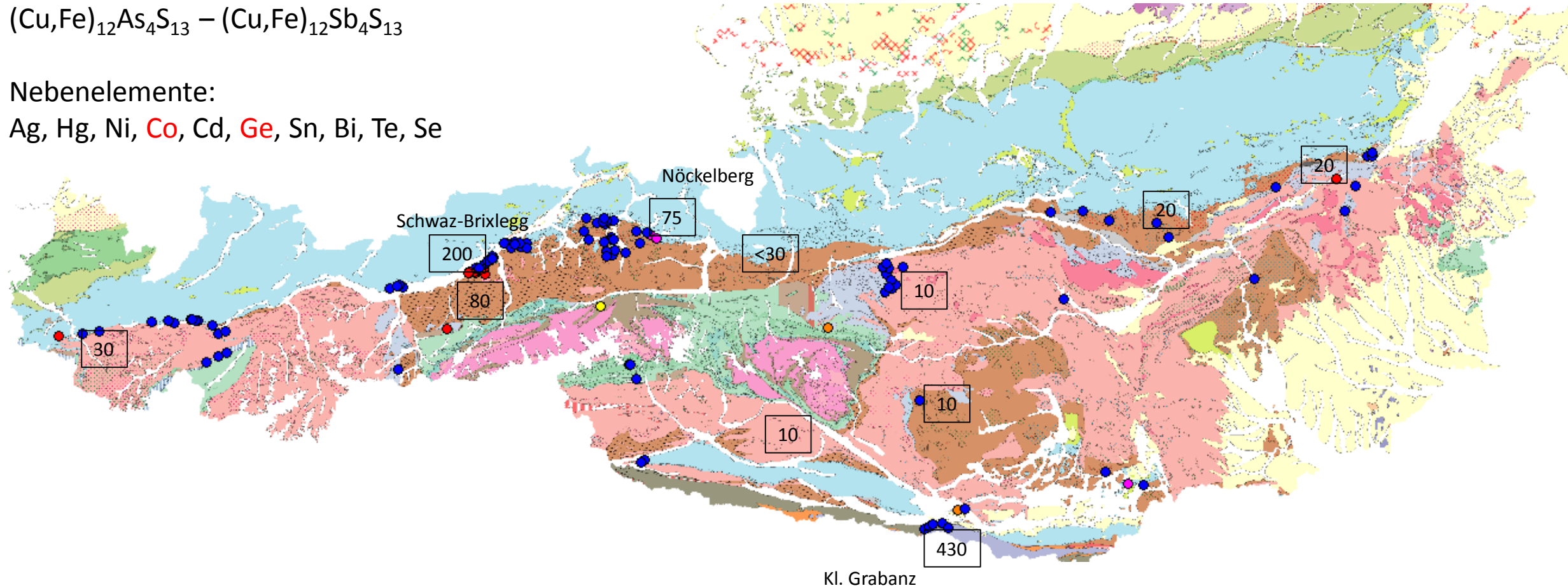
(Daten: Schroll, 1997)

Tennantit – Tetrahedrit

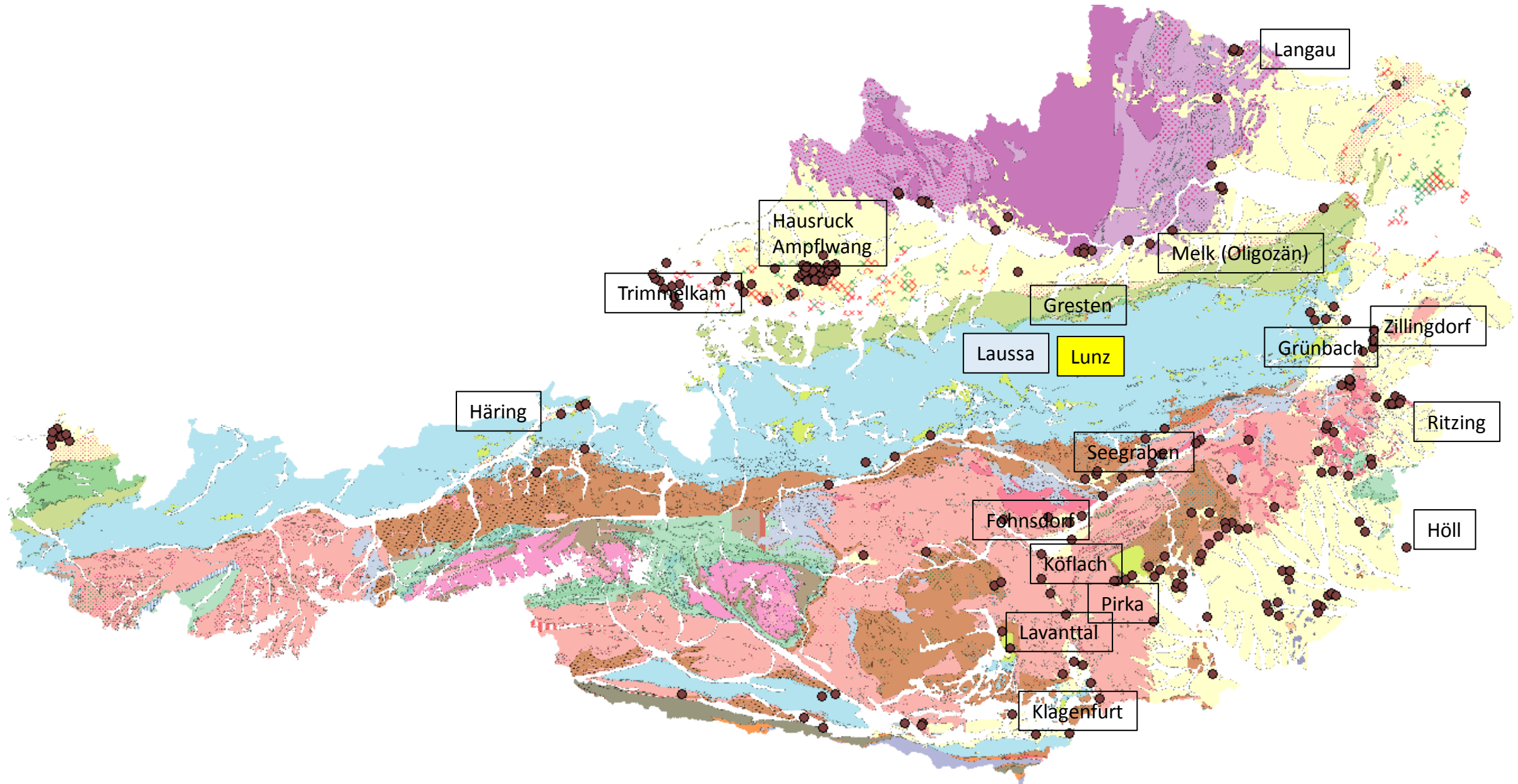


Nebenelemente:

Ag, Hg, Ni, Co, Cd, Ge, Sn, Bi, Te, Se

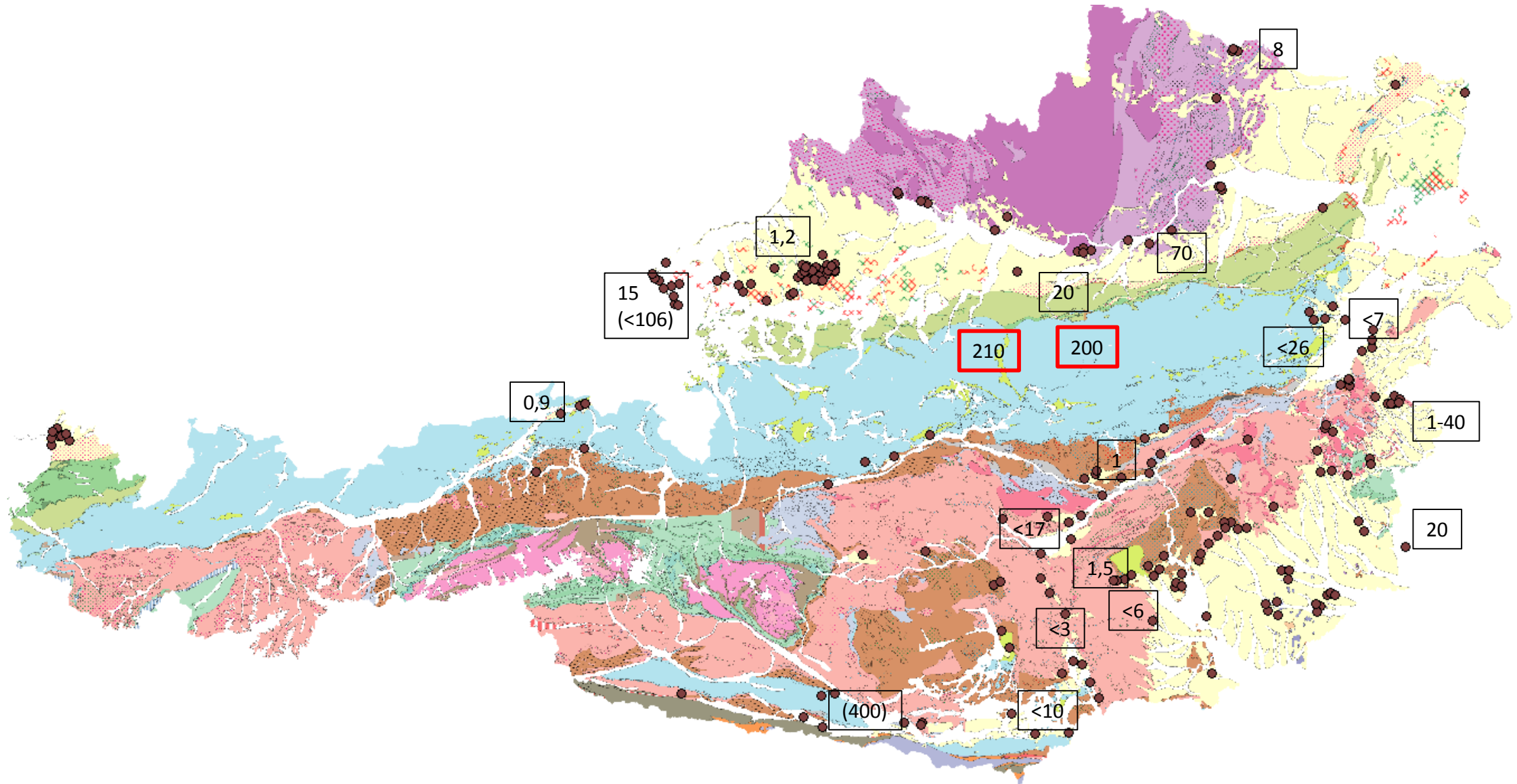


Kohle



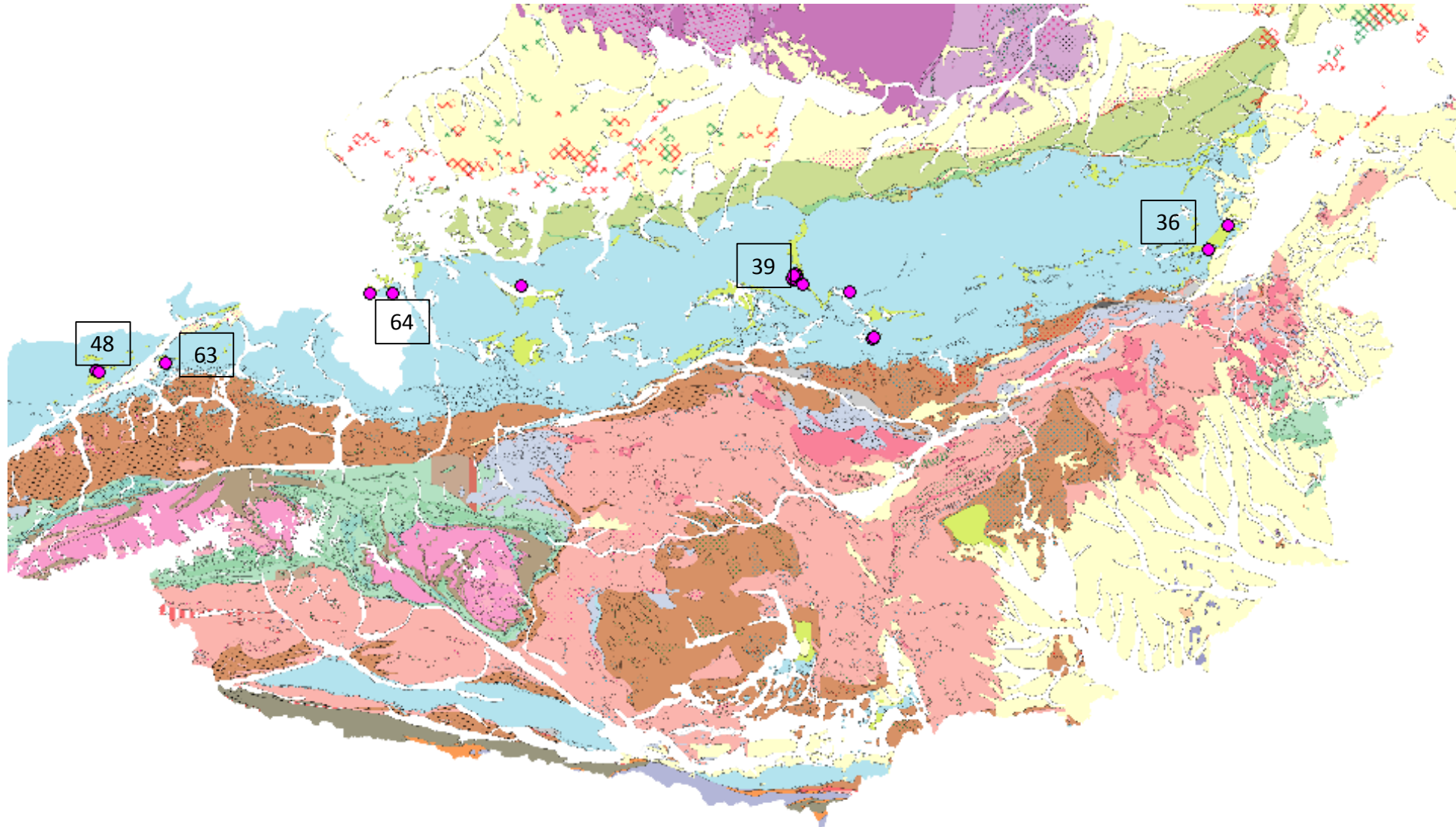
Kohle: Germanium

(ppm Ge in Kohle, Schroll 1997)

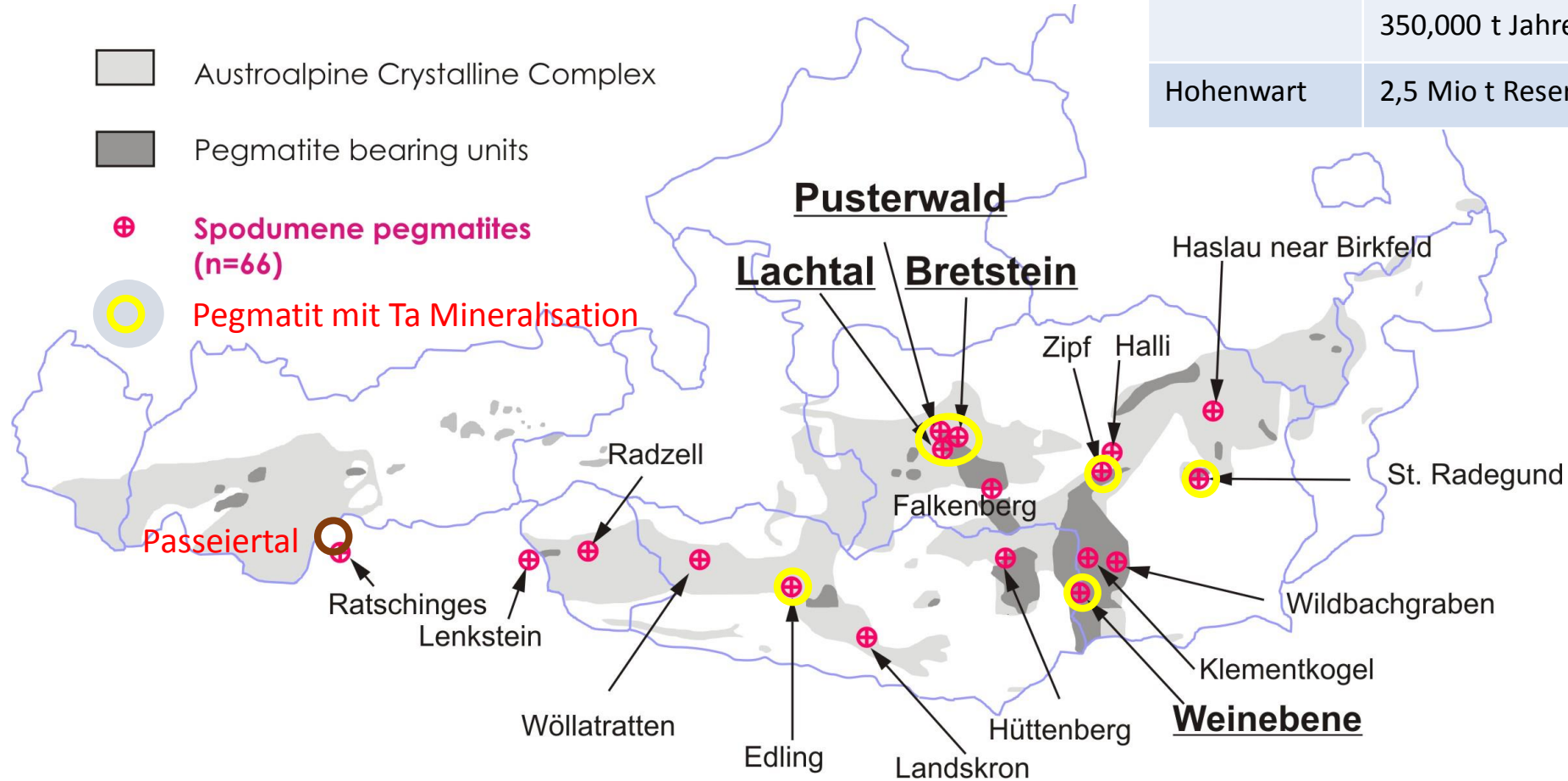


Bauxit: Gallium

(ppm Ga, Schroll 1997)



Pegmatite: Lithium, Tantal (Nb, Be, Sn, Sc, SEE?)



		Li ₂ O t	Ta ₂ O ₅ t
Weinebene	13 Mio t Reserve	134,000	315
	350,000 t Jahresprod.	5,000	8
Hohenwart	2,5 Mio t Reserve	37,500	110



Hohenwart, Wölzer Tauern

- Spodumenpegmatite
- komplexe Ta-Nb-Sn Paragenese



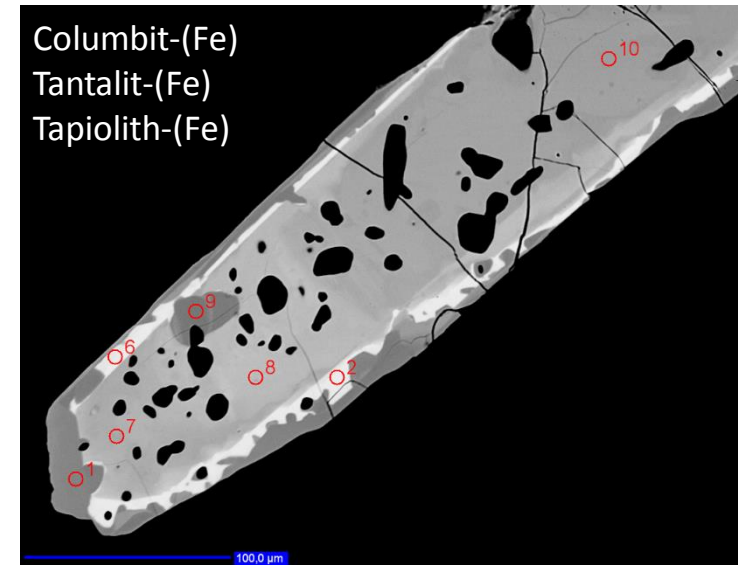
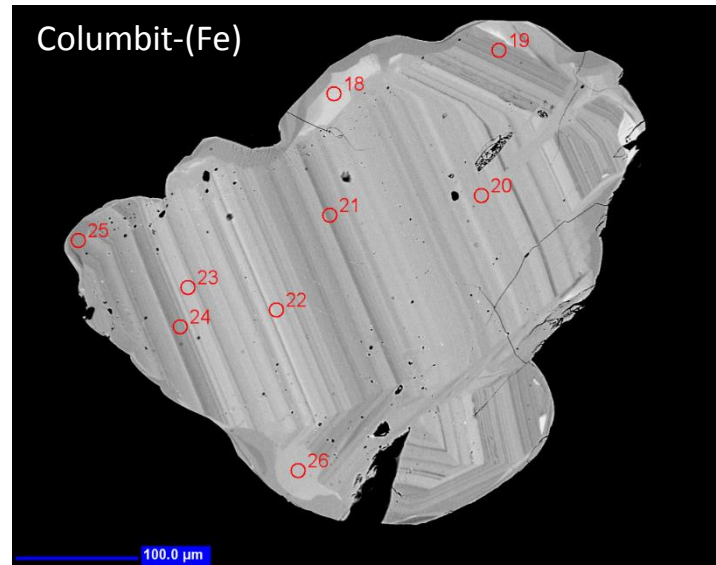
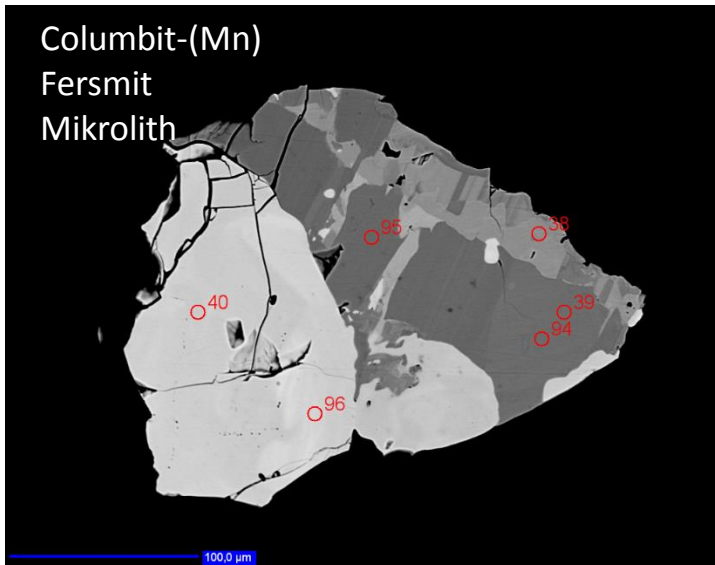
Weinebene, Koralpe

- Spodumenpegmatite
- Cassiterit-Columbit Paragenese



Hohe Kreuzspitze, Passeiertal

- Beryllpegmatite
- komplexe Ta-Nb-Sn Paragenese



Zusammenfassung

- Kritische Rohstoffe: Versorgung derzeit aus häufig problematischen Quellen (China, Russland, Afrika), häufig monopolartig (SEE, Niob, Tantal, Wolfram, PGE)
- Potenziale in Europa weitgehend unbekannt, derzeit erhebliche Anstrengungen dies zu ändern
- Potenziale in Österreich sind ebenfalls weitgehend unbekannt
 - Datenlage; Analytik; weitgehend fehlende moderne Prospektion
 - Potenzial: **Zink- und Kupfersulfiderze** Kalkalpen und Grauwackenzone (Ge, In)
 - **Pegmatite** für Li (+Sn, Ta,...); Selten-Metall-Granite?
 - Wolfram, Antimon: bestehender und historisch bedeutender Bergbau
 - Magnesit, Grafit: bestehender und historisch bedeutender Bergbau

Glück Auf!



...zurück zu heimischen Erzen !?