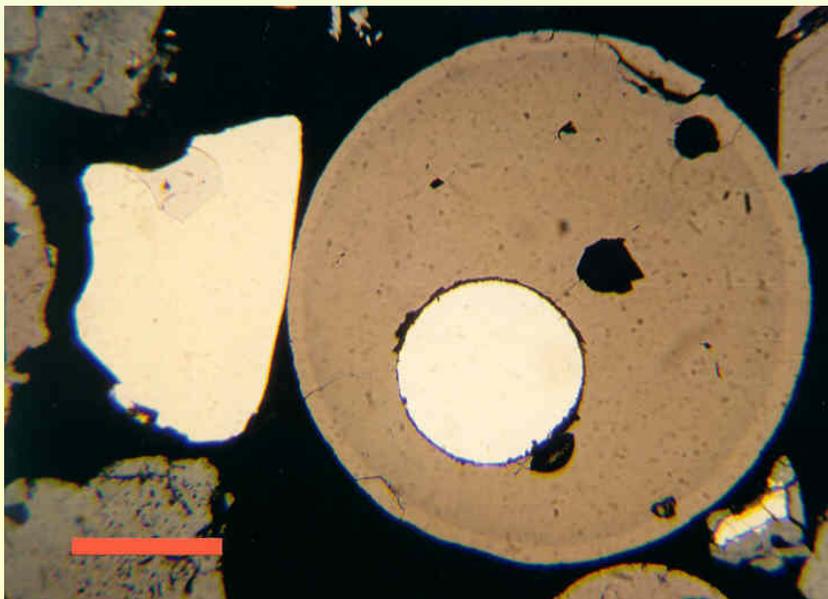


**Mineralogisch-geochemische Methoden
zur Bewertung der Umweltrelevanz von
Schwermetallen
in Staubdepositionen**

Endbericht

PIRKL, H. & NEINAVAIE, H.

Wien, August 2002



Inhalt:

1. Zusammenfassung	3
2. Ziele und Methodik	4
2.1 Status/Ausgangslage	4
2.2 Arbeitsmethodik	6
2.2.1 Proben-Medien	6
2.2.2 Mineralogie	7
2.2.3 Geochemie	14
2.2.4 Methodenkombination	14
2.3 Konkrete Arbeitsziele und Arbeitsschritte	15
2.4 Zukünftige Anwendungsbereiche	15
3. Charakterisierung von Stäuben	16
3.1 Herkunft und Verteilung	16
3.2 Erkennungsmerkmale	18
3.2.1 Zusammenhang zwischen Form und Entstehung	18
3.2.2 Spurenelementgehalte und deren Quellen	20
4. Ausgewählte Großemittenten und ihre Charakteristik	21
4.1 Eisen- und Stahlindustrie	21
4.1.1 Beispiel Raum Leoben/Donawitz	21
4.1.2 Beispiel Raum östlich Linz	25
4.1.3 Beispiel Mürztal bei Krieglach und Mitterdorf	26
4.1.4 Beispiel mittleres Ybbstal	28
4.2 Feuerfestindustrie – Beispiel Veitsch	29
4.3 Zementindustrie	30
4.3.1 Beispiel Kirchdorf a.d.Krems	30
4.3.2 Beispiel Wietersdorf	31
4.3.3 Beispiel Kirchbichl	31
4.4 Nichteisenmetall- und Sondermetall-Industrie	33
4.4.1 Beispiel Brixlegg	33
4.4.2 Beispiel Treibach-Althofen/Krappfeld	36
4.4.3 Beispiel Reutte	41
4.5 Komplexes Industriegebiet (südliches Wiener Becken)	42
4.6 Glasindustrie – Beispiel Wattens	44
5. Literatur	45

Anhang: Tabelle aller bisher bearbeiteten technogenen Phasen

Beilagen:

Beilage 1 Dokumentation der Standortuntersuchungen (mineralogische Phasenanalyse)

- 1.1 Standortuntersuchungen Raum Leoben/Donawitz (Steiermark)
- 1.2 Standortuntersuchungen Raum östlich Linz (Oberösterreich)
- 1.3 Standortuntersuchungen Raum Krieglach/Mitterdorf (Steiermark)
- 1.4 Standortuntersuchungen Mittl.Ybbstal/Böhlerwerk (Niederösterreich)
- 1.5 Standortuntersuchungen Raum Kirchdorf a.d.Krems (Oberösterreich)
- 1.6 Standortuntersuchungen Raum Wietersdorf/Klein St.Paul (Kärnten)
- 1.7 Standortuntersuchungen Raum Kirchbichl (Tirol)
- 1.8 Standortuntersuchungen Raum Brixlegg (Tirol)
- 1.9 Standortuntersuchungen Raum Treibach-Althofen/Krappfeld (Kärnten)
- 1.10 Standortuntersuchungen Raum Reutte (Tirol)
- 1.11 Standortuntersuchungen Raum Ternitz/Wimpassing (Niederösterreich)
- 1.12 Standortuntersuchungen Raum Wattens (Tirol)
- 1.13 Standortuntersuchungen Raum Veitsch

Beilage 2 Partikelatlas

1. Zusammenfassung

Staub ist überall. Im Umfeld von Industriebetrieben und in Ballungsgebieten ist Staub wegen seiner Menge, der chemischen Zusammensetzung und seiner Korngröße meist jedoch gesundheitsgefährdend.

In Österreich legt das Immissionsschutzgesetz fest, wie und wo Staubdeposition gemessen wird. Dabei wird einerseits die Gesamtstaubmenge erfasst und andererseits chemisch die Gehalte von Blei und Cadmium analysiert. Für Gesamtstaubmengen, sowie die Gehalte von Blei und Cadmium wurden Grenzwerte definiert.

Mit diesen Messeinrichtungen können kritische Bereiche zwar überwacht werden. Die spezifischen Quellen und Verursacher werden damit aber nur indirekt bestimmt.

Im Zuge der Rohstoffforschung wurde durch Kombination von geochemischen, mineralogischen und geostatistischen Instrumenten eine Methodik entwickelt, die es ermöglicht, für einzelne Mineral- und Staubphasen Zusammensetzung, Spurenelementgehalt und Herkunft zu bestimmen. Diese Arbeitsmethode wurde bereits bei zahlreichen umweltbezogenen Fragestellungen erfolgreich eingesetzt. Es wurde damit möglich, die tatsächlichen Emittenten von Schwermetallen einzugrenzen und sich oft überlagernde geogene Quelle von technologischen zu trennen. In mehreren Fällen war es auch möglich, Staubemissionen aus einzelnen Produktionsteilen eines größeren Betriebes zu unterscheiden. Für Gebiete, in denen zum Beispiel verschiedene Betriebe bereits über Jahrhunderte schwermetallhaltige Stäube emittiert hatten, konnten die historischen Belastungen von den aktuellen unterschieden werden. Antworten auf diese verschiedenen Fragestellungen zu finden, wird auch durch die gezielte Auswahl der Probenmedien unterstützt.

Im vorliegenden Forschungsbericht wird versucht, dieses Wissen zusammenzuführen und an Hand typischer Haupt-Emittenten zu ergänzen und zu demonstrieren. Neben der Aufarbeitung vorhandenen Materials wurden die Staubdepositionen ausgewählter Betriebe der

- Eisen- und Stahlindustrie
- Feuerfestindustrie
- Zementindustrie
- Nichteisenmetall- und Sondermetallindustrie
- Glasindustrie

durch gezielte, ergänzende Beprobung und mineralogische Untersuchungen charakterisiert.

Für mehrere Bereiche wurden darüberhinaus die Ergebnisse der Mineralogie mit Ergebnissen der regionalen Geochemie verknüpft.

Eine tabellarische und bildliche Dokumentation der wichtigsten technologischen Staubphasen ergänzt die Dokumentation der Beispielsgebiete.

Damit wird die Basis gelegt, den Stand der Technik bei Erfassung und Bewertung von Staubimmissionen neu zu formulieren und zu erweitern!

2. Ziele und Methodik

2.1 Status/Ausgangslage

Staub tritt in der Atmosphäre überall (ubiquitär) auf – in der Landschaft wird er von Wind aus offenen Flächen (z.B. Gesteinsoberflächen, Böden, u.a.) abtransportiert und verlagert; Verbrennungsanlagen, Industriebetriebe, Verkehr und andere menschliche Aktivitäten produzieren Staub (nähere Details siehe Kap.3).

Stäube sind Teil der Umweltbelastungen für andere Umweltmedien (Böden, Gewässer), sowie für Mensch und Tier. Die Gefährdung geht dabei in der Hauptsache von zwei Faktoren aus – einerseits der Korngröße der Stäube (Lungengängigkeit bei $<10\mu$), andererseits deren Spuren- und Schwermetallgehalte. Neuere medizinische Forschungen gehen von der Annahme aus, dass neben der Korngröße auch die Oberflächenbeschaffenheit, die chemischen, elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Staubpartikel zu Risiken für biologische Systeme beitragen können. Auch das vermehrte Auftreten von Allergien in Ballungsgebieten wird mit Stäuben und Staubzusammensetzungen in Zusammenhang gebracht (BEHRENDT et al.1992).

Wo und wie in Österreich Staubdeposition gemessen wird, ist gesetzlich geregelt durch das „IMMISSIONSSCHUTZGESETZ“ (BGBL 115/97) und die dazugehörige Verordnung zum „MESSKONZEPT“. Grenzwerte wurden definiert für die Gesamtstaubdeposition, sowie für Blei- und Cadmium-Gehalte im Schwebstaub.

Die systematischen Messreihen zeigen im Vergleich zu älteren Daten, dass die Gesamtstaubbelastung im Allgemeinen in Österreich zurückgeht. Dies ist insbesondere auf die technischen Umweltschutzmaßnahmen bei kalorischen Kraftwerken und Industriebetrieben zurückzuführen. Andererseits nimmt die Belastung durch die steigenden Verkehrsströme zu.

„Der Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2000“ (SPANGL & SCHNEIDER 2001) hält Grenzwertüberschreitungen beim Tagesmittelwert Gesamtschwebstaub für eine Reihe von Messstellen fest, wobei der Straßenverkehr jeweils einen hohen Anteil dazu beiträgt. Zusätzlich wurden die Jahresmittelwerte für Staubbiederschlag im Umfeld einiger Industriebetriebe überschritten (Arnoldstein, Leoben, Donawitz). Jahresmittelwerte bei Staubinhalstoffen Blei und Cadmium wurden ebenfalls bei Industriebetrieben überschritten (Arnoldstein, Brixlegg).

Neben den kurzfristigen Spitzen bei der Staubbildung sind Summeneffekte durch langfristige Deposition im menschlichen/tierischen Körper, in den Böden und Gewässern zu beachten.

Die angewandte Immissions-Forschung konzentrierte sich in den letzten Jahrzehnten im Bezug auf diese Problematik neben systematischen Messprogrammen auf drei Schwerpunkte:

- Studien im Umfeld von Großemittenten - wie z.B. die Stahlindustrie in Linz (GRUBER 1985; WEISS, RISS & TRIMBACHER 1992), metallverarbeitende Betriebe wie in Brixlegg (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1995; SPINDELBALCKER et al.1990), in Treibach-Althofen (KOFLEDER et al.1992; RISS & GRATH 1988; UMWELTBUNDESAMT 1989) oder Arnoldstein (HALBWACHS 1982; KASPEROWSKI 1993)
- Entwicklung von Monitoringmethoden wie z.B. der Fichtennadelanalyse mittels Elektronenmikroskopie (z.B. TRIMBACHER 1998; TRIMBACHER & WEISS 2000)
- chemische Analysen von Staubdepositionen

Seitens der Geophysik wurde ein Instrument entwickelt, das erlaubt, Staubdepositionen aus der Industrie rasch und ökonomisch nachzuweisen. Dabei wird die Tatsache genutzt, dass Staubphasen, die aus Hochtemperaturprozessen stammen, überwiegend stark magnetisch sind. Dadurch ist der Einsatz von Geomagnetik möglich, da bei Vorhandensein von Deposition obiger Stäube hohe Suszeptibilitätswerte nachgewiesen werden können (SCHOLGER & HANESCH 2000).

Im Rahmen der geowissenschaftlichen Forschung wurde ein anderer Weg beschritten. Bereits in der Endphase der Erstellung des „Geochemischen Atlas“ von Österreich (THALMANN 1989) wurde begonnen, einige der erkannten Elementanomalien zu bewerten. Dabei stellte sich heraus, dass dies allein mit chemischen Analysen nicht möglich ist, da die tatsächlichen Quellen der gesuchten Spuren- und Schwermetalle damit nicht identifiziert werden können. Deshalb wurden systematisch mineralogische Untersuchungen an Gesteins-, Bachsediment- (Schwerminerale) und Bodenproben eingesetzt. Durch diese Analysen konnte die theoretisch bekannte Tatsache, dass Spurenelemente im Gitter von bestimmten Mineralen eingebaut sein können, mehrfach in der Praxis nachgewiesen. Nicht bekannt war freilich die Häufigkeit und regionale Verbreitung des Phänomens. „Anomalien“ von z.B. Molybdän, Wolfram, Zink und Blei konnten auf solche „eingebauten“ Elementverteilungen und nicht auf eigene Minerale zurückgeführt werden (z.B. NEINAVAIE 1988).

In weiterer Folge wurde diese mineralogische Arbeitsmethode standardisiert und auch bei umweltbezogenen Fragestellungen eingesetzt. Schon im Jahr 1989 konnte damit der Zusammenhang von Schwermetallanomalien im Raum Leoben mit Staubdepositionen des Stahlwerks Donawitz nachgewiesen werden. Zum ersten Mal wurde die Methode systematisch im Zuge der Bodenzustandsbewertung Krappfeld (PIRKL 1993b) verwendet, um geogene und technogene Schwermetallverteilungen in Böden zu unterscheiden. Damit war es möglich, die Ergebnisse der chemischen Analytik zu interpretieren.

Die Methodik wurde daraufhin in zahlreichen angewandten Forschungsprojekten weiterentwickelt und erfolgreich eingesetzt (NEINAVAIE 1990-1999, NEINAVAIE & PIRKL 1995-2001). Aus einer ersten Kooperation mit Mitarbeitern des Umweltbundesamtes (NEINAVAIE, PIRKL & TRIMBACHER 2000) entstand eine fruchtbare, interdisziplinäre Zusammenarbeit zur konkreten Bewertung von Staubdepositionen (TRIMBACHER & NEINAVAIE 2001, TRIMBACHER & NEINAVAIE 2002).

Auch in internationalen Forschungsprojekten konnte diese, in Österreich entwickelte Methodik erfolgreich eingesetzt werden (z.B. FELFERNIG, NEINAVAIE & STUMPFL 2000; GREGUREK, REIMANN & STUMPFL 1998)

Aufbauend auf diesen Vorarbeiten, hat sich das gegenständliche Forschungsprojekt drei Ziele gesteckt:

- Zusammenfassung und Zusammenführung der zahlreichen, aber verstreuten Ergebnisse über technogene Staubdepositionen
- Ergänzende und zusätzliche Untersuchungen über Staubdepositionen typischer Industriestandorte in Österreich
- Systematische Dokumentation typischer Staub-Paragenesen nach Hauptemittenten

Dadurch sollte es möglich werden, den Stand der Technik bei der Beurteilung von Staubdeposition neu zu definieren und eine Basis für fachübergreifende Arbeiten in der Immissionsforschung zu schaffen!

2.2 Arbeitsmethodik

2.2.1 Proben-Medien

Zur Trennung geogener von technogenen Spuren- und Schwermetallverteilungen, sowie zur Beurteilung des Einflusses technogener Prozesse in der Landschaft werden bei der Methodenkombination Geochemie/Mineralogie eine Reihe von Umweltmedien eingesetzt. An den ausgearbeiteten Beispielsstandorten wurden je nach Fragestellung diese Umweltmedien mit unterschiedlichen Schwerpunkten eingesetzt (s.Kap.4).

Probenmedium	Aussage/Information	Schwerpunkt bei Mineralogie	Schwerpunkt bei Geochemie / Geostatistik
aktuelles Bachsediment – Korngrößenfraktion <180µ / Multielementanalytik	Verteilung von Haupt- und Spurenelemente; Bestimmung der geogenen Hintergrundverteilungen in den jeweiligen Einzugsgebieten		X
aktuelles Bachsediment – Korngrößenfraktion <40µ / Multielementanalytik	Verteilung von Haupt- und Spurenelemente; neben der geogene Verteilung von Haupt- und Spurenelementen auch technogene Schwermetallbelastungen ableitbar		X
Bachsediment / Schwermineralfraktion	Anreicherung von schwereren Partikel; technogene Phasen (insbesondere aus Hochtemperaturprozessen) reichern sich häufig in dieser Fraktion an; Hinweise auf aktuelle <u>und</u> historische Einträge möglich	X	
Überflutungssediment (aktuell und historisch)	je nach der Tiefe der Probenahme Hinweise auf aktuellen, subaktuellne oder historischen Schwermetalleintrag möglich	X	X
Böden / Auflage	Lokale Staubdeposition; je nach Dichte und Mächtigkeit des Auflagehorizonts Hinweise auf aktuelle oder subaktuellen Eintrag möglich	X	X
Böden / Oberboden	lokale Staubdeposition; Hinweise auf historische Einträge, die aus der Auflage bereits in tiefere Bodenhorizonte verlagert wurden; z.T.Überlagerung durch geogene Schwermetallgehalte möglich	(X)	X
Böden / Unterboden	überwiegend geogene Hintergrundwerte und geogene Schwermetallgehalte		X
Haldenmaterial	Vergleichsmaterial zur Eingrenzung und Charakterisierung konkreter Staubemissionen aus bestimmten Betrieben, Produktionsprozessen oder historischen Anlagen	X	
Schnee (Filterrückstand nach Schmelze)	Staubinhalt in Schnee repräsentiert kurzfristige, lokale Deposition seit dem letzten Schneefall	X	
Staub von freien Oberflächen in geschlossen Räumen	Summe aktueller Deposition von außen und der menschlichen Aktivität in den Räumen	X	
Staub von freien Oberflächen in der offenen Landschaft oder innerhalb von Siedlungen	aktuelle Deposition seit dem letzten größeren Niederschlagsereignis	X	

2.2.2 Mineralogie

Mit den mineralogischen Arbeitsschritten ist je nach Probenart ein relativ hoher Probenahme-, Aufbereitungs- und Präparationsaufwand verbunden. Damit wird jedoch eine breite Palette an Untersuchungsgängen eröffnet, die eine entsprechende Informationsfülle liefern.

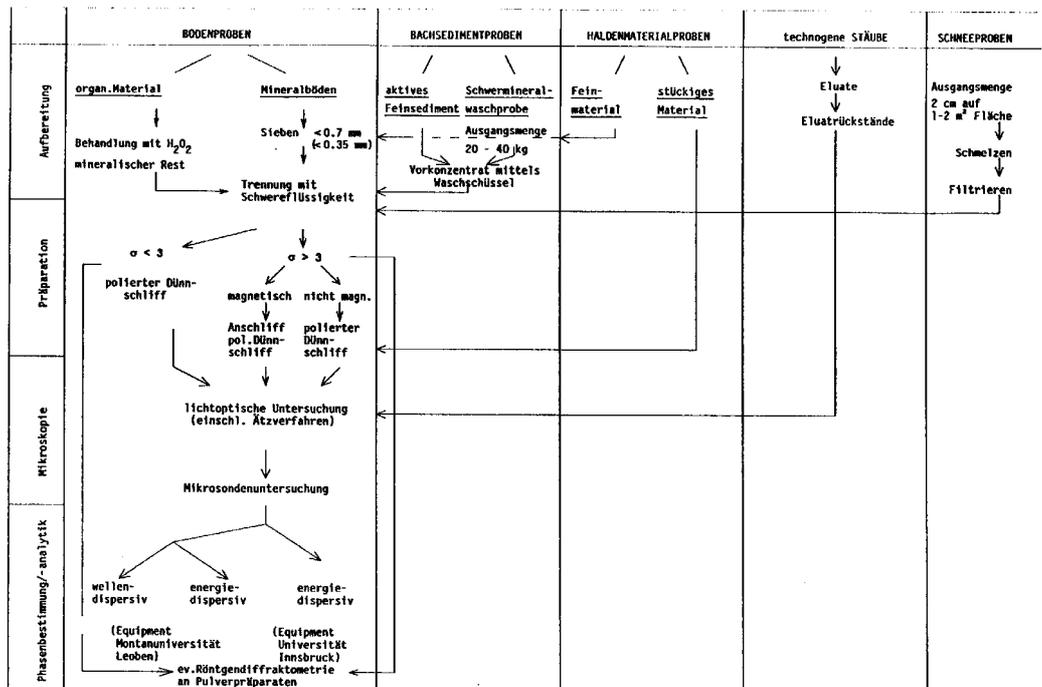


Abb.1: Schema der Aufbereitungs-, Präparations- und Untersuchungsschritte für die verschiedenen Probenarten; aus NEINAVAI & PIRKL 1996

Im Einzelnen sind dies folgende (spezifische) Arbeitsschritte (Rahmenbedingungen):

Probenahme:

- Die Ausgangsmenge für Bachsediment-Schwermineral-Proben beträgt ca. 20 kg. Mittels Sieben und Anreicherung mit der Pfanne wird am Probepunkt bis auf ca. 10-20 dag verjüngt.
- Für die Probenahme an Überflutungssedimenten wird eine Grube ausgehoben, damit die Schichtung/Horizontalisierung des Sediments erfasst werden kann und die Beprobung gezielt horizontgebunden durchgeführt werden kann.
- Von Boden-Auflage-Proben werden größere Mengen (einige kg) gewonnen, um genügend Material Feinstaub zu bekommen.
- Bei Beprobung von Schnee werden etwa zwei Quadratmeter Fläche auf zwei Zentimeter Tiefe abgehoben.
- Staub auf freien Oberflächen wird mittels Handmagneten gewonnen.

Aufbereitung und Präparation:

- Filtrierung des Schneesmelzrückstands
- Trocknung aller Proben im Trockenschrank bei max. 60 Grad, wenn notwendig
- Siebung von organischem Material im Labor auf <2mm; Behandlung mit H₂O₂
- Siebung aller anorganischen Proben im Labor auf <0.7mm
- Teilen/Viertel aller Proben in Untersuchungs- und Rückstellproben

- Trennung aller Proben nach spezifischem Gewicht in Fraktionen $\sigma > 2,98$ und $\sigma < 2,98$ mittels Schwereflüssigkeit
- Trennung aller Proben in magnetische und nichtmagnetische Fraktionen
- Präparation aller Proben und Herstellung von Dünnschliffen, polierten Dünnschliffen und Anschliffen

Mineralogische Untersuchung:

- visuelle Durchsicht aller Proben mittels Binokular
- lichtoptische und mikrochemische Untersuchungen (mit Auflicht- und Durchlichtmikroskop) – Identifizierung der Phasen
- Mikrosonden- und elektronenmikroskopische Untersuchungen einschl. Phasenanalytik mittels EDAX – Zusammensetzung der Phasen und Spurenelementgehalte
- Auszählung der Präparate nach Korngrößen-Klassen

Interpretation und Dokumentation:

- Auflistung aller bestimmter (Mineral-)Phasen einschließlich Beschreibung der jeweiligen Spurenelementgehalte
- Zuordnung aller Phasen als geogen oder technogen
- Ableitung der jeweiligen Quellen der Schwermetallgehalte
- Abschätzung der Verwitterbarkeit schwermetallführender Phasen (Schwermetallaustragsrisiko)

Beispiele für Untersuchungs- und Auswertungsschritte:

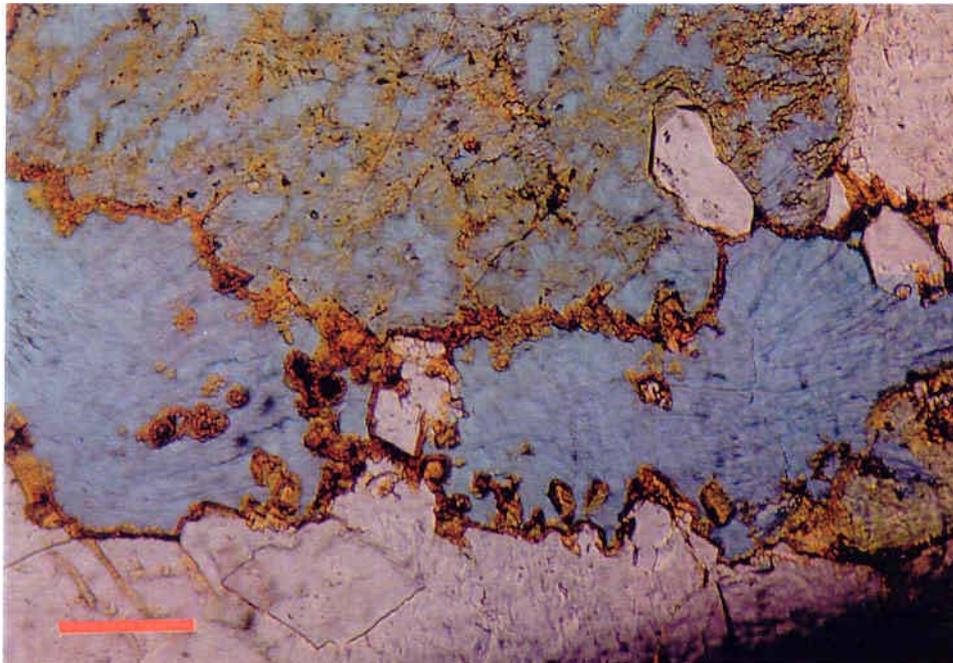
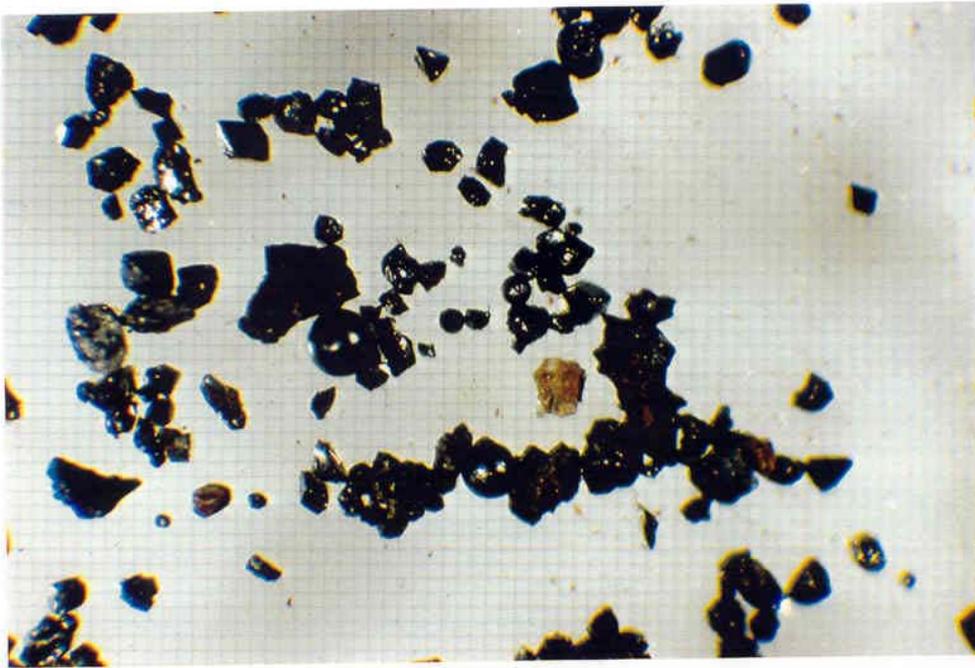
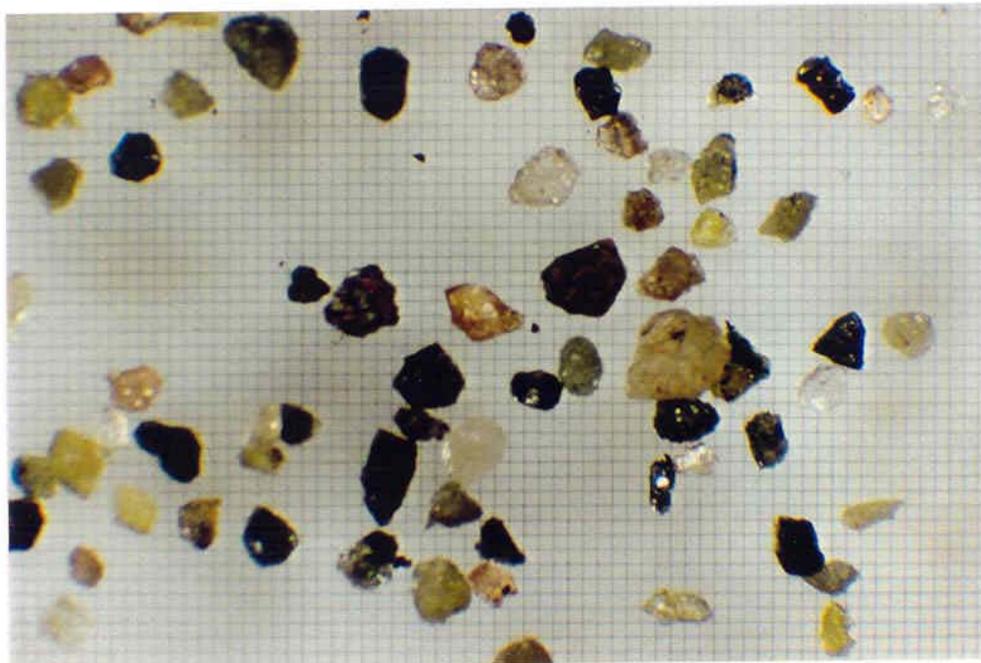


Abb.2: Beispiel für eine Durchlicht-Untersuchung / aus: NEINAVAIE et al.1999
Ankeritischer Dolomit wird durch Azurit (blau) und Fe-Hydroxid (braun) verdrängt



*Abb. 1: Schwerminerkonzentrat, magnetische Fraktion
Probe 950032-1 Maschenweite 0.075 mm*



*Abb. 2: Schwerminerkonzentrat, nichtmagnetische Fraktion
Probe 950032-2 Maschenweite 0.075 mm*

Abb.3: Beispiel für Trennung der Fraktionen magnetisch/nichtmagnetisch / aus: NEINAVAIE & PIRKL 1995b



Abb.4: Beispiel für Auflicht-Untersuchung / aus: NEINAVAIE 1994
Idiomorphe Calciumdiferritkristalle (mit Entmischung von Magnetit), Magnetit, Hämatit und Glasphase

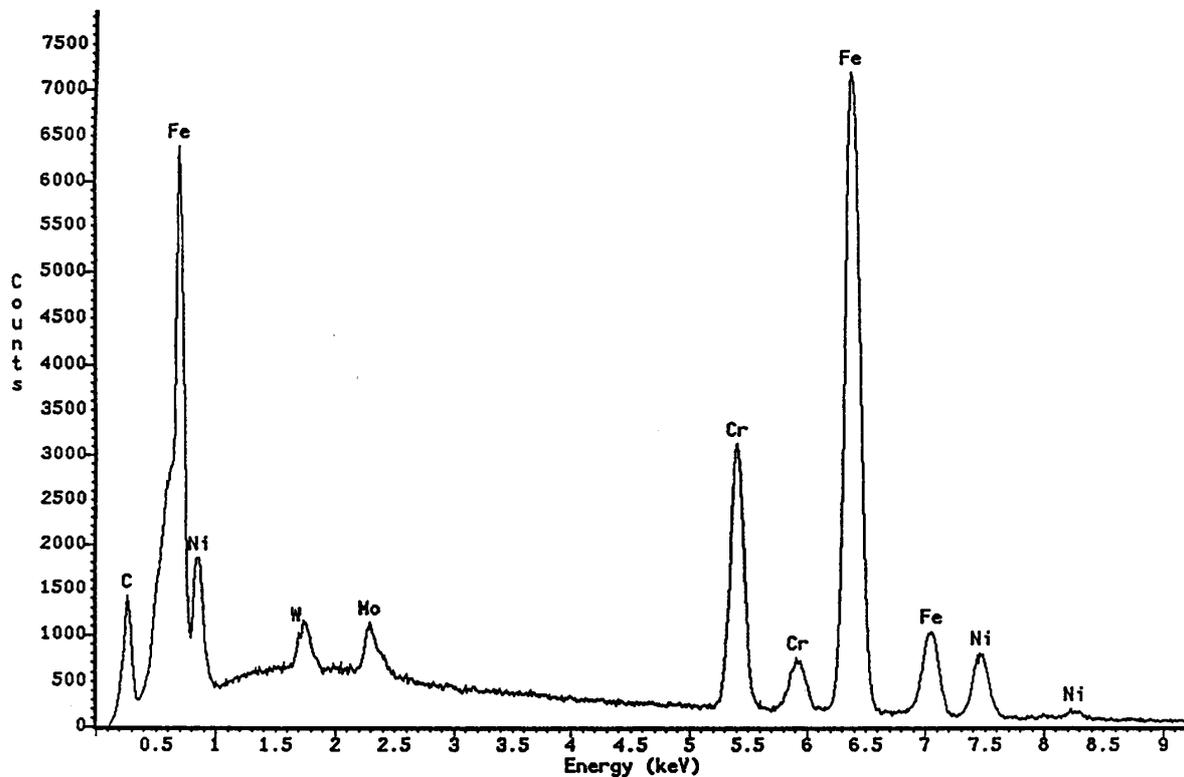


Abb.5: Beispiel für Mikroanalyse einzelner Phasen (Mikrosonde/EDX) / aus: PIRKI 1993
Elementspektrum einer Ferro-Chrom-Legierung/Krappfeld, Auflagehorizont

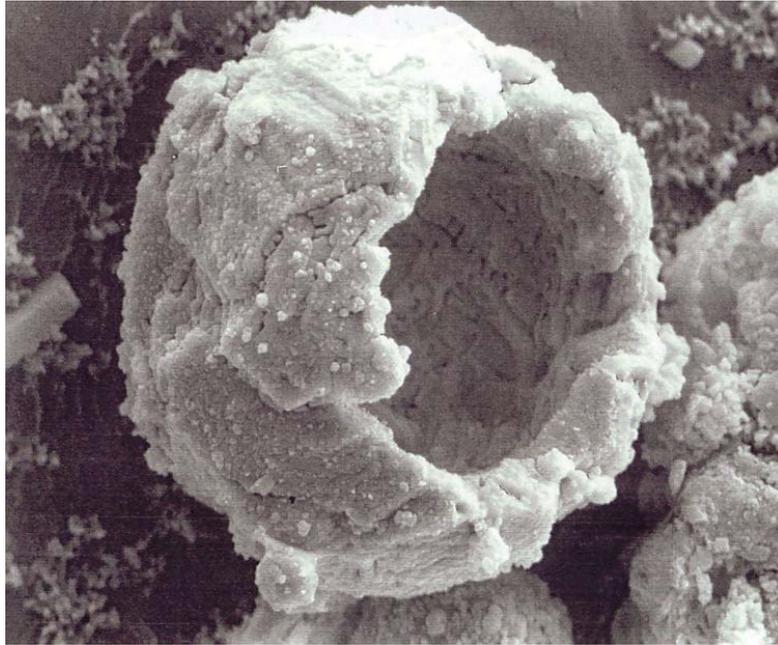


Abb.6: Beispiel für Rasterelektronenmikroskop-Untersuchung / aus: NEINAVAIE, PIRKL & TRIMBACHER 2000
Hohlkugelige RO-R₂O₃-Mischphase auf einer Fichtennadel nahe eines Stahlwerks

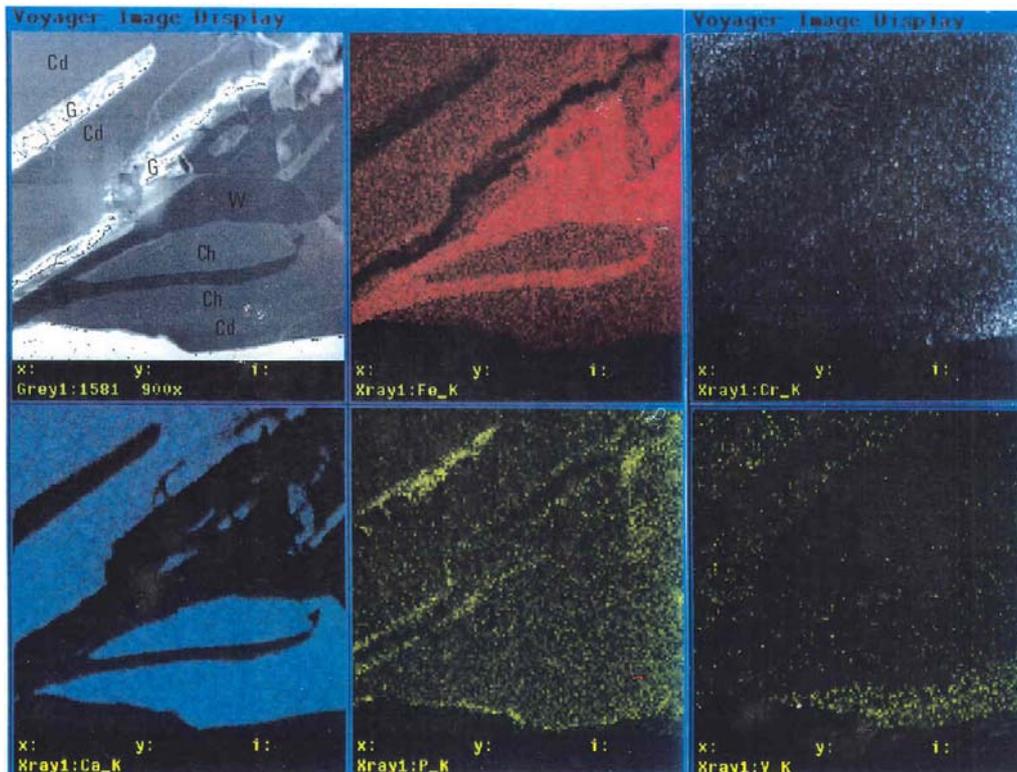


Abb.7: Beispiel für Haupt- und Spuren-Elementverteilungen in einer Phase – Mikrosonde/EDAX / aus: NEINAVAIE & PIRKL 1996

<i>Elementquelle</i>	<i>Mineralphase</i>	<i>beobachtete Häufigkeit</i>	<i>typische Probepunkte</i>
Arsen	Arsen kies	1	930135
Barium	Glasphase	1	
Chlor	Glasphase	1	930205
	Apatit	1	930197
Chrom	Calciumferrit (helle und dunkle Phase)	4	
	RO-Phase (z.T.mit R ₂ O ₃)	3	
	Wüstit, Manganwüstit	1	
	Fe(Cr)-Oxyd	1	
	Chrommagnetit	3	
	Chromspinel	2	
	Magnesioferrit	2	
	Chromit	2	
	Ca(Fe,Cr) ₂ O ₄ -Mischkristalle	1	
	Ferrochrom	3	931932
	Ferronickellegierung	3	931932
	Ferrosilizium	2	
	Ti-Ferrosilizium	1	930193
	Fe-Hydroxyde	1	
	Spinell	1	930178
	Ferromanganlegierung	1	930290
	Chromchlorit	2	930197
	Amphibole	2	
	Chlorit	2	
	Titanhämatit	1	
Ca-Al-Ferrit	2		
Epidotminerale	2		
Kobalt	Pyrit	1	
Kupfer	"Keramik"	1	
	Magnetkies	2	
	Magnesiowüstit	1	
	Messing	3	
	Zink-Ferronickel	1	
	Zink-Kupfernickellegierung	1	
	Glasphase	1	
	Ferrosilizium	1	931932
	Ti-Ferrosilizium	1	931932
	Kupferkies	2	930563
	Kupferglanz	1	

Tab.1: Beispiel für Dokumentation der Auswertung – beobachtete Phasen als Quellen einzelner Elemente und semiquantitative Häufigkeit / aus NEINAVAIE 1994a

Technogene Phasen:

x faktisch nicht oder nur schwer verwitterbar:

- metall. Vanadium
- metall. Nickel
- metall. Chrom
- Nickel-Spinelle
- Ni-Cr-Legierungen
- Calciumferrit
- Ce-Ferrite
- Ce-Oxide

x relativ leicht verwitterbar:

- Silikate (insbesondere Olivingruppe)
- Fe-Oxide (Ni,Cr!)
- Fe (Ni,Cr)-Sulfate
- Ni-Cr-Fe-Legierungen (+ Mo, Nb!)
- metall. Eisen

Tab.2: Beispiel für Dokumentation der Auswertung – Beurteilung technogener Phasen nach ihrer Verwitterbarkeit (Freisetzungsrisiko für Schwermetalle) / aus: PIRKL 1993b

5.2.4 Salzach/Schwarzach

(Dokumentation s. Beilage 6/4)

WGEV-Nr. 52110077

Proben-Nr. 950020 Salzach/Schwarzach

Phase	technog./ geogen	Häufigkeit	Spuren- elemente	Stabilität	Anmerkungen
Magnetit	t/g	++++	Ti	-	Ba,Cu,Pb,V,Zn,Y,Sn,Mo,Pb *)
Hämatit	t/g	++	Ti	-	V,Ni,Co,Ge,Mo
Chromit,Cr-Spinell	g	+	V,Ti,Zn	-	Ni,Co
Cr-Magnetit	g	+	Cr	-	siehe Magnetit
Wüstit	t	++	Mn	++	Zn,Ni
Ilmenit	g	+	Mn	-	Zr,Cr,Ni,Mo,W,Ga,Zr
Ilmenithämatit, Hämatitilmenit	g	++	Mn	-	siehe Ilmenit
Fe-Hydroxyd	t/g	+++	Zn,Mn,S, Cu	-	Pb,Cr,Ni,Cl,P
Spinell	t	+	Mn	-	Cr,Ni,V,Zn,Pb
Olivin	t	++	Cu,Ti,Zn	++	Cr,Ni
Glasphase	t	++	Zn,Mn, Ti,S,Na	++	
Magnetkies	t/g	+++	Zn,Cu	+++	Co,Ni,Se,Ag
Markasit	g	+		+++	As,Sb,Tl,Se
Kupferkies	g	+		++	Co,Ni,Zn,Cd,Mo,Sn,Au,Ag,Se
Bornit	g/t	+		++	Ag,Se
Pyrit	g	++		+++	Co,Ni,Cu,Pb,As,Zn,Se,Ag,Au,Sb,Sn, V,Fe
metallisches Eisen	t	++	Cu	++	
Calciumferrit	t	+		-	V,Cr,Ni,P,Mn
Bronze	t	+	Sn,Zn	++	
Ferrosilizium	t	+	Cr,Ti,V	-	
(Cr,V)-Stahl	t	+	V,Cr,S	-	
Ti-Mineraie	g	+++			Cr,V,F,Zr,Th,Nb,U,V,W,Sn,SE **)
Amphibole	g	+		+++	Mn,F,Zn,B,P,Cu,Li,Sc,Y,Ni,Co,Cr,V, Ga
Granat	g	++	Mn	++	Cr,V,Ni,Co,Y,Sn,Cu
Chlorit	g	++	Cr,Ni	++	Co,P,Ga,V
Biotit	g	+		+++	Zn,V,Sn,Cr,Ni,Co,Ga,Cu
Fe-Karbonat	g	+		+++	Zn,V,Cu
Zirkon, Monazit, Xenotim	g	+	Th	-	SE, Pb, U
Epidotminerale	g	+++	La, Ce, Th	+	SE, Ga
Baryt	g	+		-	Hg, Pb, Co
metallisches Ti	t	+		-	
Scheelit	g	++		-	SE,Nb,Mo,B,Cu,V

*) laut Literatur zusätzlich häufiger Spurenelementgehalte

Tab.3: Beispiel für Dokumentation der Auswertung – Trennung geogen/Technogen, Quellen der Schwermetalle, Häufigkeit (semiquantitativ), Verwitterbarkeit / aus: NEINAVAIE & PIRKL 1995b

2.2.3 Geochemie

Für große Teile des österreichischen Bundesgebiets liegen umfangreiche Datensätze geochemischer Analysen von Bachsedimenten, Böden, Gesteinen und anderen Umweltmedien vor (siehe Metadatendokumentation PIRKL 1996b oder <http://www.geolba.ac.at/meta/start.htm>).

Im vorliegenden Projekt wird versucht, die jeweils lokal oder regional vorhandenen geochemischen Daten mit den Ergebnissen der Standortuntersuchungen mittels Mineralogie zu verknüpfen. Die geochemischen Daten erlauben das Umfeld, die geogene Hintergrund-situation und/oder die aktuelle Belastungssituation zu charakterisieren.

Für die Auswertung und Interpretation der geochemischen Daten stehen bewährte, und in vielen Forschungsprojekten eingesetzte Werkzeuge der uni- und multivariaten Geostatistik zur Verfügung.

Die Verknüpfungslogik und die Chancen der gemeinsamen Auswertung werden insbesondere an Hand der Standortuntersuchungen Leoben/Donawitz und Treibach/Althofen diskutiert.

2.2.4 Methodenkombination

Die Zusammenschau und Verknüpfung der Ergebnisse aus mineralogischen und geochemischen Untersuchungen an Umweltmedien bietet mehrere Vorteile und Chancen:

- die Interpretation chemischer Analysen mit Hilfe von mineralogischen Untersuchungen führt zu den tatsächlichen Quellen von Spurenelementen und Schwermetallen
- eine sichere Trennung geogener von technogenen Quellen von Schwermetallen wird möglich
- die konkrete Verfolgung von Emissions-/Immissions-Pfaden wird möglich
- die Trennung aktueller von historischen Belastungen ist möglich
- die geochemischen Daten liefern meist Informationen über Summeneffekte, die mineralogischen Daten ermöglichen eine Detailauflösung

2.3 Konkrete Arbeitsziele und Arbeitsschritte

- Auswertung österreichischer und internationaler Unterlagen (Literatur, Internet-recherchen) hinsichtlich Vorgangsweisen bei der Erfassung und Bewertung von Staubdepositionen
- Auswertung vorhandener Berichte, Eigenprojekten und Probensammlungen hinsichtlich Vergleichsmaterial und Rückstellproben
- Auswahl von Hauptemittenten und Standorten, die typisch sind und sich für die Bearbeitung eignen (relativ isoliert)
- gezielte Probenahmen im Umfeld der ausgewählten Standorte im Rahmen von Eigenforschung (in Vorbereitung des gegenständlichen Projekts) und im Zuge des gegenständlichen Forschungsprojekts zu mehreren Zeitpunkten
- Aufbereitung und Präparation aller gewonnenen Proben
- lichtmikroskopische Durchsicht aller Präparate, Bestimmung aller Mineralphasen
- Auswahl typischer Proben, die für die Detaildokumentation geeignet sind
- mineralogische Detailbearbeitung; Durchlicht-/Auflichtmikroskopie, Bearbeitung mittels Mikrosonde und EDAX
- Interpretation und Dokumentation der mineralogischen Ergebnisse
- Auswahl und Vorbereitung geochemischer Datensätze
- uni- und multivariate Geostatistiken an Hand der ausgewählten Datensätze
- gemeinsame, interdisziplinäre Interpretation aller Ergebnisse
- Berichtslegung

2.4 Zukünftige Anwendungsbereiche

Die Erfahrungen aus bisherigen Untersuchungen zeigen, dass die Methodik in zahlreichen Fällen routinemäßig einsetzbar ist und sein wird – wie beim Umweltmonitoring, in UVE-UVP/Verfahren, bei Fragestellungen in Streitfällen, u.a. Wie die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts belegen, wird der Stand der Technik mit Hilfe dieser Methodik bei Immissionsmessungen und –bewertungen in Zukunft zu erweitern sein!

- Eine Anwendungsmöglichkeit wurde bereits erfolgreich getestet – die Auswertung und Interpretation von Staubmessstellen in einer Großstadt (TRIMBACHER & NEINAVAIE 2001, TRIMBACHER & NEINAVAIE 2002). Es war dabei möglich, die geogenen und technogenen Anteile der Staubdeposition qualitativ und quantitativ zu trennen, sowie die Auswirkungen des Verkehrs und benachbarter Gewerbebetriebe detailliert zu charakterisieren.
- Unterscheidung von Staubemissionen aus unterschiedlichen Produktionsschritten eines Industriebetriebes und deren Verbreitung und Wirkung im Naturraum (im Zuge UVE/UVP)
- Unterscheidung von Staubemissionen unterschiedlicher, benachbarter Industrie-/ Gewerbebetriebe in Streitfällen
- Unterscheidung aktueller von historischen Belastungen an Umweltmonitoring-Messpunkten (z.B. BZI, WGEV)
- Dokumentation von Hintergrundbelastungen und der Ausgangs-Situationen bei Planung von Deponien, Kalorischen Kraftwerken oder ähnlichen Anlagen

Die Transmissionsvorgänge sind jeweils abhängig von Wetterlage, Beschaffenheit des Landschaftsausschnitts (Nutzung, Gliederung) und der Höhenlage des Emittenten. Die Verweildauer von Partikel in der unteren Atmosphäre liegt durchschnittlich bei einigen Tagen. Neben der Größe und des Gewichts sind auch chemische, physikalische und morphologische Eigenschaften, wie etwa die Form (kugelig, plättchenförmig) oder das Gefüge (hohl, massiv) für die Verweildauer mitbestimmend. Auch die Höhe der Emissionsquelle über Grund ist maßgeblich für die Absetzgeschwindigkeit und Transportweite der Staubpartikel verantwortlich. Bei einer Schornsteinhöhe von ca.20m beträgt die durchschnittliche Transportweite eines 10 μ großen Teilchens etwa 10 km. Wird ein 10 μ großes Teilchen aus einer Höhe von ca.100m emittiert, liegt die Transportweite bei ca.60km (GUTHMANN 1958).

Ebenso ist die Spuren- und Schwermetallverteilung in den jeweiligen Stäuben abhängig von den Emittenten-Typen im Einzugsgebiet. Jeder Emittent hat seinen eigenen „Fingerabdruck“. Darüberhinaus gibt jedes Partikel Auskunft über seine Entstehung. An den meisten Standorten überlagern sich aber Depositionen aus lokalen/regionalen geogenen Quellen, aus lokalen/regionalen technogenen oder anthropogenen Quellen mit ferntransportierten Staubpartikel. Für die meisten dieser Situationen werden im vorliegenden Bericht Beispiele vorgestellt.

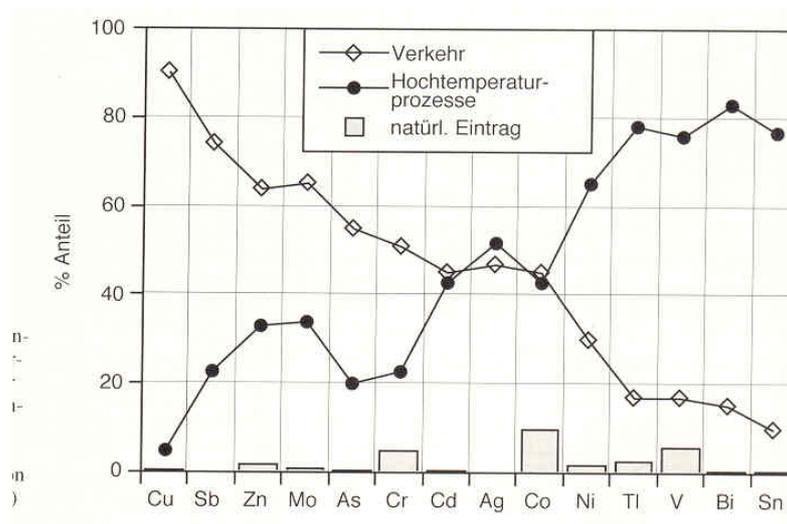


Abb.9: Relative prozentuelle Anteile des Kraftfahrzeugverkehrs, industrieller oder kommunaler Hochtemperaturprozesse, sowie natürlicher Komponenten am Schwermetallgehalt von Stäuben in Ballungsgebieten / aus: MATSCHULLAT, TOBSCHALL & VOIGT 1997

Für die Herkunft der Staubpartikel werden in der vorliegenden Arbeit folgende Definitionen verwendet:

geogen: Material aus dem geologischen Untergrund

anthropogen: Material stammt aus dem geologischen Untergrund, wurde jedoch durch Tätigkeit des Menschen lokal oder regional verlagert

technogen: Material ist Ergebnis oder Produkt eines technischen Prozesses

3.2 Erkennungsmerkmale

3.2.1 Zusammenhang zwischen Form und Entstehung

Zum Zusammenhang zwischen Form und Entstehung werden hier einige typische Beispiele vorgestellt. Weitere Beispiele sind zahlreich in der Dokumentation zu den mineralogischen Untersuchungen zu finden.

Form und Gefüge sind das erste Merkmal zur Bestimmung des Entstehungsprozesses bei technogenen Partikel.

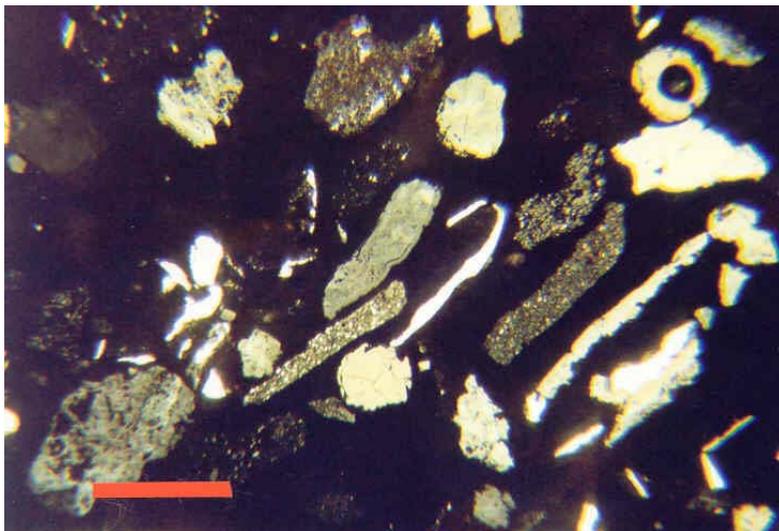


Abb.10: überwiegend Partikel aus Abriebvorgängen / Straßenkreuzung beim LKH Innsbruck Helle, stängelige Späne sind Abrieb von Bremscheiben; graue, unregelmäßige, intern reich gegliederte Partikel sind Abrieb von Bremsklötzen
Marke 0,1mm

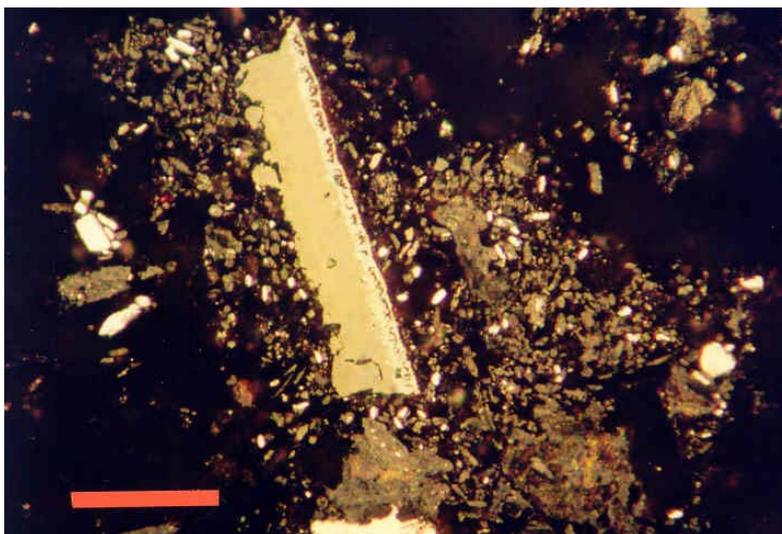


Abb.11: Vergrößerung von Abriebpartikel / Straßenkreuzung beim LKH Innsbruck Stängeliger Partikel in Bildmitte Abrieb von Bremscheibe; daneben Abrieb von Bremsklötzen (mit feinsten Einschlüssen von Silikat, metall.Eisen, metall.Kupfer und Messing)
Marke 0,1mm

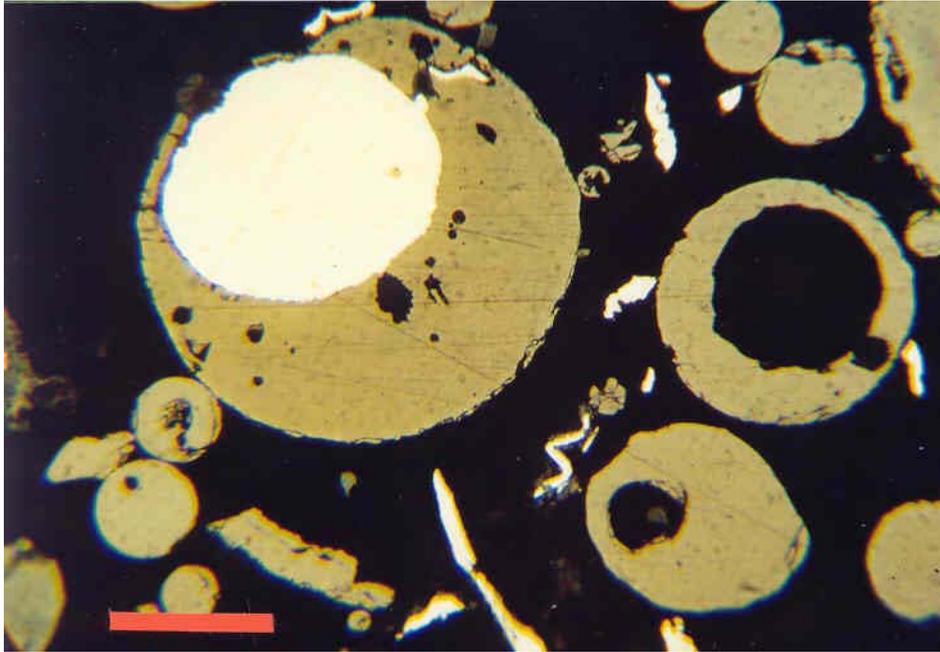


Abb.12: Abrieb bei Schleiftätigkeit (Trennscheiben, Schleifscheiben) / Leistenförmige Schleifspäne (weiß), sowie globulare Partikel aus Magnetit und Wüstit, z.T. mit exzentrischem metall.Eisenkern oder Luftblasen Marke 0,1mm

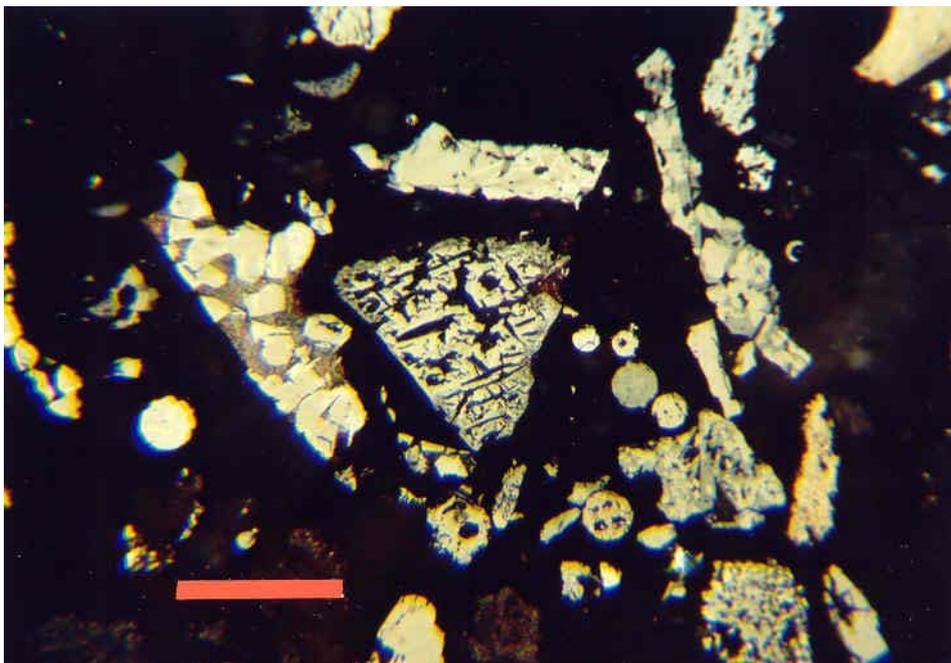


Abb.13: Partikel aus Hochtemperaturprozessen / Stahlwerk Donawitz Röstpartikel mit der ursprünglichen Kornform und dem ursprünglichen Gefüge des Eisenkarbonats (Bildmitte); unregelmäßige, stängelige Partikel aus der Sinteranlage; globulare Partikel aus dem Hochofen (Gichtstaub) Marke 0,1mm

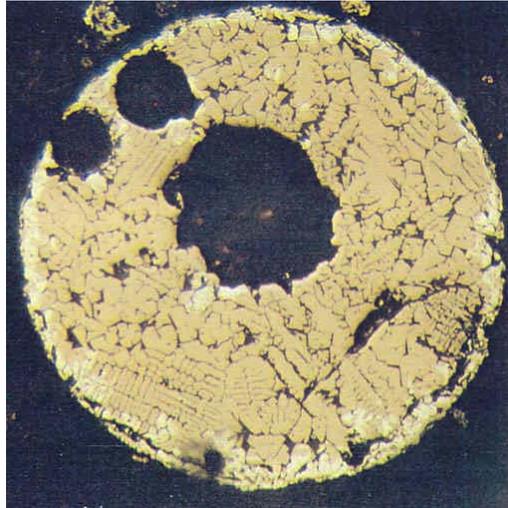


Abb.14: Hohlkugeliges Korn aus dendritischen Magnetitkristallen; aus dem Flugstaub eines kalorigen Kraftwerkes

3.2.2 Spurenelementgehalte und deren Quellen

Neben der Form, die stark von dem Entstehungsprozess abhängt, ist der Spurenelementgehalt eines technogenen Partikels der eigentliche „Fingerabdruck“. Der Spurenelementgehalt ist dabei abhängig von den Ausgangsmaterialien, den Temperatur-/Druck-Verhältnissen und dem chemischen Milieu beim Entstehungsprozess.

technogene Mineralphasen	im Gitter eingebaute Elemente
Spinelle	Cr, Ni, Mn, V, Zn
Calciumferrite	Ce, Cr, Cu, Mn, Ni, P, Ta, V, Zn
Magnetit	Cr, V, Zn
Wüstit	Cr, Mn, Ni, V
RO-R ₂ O ₃ -Phasen	Cr, Ni, V, Zn

Tab.4 : Übersicht über mögliche Spurenelemente im Gitter verschiedener Phasen

Calciumferrit-(Brownmillerit-Mischkristalle) sind immer technogenen Ursprungs, gebildet bei Hochtemperaturprozessen. Je nach Bildungsprozess sind jeweils unterschiedliche Spurenelemente im Gitter eingebaut. Sie können daher als „Leitphasen“ für verschiedene Emissionsquellen herangezogen werden.

Emittent	häufige Spurenelemente im Gitter von Calciumferriten
Kohlekraftwerke	V, P, S, Ba
Glasindustrie	V, P, Cr, Ni
Sondermetall-Industrie	Nb, Ta, V, Cr, Ni, P, Ce
Stahlproduktion (Hochofen)	Cr, Mn, P, Ti, V, Zn
Sinteranlagen	Mn, Ti, (P)
Zementindustrie	Zn, Mn

Tab.5: Spurenelemente im Gitter von Calciumferriten als Hinweis auf den jeweiligen Emittenten (aus: NEINAVAIE, PIRKL & TRIMBACHER 2000)

4. Ausgewählte Großemittenten und ihre Charakteristik

4.1 Eisen- und Stahlindustrie

4.1.1 Beispiel Raum Leoben/Donawitz

Mit der Intensivierung des Eisenerzabbaues am Steirischen Erzberg im 18. Jahrhundert wanderten die Zentren der dazugehörigen Verhüttung und Stahlerzeugung östlich des Erzberges von Vordernberg über Friedauwerk und Trofaiach nach Donawitz (KÖSTLER 1984). Seit etwa fünfzig Jahren ist im Raum Leoben die Eisen- und Stahlerzeugung einschließlich der weiterverarbeitenden Stahlindustrie in Donawitz konzentriert. Trotz hohen Mitteleinsatzes bei Umweltschutzeinrichtungen in den letzten Jahren, stellt hier die Staubemission noch immer ein großes Problem dar (SPANGL & SCHNEIDER 2001). Das Umweltbundesamt stellt 1998 fest, dass im österreichweiten Vergleich hinsichtlich Schwebstaub-belastung Donawitz seit 1995 die mit Abstand höchst belastete Messstelle ist. Suszeptibilitätsmessungen an Böden durch das Institut für Geophysik der Montanuniversität (SCHOLGER & HANESCH) konnten die Verbreitung der Staubdeposition aus den Produktionsbereichen von Donawitz visualisieren. Diese Messmethodik geht von der Tatsache aus, dass Staubpartikel, die aus Hochtemperaturprozessen stammen, überwiegend stark magnetisch sind (sehr hohe Suszeptibilität besitzen).

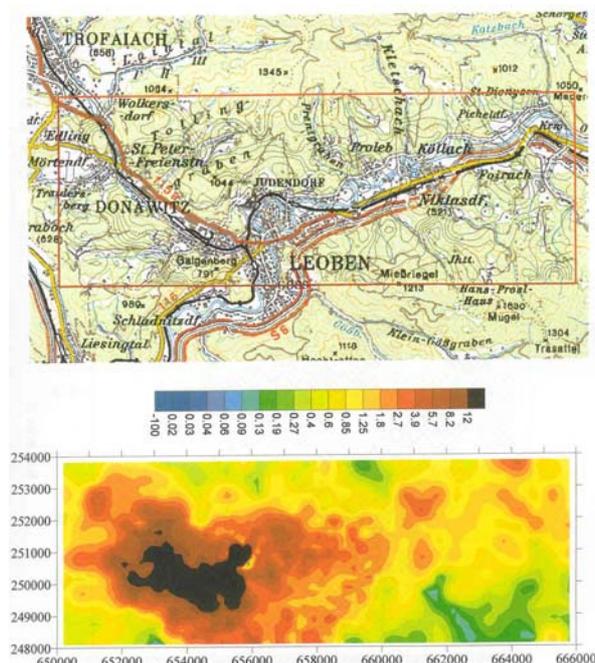


Abb.15: Ergebnisse der Suszeptibilitätsmessungen an Böden im Raum Leoben / aus: SCHOLGER & HANESCH 2000

Das Bild der Suszeptibilitätsverteilung zeigt sehr deutlich, dass die Staubkonzentration im Umfeld von Donawitz am größten ist, die Verteilung jedoch weit ins Murtal nach Süden und Osten weiterreicht. Nicht zu vergessen ist dabei freilich, dass die Suszeptibilitätsmessungen nicht nur das aktuelle Belastungsbild widerspiegeln, sondern auch die Summen der Staubdepositionen, die sich in den Oberböden angereichert haben, nachvollziehen. Östlich von Niklasdorf könnten auch andere (aktuelle und historische) Emittenten das Bild mitbestimmen.

Schon im Jahr 1987 wurde durch ein Team der VOEST-ALPINE ein Bodenprobenraster (Auflagen/Oberböden – 301 Probepunkte) über das Umfeld von Donawitz gelegt, um die Umweltauswirkungen näher beschreiben zu können. Diese Bodenproben wurden mittels Multielementanalytik charakterisiert und durch NEINAVAIE 1989 ausgewertet.

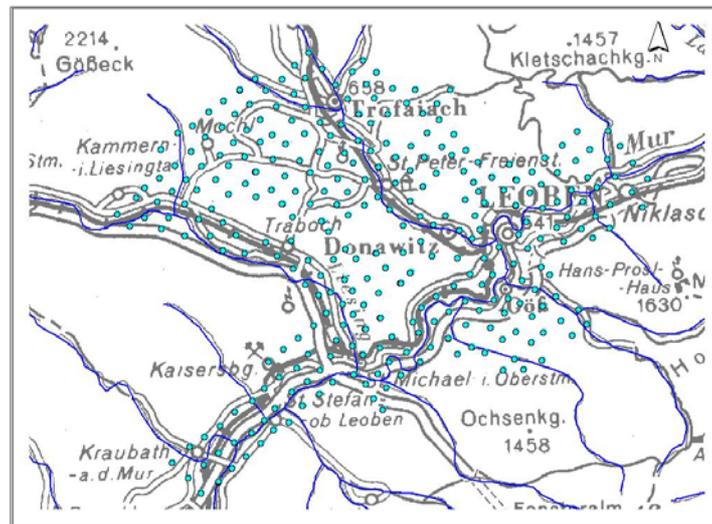


Abb.16: Bodenprobenraster Raum Leoben/Donawitz/Trofaiach/St. Michael 1987

An 31 Probepunkten, die durch besonders hohe Schwermetallführung gekennzeichnet waren, wurden durch NEINAVAIE 1989 zusätzliche mineralogische Untersuchungen ausgeführt. Dabei wurden erstmals systematisch hohe Schwermetallgehalte (Cr, Ni, Co, Zn, V) im Gitter zahlreicher technogener Phasen aus Produktionsteilen des Stahlwerks Donawitz festgestellt, und damit nachgewiesen, dass die Schwermetallgehalte in den Böden überwiegend technogen sind!

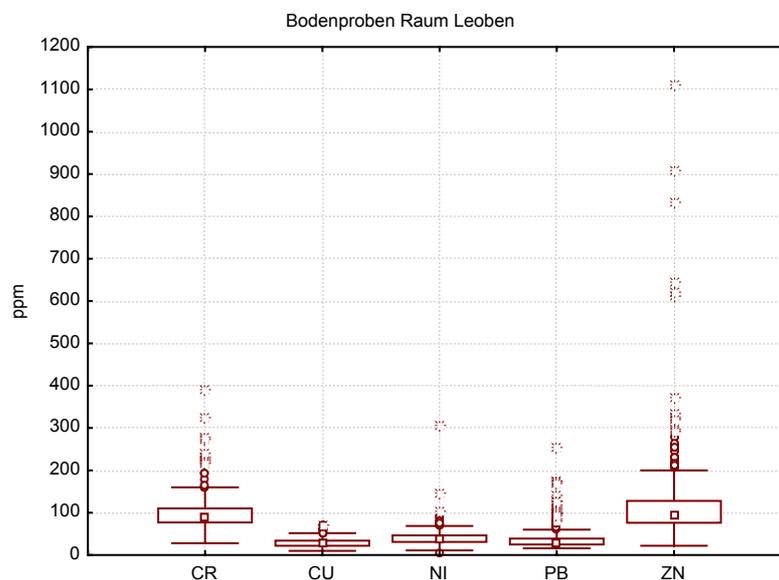


Abb.17: Schwermetallgehalte in Auflage-/Oberbodenhorizonten Raum Leoben (Probenahme 1987)

Die geostatistische Auswertung bestätigt diesen Befund. Eine Hauptkomponentenanalyse erbringt vier interpretierbare Faktoren:

- Faktor 1: (Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, Sn, Zn – rein technogen, Hinweise auf Phasen aus den Produktionsteilen des Stahlwerkes Donawitz
- Faktor 2: Co, Cr, Cu, Mg, Ni, (V) – geogen und techogen vermischt, Hinweis auf

Einfluss von basischen Gesteinen und technogenen Phasen mit Chrom-/Nickel-Führung

- Faktor 3: Ca (positiv), K (negativ) – geogen trennt (etwas unscharf) Bereiche mit Karbonatgesteinen von Bereichen mit sauren Kristallingesteinen
- Faktor 4: (Co), Na, Ti, V – geogen, Hinweis auf basische Gesteinsserien im Gleinalmkristallin

Die räumliche Verteilung der Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse wird im Folgenden beispielhaft für die Faktoren 1 und 2 vorgelegt.

Beim Faktor 1 konzentrieren sich die Punkte, die mit dem Faktor stark belegt sind, direkt im Umfeld von Donawitz. Die Aussage des Faktors 2 ist räumlich weiter gestreut.

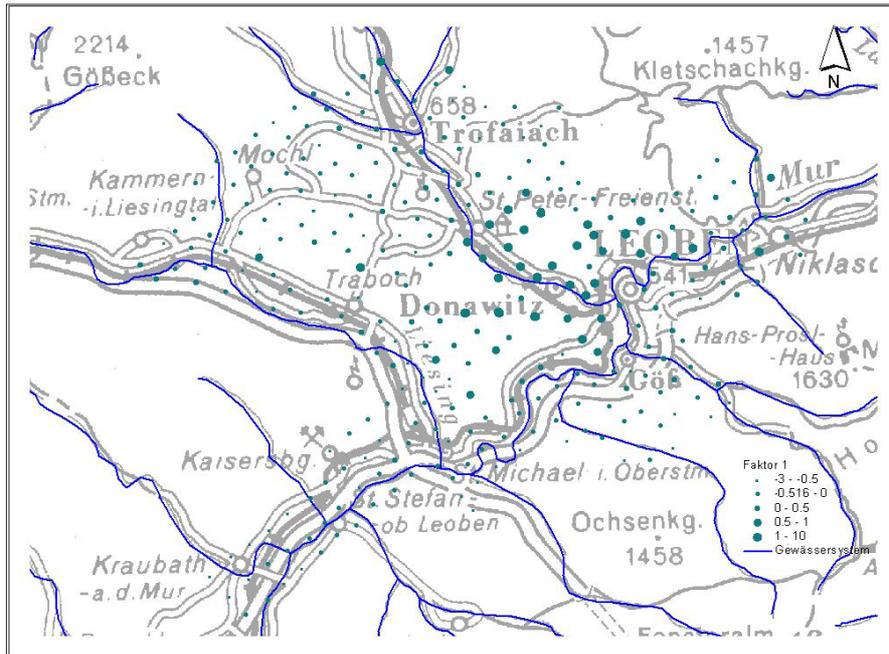


Abb.18: Hauptkomponentenanalyse Bodenproben (Probenahme 1987) / Faktor 1

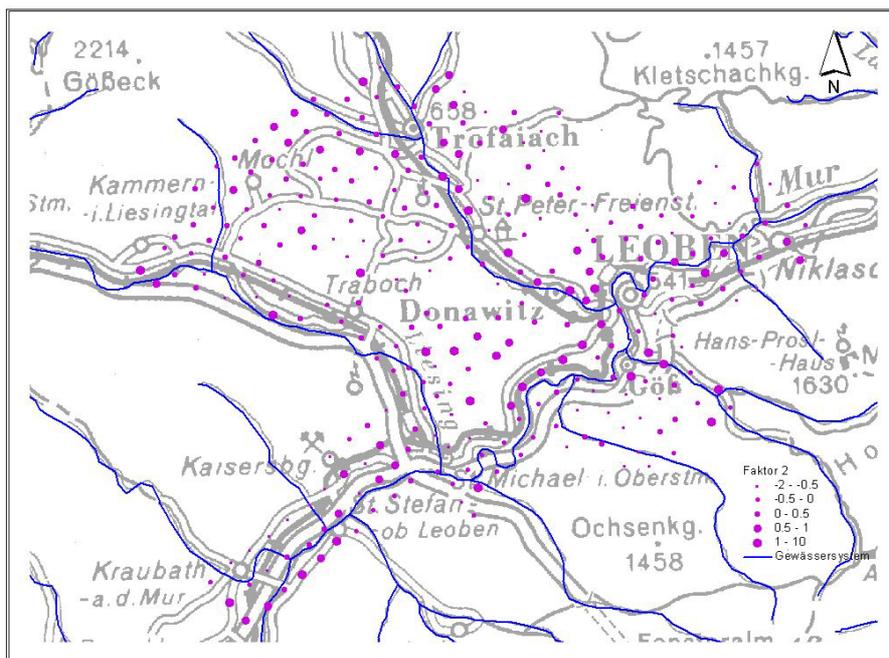


Abb.19: Hauptkomponentenanalyse Bodenproben (Probenahme 1987) / Faktor 2

Mineralogische Untersuchungen an Sedimentproben des Vordernbergerbaches belegen darüberhinaus, dass in der Region flächig Material des Serpentinsteinsbruches Preg/Kraubath zur Splittstreuung eingesetzt wird. Ni-/Cr-Verteilungen in Bachsediment- und Bodenanalytik sind daher zum Teil auf dieses Material zurückzuführen (NEINAVAIE 1994c und 1994d). Die Anteile an Staubphasen aus den historischen Hüttenanlagen in Vordernberg, Friedauwerk und Trofaiach konnten dabei von den aktuellen aus dem Bereich Donawitz unterschieden werden.

Die Zusammenschau der Ergebnisse aus geochemischen und mineralogischen Untersuchungen erlaubt somit die Verteilungen von Schwermetallen in der Landschaft zu interpretieren.

Die ergänzenden Untersuchungen im Raum Leoben zum vorliegenden Projekt zielen auf die Charakterisierung der aktuellen Situation. Gewählt wurden daher hauptsächlich Schnee- (Filterrückstände) und Staubproben aus geschlossenen Räumen (s. Beilage 1.1).

Im direkten Nahbereich der Anlagen des Stahlwerks Donawitz sind Phasen aus allen Produktionsteilen des Werks zu finden (Probe 980030A). Es überwiegen dabei globulare Partikel aus Hochtemperaturprozessen. Festzuhalten ist, dass Phasen $<10\mu$ meist aus dem Bereich der LD-Stahlproduktion stammen; Staub aus Röst- und Sinterprodukten tritt meist im Korngrößenbereich $>200\mu$ auf.

Die gleiche Aussage gilt in etwa für den Vorplatz des Leobner Landeskrankenhauses (Probe 940250), wobei jedoch der Schwerpunkt der Korngrößen bei den Staubpartikeln schon $<50\mu$ zu finden ist!

Bei etwa 5 km Luftlinien-Entfernung am Probepunkt Niklasdorf (Probe 96001) erhöht sich der Anteil bei den Korngrößen $<10\mu$ bereits fast auf 50%; die schwermetallführenden, globularen Phasen überwiegen dabei!

Auch in geschlossenen Räumen im Umfeld von Donawitz (Probe 010036) sind alle Staubpartikel aus den Produktionsabläufen des Stahlwerks zu finden. Im vorliegenden Fall überwiegen Korngrößen $<50\mu$. Darüberhinaus finden sich – in einem Haushalt mit Raucher – technologische Cer-Lanthan-Eisen-Mischoxide, die aus dem Zündfunken der Feuerzeuge stammen.

In den Staubemissionen des Stahlwerk-Komplexes von Donawitz sind überwiegend Chrom-, Nickel, Vanadium-, Molybdän-, Blei- und Zink als Schwermetalle festzustellen. Schwermetallführende Phasen sind eher in den Korngrößen $<50\mu$ angereichert. In den Böden im Umfeld des Industriestandortes sind diese Schwermetalle konzentriert wieder zu finden.

4.1.2 Beispiel Raum östlich Linz

Zum Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Raum Leoben/Donawitz wurden auch Bodenproben östlich von Linz untersucht (s.Beilage 1.2), auch wenn die Gesamtsituation im Raum Linz als viel komplexer anzunehmen ist.

Auf Grund massiver Umweltschutzaufgaben und entsprechender Maßnahmen konnten die Staubbelastung im Umfeld der großen Industriebetriebe und besonders im Raum Linz in den letzten zwanzig Jahren verringert werden. Die Verringerung der Staubdeposition merkt man insbesondere an der Messstelle Steyregg direkt östlich des Stahlwerkkomplexes.

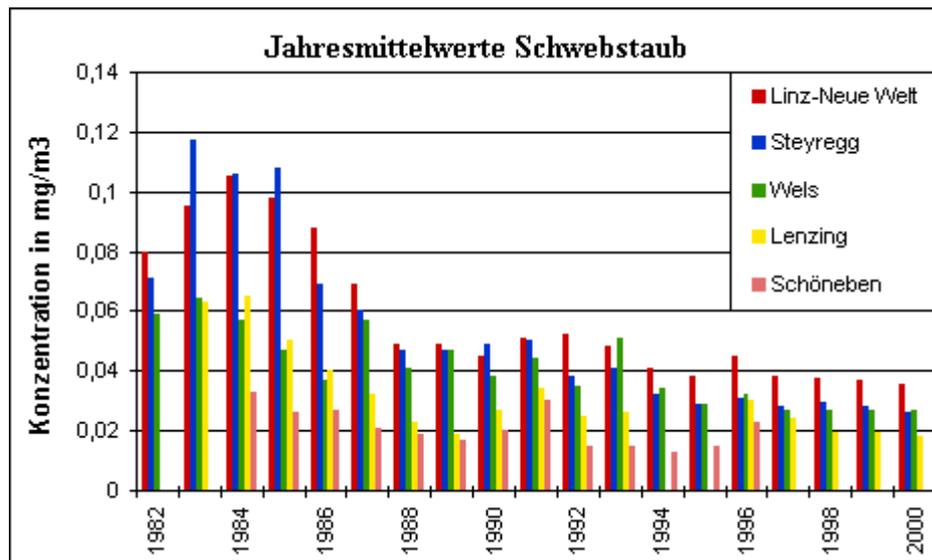


Abb.20: Messwerte Staubkonzentration/Jahresmittelwerte an verschiedenen Messstellen in Oberösterreich (Amt der OÖ.Landesregierung)

Bodenuntersuchungen des Umweltbundesamtes (WEISS, RISS & TRIMBACHER 1992) belegen, dass sich die schwermetallführenden Phasen (*noch*) in den Bodenaufgaben konzentrieren. Das *noch* (in Klammer) soll darauf hinweisen, dass Staubphasen mit der Zeit in tiefere Bodenhorizonte verlagert werden und dort dann der stärkeren biochemischen Bodendynamik ausgesetzt sein können. In der über ca.60-jährigen Geschichte des Stahlwerks Linz ist das noch nicht der Fall. Im Umfeld von Hüttenanlagen, die bereits mehr als dreihundert Jahre stillgelegt sind, konnten technogene Staubphasen bereits in B-Horizonten von Waldböden beobachtet werden (NEINAVAIE et al.1999).

Hauptergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen des Umweltbundesamtes waren einerseits die Hinweise auf technogene Verteilungen bei Zink, Blei, Kupfer, Nickel, Cadmium und Quecksilber und andererseits die Aussage, dass die Schwermetallverteilungen bei zahlreichen Standorten im Raum Linz sehr ähnlich sind. Die Korrelationen zwischen Gehalten an Eisen, Mangan, Zink, Blei und Chrom, sowie das Auftreten der höchsten Gehaltepegel im VOEST-Gelände lassen dort einen gemeinsamen Emittenten annehmen (WEISS, RISS, TRIMBACHER 1992).

Zur Ergänzung dieser Untersuchungen wurden im gegenständlichen Projekt drei Bodenproben (Auflage/Oberboden) bei Steyregg und Luftenberg gezogen und mineralogisch untersucht (s.Beilage 1.2), mit folgenden Hauptaussagen:

- An allen drei Probepunkten charakterisieren geogene Mineralphasen den kristallinen Untergrund.
- An allen drei Probepunkten sind technogene Phasen aus den verschiedenen

Produktionsteilen des Stahlwerks einschließlich der Stahlverarbeitung aufzufinden. Die Waldstandorte unterscheiden sich von dem Grünlandstandort dadurch, dass primär mehr Staubphasen ausgefiltert und im Boden angereichert werden.

- Trotz der unterschiedlichen Lage der Probepunkte ist noch keine besondere Unterscheidung hinsichtlich der Korngrößenverteilungen zu sehen. Auffällig ist jedoch, dass am Standort Steyregg (Probe 010011) fast 65% der Staubphasen <50µ groß sind.
- An dem Stahlwerk näher gelegenen Probepunkt Steyregg (Probe 010011) sind häufiger schwermetallführende Schlacken, sowie Hinweise auf die Verzinkerei anzutreffen.
- In den Staubemissionen des Stahlwerkes Linz sind als Schwermetalle überwiegend Chrom, Nickel, Zink, Kupfer und Wolfram festzustellen.

In der Bachsedimentgeochemie der Böhmisches Masse östlich von Linz sind in den Schwermetallverteilungen keine Hinweise auf technologische Belastungen herauszulesen.

4.1.3 Beispiel Mürztal bei Krieglach und Mitterdorf

Auf Grund der gemeinsamen Nähe von Kohle- und Eisenerz-Vorkommen wurde auch das Mürztal ein Zentrum der Eisen- und Stahlindustrie. KÖSTLER 1984 beschreibt für die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts Stahlwerke in Mürzzuschlag, Krieglach, Kindberg und Kapfenberg.

Schon auf der topographischen Karte 1:75.000/Blatt Mürzzuschlag (etwa 1880) ist westlich Krieglach zwischen Bahnlinie und Mürz ein „Hochofenzeichen“ zu finden.

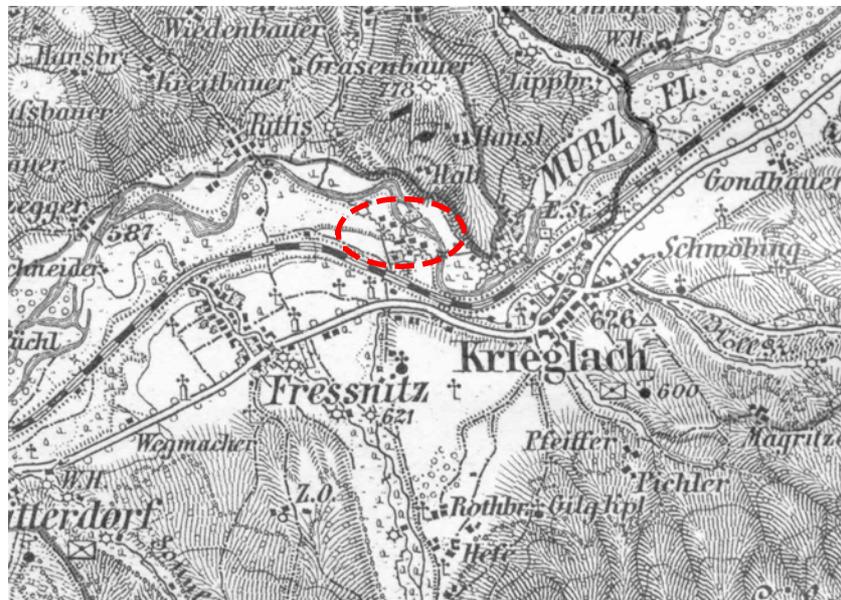


Abb.21: Ausschnitt aus der Karte 1:75.000/Blatt Mürzzuschlag, Bereich Krieglach

Genau an dieser Stelle ist auch aktuell ein metallverarbeitender Betrieb zu finden (Freßnitzwerk). Die Staubdeposition an diesem Standort wird mit zwei Proben charakterisiert – Probe 980020 (Bodenprobe - Auflage/Oberboden) direkt westlich und Probe 980019 (Schneeprobe) direkt östlich des Betriebes (s.Beilage 1.3).

In der Bodenprobe westlich des Betriebes sind sowohl Hinweise auf Eisenverhüttung, als auch Metallverarbeitung zu finden. Das Vorherrschen von Zundermaterial (z.B.Schmiede)

und metallischem Zink lässt auf einen Betriebsteil schließen, in dem Stahl weiterverarbeitet und verzinkt wird.

Die Eisenverhüttungsschlacken können auch auf frühere Produktionszweige hinweisen. Die Schneeprobe östlich des Betriebes hat eine ganz andere Charakteristik. Ein Großteil der Staubphasen verweist hier auf Stahlproduktion und/oder Stahlveredlung. Das häufige Auftreten von Phasen aus feuerfester Ofenauskleidung, Eisenhütten-Schlacken und Chromstahllegierungen belegt dies. Zu sehen ist das auch an der breiten Streuung der Korngrößen.

In den Staubemissionen dieses Betriebes sind als Schwermetalle überwiegend Chrom (!), Nickel, Zink, Vanadium, Wolfram und Molybdän festzustellen.

In der Probe treten auch Kunststoffreste mit Barium und Blei als Spurenelemente auf.

Wegen der Nähe des Probepunkts zu einer Straßenkreuzung sind auch häufig Bremsbelag-abrieb-Partikel zu finden.

Im benachbarten Mitterdorf/Breitenfeld ist ebenfalls ein metallverarbeitender Betrieb angesiedelt, mit zwei Produktionslinien – einem Stahlwerk und einer Schmiede.

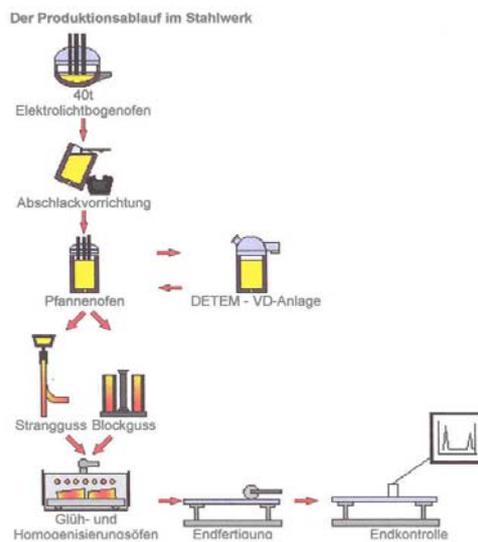


Abb.22: Produktionslinie Stahlwerk Breitenfeld (Betriebs-Website)

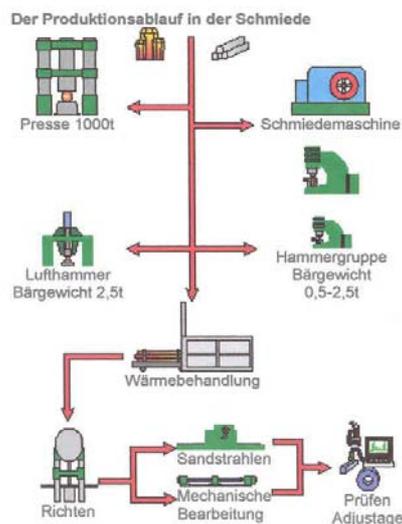


Abb.23: Produktionslinie Schmiede Breitenfeld (Betriebs-Website)

Die Staubemission dieses Werks wird mit einer Bodenprobe (Oberbodenhorizont) charakterisiert (Probe 980023). Dabei sind einerseits die Phasen der Stahlproduktion und Stahlveredlung/-legierungen zu finden, andererseits weisen aber auch viele Phasen auf den Einsatz von Buntmetalllegierungen hin. Große Prozentanteile der Phasen besitzen sehr geringe Korngrößen ($<50\mu$)!

In den Staubemissionen dieses Betriebes sind als Schwermetalle vorwiegend Chrom, Nickel, Vanadium, Kupfer, Blei, Zink, Zinn und Molybdän festzustellen. Die Emissionen dürften somit hauptsächlich aus der Produktionslinie Stahlwerk stammen.

4.1.4 Beispiel mittleres Ybbstal

Im Zuge der Auswertung von Bachsedimentgeochemie-Daten und deren Interpretation (PIRKL 1998a; WIMMER, AUGUSTIN-GYURITS, NEINAVAIE & PIRKL 2001) wurde die Tatsache stärker herausgearbeitet, dass sich die vielen kleinen, historischen metallverarbeitenden Betriebe im oberen und mittleren Einzugsgebiet der Ybbs in den Schwermetallverteilungen des Ybbs-Sediments widerspiegeln. Insbesondere im Raum Waidhofen an der Ybbs sind deutliche Anstiege bei den Chrom-Gehalten anzutreffen. Diesen Hinweisen wurde auch mittels mineralogischer Untersuchungen ausgewählter Bachsedimentprobepunkte nachgegangen.

Noch aktuell vertreten zwei metallverarbeitende Großbetriebe in Böhlerwerk Nord Waidhofen an der Ybbs die Tradition der zahlreichen kleinen „Hammerwerke“ und Kleinbetriebe im Ybbstal.

Diese beiden Betriebe erzeugen

- a. Sonderstähle wie Linienstahl, Bimetall-Stäbe und Messerstähle,
- b. Stahlprofile in jeder Form.

Den Staubemissionen dieser Werke wurde im gegenständlichen Projekt mit zwei Proben versucht, auf die Spur zu kommen (s.Beilage 1.4) – Probe 99008 (magnetischer Staub auf freier Oberfläche) und Probe 99007 (Bodenprobe/Oberboden).

Die aktuelle Staubzusammensetzung von einer freien Oberfläche (Bushaltestelle) N Böhlerwerk belegt in der Hauptsache Emissionen aus Edelstahl- und Gusseisenerzeugung, sowie Metall-Weiterverarbeitung. Auf Grund der Nähe des/der Emittenten zeigt die Korngrößenverteilung eine weite Streuung.

Da der Probepunkt an einer Straße liegt, sind auch Bremsabrieb-Partikel zu finden.

Auch die Bodenprobe N Böhlerwerk lässt auf Eisen-/Stahlverhüttung schließen und auf die Herstellung und Verarbeitung von Edelstahl. Darüberhinaus befindet sich eine größere Heiz-/ oder Verbrennungsanlage in der Nähe. Auch hier streut die Korngrößenverteilung der Staubpartikel stark.

In den Staubemissionen dieser Betriebe sind als Schwermetalle hauptsächlich Chrom, Vanadium, Wolfram und Kupfer festzustellen.

4.2 Feuerfestindustrie – Beispiel Veitsch

Die Refractories-Industrie stellt keramische Feuerfestprodukte für Hochtemperaturprozesse in der Stahlindustrie, der Nichteisenmetallindustrie, der Zement- und Kalkindustrie und der Glasindustrie her. Grundstoff dazu ist überwiegend (Chrom-)Magnesit.

Im Rahmen des Forschungsprojekts des Instituts für Geophysik der Montanuniversität Leoben (SCHOLGER & HANESCH 2000) wurde auch ein Testgebiet im Bereich Veitsch vermessen.

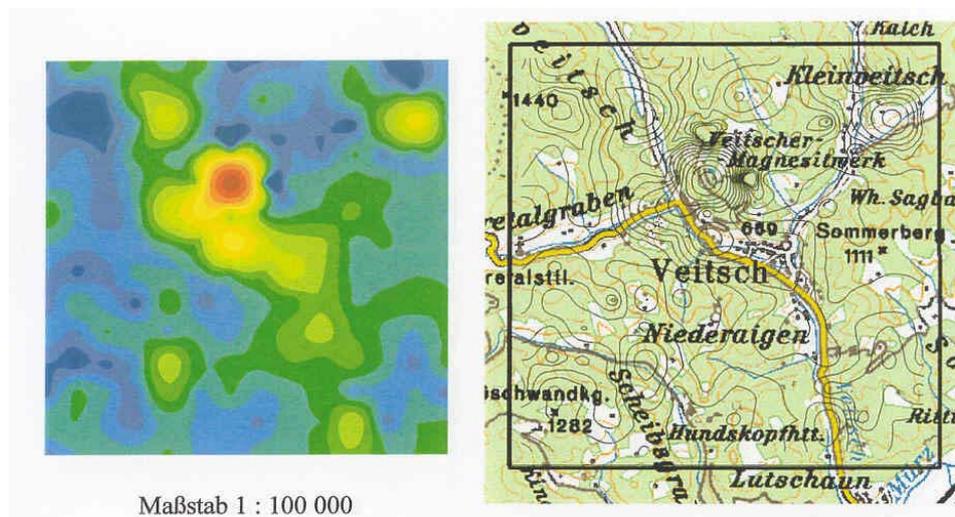


Abb.24: Suszeptibilitätsmessungen an der Bodenoberflächen / Bereich Veitsch
aus: SCHOLGER & HANESCH 2000

Die Ergebnisse der Suszeptibilitätsmessungen zeigen ein Maximum direkt im Bereich des Erzeugungsbetriebes von Feuerfestprodukten. Die weitere Verteilung höherer Messwerte richtet sich nach den Talverläufen aus. Wenn auch hier angenommen wird, dass die hohen Suszeptibilitäten mit stark magnetischen Stäuben zusammenhängen, wäre damit die Verbreitung der Staubdeposition des Feuerfest-Betriebes charakterisiert!

Die Probenahme im gegenständlichen Projekt (Schneeprobe) erfolgte direkt östlich des Betriebes und damit knapp am Rand der Hauptanomalie der Suszeptibilitäten. Die Probe 980021 (s.Beilage 1.13) belegt alle Staubphasen, die bei Hochtemperaturprozessen der Herstellung von Feuerfeststeinen entstehen. Hauptphasen sind Periklas und die damit verknüpften RO-/R₂O₃-Phasen. Geogener Chromit, Scheelit, Sphalerit und Molybdänit dürften aus den zusätzlichen Grundstoffen (ausländische Chrom-Erze) neben Magnesit stammen.

Die Stäube besitzen durchwegs sehr kleine Korngößen – mehr als 75% sind kleiner 50µ!

Die Probenahme zum „Geochemischen Atlas“ bezog die größeren Bäche in den Tälern nicht ein, da eine Überlagerung der geogenen Informationen durch technogene Belastungen damals nicht gewünscht war. Eine gezielte Testauswertung der Bachsediment-Geochemiedaten im Umfeld von Veitsch zeigt daher keine Hinweise auf die lokale Belastungssituation.

Der Bodenschutzbericht 2000 (LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK 2001) bringt eine laufende Zunahme von Fluorgehalten in Böden in der Nähe der Veitscher Magnesitwerke in Zusammenhang mit den Staubdepositionen des Magnesitwerkes. Bei den mineralogischen Untersuchungen der Schneeprobe (980021) wurden direkt keine Fluor-führenden Phasen gefunden. Es besteht aber der begründete Verdacht, dass in den ausländischen Erzen, die bei der Feuerfeststein-Produktion eingesetzt werden,

Flussspat als Nebenbestandteil vorhanden ist und dieser bei Aufbereitungsvorgängen staubförmig freigesetzt wird.

4.3 Zementindustrie

Für die Charakterisierung von Staubemissionen aus Zementwerken wurden eher einzelstehende Betriebe ausgewählt, um Depositionsüberlagerungen zu vermeiden.

Welche Staubphasen im Nahbereich eines Zementwerkes zu finden sind, hängt von den eingesetzten Grundstoffen, den Energierohstoffen und zusätzlichen energiespendenden Zusatzstoffen ab. Im Einzelnen wurde dies bei den Beispielsbetrieben nicht recherchiert. Die geogenen Hauptrohstoffe (Kalkkomponente/Silikatkomponente) werden meist nicht aus einer einzigen Lagerstätte gewonnen, sondern aus verschiedenen Rohstoffvorkommen (Rein-)Kalk einerseits und Ton/Mergel andererseits zusammengemischt. Zusätzlich werden häufig Schlacken aus Hüttenbetrieben zugemischt. Zur Erhöhung der Energieausbeute im Drehrohfen werden auch entsprechend geeignete Abfälle zugesetzt (Altreifen, Kunststoffabfälle, u.a.).

Als Schwermetallquellen kommen praktisch alle eingesetzten Roh- und Grundstoffe (außer der Kalkkomponente) in Frage.

4.3.1 Beispiel Kirchdorf an der Krems

Zur Beschreibung der Staubdeposition des Zementwerkes Kirchorf wurde eine Bodenprobe (Oberboden/Acker) direkt nördlich des Betriebes gezogen (Probe 99003 / s. Beilage 1.5).

An Staubphasen sind primär alle Phasen zu finden, die in den einzelnen Produktionsprozessen bei der Zementherstellung entstehen. Die spanförmigen Phasen von metall.Eisen, metall.Zink und von Cr-Ni-Stählen könnte mit der Aufbreitung von Altreifen in Verbindung zu bringen sein; auch benachbarte metallverarbeitende Gewerbebetriebe könnten einen Anteil dazu beitragen. Das Vorkommen von verschiedenen Zinnlegierungen ist damit nicht zu erklären.

Die Vanadium-Führung in technogenem Apatit und Brownmillerit kann möglicherweise auf Vanadium-Gehalte in Schweröl, die Chlor-Führung einzelner Phasen auf den Einsatz von Kunststoffen zurückgeführt werden.

Auf Grund der Nähe zum Emittenten zeigt die Korngrößenverteilung eine weite Streuung. Trotzdem liegen bereits 40% der Staubphasen unter 50µ!

Als hauptsächliche Schwermetalle werden in diesem Fall in den Staubphasen Chrom, Nickel, Kupfer, Blei, Vanadium und Zinn festgestellt.

4.3.2 Beispiel Wietersdorf

Das Zementwerk Wietersdorf liegt eher isoliert im Görtschitztal knapp nördlich von Klein St.Paul.

Hauptrohstoffe sind mergelige Gosau-Sedimente, die direkt neben dem Erzeugungsbetrieb streinbruchmäßig gewonnen werden.

Zur Überwachung der Umweltsituation im Umfeld des Zementwerkes Wietersdorf wurde seitens des Amtes der Kärntner Landesregierung eine dauerregistrierende Immissionsmessstation eingerichtet.

Die Messungen des Jahres 2000 belegen für die klassischen Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Schwebstaub eine Unterschreitung der für die Beurteilung herangezogenen Grenzwerte. Gleiches gilt auch für Schwermetallgehalte im Schwebstaub. Die Ergebnisse der Blei- und Cadmium-Depositionsmessungen im Jahr 2000 lagen im Bereich von 8% bzw. 11% des Immissionsgrenzwertes zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit. Auch die im Jahr 2000 registrierten Zink-Depositionsmesswerte weisen mit 14% des Grenzwertes der Schweizer Luftreinhalteverordnung (in Österreich besteht kein Grenzwert für Zink) eine eindeutige Unterschreitung auf.

Es kann somit für den Bereich Wietersdorf ein niedriges Belastungsniveau festgestellt werden.

Zur mineralogischen Charakterisierung der Staubdeposition wurden im Nahbereich des Zementwerkes und der Ortschaft Klein St.Paul mehrere Proben gezogen. Da diese ein sehr ähnliches Ergebnis erbrachten, wird nur die Probe 010021 (Auflage/Waldboden; s.Beilage 1.6) näher beschrieben.

Neben Phasen, die aus dem geologischen Untergrund stammen, sind die hauptsächlich bei der Zementherstellung entstehenden Phasen (Zementklinker) zu finden. Vanadium-Gehalte in Calciumferrit und Brownmillerit deuten wieder auf Einsatz von Schweröl als Energierohstoff hin.

Koks und schlechtverbrannte Kohle (mit Pyriteinschlüssen) dürfte aus Staubemission von Hausbrand stammen.

Als Schwermetalle in den Staubdepositionen sind somit nur Chrom, Nickel und Vanadium festzustellen.

4.3.3 Beispiel Kirchbichl

Das Zementwerk Kirchbichl bei Kufstein bezieht seine Rohstoffe aus der direkten Umgebung einerseits aus Kalksteinbrüchen und andererseits aus Abbauen in tertiären Mergel-Sandstein-Serien.

Beprobte wurde der Boden einer Wiesenfläche direkt nordöstlich des Zementwerkes (Probe 950017 / s.Beilage 1.7).

Diese Probe enthält vier Gruppen von Staub-/Mineralphasen, die verschiedenen Quellen zuzuordnen sind →

- Schwerminerale aus dem geologischen Untergrund (Terrassensediment)
- Phasen aus der Zementherstellung
- Phasen aus der Buntmetallverhüttung
- Phasen in Zusammenhang mit Verbrennungsprozessen

Der Probepunkt liegt somit im Bereich einer Überschwemmungssituation (Überschwemmungssediment) und charakterisiert damit nicht nur die lokalen Staubdepositionen, sondern auch Belastungen, die mit Inn-Sedimenten während Überschwemmungen verlagert wurden.

Die Schwermetallquellen sind an diesem Standort weniger Phasen aus der Zementerzeugung als vielmehr Phasen aus dem Raum Brixlegg → Erz (wie Hämatit, Kupferkies, Pyrit oder Pentlandit) und Legierungen in Schlacken aus der Buntmetallverhüttung.

In der Menge überwiegen aber Phasen aus der Zementerzeugung und den zugehörigen Hochtemperaturprozessen. Phasen aus diesen Prozessen besitzen dabei überwiegend sehr kleine Korngrößen $<50\mu$!

In den Staubdepositionen sind an diesem Standort somit als Schwermetalle Nickel, Chrom, Kupfer, Vanadium, Zink, Antimon und Zinn festzustellen. Davon stammen Chrom, Vanadium und Zink aus der Zementproduktion.

4.4 Nichteisenmetall- und Sondermetall-Industrie

4.4.1 Beispiel Brixlegg

Der Raum Brixlegg ist ein Beispiel komplexer Belastung durch schwermetallhaltige Stäube.

Ab dem Hochmittelalter bis in die frühe Neuzeit herrschte Hochblüte eines ausgedehnten Kupfer-Silber-Bergbaus zwischen Schwaz und Rattenberg. Die Erze wurden dabei jeweils in relativer Nähe zum Bergbau aufbereitet und verhüttet. Brixlegg war damals bereits ein Hüttenstandort. Teile dieses Bergbauareals waren auch noch bis ins 20. Jhd aktiv. Bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts war Brixlegg auch der Verhüttungsstandort für die Kupfererze aus dem Bergbau Mitterberg/Hochkönig. Aktuell sind die Montanwerke am gleichen Standort als Recyclingbetrieb aktiv und gewinnen pyro- und hydrometallurgisch aus diversem Buntmetallschrott Kupfer, Zinn, Zink, Blei, Silber und Nickel – alles Schwermetalle, die hier auch natürlich vorkommen.

Darüberhinaus liegt Brixlegg heute im dicht besiedelten und genutzten Inntal mit Autobahn, Bundesstraßen und zahlreichen Betrieben.

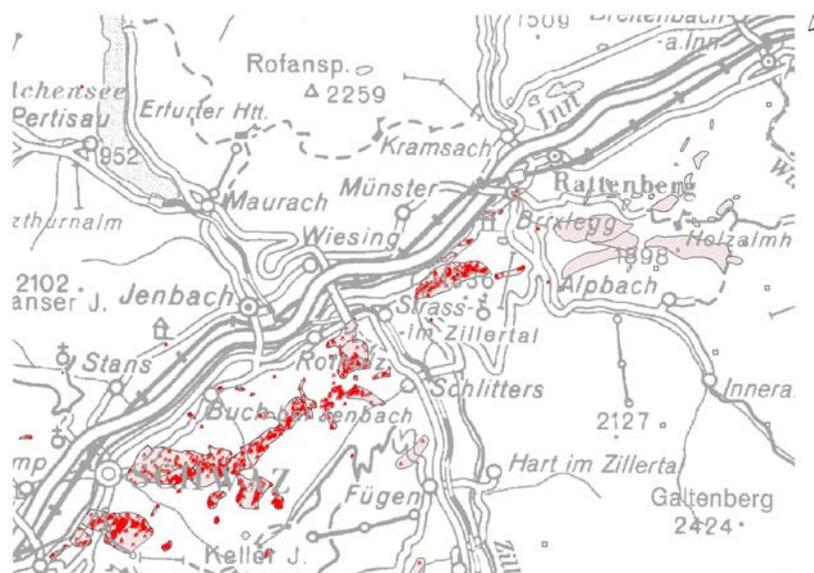


Abb.25: Historische Bergbauareale und Stollenmundlöcher im Bereich Schwaz-Brixlegg; aus: SCHEDL et al.1997

In den letzten 600-700 Jahren waren somit zahlreiche Quellen für schwermetallhaltige Stäube vorhanden:

- anstehende Erzvorkommen
- unbegrünte Erzhalde
- Aufbereitungshalden
- Schlackenhalde
- historische Aufbereitungsbetriebe
- historische Verhüttungsbetriebe
- aktuelle Hütten- und Recyclingbetriebe
- Verkehr
- metallverarbeitende Betriebe

Diese Depositionen hinterließen großflächig Belastungssituationen in Vegetation und Böden. Aus diesem Grund wurden seitens des Umweltbundesamtes und des Amtes der Tiroler Landesregierung Forschungsprojekte sowie Messprogramme initiiert und durchgeführt (SPINDELBALKER et al.1990; AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1995).

Diese Untersuchungen stützten sich zur Gänze auf chemische Analytik verschiedener Umweltmedien. Hauptergebnisse waren die Erkenntnis der räumlichen Verteilung von Schwermetallen in Böden, die Abgrenzung von gesundheitsschädlichen Mengen von Schwermetallen in Tierfutter, Gemüse und Obst, sowie die Abgrenzung von Zonen für nutzungsbezogene Maßnahmen.

Richtung	Südwesten (Hauptwindrichtung)					Süden	Vergleichswert Möbling (Kärnten)	normal in Pfaffenst.†	kritisch als Tierfutter (versch. Haustiere)*
	280- 450m	1100- 1400m	1400- 2200m	2350- 2900m	750- 1050m				
Zink	208.3	85.9	90.1	53.0	120.6	33.2	15 - 150	300 - 1000	
Cadmium	0.55	0.71	0.52	0.24	0.47	0.09	< 0.1 - 1	0.5 - 1	
Kupfer	52.4	29.3	23.6	17.3	18.8	6.8	3 - 15	30 - 100	
Arsen	1.20	0.79	0.67	0.60	0.79	—	—	—	
Quecksilber	0.106	0.046	0.030	0.035	0.055	—	< 0.1 - 0.5	> 1	
Blei	13.5	7.3	5.6	4.3	3.8	1.9	1 - 5	10 - 30	
Antimon	0.22	0.13	0.10	0.08	0.10	—	—	—	
Selen	0.04	0.18	0.13	0.05	< 0.02	—	—	—	
Nickel	5.8	5.0	17.0	7.8	7.1	3.8	0.1 - 5	50 - 60	
Chrom	3.0	8.4	24.5	12.1	9.7	2.05	< 0.1 - 1	50 - 3000	
Kobalt	0.11	0.35	0.54	0.45	0.16	0.07	0.01- 0.5	10 - 50	

Tab.6: Schwermetallgehalte in Grasproben (mg/kg TS) im Raum Brixlegg; aus: SPINDELBALKER et al.1990

Einheit: t/a	1987	SO ₂ Prognose	1987	STAUB Prognose	1987	org. C Prognose	1987	Cl ⁻ Prognose	1987	P ⁻ Prognose
Betriebsseinheit 1										
Schmelzofen Schlackenaufbereitung (ohne Trockner)	6,9	> 7,3	1,7	1,8	125,2	13	0,5	0,5	0,2	0,2
	-	-	?	?	-	-	-	-	-	-
Betriebsseinheit 2										
Konverter II/III	2,9	3,0	0,4	0,45	< 1,8	< 1,9	0,01	0,01	-	-
Betriebsseinheit 3										
Flammofen II/III	50,6	44,2	4,2	4,8	< 8,2	< 9,4	3,5	4,0	-	-
Betriebsseinheit 4										
Bemusterung I/II Bemusterung III	2,2 ?	1,8 ?	< 0,02 ?	< 0,002 ?	< 0,5 ?	< 0,6 ?	0,1 ?	0,15 ?	- ?	- ?
Betriebsseinheit 10										
Summe ca.	98 ¹	83,3	6	7	136	25	4,1 ¹	4,7	0,2	0,2

Tab.7: Jährliche Schadstoffemission in Tonnen aus den Montanwerken / Stand 1987; aus: SPINDELBALKER et al.1990

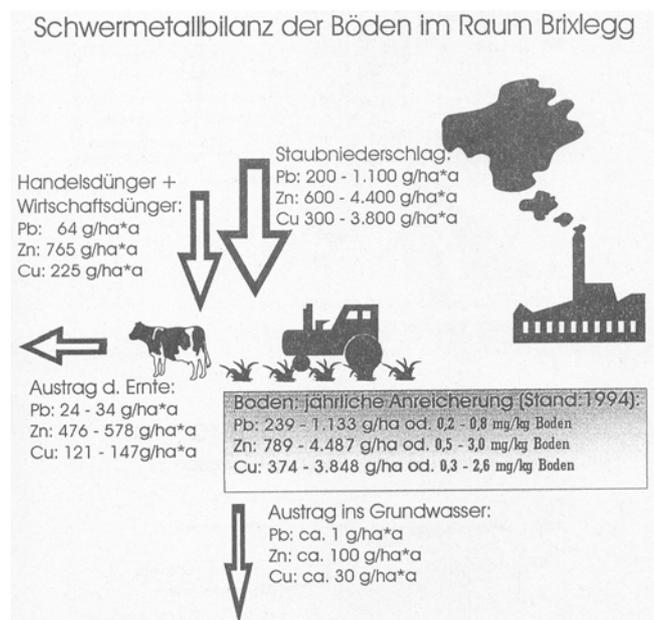


Abb.26: Schwermetall-Stoffstrom-Bilanzierung für den Raum Brixlegg; aus: AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1995

Nicht eingegangen in diese Bilanzierung sind „Vorbelastungen“ aus historischen Staubdepositionen. Die Quellen für die Schwermineralbelastung in den Böden wurden nicht weiter differenziert; es wurden jedoch konkrete Zonen abgegrenzt, in denen bestimmte Maßnahmen vorgesehen sind:

- Zone 1: Obst, Gemüse und Grasschnitt (Tierfutter) sind nicht verwendbar
- Zone 2: Einzelne Indikatorpflanzen (Salat, Petersilie) zeigen hohe Schwermetallgehalte und können nicht verwendet werden. In einzelnen Sonderfällen sind Maßnahmen vorgesehen (z.B. in Wasserschutzgebieten).

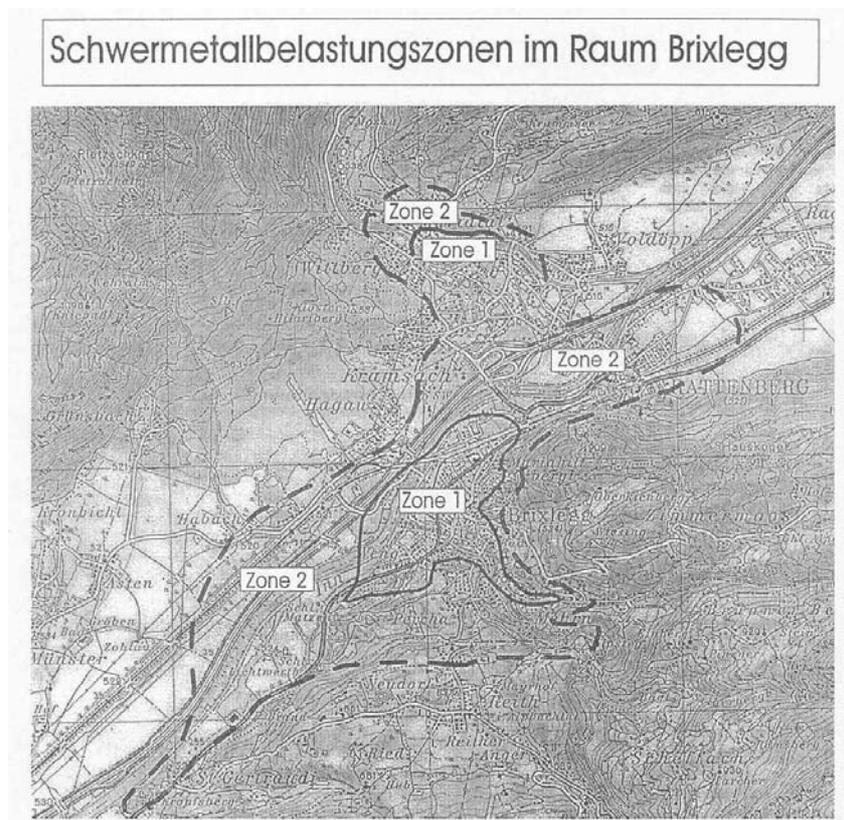


Abb.27: Abgrenzung von Maßnahmen-Zonen im Bereich Brixlegg;
aus: AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1995

Innerhalb dieser Zone1 wurden im gegenständlichen Projekt drei Proben gezogen und mineralogisch bearbeitet – Probe 010034 (Schwermineralprobe/Bachsediment), Probe 010031 (Oberboden/Bodenprobe) und Probe 960012 (Schneeprobe); s.Beilage 1.8.

Die Probe 010034 wurde im Mündungsbereich des Alpbaches direkt neben dem Gelände der Montanwerke gewonnen und ermöglicht einen integralen Überblick über historische und aktuelle Einträge von schwermetallführenden Phasen im Raum Brixlegg. Sie repräsentiert das hydrologische Einzugsgebiet des Alpbaches mit seinem geologisch-lithologischem Aufbau, die Vererzungszonen und Bergbauareale in diesem Einzugsgebiet und die historische und aktuelle Staubdeposition in den Zentren von Brixlegg und Reith.

Die Phasen gliedern sich in vier Schwerpunkte

- Minerale, die die Lithologie des Einzugsgebiets beschreiben (z.B. Epidot, Chlorit, Olivin, Apatit, Titanit, Amphibole, Chromit, u.a)
- Erzminerale aus den zahlreichen Vererzungen des Einzugsgebiet (z.B. Pentlandit, Magnetkies, Pyrit, Kupferkies, Kupferglanz, Bornit, Fahlerz, Sphalerit, Bleiglanz, u.a.)
- Phasen aus Hochtemperaturprozessen, insbesondere der Buntmetall- und Eisenverhüttung
- Phasen aus Buntmetall- und Eisenverarbeitung

Die letzteren zwei Gruppen können sowohl Phasen aus historischen, als auch aktuellen

industriellen oder gewerblichen Produktionsprozessen repräsentieren. Festzuhalten ist, dass die meisten Phasen gegenüber Verwitterung wenig beständig sind. Somit sind die Schwermetallinhalte in den Umweltmedien Boden und Bachsediment relativ mobil!

In den technogenen Staubphasen dieser Probe wurden eine große Anzahl Schwermetalle wie Chrom, Nickel, Kupfer, Blei, Zink, Vanadium, Zinn, Cadmium und Arsen festgestellt.

Der Probepunkt der Bodenprobe 010031 liegt mitten im Wohngebiet des nordöstlichen Brixlegg. Die Probe stammt aus den oberen Horizonten einer geringmächtigen Bodenbildung unter Grünland und repräsentiert somit eine Mischung aus aktueller und historischer Deposition. Sie beinhaltet:

- eher untergeordnet Hinweise auf den geogenen Untergrund (Überflutungs- und Terrassensedimente)
- Mineralphasen aus Vererzungen der näheren Umgebung
- überwiegend Phasen aus der Buntmetallverhüttung und -verarbeitung
- große Anteile an Phasen aus Verbrennungsprozessen (z.B. Heizwerk und Hausbrand)

Die Korngrößenverteilung der Staubpartikel ist relativ weit gestreut.

Die bodenchemischen Untersuchungen (insbesondere AMT DER TIROLER LANDES-REGIERUNG 1995) belegen hohe, pflanzenverfügbare Schwermetallgehalte in diesen Böden. Damit wird hier der Hinweis auf die Verwitterbarkeit vieler schwermetallführender geogener und technogener Phasen, die aus den mineralogischen Untersuchungen abgeleitet werden, durch die chemischen Analysen bestätigt!

Die dritte Probe ist eine Schneeprobe am anderen Ufer des Inn knapp West des Zentrum von Brixlegg. Schneeproben können praktisch keine Mineralphasen aus dem geologischen Untergrund enthalten; sie repräsentieren die kurzfristige Deposition zwischen letztem Schneefall und Probenahme (oft nur wenige Tage). Damit sind an diesem Punkt eindeutig drei Hauptquellen der aktuellen Deposition zu identifizieren:

- Phasen aus Prozessen der Buntmetallverhüttung und -verarbeitung
- Staub von Verbrennungsprozessen (Hausbrand)
- Staubphasen aus Verkehr (Autobahnnähe), insbesondere Bremsabriebpartikel

Bei den Korngrößen dominieren kleinste Partikel → 72% sind dabei kleiner 50µ, davon sogar 12% kleiner 10 µ!

4.4.2 Beispiel Treibach-Althofen/Krappfeld

Im Norden des Krappfeldes ist in Treibach ein sehr traditionsreiches Unternehmen situiert, das eine Fülle von Sondermetall- und Recyclingprodukten erzeugt →

- Seltenerdprodukte, wie z.B. Vakuumlegierungen; Elektronik-, Glas- oder Keramik-Komponenten; Hochleistungskeramik; Sinterhilfsstoffe; Zündsteine; u.a.
- Hartmetallvorstoffe, wie z.B. Wolframcarbid, Tantalcarbid, Niobcarbid, Titancarbid, Wolframpulver, u.a.
- Ferrolegierungen, wie z.B. Ferrovandium, Ferromolybdän, Ferro-nickel, u.a.
- Vanadium-Chemikalien

Die Emissionen dieses Betriebes hatten in den letzten Jahrzehnten zu zwei Problemkreisen geführt :

- a. lufthygienische Probleme im Nahbereich durch Schwermetallgehalte in Staubniederschlägen (Nickel, Molybdän, Vanadium, Chrom und Kobalt), und
- b. steigende Chromgehalte im Grundwasser südlich Treibach, die eine Inbetriebnahme eines neuen Brunnens zur regionalen Wasserversorgung verhinderten

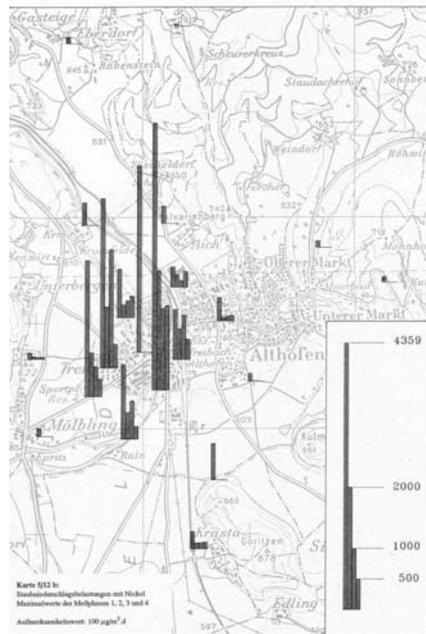


Abb.28: Maximal-Messwerte für Nickel in Staub $\mu\text{g}/\text{m}^2$ / Treibach-Althofen; aus: KOFLER et al. 1992

Parallel zu den lufthygienischen Studien wurden auch Grünfütter und Gemüse auf gesundheitsschädliche Schwermetallgehalte untersucht (RISS & GRATH 1988). Die Tatsache, dass ein Grundwasserbrunnen, der für die regionale Wasserversorgung sehr wichtig gewesen wäre, infolge der hohen Chrom Gehalte im Wasser nicht in Produktion gehen konnte, führte zur Formulierung und Vergabe einer umfassenden Studie über den Bodenzustand des Krappfeldes (PIRKL 1993b).

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden an 357 Punkten gesamte Bodenprofile chemisch untersucht; darüberhinaus wurden an ausgewählten Standorten mineralogische Phasenuntersuchungen ausgeführt. Ergänzende Probenahmen an Bachsedimenten und die Interpretation vorhandener bachsedimentgeochemischer Daten vervollständigte das Bild geogener Hintergrundverteilungen.

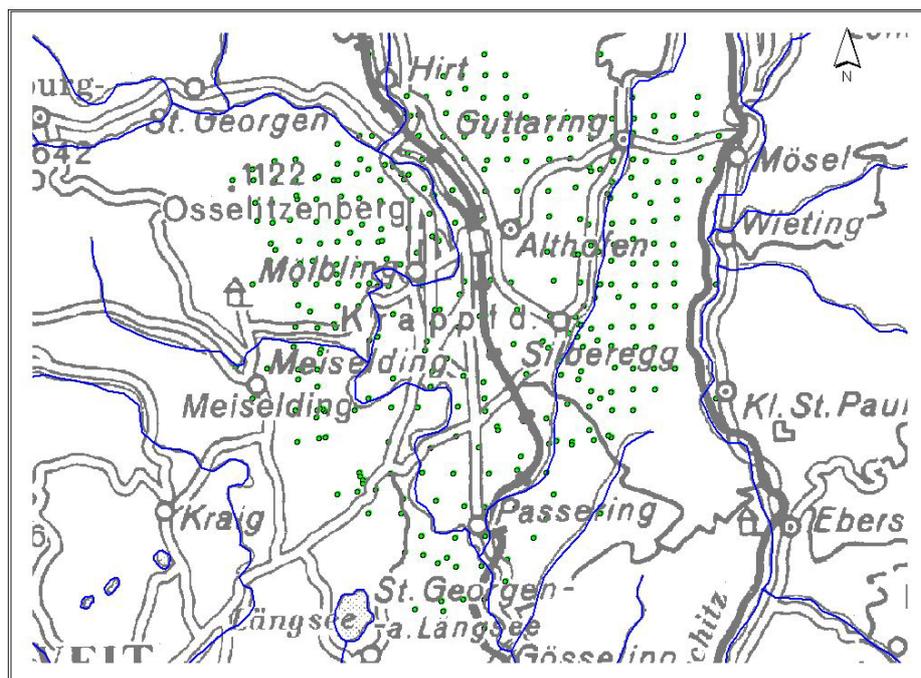


Abb.29: Verteilung der Bodenprobepunkte im Bereich des Krappfeldes (PIRKL 1993b)

Das wichtigste Ergebnis der mineralogischen Untersuchungen in diesem Projekt war die Erkenntnis, welche Schwermetall-Elemente geogene und welche technogene Quellen besitzen. Gleichzeitig lieferten sie Argumente für eine entsprechende Gruppierung →

- technogen: Ce, Ni, Cr, Mo, W, V, (Nb)
- geogen : Cr, Ni, Ti, V, (Nb), (Cu)
- geogen: Nb, Ti, (Cr), (Ni)

Daneben erlaubten die mineralogischen Untersuchungen Abschätzungen der Verwitterbarkeit der kritischen, schwermetallführenden Phasen (Risiko für die Freisetzung von Schwermetallen). Sowohl geogen, wie technogen werden hauptsächlich Nickel und Chrom in verfügbarer Form freigesetzt, etwas untergeordnet auch Vanadium, Kupfer und Zink.

Diese Erkenntnisse aus den mineralogischen Untersuchungen (in PIRKL 1993b) werden auf die bodenchemischen Daten rückübertragen und mit Hilfe der Geostatistik nachvollzogen. Visualisiert kann dies mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse an den Auflage- und Oberboden-Analysen werden.

Dies Hauptkomponentenanalyse ergibt vier Hauptfaktoren:

- Faktor 1: Al, Cr, Fe, Mg, Na, Ti, (Zn) positiv → geogen / charakterisiert die Verbreitung von basischen Gesteinen
- Faktor 2: (Cr), (Cu), Mo, Ni, V, W negativ → technogen / charakterisiert Staubdepositionen
- Faktor 3: Al, K, Na, Si positiv; (Cr), Cu, Mn negativ – geogen
- Faktor 4: Al, K, (Si), (Zn) positiv; Ca negativ - geogen

Diese Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse bestätigen die Ergebnisse der Mineralogie voll (insbesondere die Faktoren 1 und 2) und erlauben damit eine räumliche Auflösung!

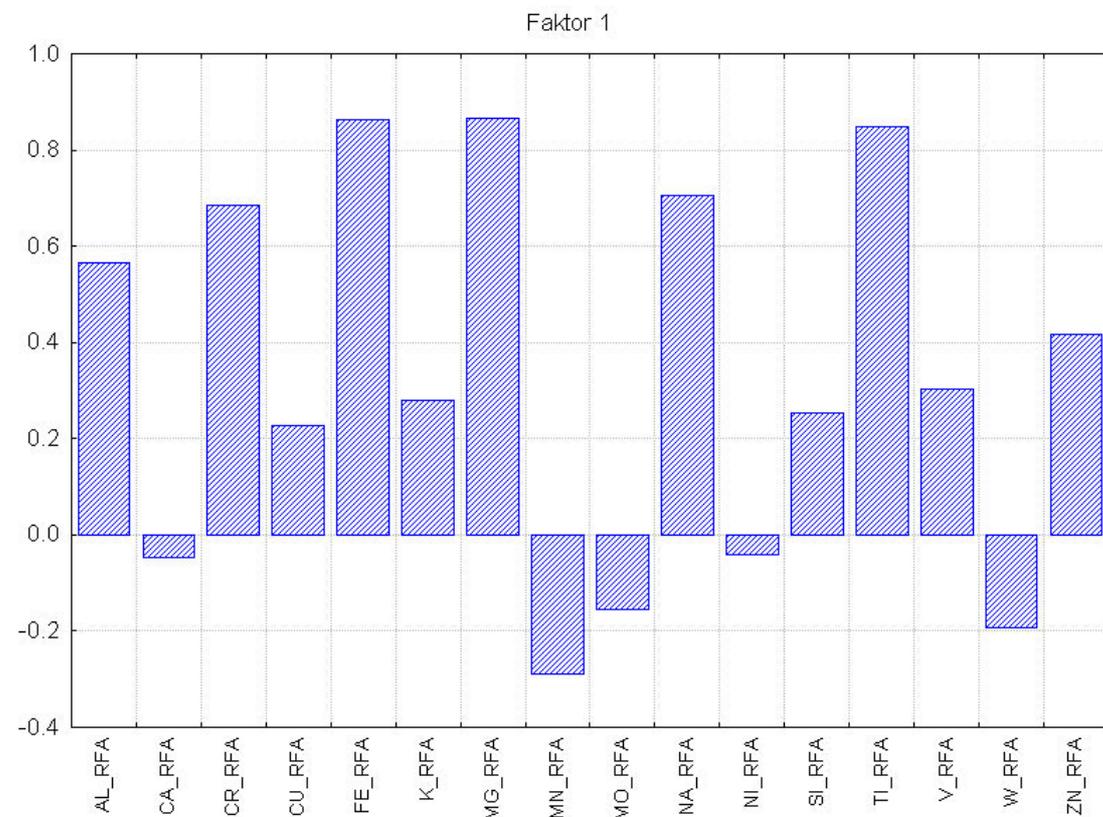


Abb.30: Krappfeld/Oberboden – Hauptkomponentenanalyse Faktor 1

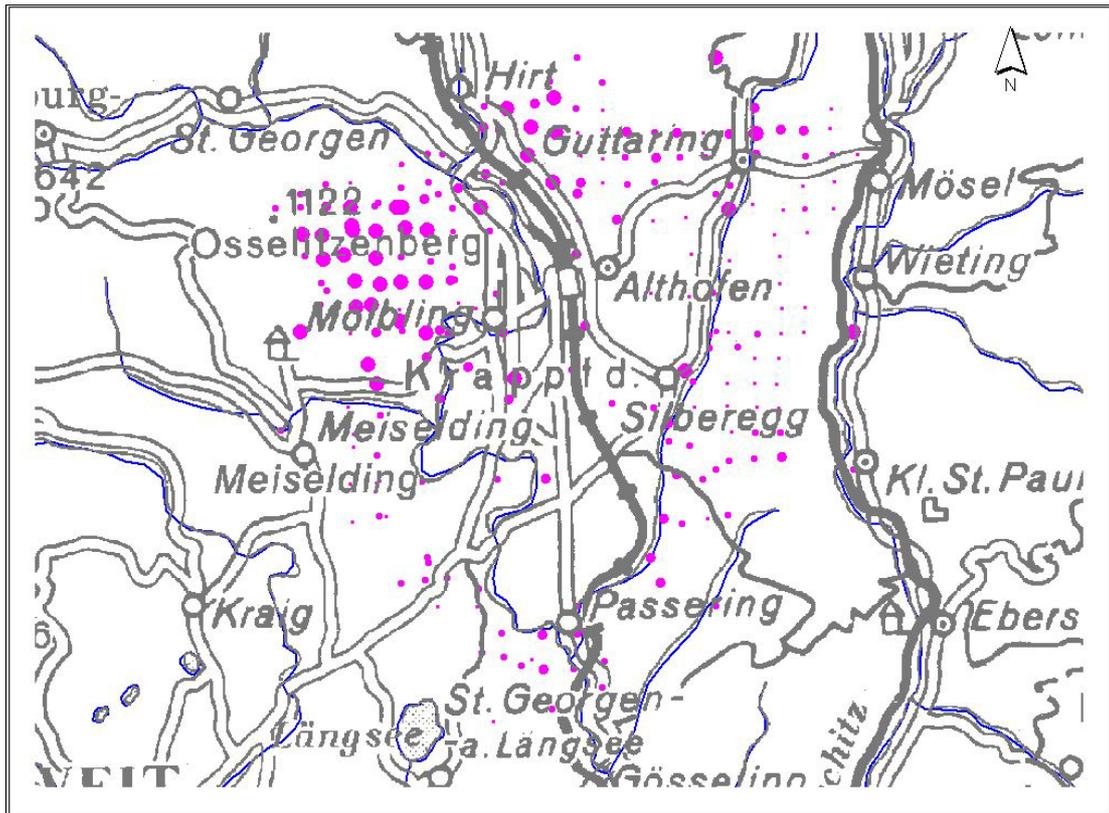


Abb.31: Räumliche Verteilung der Bodenprobepunkte mit Belegung des Faktors 1; starke Belegung in den Hangbereichen West und Nord von Treibach-Althofen → basische Gesteine der Gurktaler Decke

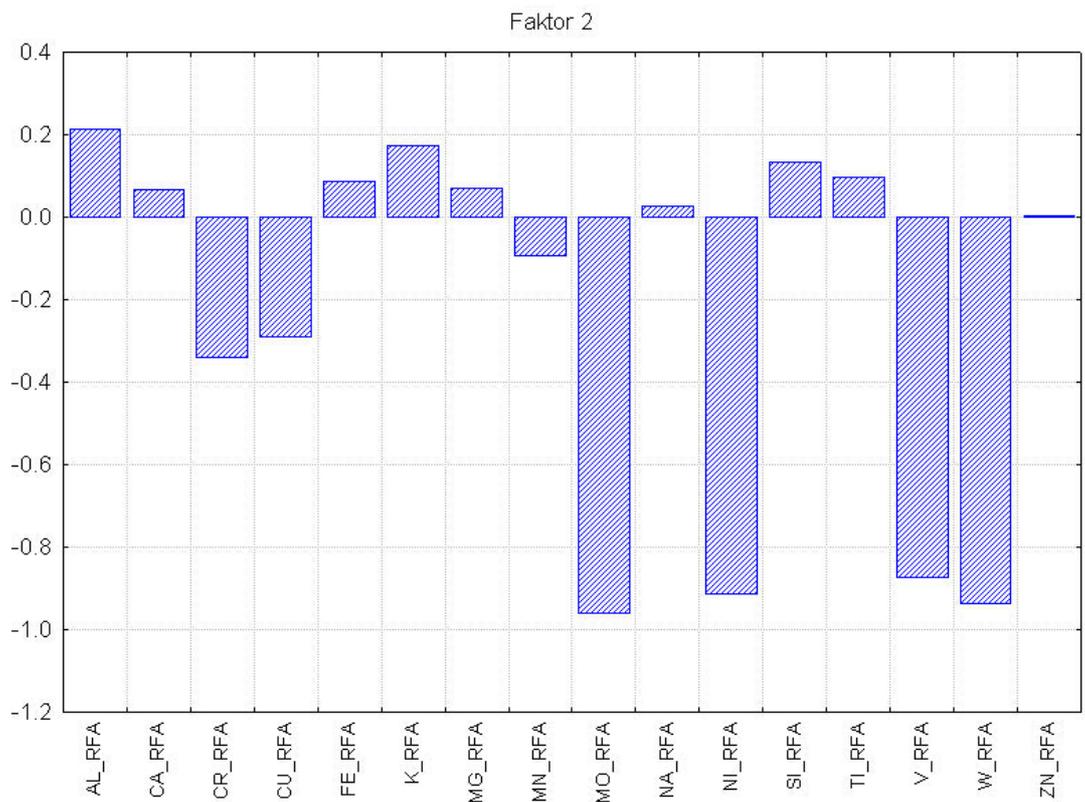


Abb.32: Krappfeld/Oberboden – Hauptkomponentenanalyse Faktor 2

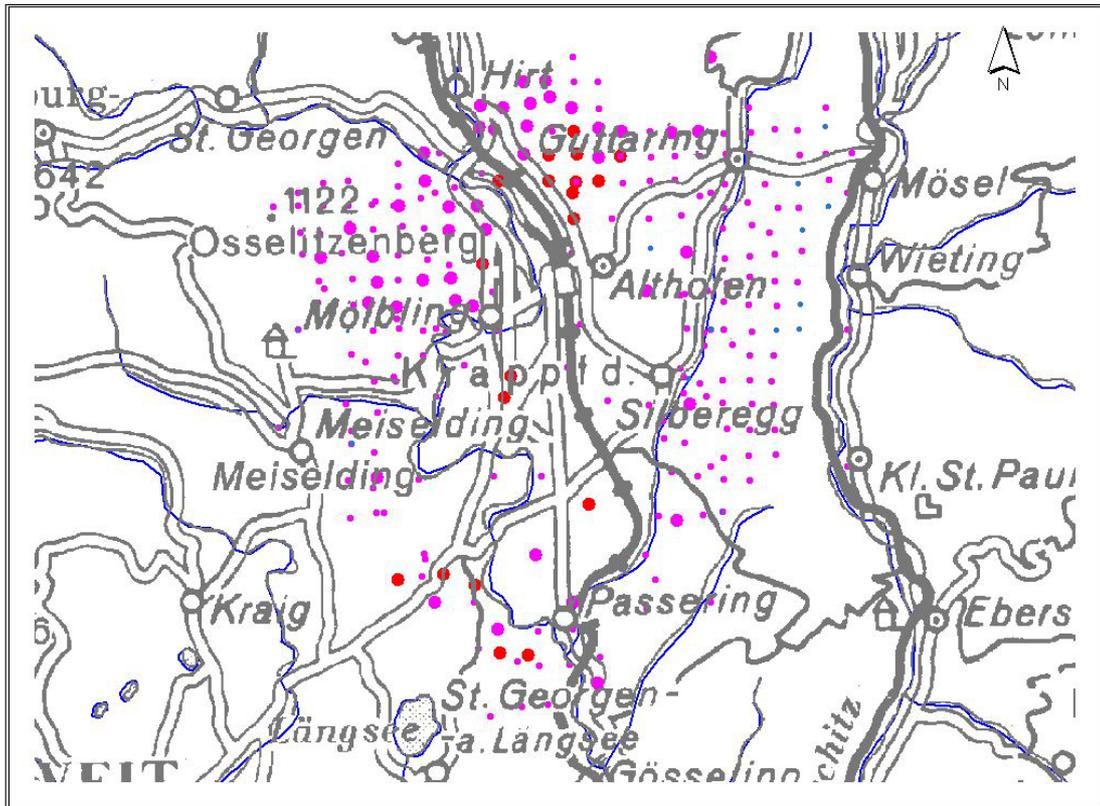


Abb.33: Räumliche Verteilung der Bodenprobepunkte mit Belegung des Faktors 2; markiert Staubemission von Treibach; starke Belegung in Nord-Süd-Richtung und Hangbereiche West von Treibach

Im Zuge des gegenständlichen Projekts wurden die mineralogischen Untersuchungen aus PIRKL 1993b gezielt weitergeführt und ergänzt. Dazu wurden drei Fragen gestellt:

- Wie ist die aktuelle Staubdeposition zusammengesetzt – im Zentrum von Treibach (Probe 010014) und etwa ca.2km südlicher bei Haidkirchen (Probe 950013)?
- Können weiter südlich auf der Höhe des Längsees noch Staubdepositionen aus Treibach nachgewiesen werden (Probe 010025)?
- Wie sieht die Zusammensetzung des aktuellen Bachsediments der Gurk im Bezug zu benachbarten Überflutungssedimenten aus im Bereich Landbrücken (Proben 010029, 010026, 010028)

Die Dokumentation der Ergebnisse der mineralogischen Untersuchungen an diesen Standorten siehe Beilage 1.9.

In der aktuellen Staubdeposition im Zentrum von Treibach (Probe 010014) finden sich zahlreiche Phasen aus Produktionsschritten der Treibacher Chem. Werke, nicht jedoch Cer- und Lanthan-führende Partikel. Einerseits wäre es möglich, dass dieser Betriebsteil zum Zeitpunkt der Probenahme nicht produzierte, andererseits könnten Staubfiltersysteme einen hohen Wirkungsgrad erreicht haben. Auffällig ist das häufige Vorkommen von Cr-, Ti-, V-führenden Schlacken, die bei der Bearbeitungskampagne 1993 nicht festgestellt werden konnten. Dies deutet auch auf Produktionsumstellungen hin. Auf Grund der Nähe des Hauptemittenten ist die Korngrößenverteilung sehr breit. Festzuhalten ist aber, dass in der kleinsten Korngröße <math><10\mu</math> Nickeloxide dominieren!

Die Schneeprobe bei Haidkirchen wurde 1995 gewonnen (Probe 950013). Dieser Punkt fiel schon bei der bodenchemischen Analytik (PIRKL 1993b) mit hohen Gehalten an Chrom, Molbdän und Wolfram im Oberboden auf. In der Probe 950013 sind zusätzlich zu den

Phasen aus der Emission der Treibacher Chem.Werke (einschl.Cer-führende Partikel) lokale geogene Einflüsse und Phasen aus Verbrennungsprozessen zu finden. In diesem Fall sind 85% der Partikel kleiner als 50 μ , davon sogar 32% kleiner 10 μ !

An der Probe 010025 beim Längsee ist auffällig, dass Phasen aus Hochtemperaturprozessen in zwei Korngrößenklassen vorliegen. Die meisten Phasen davon sind Emissionen der Treibacher Chem.Werke zuzuordnen. Die feinkörnigen Phasen aus dem Bereich Treibach wurden über Luft-Transmission in den Bereich Längsee gebracht. Von den gröberkörnigeren Schlackenphasen aus Treibach muss vermutet werden, dass Schlacken zum Teil früher auch als Dünger (P-Träger) eingesetzt wurden und diese auf einem solchen Weg in den Raum Längsee transportiert wurden. Ein Lufttransport von Schlacken-Phasen bis 1mm Längsdurchmesser ist auf solche Entfernungen (ca.10km) schwer vorzustellen.

Nahe von Probepunkt 010026 und 010028 bei Haidkirchen wurde beim Bodenprobenraster von 1991 (PIRKL 1993b) bereits eine bodenchemische Analyse ausgeführt. Die Analyseergebnisse für Schwermetalle waren dabei eher unauffällig. Trotzdem wurden hier noch einmal mineralogische Untersuchungen an den magnetischen Fraktionen der Überflutungssedimente in zwei Tiefenstufen vorgenommen – bis ca.20cm Probe 010026 und 20-40 cm Probe 010028.

Natürlich überwiegen geogene Mineralphasen (Magnetit, Rutil, Ilmenit, Granat), aber auch Schlacken von Typus Treibacher Chem.Werke sind in der Probe 010026 vorhanden. Nicht selten sind auch Phasen aus einer Röstanlage zu finden.

In der Probe 010028 nehmen Schlacken und Röstgut aus der Eisenverhüttung gegenüber Schlacken aus den Treibacher Chem.Werken in der Menge zu. Auch Phasen aus Verbrennungsprozessen sind zu finden. Vor Errichtung der Treibacher Chem.Werke war am gleichen Standort eine Eisenverhüttungsanlage für Erz aus Hüttenberg situiert. Das Überflutungssediment in 20-40cm Tiefe dürfte somit die Übergangsphase zwischen beiden Betrieben dokumentieren.

Die Schwermineralfraktion des Bachsediments der Gurk (010029) neben den Proben 010026 und 010028 ist ein Querschnitt durch die Mineralisationen im Einzugsgebiet und deren Verarbeitung (Verhüttung) – Kupfer-, Blei- und Eisenmineralisationen-, sowie der Staubemission der Treibacher Chem.Werke. Deutlich wiederum auch die Emissionen einer Eisenhütte.

4.4.3 Beispiel Reutte

Auch im Nahbereich von Reutte befindet sich ein Sondermetall-Betrieb, der pulvermetallurgisch Sinterstähle herstellt, sowie Hartmetalle und (Mo-, W-, Ta-, Nb-, Cu-...) Verbundwerkstoffe.

Der beschriebene Probepunkt (Probe 93PS2) befindet sich an der Umfahrungsstraße östlich Reutte in direkter Nachbarschaft des Metallwerks (s.Beilage 1.10).

Dominiert wird die Probe einerseits durch Schlacken aus metallurgischen Prozessen, sowie Partikel aus Gussformen und andererseits Partikel aus verschiedenen Verbrennungsprozessen (Hausbrand, Verkehr, u.a.). Der Verkehrsemissionen machen sich auch durch Bremsabrieb-Partikel bemerkbar. Aus den Phasen aus dem geologischen Untergrund kann geschlossen werden, dass Moränenmaterial aus Kristallineinzugsgebieten in der Nähe vorhanden sein muss.

Bei der Korngrößenverteilung liegt der Schwerpunkt bei Phasen >50 μ !

4.5 Komplexes Industriegebiet (südliches Wiener Becken)

Das südliche Wiener Becken ist ein traditionelles Industriegebiet mit sehr unterschiedlichen Industriezweigen, wobei die metallverarbeitenden Betriebe immer auch im Vordergrund standen.

Betrachtet man Spurenelementgehalte im Bachsediment der Schwarza vom Oberlauf bis in den Raum Neunkirchen, so sieht man sehr rasche, gegen bestimmte Anstiege bestimmter Elemente beim Übertritt von den Kalkalpen in die Grauwackenzone (bei Payerbach-Reichenau / zwischen zweitem und dritten Probepunkt) und mehrere Anstiege von Schwermetallgehalten im Raum Gloggnitz und Ternitz.

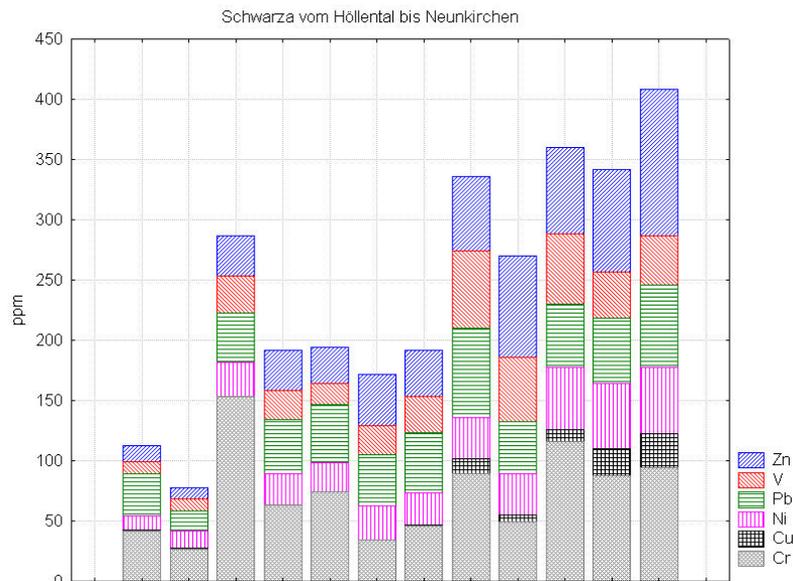


Abb.34: Bachsedimentgeochemie Niederösterreich, Spurenelementgehalte der Schwarza (Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn)

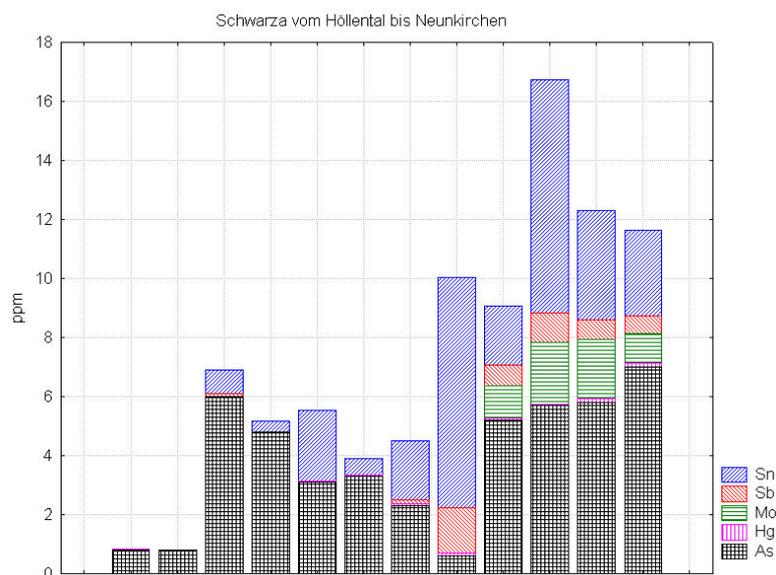


Abb.35: Bachsedimentgeochemie Niederösterreich, Spurenelementgehalte der Schwarza (As, Hg, Mo, Sb, Sn)

Den Eintritt in die Grauwackenzone markieren die Zunahme der Gehalte bei Chrom und Arsen; starke Zunahmen sind bei Antimon, Zinn, Molybdän im Raum Gloggnitz/Ternitz zu beobachten.

Um diese Situation näher zu beschreiben, wurde im gegenständlichen Projekt eine Bachsedimentprobe (Schwermineralfraktion) im Raum Schlöglmühle gezogen – Probe 01002 (s.Beilage 1.11). Diese Probe beschreibt die „Vorbelastung“ der Schwarza, bevor sie in das eigentliche Industriegebiet eintritt.

Die Probe dominieren Eisenhüttenschlacken und Rösterzprodukte aus einer Eisenhüttenanlage, wobei auffällt, dass keine Edelstahlprodukte hergestellt wurden. Untergeordnet sind auch Schlacken aus einer Kupferverhüttung anzutreffen. Da aktuell keine einschlägigen Betriebe im Raum Payerbach-Reichenau mehr zu finden sind, handelt es sich um eine historisch bedingte Belastungssituation. Auf einer topographischen Karte von der Jahrhundertwende 19./20.Jahrhundert ist ein Eisenwerk bei Hirschwang, der zugehörige Bergbau in Kleinau/Knappendorf und ein Hochofen bei Edlach eingezeichnet.



Abb.36: Kartenausschnitt Umgebung Reichenau (ca.1905)

Sozusagen am anderen Ende des Untersuchungsgebiets wurde wiederum eine Bachsedimentprobe (Schwermineralfraktion) aus der Schwarza bei Neunkirchen gezogen – Probe 01004 (s.Beilage 1.11).

Hier findet sich die ganze „Speisekarte“ der Phasen aus der Stahlproduktion, Stahlveredlung und Metallverarbeitung. Daneben treten immer wieder „Weissmetalle“ – Legierungen von Pb/Sb/Sn/Cu – auf. Damit kann aktuell kein Betrieb direkt in Bezug gebracht werden.

Entweder ist dies zu recherchieren oder es liegen auch hier historische Belastungen vor. Entlang der Piesting konnten solche Phasen an mehreren Stellen in Bachsedimenten und Böden festgestellt werden (WIMMER, AUGUSTIN-GYURITS, NEINAVAIE & PIRKL 2001). Auch dort besteht aktuell kein Betrieb, der solche Metalle in größeren Mengen verarbeitet. Als Vorprodukte dieser Metalllegierungen dienten Komplexsulfiderze aus der Grauwackenzone.

Aus dem geologischen Untergrund stammen einige Körner Zinnober und Gold.

Die Staubdeposition im Raum Ternitz/Wimpassing sollen zwei Bodenproben charakterisieren – Probe 980017 und Probe 980013 (s.Beilage 1.11).

In diesem Bereich waren schon in der zweiten Hälfte des 19.Jahrhunderts Industriebetriebe angesiedelt. Die topographische Karte von 1880 verzeichnete sowohl Stahlwerke bei Ternitz, als auch eine Kautschukfabrik bei Wimpassing.



Abb.37: Ausschnitt aus der Karte 1:75.000 Blatt Wiener Neustadt (Ausgabe 1880)

Die Bodenprobe 980017 bei Dunkelstein liegt knapp östlich des Stahlwerks Ternitz.

Die Phasen stammen aus:

- einer früheren Betriebsphase der Eisen- und Stahlproduktion (Bessemer Verfahren)
- Stahlveredlung und –bearbeitung
- Verarbeitung von Buntmetalllegierungen (Weissmetalle)?
- Verbrennungsprozessen

Die zweite Bodenprobe 980013 liegt knapp östlich des Gummiwerkes in Wimpassing. Die Phasenzusammenstellung ist sehr ähnlich der Probe 980017. Vorherrschend sind auch hier Phasen aus der Stahlveredlung und Stahlverarbeitung, sowie Phasen aus einer früheren Eisen-/Stahlproduktion. Ein weiterer Schwerpunkt der Deposition sind Staubphasen aus Verbrennungsprozessen. Im Gegensatz zur Probe 980013 fehlen hier aber die Buntmetalllegierungen. Die Korngrößenverteilung zeigt eine weite Streuung; über 55% der Phasen sind aber kleiner 50μ , davon fast 20% sogar kleiner 10μ !

4.6 Glasindustrie – Beispiel Wattens

Zur Charakterisierung von Staubemissionen eines glaserzeugenden Betriebes wurde knapp östlich der Glasfabrik in Wattens eine Bodenprobe gezogen – Probe 010030 (s.Beilage1.12).

Abhängig von den Produktionsschritten besitzen Staubphasen aus den Hochtemperaturprozessen der Glasindustrie bestimmte spezifische Merkmale:

- Calciumferrite haben praktisch immer Vanadium im Gitter eingebaut
- häufig blei- und zinkführende Schlacken
- häufig blei- und zinkführende Gläser und Silikate

Die für diesen Produktionszweig typische Verwachsung von Calciumferrit mit Apatit (beide Vanadium-führend) wurde auch an anderen Stellen nachgewiesen , z.B. im Raum Köflach (NEINAVAIE 1994a).

Der Probepunkt liegt zudem auf einer Terrassenfläche, die vor dem Bau der Autobahn zeitweise vom Inn überflutet wurde. Deshalb ist die Probe auch reich an Phasen der Metallverarbeitung und geogenen Schwermineralen mit Bezug zu kristallinen Gesteinsserien.

5. Literatur

- AIRBORNE PARTICLES EXPERT GROUP:
Source Apportionment of Airborne Particle Matter in the United Kingdom.-
Department of the Environment, Transport and the Regions, London 1999
- AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG:
Bodennutzungs- und Bodenbelastungskataster Brixlegg. Endbericht.-
Innsbruck 1995
- ANDERBERG, S., PRIELER, S., OLENDRZYNSKI, K. & DE BRUYN, S.:
Old Sins. Industrial Metabolism, Heavy Metal Pollution, and Environmental Transition in Central Europe.-
United Nations University Press, Tokyo 2000
- AUGUSTIN-GYURITS, K.:
Bericht über geochemische Charakterisierung von heimischen und importierten Kohlen und ihrer
Verbrennungsprodukte.-
Unveröffentl. Bericht Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien 1986
- AUGUSTIN-GYURITS, K., HOLNSTEINER, R., PIRKL, H. & NEINAVAIE, H.:
Umweltgeochemie der Flusssedimente Oberösterreichs.-
Unveröffentl. Bericht ÖFPZ Arsenal, Wien 1998
- AUGUSTIN-GYURITS, K., HOLNSTEINER, R., PIRKL, H., NEINAVAIE, H. & HAUSBERGER, G.:
Umweltgeochemische Untersuchung der Bach- und Flusssedimente Niederösterreichs.-
Unveröffentl. Bericht BFPZ Arsenal, Wien 1997
- BARTSCH, P. HOLZAPFEL, TH & SCHOLZ, H.:
Mineralogische Zusammensetzung von Steinkohlenflugaschen.-
TIT Fachberichte, 100/1, 1986
- BEHRENDT, H., BECKER, W.M., FRIEDRICH, K.H., DARSOW, U. & TOMINGAS, R.:
Interaction between aeroallergens and airborne particulate matter.-
Int. Arch. Allergy. Immunol., 99, 425-428, 1992
- BLUME, H.-P.:
Handbuch des Bodenschutzes. Bodenökologie und –belastung. Vorbeugende und abwehrende
Schutzmaßnahmen.-
ecomed, Landsberg a. Lech 1990
- DURRER, R. & VOLKERT, G.:
Die Metallurgie der Ferrolegierungen.-
Springer, Berlin 1953
- EILMSTEINER, W. & RISS, A.:
Nitrat, Sulfat und Chlorid im Niederschlag. Analyseergebnisse.-
Berichte, UBA-BE-056, Umweltbundesamt, Wien 1996
- FÄRBER, W.:
Mikroskopie der Metallhüttenschlacken.-
Handbuch der Mikroskopie i.d. Technik, 1/1, 519-594, Frankfurt 1957
- FBVA:
Ökosystemare Studien in einem inneralpinen Tal. Ergebnisse aus dem Projekt „Höhenprofil Zillertal“.-
FBVA-Berichte, 67, Wien 1992
- FBVA:
Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Erste Ergebnisse aus dem Projekt „Höhenprofil Achenkirch“.-
FBVA-Berichte, 70, Wien 1992
- FELFERNIG, A., NEINAVAIE, H. & STUMPFL, E.F.:
Preliminary mineralogical results from soil samples (O-horizon) of the international Barents-
Ecogeochemistry-
Project.-
Geol. Survey of Finland, Reports S/41/00008/2000, Espoo 2000

FIEDLER, H.J. & RÖSLER, H.J. (Herausg.):
Spurenelemente in der Umwelt.-
G.Fischer Verlag, Jena/Stuttgart 1993

FRANK, E. & TRIMBACHER, C.:
Russ- und Schwermetallimmissionen im Bereich einer Autobahn.-
Berichte, BE-113, Umweltbundesamt, Wien 1998

FREUDENSCHUSS, A., HUBER, S., RISS, A., SCHWARZ, S. & TULIPAN, M.:
Boden. Sonderdruck aus Umweltsituation in Österreich. Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat.-
Umweltbundesamt, Wien 2001

GREGUREK, D., REIMANN, C. & STUMPFL, E.F.:
Trace elements and precious metals in snow samples from the immediate vicinity of nickel processing plants,
Kola Peninsula, north-west Russia.-
Environmental Pollution, 102, 1-12, Elsevier, Amsterdam 1998

GREGUREK, D., REIMANN, C. & STUMPFL, E.F.:
Mineralogical Fingerprints of industrial emissions – an example from Ni mining and smelting on the Kola peninsula,
NW Russia.-
The Science of Total Environment, 221, 189-200, Elsevier, Amsterdam 1998

GREGUREK, D., REIMANN, C. & STUMPFL, E.F.:
Mineralogie, Umwelt und Nickel-Industrie: Das internationale Kola-Projekt.-
BHM, 144, 146-151, Wien 1999

GRUBER, P.:
Die chemische und mineralogische Zusammensetzung des Flugstaubes im Linzer Raum.-
ÖKO-L, 7/2, 15-24, Linz 1985

GUTHMANN, K.:
Das Problem „Reinhaltung der Luft“ unter besonderer Berücksichtigung der Eisenhütten-, insbesondere
Stahlwerksbetriebe.-
Radex-Rundschau, 1, 3-30, Wien 1958

HALBWACHS, G. (Herausg.):
Das immissionsökologische Projekt Arnoldstein.-
Carinthia II, SH 39, Klagenfurt 1982

HEINRICHS, H. & BRUMSACK, H.-J.:
Anreicherung von umweltrelevanten Metallen in atmosphärisch transportierten Schwebstäuben aus
Ballungszentren. In: MATSCHULLAT, J., TOBSCHALL, H.J. & VOIGT, H.-J.(Herausg.): Geochemie und Umwelt.-
Springer, Berlin 1997

HOJESKY, H.:
Critical Loads of Acidity for High Precipitation Areas.-
Reports, UBA-93-083, Umweltbundesamt, Wien 1993

KALINA, M.F. & PUXBAUM, H.:
Verteilung der nassen Deposition von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in Österreich.-
Inst.f.Analytische Chemie TU Wien, Wien 1994

KASPEROWSKI, E.:
Schwermetalle in Böden im Raum Arnoldstein.-
Monographien, 33, Umweltbundesamt, Wien 1993

KASPEROWSKI, E. & FRANK, E.:
Boden- und Vegetationsuntersuchungen im Bereich der Scheitelstrecke der Tauernautobahn.-
Monographien, 15, Umweltbundesamt, Wien 1989

KEIL, F.:
Hochofenschlacken.-
2.Auflage, Düsseldorf 1963

KERN, H.:
Zur Geochemie und Lagerstättenkunde des Chroms und zur Mikroskopie und Genese der Chromerze.-
Clausthaler Hefte, 6, Gebr.Bornträger, Berlin/Stuttgart 1968

- KIENOW, S. & SEEGER, M.:
Die Mikroskopie der Schamotte und Silikaterzeugnisse.-
Handbuch der Mikroskopie i.d.Technik, 4/3, 101-168, Frankfurt 1965
- KIRSCH, H.:
Technische Mineralogie.-
Vogel Verlag, Würzburg 1964
- KOCH, L.:
Schlackenforschung als Grundlage der Erforschung petrologischer Grundlagen.-
Fortschr.Mineralogie, 20, 169-238, 1936
- KÖSTLER, H.J.:
Das sterische Eisenhüttenwesen von den Anfängen des Floßofenbetriebes im 16.Jahrhundert bis zur Gegenwart.. in: ROTH, P.W. (Herausg.): Erz und Eisen in der Grünen Mark. Beiträge zum sterischen Eisenwesen.-
Beitragsband zur steirischen Landesausstellung 1984, Eisenerz 1984
- KOFLER, W., HÖRTNAGL, J., KOHLMAIER, U., HELBIG, K., KLÖTZER, W., HARNONCOURT, K, PECHINGER, U., WEGSCHIEDER, W., FRIEDL, H., HOLZER, E., KOFLER, H., LERCHER, P., RHOMBERG, K., SCHÖNEGGER, J., SMETANA, F. & JENEWEIN, I.:
Lufthygienische Schwerpunktstudie Treibach-Althofen.-
Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt 1992
- KONRAD, W. & JORDE, T.:
Abfalleinsatz in der Zementindustrie.-
Ökologieinstitut, Wien 1994
- KOVAR, A., KASPER, A., PUXBAUM, H., FUCHS, G., KALINA, M. & GREGPRI, M.:
Kartierung der Deposition von SOx, NOx, NHx und basische Kationen in Österreich.-
Institut f.Analytische Chemie TU Wien, Wien 1991
- KOVAR, A. & PUXBAUM, H.:
Nasse Deposition im Ostalpenraum. Untersuchung der nassen Deposition atmosphärischer Spurenstoffe im bereich der Arge Alp und der Arbeitsgemeinschaft Alpen-Adria.-
Institut f.Analytische Chemie TU Wien, Wien 1992
- KÜRZL, H, REIMANN, C. & WURZER, F.:
Die Identifikation von Umweltbelastungen aus regionalen Geochemiedaten – Möglichkeiten der multivariaten Datenauswertung.-
Mitt.Österr.Geol.Ges., 79, 91-106, Wien 1986
- LAHMANN, E. & JANDER, K. (Herausg.):
Schwermetalle in der Umwelt. Umwelthygienische und gesundheitliche Aspekte.-
G.Fischer Verlag, Stuttgart/New York 1987
- LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK:
Bodenschutzbericht 1999. Potentielle Kontaminationsflächen in der Steiermark.-
Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 2000
- LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK:
Bodenschutzbericht 2000. Zehn-Jahreskontrolle von 109 Standorten und Untersuchungen zur zeitlichen und kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern.-
Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 2001
- LOIBL, W.:
Umweltkartographische Beiträge zur Darstellung der gesamteuropäischen Umweltsituation.-
Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 9, 80-87, Wien 1996
- MATUSCHKA, B. & CLESS, F.:
Legierungen in der Edeltahlerzeugung.-
Stahl und Eisen, 56/27, 757-766, 1936
- MATSCHULLAT,J., TOBSCHALL, H.J. & VOIGT, H.-J.;
Geochemie und Umwelt. Relevante Prozesse in Atmo-, Pedo- und Hydrosphäre.-
Springer, Berlin/Heidelberg 1997

MERKEL, TH.:
Taschenbuch der Werkstoffe.-
Fachbuchverlag, Leipzig/Köln 1994

NEINAVAIE, H.:
Testweise Mikrosondenuntersuchungen an Ti-haltigen Schwermineralphasen im Gebiet Brück/Wandelitzen in
Hinblick auf begleitende Sonderelemente.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1988

NEINAVAIE, H.:
Anomale Elementanreicherungen in Bodenproben im Raum Leoben-Trofaia-St.Michael-Kraubath.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1989

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen von Deponiematerialdes Stahlwerkes Judenburg.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1990

NEINAVAIE, H.:
Standardisierung der Untersuchungstechnik zur geochemischen Kartierung und bei Umweltgeochemie in
Kalkarealen. Bodenprobe Nr.66/Umweltbundesamt.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1991a

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an Sinterproben – Donawitz.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1991b

NEINAVAIE, H.:
Verifizierung von 12 geochemischen Anomalien mittels Mineralphasenanalytik am Beispiel der Elemente Titan,
Niob, Wolfram, Zinn.u.a.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1991c

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an Konverterausbruchmaterial zur Klärung des Zink- und Bleigehaltes (Linz).-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1991d

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an Sinterproben – Donawitz.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1991e

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an Bleischlacke, pelletiertem Flugstaub sowie magnetischer Fraktion von
Bodenproben aus dem Gebiet Zerjav/Slowenien.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1992

NEINAVAIE, H.:
Verifizierung der anomalen Schwermetallgehalte in Boden- und Gesteinsproben. Projekt Alpe-Adria.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1993a

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an ausgewählten Proben (Mineralböden/Auflagenhorizonte) im Gebiet
Krappfeld/Kärnten zwecks Verifizierung geogener und technogener Schwermetallgehalte.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1993b

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an ausgewählten Proben (Mineralböden und Auflagehorizonte) im Gebiet
Krappfeld/Kärnten zwecks Verifizierung geogener und technogener Schwermetallgehalte.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1993c

NEINAVAIE, H.:
Mineralogisch-phasenanalytische Bearbeitung von ausgewählten Bodenprobenpunkten und Haldenmaterialien
als Instrument kausalanalytischer Bewertung von Schwermetallgehalten und deren Zuordnung zu ihren
Emissionsquellen. Teilbericht zu Forschungsprojekt „Bodengeochemie zur Bodenzustandserhebung –
Umweltbestandsaufnahme im Gebiet des Voitsberger-Köflacher Beckens“
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1994a

NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchung als Werkzeug für gezielte Ansprache und Bewertung geogener und technogener
Schwermetallverteilungen.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1994b

- NEINAVAIE, H.:
Sedimentuntersuchungen am Vordernbergerbach im Abschnitt Donawitz als Teilschritt zur Bewertung der Gewässerbeschaffenheit.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1994c
- NEINAVAIE, H.:
Mineralogisch-phasenanalytische Bearbeitung von Sedimentproben des Vordernbergerbaches.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1994d
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen in Auflage/Oberboden, Bereich Jesenice (Slowenien).-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995a
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen in Auflage/Oberboden und Haldenmaterialien, Bereich Bleiburg/Lavamünd (Kärnten).-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995b
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen in Böden und Sedimenten, Bereich Plomin (Kroatien). -
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995c
- NEINAVAIE, H.:
Ergebnisbericht zur mineralogischen Untersuchung von zwei Proben Entschwefelungsschlacke. -
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995d
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen in Auflage/Oberboden, Bereich Velenje (Slowenien).-
Unveröffentl.bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995e
- NEINAVAIE, H.:
Mineralogische Untersuchungen von Haldenmaterialien im Rahmen des Forschungsprojektes ÜLG40.
Zwischenbericht. -
Unveröffentl. Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1996
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an zwei LD-Konverterschlacken zur Abklärung der Schwefel- und Phosphorbindungsformen.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1998a
- NEINAVAIE, H.:
Mineralogische Untersuchungen an Härteablagerungen.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1998b
- NEINAVAIE, H.:
Mineralphasenuntersuchungen an Kompostmaterial. -
Unveröffentl. Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1999
- NEINAVAIE, H. & PFEFFER, W.:
Prospektion 1986 auf W, Mo und Sn in ausgewählten Gebieten des Mühl- und Waldviertels.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1987a
- NEINAVAIE, H. & PFEFFER, W.:
Wolfram- und Molybdänprospektion 1985 in Teilen Nordtirols, Osttirols, Kärntens, Salzburgs und der Steiermark sowie petrographische Untersuchungen an aufgefundenen Vererzungen im Arbeitsgebiet.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1987b
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Diskussion geogener Schwermetallverteilungen anhand verschiedener Probemedien und Analysenfiles als Basis der Arbeitsplanung im Rahmen des „Haldenkatasters“.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995a
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Dateninterpretation von Schwermetallen anhand von Sedimentuntersuchungen und Geostatistik an ausgewählten WGEV-Messstellen in Salzburg.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag BMLF, GEOÖKO, Eisenerz 1995b

- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Geogene Schwermetallverteilungen an BZI-Punkten Salzburgs.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1996a
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Bewertung von Schwermetallverteilungen in Böden und Flusssedimenten mit Hilfe angewandt mineralogischer
und geostatistischer Werkzeuge.-
Berichte Geol.Bundesanstalt, 34, Wien 1996b
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Geowissenschaftliche Bewertung von Belastungsrisiken im Bereich Schlackenbergl/Münichtal.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1997a
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Entwicklung theoretischer Modelle als Basis für ein optimiertes Screening- und Bewertungssystem zur Evaluierung
von Bergbau- und Hüttenstandorten in alpinen Kulturlandschaften.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1997b
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Aufbreitung und Komplexinterpretation geochemischer Analysendaten – Erweiterte Erläuterungen zum
Geochemischen Atlas der Republik Österreich. 1.Zwischenbericht. Technische Erläuterungen.-
Unveröffentl.Bericht Im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien 1998
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Interpretation raumbezogener geochemischer Daten. 2.Teil. umsetzung für umwelt-geowissenschaftliche
Fragestellungen (im Rahmen Projekt ÜLG 28).-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien 2000
- NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Geochemisch-mineralogische Charakterisierung von ausgewählten Einzugsgebieten in Niederösterreich. Obere
Piesting-Ybbs-Umraum Retz.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Wien 2001
- NEINAVAIE, H., PIRKL, H., SCHEDL, A., HELLERSCHMIDT-ALBER, J., ATZENHOFER, B., GSTREIN, P.,
HANSER, E. & WILFING, H.:
Screening und Bewertung von ehemaligen Bergbau- und Hüttenstandorten hinsichtlich Umweltrisiko und
Folgenutzungspotential durch einen integrierten geowissenschaftlich-humanbiologischen Ansatz am Beispiel der
Kitzbühler Alpen. 2.Zwischenbericht.-
Unveröffentl.Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien 1999
- NEINAVAIE, H., PIRKL, H., SCHEDL, A., HELLERSCHMIDT-ALBER, J., ATZENHOFER, B., KLEIN, P.,
GSTREIN, P., HANSER, E. & WILFING, H.:
Screening und Bewertung von ehemaligen Bergbau- und Hüttenstandorten hinsichtlich Umweltrisiko und
Folgenutzungspotential durch einen integrierten geowissenschaftlich-humanbiologischen Ansatz am Beispiel der
Kitzbühler Alpen. 3.Zwischenbericht.-
Unveröffentl.Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien 2000
- NEINAVAIE, H., PIRKL, H. & TRIMBACHER, C.:
Herkunft und Charakteristik von Stäuben.-
Berichte Umweltbundesamt, BE-171, Wien 2000
- NEINAVAIE, H., PIRKL, H. & UMFER, TH. :
Naturraumressourcen und Umweltsituation der Gemeinde Eisenerz – naturwissenschaftliche Basis für einen
Imagewandel der Region. Jahresendbericht für das 2.Projektjahr.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Amt der Steierm.Landesregierung, GEOÖKÖ, Eisenerz 1997
- NOLL, W.:
Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie.-
E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1991
- OBENAUER, K.:
Mikroskopische Untersuchungstechnik der Eisenhüttenschlacken.-
Handbuch der Mikroskopie i.d.Technik, 1/1, 495-518, Frankfurt 1957
- OLSEN, W.:
Forschungsergebnisse über Metall-Schlacken-Reaktionen.-
Erzmetall, 2, 328-334, 368-371, 1949

PAOLETTI, L., DIOCIAUTI, M., GIANFAGNA, A. & VIVIANO, G.:
Physico-chemical characterization of crystalline phases in fly ash.-
Mikrochim.Acta, 114/115, 397-404, 1994

PFÄNDER, N., WEINBERG, G., WILD, U. & SCHLÖGL, R.:
Partikelemissionen von Ruß und Reifenabrieb – eine vergleichende Speziesanalytik mit chemischen,
spektroskopischen und mikroskopischen Verfahren.-
VDI-Berichte, 1257, 309-312, 1996

PIRKL, H.:
Geochemische Charakterisierung typischer Einzugsgebiete in den geologischen Großeinheiten der Region
Amstatten-Waidhofen a.d.Ybbs.-
Unveröffentl.Bericht, Wien 1991

PIRKL, H.:
Interpretation geochemischer Daten für interdisziplinäre regionale Fragestellungen.-
Berichte Geol.Bundesanstalt, 25, Wien 1992

PIRKL, H.:
Ansätze zur Erarbeitung eines Erhebungs- und Bewertungssystems ehemaliger Bergbau- und Hüttenstandorte
hinsichtlich ihres Risiko- und Folgenutzungspotentials.-
Unveröffentl.Bericht, Wien 1993a

PIRKL, H.:
Beschreibung des Bodenzustandes im Krappfeld hinsichtlich Problemelementbelastung in Abhängigkeit des
geogenen Angebots bzw.der anthropogenen Beeinflussung sowie die Bewertung von Böden in der Funktion als
Schutzschicht über dem Grundwasser. Abschlussbericht.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1993b

PIRKL, H.:
Standardisierung der Untersuchungstechnik zur geochemischen Kartierung und bei Umweltgeochemie in
Kalkarealen. 2.Phase.-
Unveröffentl.Bericht GEOÖKO, Eisenerz 1995

PIRKL, H.:
Interpretation raumbezogener geochemischer Daten im Grenzbereich Wald-/Weinviertel.-
Unveröffentl.Bericht, Wien 1996a

PIRKL, H.:
Metadatendokumentation öffentlich zugänglicher Datensätze raumbezogener geochemischer Kartierungen in
Österreich.-
Unveröffentl.Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien 1996b

PIRKL, H.:
Biomonitoringprogramm Raum Linz 1996. Gruppierung der Probepunkte nach geo-lithochemischer
Standortcharakteristik.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag OÖ Umweltschutz, Wien 1997

PIRKL, H.:
Zusammenführung und Diskussion geochemischer Daten mehrerer Umweltmedien – Gesteine, Böden,
Bachsedimente, Wässer – für den Bereich des mittleren Ybbs-Einzugsgebietes (im Rahmen Na6p/F).-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien 1998a

PIRKL, H.:
Vergleichende Auswertung und Diskussion geochemischer Daten – Bezirk Scheibbs/NÖ (im Rahmen des
Projektes NC40 – Geogenes Naturraumpotential Bezirk Scheibbs).-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien 1998b

PIRKL, H.:
Interpretation geochemischer Daten im Rahmen von Wasserhöflichkeits- und Naturraumpotentialprojekten.-
Unveröffentl.Bericht, Wien 1999a

PIRKL, H.:
Zusammenführung und Interpretation geochemischer Analysen für den Bereich der OÖ Kalkalpen östlich der
Enns (im Rahmen OA30) – Abschlussbericht.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Geol.Bundesanstalt, Wien 1999b

- PIRKL, H.:
Mineralogisch-geochemische Methoden zur Bewertung der Umweltrelevanz von Staubdepositionen.
Zwischenbericht.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag BMBWK, Wien 2001
- PIRKL, H. & KRALIK, M.:
Ergebnisse einer umweltgeochemischen Flußsedimentbeprobung im südlichen Wiener Becken und nördlichen Wechsel.-
Berichte der Geol.Bundesanstalt, 12, Wien 1988
- PIRKL, H. & NEINAVAI, H.:
Umweltgeochemische Flußsedimentbeprobung Niederösterreichs – Kornfraktion 180µ und 40µ.
Primärauswertung und erste Interpretationsansätze.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal, GEOÖKO Eisenerz 1996
- PIRKL, H., WENZEL, W. & POLLAK, M.:
Bericht über Auswertung bach- und bodenchemischer Daten als Basis der Definition litho- und pedogener Schwermetall-Backgroundwerte.-
Unveröffentl.Bericht im Rahmen des Forschungsprojektes „Bodenzustandsaufnahme Voitsberger-Köflacher Becken“, Wien 1994
- PLÖCKINGER, H. STRUBE, H.:
Die Edelstahlherzeugung.-
Springer, Wien/New York 1965
- RAMDOHR, P.:
Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.-
2.Auflage Akademie Verlag, Berlin 1975
- RISS, A. & GRATH, J.:
Untersuchungen zur Umweltsituation im Raum Treibach. 1.Zwischenbericht.-
Interne Berichte, UBA-IB-090, Umweltbundesamt, Wien 1988
- RITTER, M., POUPA, ST. & WAITZ, E.:
Aktualisierung der Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1999.-
Berichte, BE-181, Umweltbundesamt, Wien 2001
- RÖSLER, H.J. & LANGE, H.:
Geochemische Tabellen.-
Enke, Stuttgart 1976
- SCHEDL, A. et al.:
Systematische Erhebung von Bergbauhalden mineralischer Rohstoffe im Bundesgebiet. Jahresendbericht ÜLG40/96.-
Unveröffentl.Bericht Geol.Bundesanstalt, Wien 1997
- SCHINDLER, I. & RONNER, C.:
Stand der Technik bei der Glasherstellung.-
Reports, UBA-R-152, Umweltbundesamt, Wien 1998
- SCHNEIDER, J.:
Kartierung der nassen Deposition in Österreich.-
Berichte, BE-104, Umweltbundesamt, Wien 1998
- SCHOLGER, R. & HANESCH, M.
Einsatz geophysikalischer Messmethoden als ökonomische Indikatoren für geogene und anthropogene Schwermetallanreicherungen in Böden der Steiermark. Endbericht 2000.-
Unveröffentl.Bericht Institut für Geophysik/Montanuniversität Leoben, Leoben 2000
- SEELIGER, E. & MÜCKE, A.:
Kosmischer Staub oder irdischer Verbrennungsfunkel?.-
Chemie der Erde, 33, 1974
- SMIDT, ST.:
Messungen der nassen Deposition in Österreich.-
FBVA Berichte, 27, Wien 1988

- SMIDT, ST.:
Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.-
FBVA Berichte, 50, Wien 1991
- SPANGL, W. & SCHNEIDER, J.:
Luftgütemessungen und meteorologische Messungen des Umweltbundesamtes. Jahresbericht 2000.-
Umweltbundesamt, Wien 2001
- SPANGL, W. & SCHNEIDER, J.:
Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2000.-
Umweltbundesamt, Wien 2001
- SPINDELBALKER, CH., RISS, A., HACKL, J., HOJESKY, H., KASPEROWSKI, E., MÜLLEBNER, M., NOWAK, H. & PESCHEK, R.:
Montanwerke Brixlegg. Wirkungen auf die Umwelt.-
Monographien, 25, Umweltbundesamt, Wien 1990
- STRASSEN, H.:
Neuere Forschungen über Mehrstoffsysteme mit Eisenoxiden.-
Fortschr.Mineralogie, 20, 239-289, 1936
- STRZYSZCZ, Z. & MAGEIRA, T.:
Magnetic Record of Industrial Dust Deposition in Polish Ombotrophic Peat Bogs.-
Inst.of Environmental Engineering/Polish Acad.of Sciences
- TAPPLER, P., SPRITZL, G. & THEURER, W.:
Luftverunreinigungen in Innenräumen.-
Österr.Bundesinstitut f. Gesundheitswesen, Wien 1995
- THALMANN, F.:
Geochemischer Atlas der Republik Österreich. Böhmisches Masse und Zentralzone der Ostalpen –
Bachsedimente.-
Geol.Bundesanstalt, Wien 1989
- THALMANN, F., RONGE, W. & NEINAVAIE, H.:
Altlastenerhebung Judenburg.-
Unveröffentl.Bericht VOEST-ALPINE, Eisenerz 1989
- TRIMBACHER, C.:
Fichtennadeluntersuchungen in Österreich. Analysenergebnisse 1996.-
Berichte, BE-105, Umweltbundesamt, Wien 1998
- TRIMBACHER, C. & NEINAVAIE, H.:
Identifizierung und Versuch einer Quellenzuordnung von Staubpartikeln mittels integrierter mineralogischer und
rasterelektronenmikroskopischer Analytik. Graz – Don Bosco.-
Unveröffentl.Bericht Umweltbundesamt, Wien 2001
- TRIMBACHER, C. & NEINAVAIE, H.:
Studie zur Ermittlung der Herkunft von Stäuben an sechs ausgewählten Messpunkten in Graz.-
Unveröffentl.Bericht im Auftrag Amt der Steierm.Landesregierung Fachabteilung 1a,
Umweltbundesamt/Geologische Bundesanstalt, Wien 2002
- TRIMBACHER, C. & WEISS, P.:
Nadeloberflächenparameter und Elementgehalte von Fichtennadeln ausgewählter Industriestandorte.
Gesamtergebnisse 1997.-
Berichte, BE-174, Umweltbundesamt, Wien 2000
- TRÖGER, W.E.:
Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.-
Teile 1 und 2, E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1969
- TROJER, F.:
Mineralogische Untersuchungsverfahren auf dem Gebiet des Hüttenwesens mit Beispielen über
Verschleißvorgänge an Gittersteinen.-
Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V., 38/12, 557-566, 1961
- TROJER, F.:
Die oxidischen Kristallphasen der anorganischen Industrieprodukte.-
E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1963

- TROJER, F.:
Die Kristallkomponenten der gebrannten Magnesit- und Chrommagnesitsteine.-
Handbuch der Mikroskopie i.d.Technik, 4/3, 171-197, Frankfurt 1965a
- TROJER, F.:
Zur Mikroskopie des Portland-Zement-Klinkers und seiner Rohstoffe.-
Handbuch der Mikroskopie i.d.Technik, 4/3, 333-389, Frankfurt 1965b
- TROJER, F.:
Zur Sammelkristallisation des Periklases.-
Radex-Rundschau, 6, 286-293, 1966
- TRÖMEL, G. & JÄGER, W.:
Untersuchungen im System Eisen-Eisenoxyd-Kalk.-
Archiv für Eisenhüttenwesen, 26/11, 687-700, 1955
- UMWELTBUNDESAMT:
Untersuchungen zu Umweltsituation im Raum Treibach. 2.Zwischenbericht.-
Interne Berichte, UBA-IB-165, Umweltbundesamt, Wien 1989
- UMWELTPRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE DES LANDES OBERÖSTERREICH:
Prüfbericht des OÖ Zentrallabors. Inhaltsstoffe in Nass- und Trockendeposition Oberösterreich 1997-2000.-
Unveröffentl.Bericht Amt der OÖ Landesregierung, Linz 2001
- VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE:
Schlackenatlas.-
Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf 1981
- VOGEL, W.R.:
Die Treibacher Chemischen Werke. Wirkungen auf die Umwelt.-
Monographien, 26, Umweltbundesamt, Wien 1991
- VOLAND, B. & GÖTZE, J.:
Gesetzmäßigkeiten der geochemischen Zusammensetzung von Aerosolen unterschiedlicher Herkunft.-
Z.angew.Geol., 34, 1988
- WARNECKE, G.:
Meteorologie und Umwelt. Eine Einführung.-
Springer, Berlin/Heidelberg 1991
- WEISS, P., RISS, A. & TRIMBACHER, C.:
Schadstoffe im Raum Linz.-
Monographien, 20, Umweltbundesamt, Wien 1992
- WERNER, M, ADAM, K. & SCHREITER, P.:
Die chemische Zusammensetzung der Glasphase und quantitative Phasenbestände von Flugaschen
braunkohlenbefuerter Großkessel.-
Silikatechnik, 39/8, 1988
- WECHT, P.:
Mikroskopie der technischen Siliziumkarbide.-
Handbuch der Mikroskopie i.d.Technik, 4/3, 201-212, Frankfurt 1965
- WEDEPOHL, K.H.:
Handbook of Geochemistry.-
Springer, Berlin/New York 1967-1978
- WIMMER, B., AUGUSTIN-GYURITS, K., NEINAVAIE, H. & PIRKL, H.:
Einzugsgebietsbezogene Detailbearbeitung der Bachsedimentgeochemie Niederösterreichs.-
Unveröffentl.Bericht Austrian Research Center Seibersdorf, Seibersdorf 2001
- WIMMER, B., AUGUSTIN-GYURITS, K. & PIRKL, H.:
Umweltgeochemische Untersuchungen der Bach- und Flusssedimente Salzburgs auf Haupt- und
Spurenelemente zur Erfassung und Beurteilung geogener und anthropogener Schadstoffbelastung.-
Unveröffentl.Bericht Austrian Research Center Seibersdorf, Seibersdorf 2002
- WINIWARTER, W. & SCHNEIDER, M.:
Abschätzung der Schwermetallemissionen in Österreich.-
Reports, UBA-95-108, Umweltbundesamt, Wien 1995

YAKHNIN, E., STUKEY, G., BETHATOVA, M., TOMILINA, O., TIMONINA, E., PROLETARSKAYA, E., AHLVED, C., LAHERMO, P., TANSKANEN, H., ILMASTI, M., KALLIO, E. & PAUKOLA, T.:
Geochemistry of Atmospheric Deposition in the Kymi District (Finland) and in the Kaurelian Isthmus (Leningrad/Russia).-
Report of Investigation, Geol.Survey of Finland, 1997

ZECHMEISTER, H.:
Biomonitoring der Schwermetalldepositionen mittels Moosen in Österreich.-
Monographien, 42, Umweltbundesamt, Wien 1994

ZEDNICEK, W.:
Mineralogische Untersuchungen an gebrauchten basischen feuerfesten Steinen zur Beurteilung von Verschleißvorgängen.-
Radex-Rundschau, 4/5, 323-341, 1968

ZSCHACH, S.:
Mineralogische Eigenschaften von Braunkohlenfilteraschen.-
Chem.Erde, 37, 330-356, 1978

Anhang:

Tabellarische Übersicht aller bisher in verschiedenen Forschungsprojekten bearbeiteten technogenen Phasen (Stand Mitte 2002)

Phase	Anmerkung	Spurenelemente und Schwermetalle
Akermanit	(Ca,Mg)Silikat	
Alabandin	Mangansulfid	Mn
Aluminium-Zink-Legierung		Zn
Aluminium-Kupfer-Nickel-Eisen-Legierung		Cu, Ni
Anhydrit		
Anglesit	Bleisulfat	Pb, Zn, Cd, Cl
Antimon-Blei-Legierung		Sb, Pb
Antimon-Eisen-Legierung		Sb
Apatit		P, V, Ni
Arsen-Eisen-Legierung		As
Azurit	Kupferkarbonat	Cu, Sb, As
Bleiglanz		Pb, Cd
Bleioxid		Pb
Bleisilikat		Pb
Blei-Eisen-Calcium-Silikat		Pb
Blei-Antimon-Legierung		Pb, Sb
Blei-Zinn-Legierung		Pb, Sn
Blei-Zinn-Oxid		Pb, Sn
Blei-Zinn-Hydroxid		Pb, Sn
Bornit	Eisen-Kupfersulfid	Cu, Ni, Mn, As, Sb
Brucit	Magnesiumhydroxid	
Bronze		Cu, Sn, Ni, Mo
Bredigit	α -Dicalciumsilikat	
Bremsbelagabrieb		Fe, Cu
Brownmillerit	(Ca,Al)-Eisenoxid	Cr, V, P, Nb, Ba
Calciumaluminat		V, Cu, Zn
Calciumferrit	(Ca,Fe)-Oxid	Cr, Ni, V, Mn, P, Cu, Pb, Zn, Nb, Ta, Ce, Ba
Calciumsilikate		Cr, Ni, V, Pb, Zn, P, Mn, Cl
Calcium-Aluminium-Silikate		
Calcium-Eisen-Mischsulfid		
Calcium-Phosphor-Silikat		P, Ba, Cl
Calcium-Kupfer-Nickel-Silicid		Cu, Ni
Calciumwüstit	(Ca,Fe)-Oxid	Mn
Cerussit	Bleikarbonat	Pb, Cd, Zn
Ceroxid		
Cerferrit	(Ce,Fe)-Oxid	Ce, La, Nd, Pr, Ge, N
Cristobalit	SiO ₂	
Ceroxid		Ce
Chromspinelle		Cr, Ni, Mo, Zn, Cl
Chrommagnetit		Cr, Ni
Chrom-Titan-Vanadium-Eisen-Spinell		

Chrom-Vanadiumspinell		Cr, V
Chrom-Zink-Spinell		
Chrom-Vanadium-Eisen-Oxid		Cr, V, Fe
Chrysokoll	Kupfersilikat (+H ₂ O)	Cu
Cuprit	Kupferoxid	Cu, Ni, S, Sb, Zn, As
Cubanit	Eisen-Kupfersulfid	Cu
Covellin	Kupfersulfid	Cu
Cuprospinell		Cu, Mn
Digenit	Kupfersulfid	Cu, Sb, As, Ni
Delafossit	Kupfer-Eisenoxid	Cu, Ni
Diopsid	(Ca,Mg)-Silikat	
Eisenkarbonat, geröstet		
Eisen-Manganhydroxide		Mn, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, V, P, Cl, S
Eisen-Arsen-Legierung		As, Cu, Mn
Eisen-Titanmischoxid		Cr, P, Mn
Eisen-Antimonlegierung		Sb, Ni, Cu, As
Eisen-Kupfer-Hydroxid		Fe, Cu
Eisenphosphid		V
Ettringit	(Ca,Al)-Sulfat (+H ₂ O)	
Ferrolegerungen		Cr, Ni, V, Mo, W, Mn, Zn
Eisen-Wolframkarbid		W, Ni, Cu, As
Fayalit	Fe-Silikat (Olivingruppe)	Mn, Cu
Freier Kalk		Mn
Ferberit	W-Fe-Oxid	W
Farbpigmente		Pb, Cl, Cr, Zn, B, S, Ti, Ba
Ferromangan		Mn, Cr, V
Ferrosilizium		Cr, Ni, Cu, V, Mn, Ga, P, N
Ferrochrom		Cr, Ni
Ferronickel		Ni, Cr, Cu, V
Franklinit	Zinkferrit	Zn, Ni, Mn, Pb, As
Fluorit		F
Gahnit	Zinkspinell	Zn, Cr, Pb, V, Cd
Graphit		
Glaukochroit	Mn-Monticellit (Olivingruppe)	Mn
Gehlenit	(Ca,Mg,Al)-Silikat (Melilithgruppe)	Mn, Ni
Gips		Pb
Glasphase		Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, Cd, Cl, S, B, V, Ga, Zr, Ba, Mn, P, F
Gudmundit	(Sb,Fe)-Sulfid	Sb
Hämatit		Mn
Hedenbergit	Pyroxengruppe	Cu
Hydrozinkit	Zinkhydroxid	Zn, Pb
Jakobsit	Eisen-Manganoxid	Mn, Zn, V, Ni
Keramik		Cu, S, Mn, P
Kirchsteinit	Fe-Monticellit (Olivingruppe)	Mn
Knebelit	Manganolivin	Mn, P, Cl
Korund		Ga, Ni
Koks		
Kohle		
Kunststoffe		Zn, Pb
Kupfer-Arsenantimonid		Cu, As, Sb, Ni, Hg
Kupferglanz	Kupfersulfid	Cu, Ni, Sb, As, Co, Zn
Kupfersulfat		Cu
Kupfer-Zinn-Legierung		Cu, Sn

Kupfer-Zinn-Nickel-Legierung		Cu, Sn, Ni, W
Kupfer-Antimon-Nickel-Legierung		Cu, Sb, Ni
Kupfer-Antimon-Eisen-Legierung		Cu, Sb, Fe
Kupfer-Nickel-Zinn-Eisen-Legierung		Cu, Ni, Sn, Fe
Kupfer-Zinn-Nickel-Eisen-Legierung		C
Larnit	β -Dicalciumsilikat	
Larsenit	(Pb,Zn)-Silikat	<u>Pb</u> , <u>Zn</u> , V, Cd, Ba, P
Laurionit	Bleichlorid	<u>Pb</u> , <u>Cl</u> , Zn, Cd
metallisches Eisen		Cr, Ni, Ca, As, Co, Mn, S, P, W, Mo
metallisches Kupfer		<u>Cu</u> , Ni, Sb, Cl, As, S, Co, Zn
metallisches Aluminium		
metallisches Silber		Ag
metallisches Titan		Ta
metallisches Blei		Pb
metallisches Silizium		Ni, N
metallisches Nickel		Ni, Cr, Cu, Co
metallisches Vanadium		V
metallisches Zinn		Sn
metallisches Zink		Zn
metallisches Molybdän		
Malachit	Kupferkarbonat	<u>Cu</u> , As, Sb, Ni
Messing		<u>Cu</u> , <u>Zn</u> , Ni
Manganosit	Manganoxid	Mn
Magnetit		V, Ni, Pb, Zn
Magnetkies	Eisensulfid	Cu, Ni, Zn
Maghemit	Eisenoxid	Mn
Melanterit	Eisensulfat	Ni, Cu
Magnesiocorundum	(Mg,Fe)-Oxid	Cr, Ni, Mn, Cu, Zn
Magnesiowüstit	(Mg,Fe)-Oxid	Ni, Cu, V, P, Zn
Merwinit	(Ca,Mg)-Silikat	Mn, Ni, P
Mullit	Aluminiumsilikat	
Mennige	Bleioxid	Pb, Cd, Zn
Meliolithmischkristalle	(Ca,Al,Mg,Fe)Silikate	Cr, Ni, Cu, V, Pb, Zn, P
Molybdän-Chrom-Eisen-Spinell		Mo, Cr
Neusilber		<u>Cu</u> , <u>Ni</u> , Zn
Nickelsilikat		<u>Ni</u> , Zn, Cl
Nickelsulfid		Ni
Nickel-Eisen-Sulfid		Ni
Nickel-Aluminium-Eisen-Mischoxid		Ni
Nickel-Kupfer-Zinn-Legierung		Ni, Cu, Sn
Nickel-Ferrosinell		<u>Ni</u> , Mn
Olivinmischkristalle		Mn, Zn, Ni, P, Cu, Cr, V, Pb
Oldhamit	Calciumsulfid	Mn
organisches Material (Wurzel)		Pb, Zn, Cu
Periklas	Magnesiumoxid	Mn
Phosphorsilikat		
Plumboferit	(Pb,Fe)-Oxid	<u>Pb</u> , Zn, V
Portlandit	Calciumhydroxid	
Plastik		Cr, Zn, Pb
RO-Phase	(Ca,Mg,Mn,Fe)-	<u>Mn</u> , Cr, V, P, Ni, Zn

	Mischoxide	
RO-R ₂ O ₃ -Phase	(Fe,Mn,Cr,Ni,Zn)- Mischoxide	<u>Mn</u> , <u>Cr</u> , <u>Ni</u> , <u>Zn</u> , Cu, P, V, Pb
Rankinit	Tricalciumsilikat	
Scheelit	CaWO ₄	W
Spinell	(Fe,Al,Mg)-Oxid	Cr, Ni, Cu, <u>Zn</u> , Mn, V, P
Smithsonit	Zinkkarbonat	<u>Zn</u> , Pb
Siliziumkarbid		
Silizium-Aluminium- Eisen-Mischlegierung		Cu, Fe
Silizium-Calcium- Legierung		
Silizium-Mangan-Eisen- Legierung		
Sillimanit	Aluminiumsilikat	
Titansulfid		V, Cr
Titannitrid		Ti
Titan-Eisen-Silizium- Legierung		Ti, Fe
Titan-Vanadium-Eisen- Mangan-Mischoxid		Ti, V, Fe, Mn
Titanweiß	Ti-Oxid	Ti
Tridymit	SiO ₂	
Vanadiumspinell		<u>V</u> , Ni
Vanadiumoxid		V
Wüstit	(Mn,Fe)-Oxid	Mn, P, Ni, V, Zn, Pb
Wolframit	(Fe,Mn)-Wolframoxid	<u>W</u> , Ni
Wollastonit	Tricalciumsilikat	
Wolfram-Molybdänoxid		W, <u>Mo</u> , Cr, Ni, V, Mn, Yb
Wolfram-Chromstahl		Cr, W, V, Zn
Wolfram-Chrom- Vanadium-Eisen- Legierung		W, Cr, V, Fe
Wolfram-Chrom- Vanadium-Eisen- Mischoxid		W, Cr, V, Fe
Wolfram-Molybdän- Mischoxid		W, Mo
Willemit	Zinksilikat	<u>Zn</u> , Pb
Zinkit	Zinkoxid	Zn, Pb
Zinkhydroxid		Zn
Zinkblende	Zinksulfid	<u>Zn</u> , V, Pb, Cu, Cd
Zinkchlorid		Zn
Zinksulfat		Zn
Zinkweiß	ZnO	Zn, Pb
Zinkoxid	SnO	Sn
Zinn-Antimon-Legierung		Sn, Sb
Zinn-Antimon-Blei- Legierung		Sn, Sb, Pb
Zinn-Eisen-Legierung		Sn
Zinn-Kupfer-Legierung		Sn, Cu
Zinn-Kupfer-Oxid		Sn, Cu
Zinnbronze		Sn, Cu, Ni, Pb

Beilage 1

Dokumentation Standortuntersuchungen (mineralogische Phasenanalytik)

Beilage 1.1

Standortuntersuchungen Raum Leoben/Donawitz

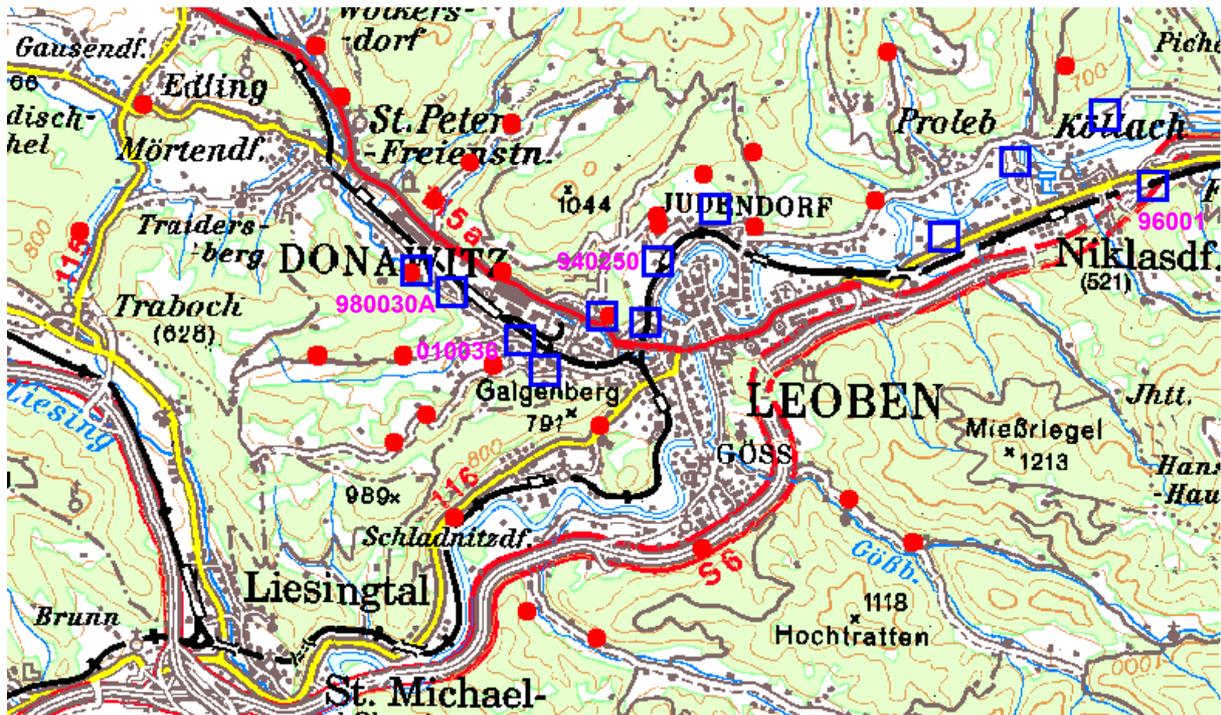


Abb.1.1.1: Lage der Probepunkte Bereich Leoben/Donawitz

Probennummer: 96001

Probenart: Schnee (Filterrückstand)

Lokalität: Niklasdorf (westl. Foirach)

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	meist Bestandt. von Sintererzprod.
Hämatit	+++	in Röstgut
Wüstit	++	Mangan-führend
Calciumferrit	+++	
Chromit	+	
RO, RO-R2O3	++++	Mischoxide aus Mn,Fe (Cr,W,V,Mg,Ca)
Periklas	++	
Eisenhydroxide	+++	
Rutil	+	
Kupferkies	+	
metall. Eisen	+++	als Leisten und scharfkantige
	+	Partikeln, Mn-führend
Messing	+	in Bremsbelagabriebsprodukten
(Si,Mn,Fe)-Legierung	+	
Chrom-Stahllegierung	++	

Koks, Kohle, Graphit, Ruß	++++	
Glasphase	++	z.T. globular
Olivinmischkristalle	+	
Baryt	+	in weißen Farbpigmenten
ZnO (Zinkweiß)	+	in weißen Farbpigmenten
TiO ₂	+	in weißen Farbpigmenten
Serpentin	+++	Streugut
Dolomit	++	Streugut ?
Calcit	+	
Kunststoff (Schmelzperlen)	++	weiß, rot u. blau (Papierfabrik ?)
Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++	
Schlacken	+	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromit, RO-R₂O₃-Phasen (meist globular), Fe-Hydroxid, Chrom-Stahllegierung (Späne), Calciumferrit, Glasphase

Kupfer

Eisenhydroxide, Kupferkies, Messing (Bremsbelagabrieb)

Vanadium

Eisenhydroxide, RO-R₂O₃-Mischoxide

Zink

Farbpigmente

Molybdän

RO-R₂O₃-Mischoxide

Baryt

Farbpigmente

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	45 %
< 50 µm	36 %
< 100 µm	14 %
< 200 µm	5 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel globulare Partikel aus (Fe,Mn,Mg,Ca,Cr,V)-Mischoxiden, Calciumferriten und Glasphase
- * sehr viel Koks und graphitisches Material sowie Restkohle und Ruß (Hausbrand)
- * häufig Serpentinminerale ± Chromit (Streugut)
- * nicht selten leisten bis tafelig ausgebildete Partikeln aus metall. Eisen (z.T. Cr-hältig), Graphit, (Messing) und Fe-Hydroxide (es handelt sich hier um Bremsbelagabriebsprodukte)

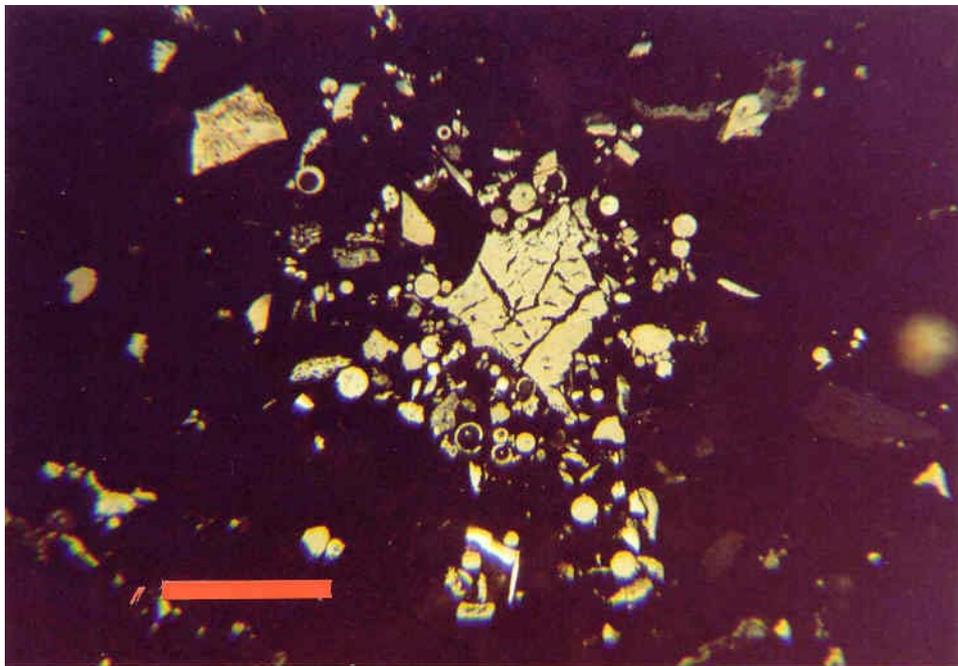


Abb.1.1.2: Röstgut (Bildmitte), globulare Partikel aus (Mn, Fe, Mg, Ca, Cr)-Mischoxide, Koks (oben links) und metall.Eisen (weiß, leistenförmig)
Probe 96001/Niklasdorf

Marke 0,1mm

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente		
--	--	--

Chrom

Calciumferrit, (Ca,Al)-Ferrit, RO-R₂O₃-Phasen

Vanadium

(Ca,Al)-Ferrit, Calciumferrit

Kupfer

metall. Kupfer

Cer

(Ce,La,Fe)-Mischoxide (Zundsteine)

Lanthan

(Ce,La,Fe)-Mischoxide (Zundsteine)

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm 10 %

< 50 µm 46 %

< 100 µm 37 %

< 200 µm 7 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Rösterz- und Sintererzprodukte (Gichtstaub)
- * häufig Koks und graphitisches Material
- * nicht selten (Ce,La,Fe)-Mischoxide (es handelt sich wahrscheinlich um Flugfunken von Taschenfeuerzeugen!)
- * häufig globulare oxidische und metall. Partikeln (LD-Staub)
- * wenig Zundermaterial

Probennummer: 9800 30A

Probenart: Schnee (Filterrückstand)

Lokalität: Donawitz - 200 m westlich Sinteranlage

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	
Hämatit	++++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	++++	überwiegend Sintertyp, z.T. globular
Brownmillerit	++	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
RO-R2O3, RO	++++	globular, tafelig
Periklas	++	
Eisenhydroxide	++	
Magnetkies	++	in Koks und Mischoxiden
(Ca,Fe)-Mischsulfide	+	
metall. Silizium	+	
metall. Eisen	+++	leistenförmig, globular
Chrom-Stahllegierung	++	
Ferrosilizium	++	
(Mn,Si)-Legierung	++	
Calciumsilikate	+++	
Olivinmischkristalle	+++	Fe- und Mn-Monticellit
Apatit	+	
Glasphase	+++	
Koks, Kohle, Graphit	++++	
Eisenkarbonat	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

RO-R₂O₃-Phasen, Calciumferrit, Brownmillerit, metall. Partikel

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit, RO-R₂O₃-Phasen, Apatit

Zink

RO-Phasen, (Fe,Mn,Zn)-Mischoxide

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	10 %	meist LD-Staub
< 50 µm	36 %	
< 100 µm	20 %	
< 200 µm	23 %	
< 500 µm	6 %	meist Koks und Sinterprodukte

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Sinterbestandteile bestehend aus Magnetit, Calciumferrit und Hämatit (Sinterstaub)
- * häufig Röstgut bestehend aus Mischoxiden von Fe,Mg,Ca,Mn(RO). Pseudomorphose von RO nach Eisenkarbonaten sind nicht selten
- * sehr viel globulare Partikeln aus Wüstit (± metall. Eisenkern), Calciumferrit, RO-, R₂O₃-Phasen, metall. Eisen (± Cr), sowie Glasphasen (LD-Staub).
- * untergeordnet auch Stahlschlacken mit V- und Cr-führenden Calciumferriten

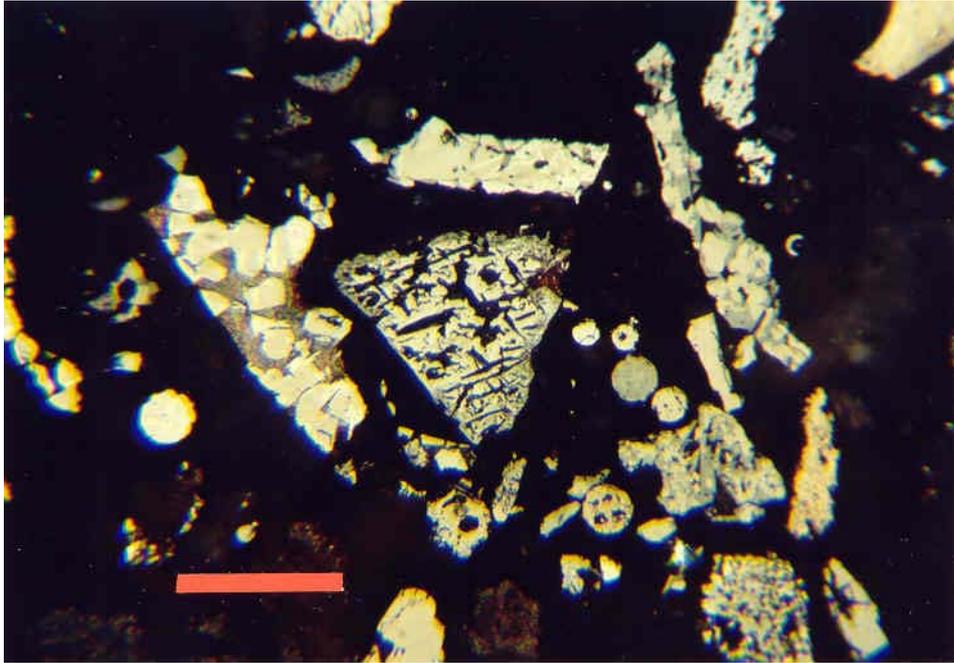


Abb.1.1.3: Globulare Partikel aus (Fe, Mn, Mg, Cr)-Mischoxiden; Sintermaterial bestehend aus Magnetit, Hämatit, Calciumferrit und Glasphase (stängelige Phasen); sowie Pseudomorphosen von RO-Mischphasen nach Karbonat (Röstgut, Bildmitte)
 Probe 980030A/Donawitz Marke 0,1mm

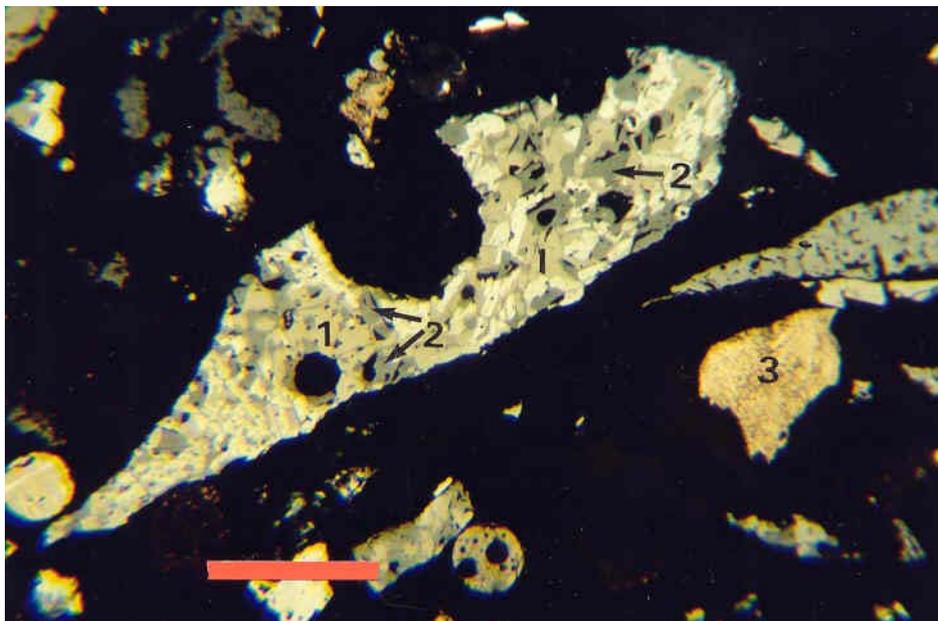


Abb.1.1.4: Sinterpartikel bestehend aus Magnetit (1), Calciumferrit (2, blaugrau) und Hämatit (weiß); rechts im Bild ein Kokspartikel (3)
 Probe 980030A/Donawitz Marke 0,1mm

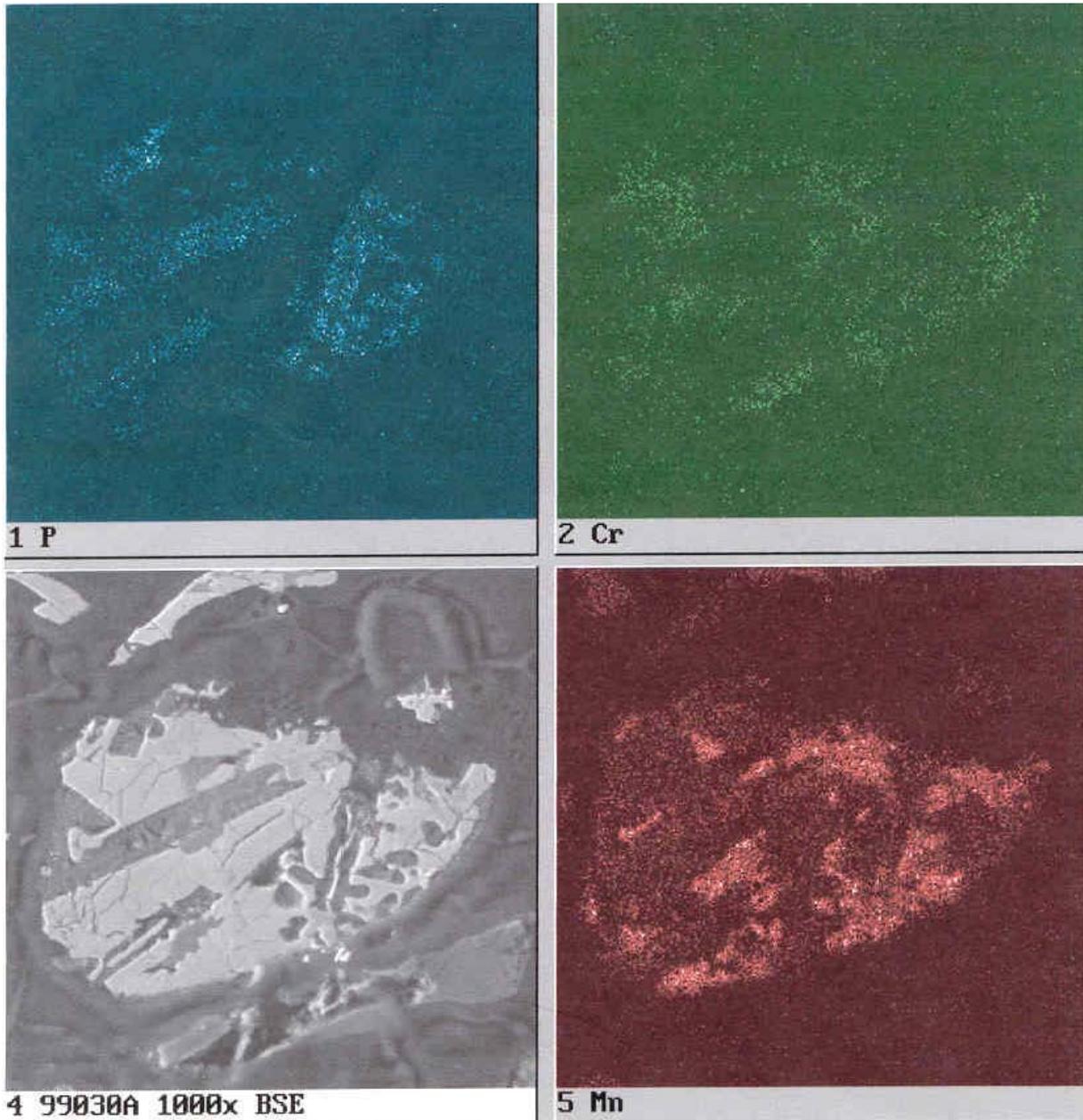


Abb.1.1.5: Elementverteilungsbilder von P, Cr und Mn in (Ca,P)-Silikat (stängelig); RO-Mischoxide (Mn-hältig) und Calciumferrit (Cr-hältig); Unten links Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen
 Probe 980030A/Donawitz

Probennummer: 940250

Probenart: Schnee (Filterrückstand)

Lokalität: Annaberg / Leoben, Landeskrankenhaus

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	
Hämatit	++++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	++++	meist Sintertyp
Brownmillerit	+	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
RO, RO-R2O3	++++	globular, tafelig
Periklas	++	
Eisenhydroxide	++	z.T. mit metal. Eisenrest
Magnetkies	++	in RO-Phasen u. Koks
(Ca,Fe)-Mischsulfide	+	
Ferrosilizium	+	
metall. Eisen	++++	globular u. als Pseudo- morphose nach RO-Mischoxiden
Chrom-Stahllegierung	+	
Calciumsilikate (\pm P)	++	meist mit Ca-Ferriten verwachsen
Olivinmischkristalle	+++	Fe-u.Mn-Monticellit, unter- geordnet Fayalit
Apatit	+	
Glasphase	+++	nicht selten globular
Koks, Kohle, Graphit	++++	untergeordnet auch Ruß
Eisenkarbonat	++	Rosterz

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	+++	
Unregelm.Partikeln aus Glas \pm RO-Mischoxiden	++	Typ Verbrennungsanlagen und Heizkesseln
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

RO-R₂O₃, Calciumferrit, Brownmillerit, metall. Partikel

Nickel

(Fe, Mn, Mg)-Mischoxide

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit, Apatit

Blei

(Fe, Mn, Mg)-Mischoxide

Zink

(Fe, Mn, Mg)-Mischoxide, (RO-Phasen), Glasphase

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	10 %
< 50 µm	55 %
< 100 µm	19 %
< 200 µm	14 %
< 500 µm	2 % meist Koks und Graphit

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Sinterbestandteile (Sinterstaub)
- * weniger Röstgut als die Probe 980030A
- * weniger LD-Staub als die Probe 980030A
- * mehr Gichtstaub als die Probe 980030A (ein Gemenge aus Sintererz, Koks, Röstgut und Zuschlagstoffen)
- * weniger Stahlschlacken (LD-, und SM-Schlacken)
- * mehr metall. Eisen mit Beimengungen von Mn und Cr
Metall.Eisen tritt tropfenförmig bis zusammengehäufte Kornaggregate auf
- * nicht selten werden auch unregelmäßige glasige Schlacken und Ruß beobachtet (Heizkessel und Verbrennungsanlagen)

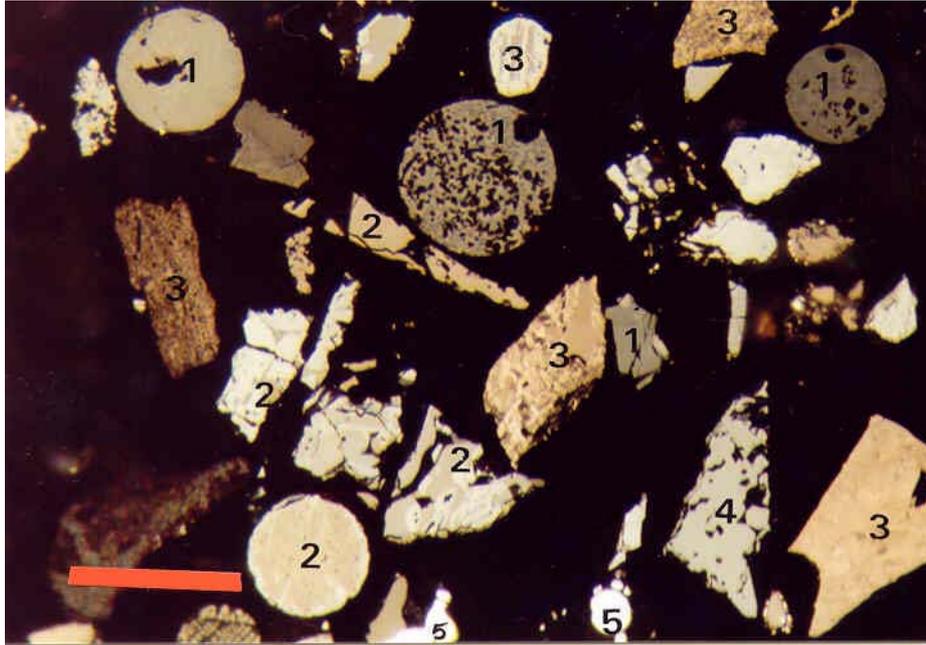


Abb.1.1.6: Calciumferrit (1) mit Einschlüssen von Ca-Silikaten; Magnetit (2) stets mit Hämatit verwachsen; Koks (3); Mischoxid (4); metall.Eisen (5); die globularen Phasen sind meist LD-Stäube.

Probe 940250/Donawitz

Marke 0,1mm

Beilage 1.2

Standortuntersuchungen Raum östlich Linz



Abb.1.2.1: Lage der Probestpunkte im Bereich östlich von Linz

Probennummer: 01006

Probenart: O-Ah-Horizont

Lokalität: Luftenberg / Donau, Wald etwa 500 m
NW P. 300

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	z.T. Ti-Magnetit
Hämatit	++++	meist technogen
Wüstit	++	
Calciumferrit	+++	
(Ca,Al)-Ferrit	++	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
RO, RO-R2O3	++++	
Periklas	++	
Eisenhydroxide	++	
Ilmenit	++	
Rutil	+++	
Korund	++	
Magnetkies	+	
Pyrit	+	
metall. Titan	+	
metall. Eisen	+++	
Cr-Stahllegierung	++	
Ferrosilizium	++	
Olivinmischkristalle	++	
Glasphase	++	

Ca-Silikate	++	häufig mit Ca-Ferrit verwachsen
Granat	+++	
Amphibole	++	
Titanit	+	
Zirkon, Monazit, Xenotium	+++	
Koks, Kohle, Graphit	+++	meist Koks

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	+++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chrom-Stahllegierung, Calciumferrit, RO-R₂O₃-Mischoxide

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	15 %
< 50 µm	25 %
< 100 µm	41 %
< 200 µm	19 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel globulare RO und RO-R₂O₃-Phasen (Mischoxide)
- * häufig Sinter- und Rösterzprodukte sowie Zundermaterial

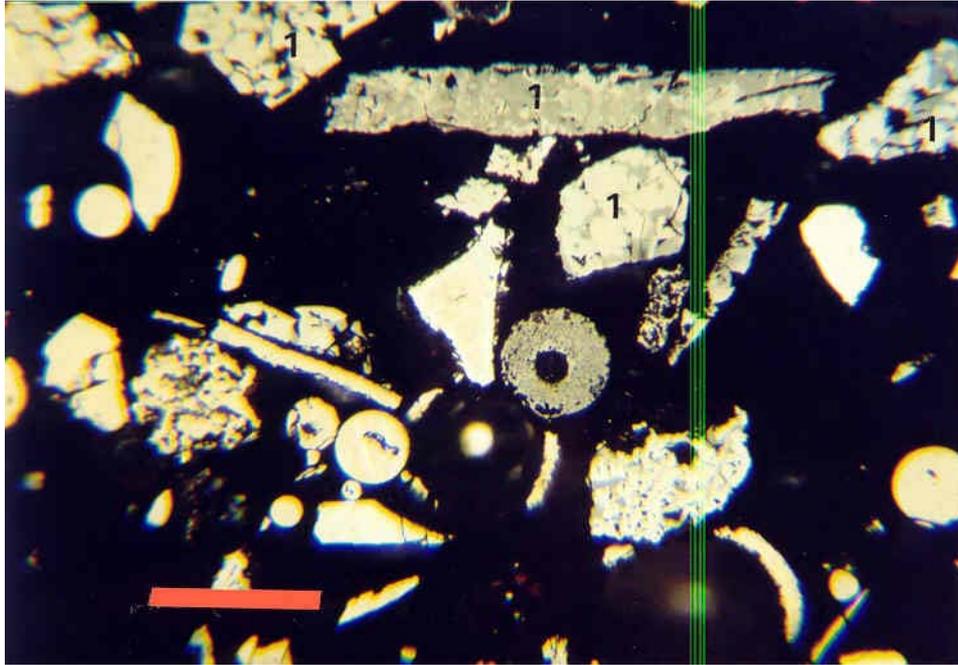


Abb.1.2.2: Paragenese Magnetit-Calciumferrit (1), globularer Magnetit und RO-Mischoxide, globularer Calciumferrit (Bildmitte), Zundermaterial (leistenförmig) und tafeliger Hämatit (weiß)
 Probe 01006/Luftenberg Marke 0,1mm

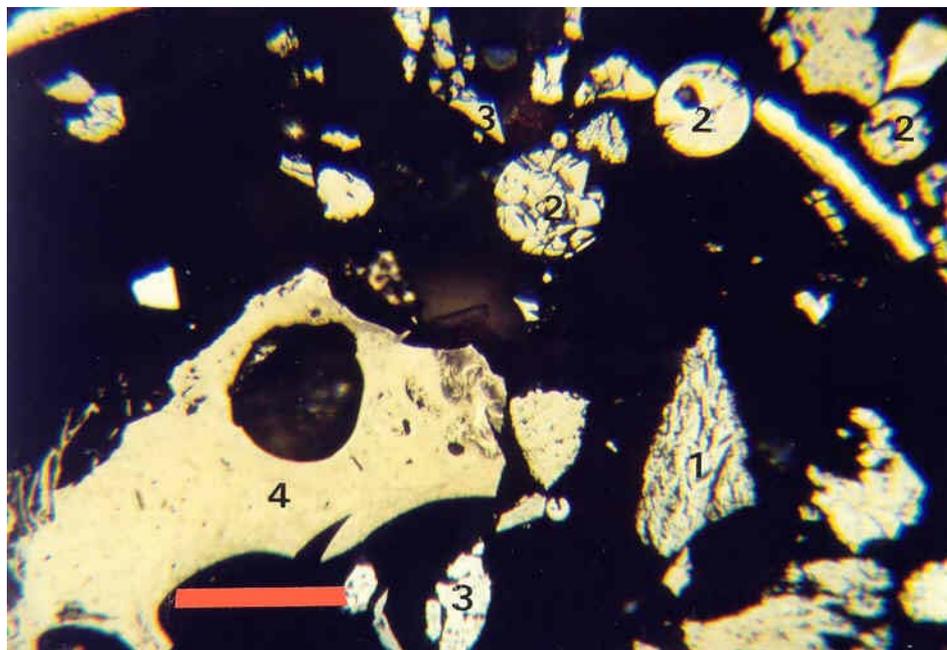


Abb.1.2.3: Röstgut (1), globularer Magnetit (2), Sintergut (3), Koks (4) und Zundermaterial (oben rechts)
 Probe 01006/Luftenberg Marke 0,1mm

Probennummer: 01009

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont, Grünland)

Lokalität: Luftenberg / Donau, etwa 300 m SW

Probe 01006

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++	
Hämatit	++++	
Wüstit	++	
Calciumferrit	+++	
Magnesioferrit	+	
Spinelle	+	
Chromit	+	
RO, RO-R2O3	++	
Ilmenit	+++	
Rutil	+++	
Perowskit	+	
Korund	+	
Magnetkies	+	
metall. Silizium	+	
metall. Eisen	++	
Chrom-Stahllegierung	+	
Ferrosilizium	++	
Calciumsilikat	++	
Olivinmischkristalle	+	
Glasphase	++	
Granat	++++	
Amphibole	++	
Turmalin	+	
Epidotminerale	+++	
Titanit	++	
Zirkon, Monazit	++	
Koks, Kohle, Graphit	++	meist Koks

Charakteristische technogene Partikeln

Zundermaterial	++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	++	(überwiegend Typ Stahlwerk)

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chrom-Stahllegierung, Chromit (vereinzelt), RO-R₂O₃-Mischoxide

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %
< 50 µm	45 %
< 100 µm	38 %
< 200 µm	9 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel geogene Partikel
- * häufig globulare RO, RO-R₂O₃-Phasen (Mischoxide)
- * nicht selten Sinter- und Rösterzprodukte

Probennummer: 010011

Probenart: (O-Ah)

Lokalität: Steyregg / Donau

Wald etwa 1 km westl. Hasenberg

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	
Hämatit	++++	
Calciumferrit	+++	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
Chromspinell	+	als Einschluss. i. metallurg.Schlacke
RO, RO-R ₂ O ₃	++	
Periklas	+	
Eisenhydroxide	++	
Ilmenit	+++	
Hämatit-Ilmenit	+	
Rutil	+++	
Magnetkies	++	meist als Einschlüsse in Koks
Pyrit	++	häufig weitgehend verwittert
(Cr,Ni)-Stahllegierung	++	
(Cu,Sn,Ni)-Legierung	+	als Einschlüsse i. metallurg.Schlacke
metall. Eisen	+	

metall. Zink	++	tropfenförmig, unregelmäßig
Ferrosilizium	+	
Olivinmischkristalle	++	meist Mn-hältig
Glasphase	+++	häufig globular
Kohle, <u>Koks</u> , Graphit	++++	z.T. mit Einschl. von Magnetkies
Granat	++	
Amphibole	+	
Titanit	++	
Zirkon	+++	
Monazit	++	
Apatit	++	geogen

Charakteristische technogene Partikeln

Zundermaterial	+	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

RO-R2O3 (Mischoxide), Chromspinelle (technogen), Chrom-Stahl-Legierung, (Cr-Ni)-Stahllegierung

Nickel

(Cr,Ni)-Stahllegierung, (Cu,Ni,Sn)-Legierung

Zink

RO-Phase (Mischoxide), metall. Zink, Chromspinell

Kupfer

(Cu,Ni,Sn)-Legierung

Wolfram

(Cu,Ni,Sn)-Legierung

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	24 %
< 50 µm	40 %
< 100 µm	21 %
< 200 µm	5 %
< 500 µm	-----

Charakteristische Merkmale

- * häufig Röst- und Sintererzprodukte (Sinter- und Rösterei-Staub)
- * sehr viel globulare Mischoxide und Glasphasen (LD-Staub)
- * sehr viel Koks und graphitisches Material
- * häufig Thorium-reiche Monazite, Zirkon und Titanminerale wie Ilmenit und Rutil
- * nicht selten metall. Zink ("Verzinkerei")

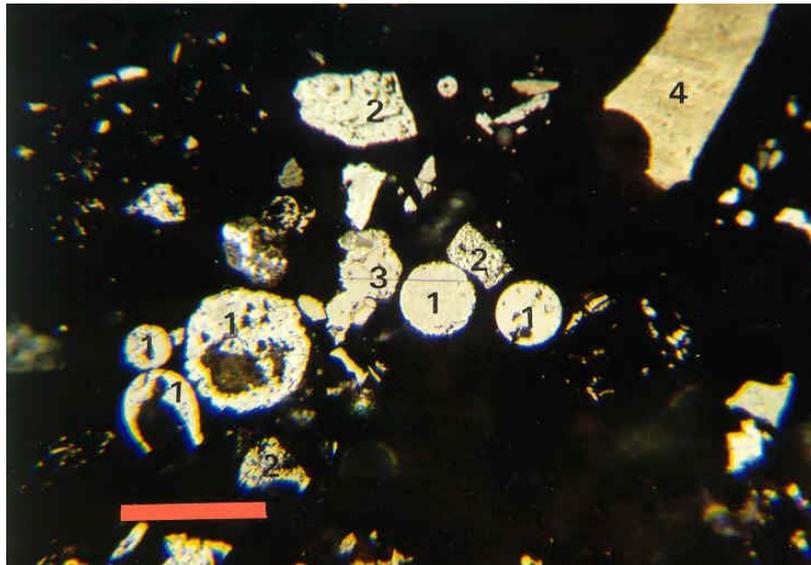


Abb.1.2.4: Globulare (Mn, Mg, Fe, Zn)-Mischoxide (1), Röstgut (2), Sinter (3), Koks (4) und metall.Eisen (weiß, links von 3)
Probe 010011/Steyregg

Marke 0,1mm

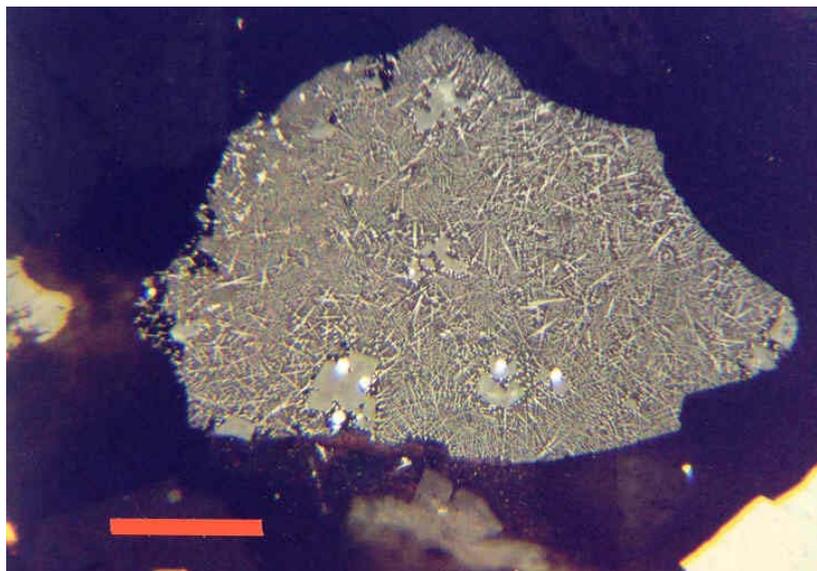


Abb.1.2.5: Metallurgische Schlacke mit (Cr, Zn)-Spinell (idiomorphe Kristalle), (Cu, Sn, Ni)-Legierung (weiß), feindentritische (Fe, Zn)-Oxide und Glasphase (Matrix); siehe auch Abb.1.2.6 / Elementverteilungsbilder
Probe 010011/Steyregg

Marke 0,1mm

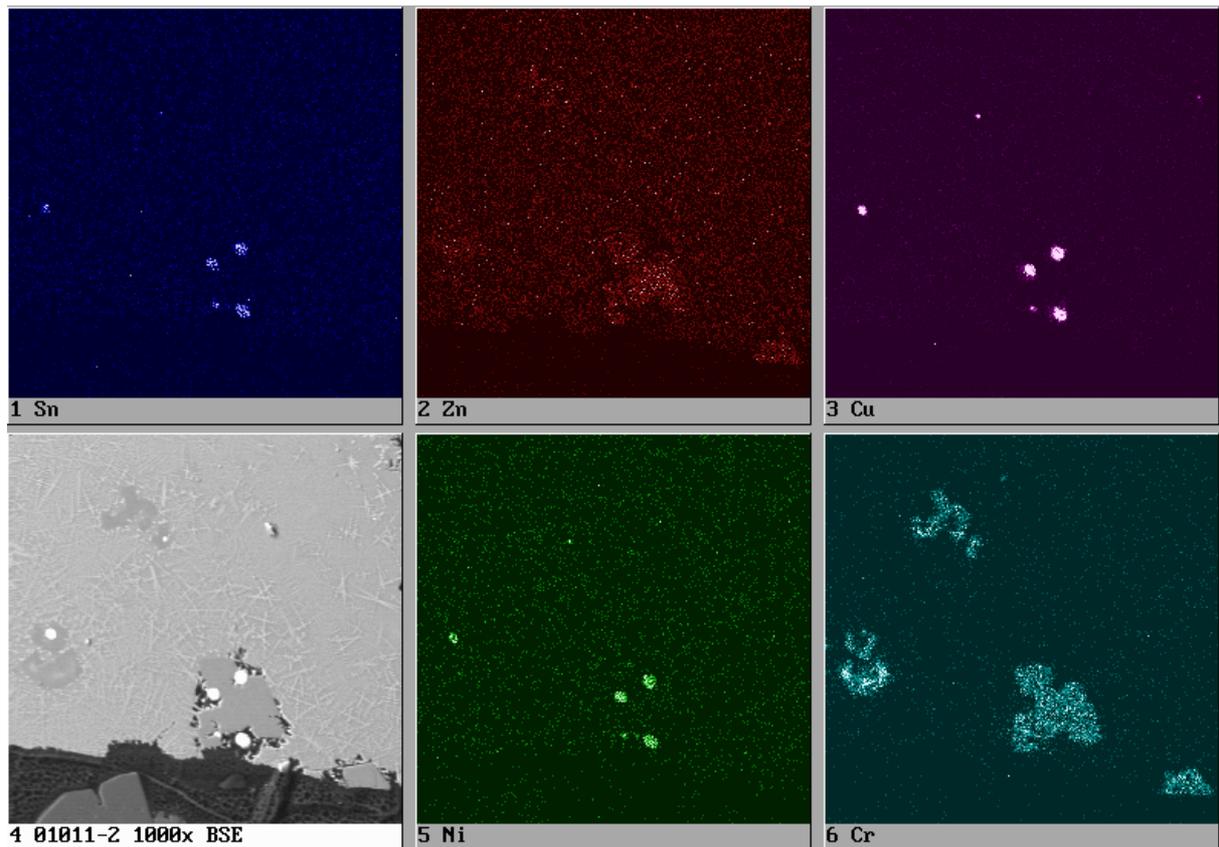


Abb.1.2.6: Elementverteilungen von Sn, Zn, Cu, Ni und Cr in metallurgischer Schlacke (siehe auch Abb.1.2.5); unten links Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen Probe 010011/Steyregg

Beilage 1.3

Standortuntersuchungen Raum Krieglach/Mitterdorf



Abb.1.3.1: Lage der Probepunkte im Bereich Krieglach/Mitterdorf

Probennummer:980020

Probenart: Bodenprobe (O-Ah-Horizont)

Lokalität: Freßnitzwerk, ca. 200 m westlich Metallwerke

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	geogen und technogen
Hämatit	++	geogen und technogen
Wüstit	++++	
Calciumferrit	++	
Calciumaluminat	+	
Magnesioferrit	+	
Spinelle	++	
Chromit	+	
RO, RO-R2O3	++	
Ilmenit	++++	
Rutil	+++	
Eisenhydroxide	+++	
Zinkchlorid	++	
Magnetkies	++	
Pyrit	+	
metall. Eisen	++++	
metall. Zink	++++	
Olivinmischkristalle	++	
Phosphorsilikate	++	
Glasphase	+++	

Granat	+++	
Zirkon	++	
Titanit	++	
Kohle, Koks, Graphit	++	

Charakteristische technogene Partikeln

Zundermaterial	++++	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Zink

metall. Zink, Zinkoxide, Zinkhydroxide

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	21 %
< 50 µm	45 %
< 100 µm	20 %
< 200 µm	10 %
< 500 µm	4 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel metall. Zink und untergeordnet Zinkoxide (Verzinkerei !)
- * sehr viel Zundermaterial (Hammerschlag) und leistenförmige metall. Eisen (meist Mangan-hältig)
- * häufig Titanminerale und weitere geogene Silikate
- * das Fehlen von (Cr,Ni)-Stahllegierungen

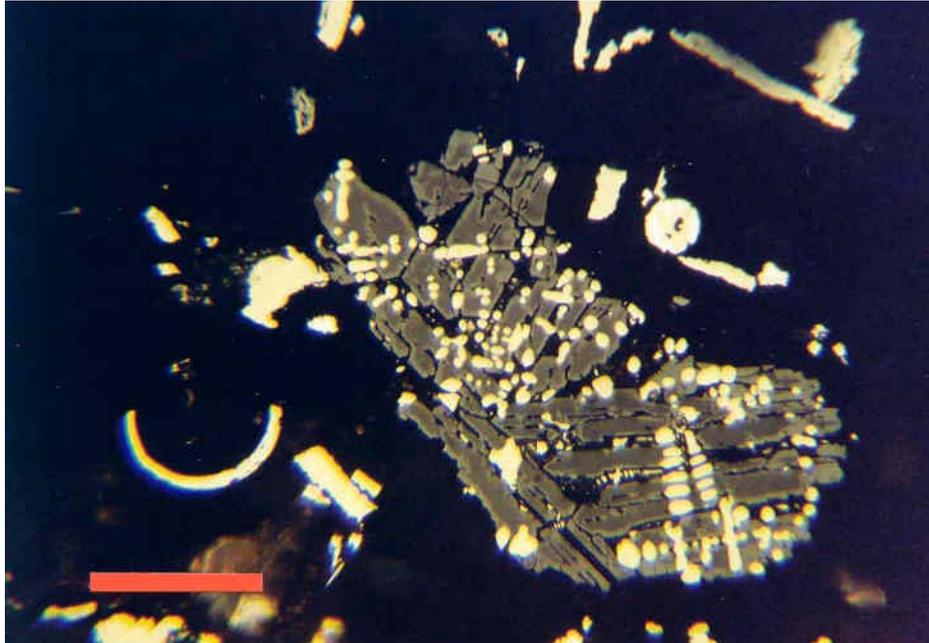


Abb.1.3.2: Eisenhüttenschlacke mit stängeligen Olivinkristallen (mit rundlicher Verwitterung), dendritischem Magnetit (weiß) sowie Glasphase (schwarz). Die feinkörnigen Partikel sind Zundermaterial und globulare Mischoxide.
 Probe 980020/Freßnitzwerk-Krieglach Marke 0,1mm

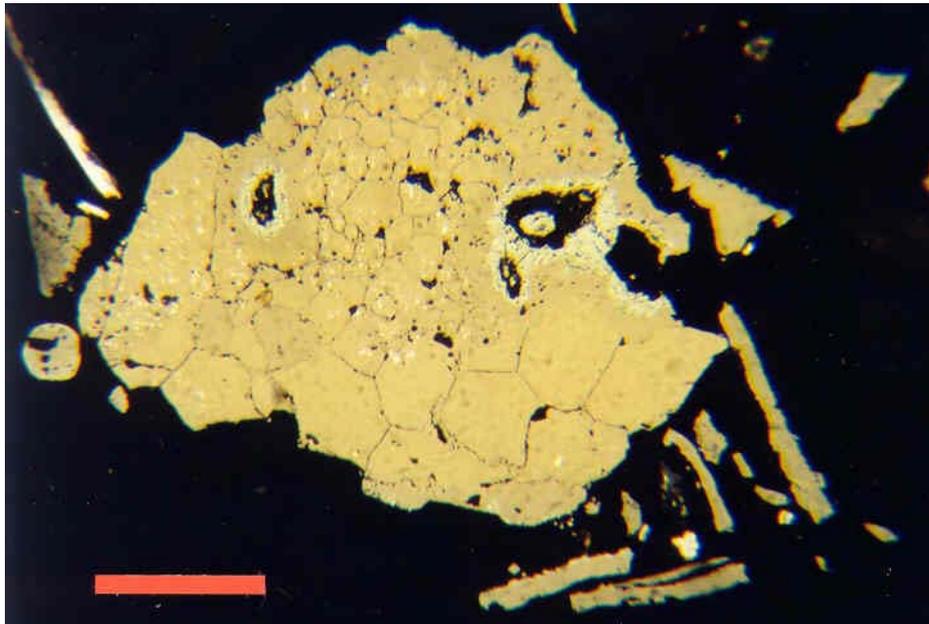


Abb.1.3.3: Polygonal verwachsene Wüstit-Magnetitphasen, teilweise mit Hämatit (weiß) und Entmischungen von metall.Eisen und Magnetkies (feine Einschlüsse) neben leistenförmigen Zundermaterial und metall.Eisen (oben links)

Probennummer: 980019

Probenart: Schnee (Filterrückstand)

Lokalität: Freßnitzwerk / Krieglach, östl. Metallwerk

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	meist technogen
Hämatit	++	meist technogen
Wüstit	++++	
Calciumferrit	++++	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
Chromit	+++	
Chrommagnetit	+	
(W-Fe)-Oxid	+	
RO, RO-R2O3	+++	Mischoxide aus Fe,Mn,Cr (V,W,Mg,Ca)
Periklas	+++	
Eisenhydroxide	+++	
Korund	+	
Magnetkies	+	
Pyrit	+	
metall. Eisen	++++	
Chrom-Stahllegierung	+++	
Ferrosilizium	++	
Ca-Silikate	++++	meist mit Ca-Ferrit verwachsen
Melilith	+	
Olivinmischkristalle	++	
Chromchlorit	+	
Olivin	++	geogen
Glasphase	+++	
Baryt	++	
Kohle, Koks, Graphit	+++	überwiegend Koks
Kunststoff	++	
Farbpigment	+	
Calcit	++	als Ausblüfung auf Schlacken

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++	
Unregelmäßiges Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	++++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Calciumferrit, Calciumaluminiumferrit, Chromit, Chromstahllegierung, metall. Eisen, RO-R₂O₃, Eisenhydroxide, (W,Fe)-Oxid, Calciumsilikate, (Fe,Mn)-Oxid, Magnesioferrit, Kunststoff, Farbpigment, Chrommagnetit, Chromchlorit

Nickel

Magnetkies

Zink

Farbpigmente

Vanadium

(Fe,Mn)-Mischoxide

Wolfram

(Fe,Mn)-Mischoxide

Molybdän

(Fe-Mn)-Mischoxide

Blei

Farbpigmente, Kunststoffe

Ba

Farbpigmente, Kunststoffe

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	21 %
< 50 µm	35 %
< 100 µm	16 %
< 200 µm	12 %
< 500 µm	14 %
> 500 µm	2 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Schlacke Typ Donawitz, mit Calciumferrit, Ca-Silikaten und Mischoxide
- * sehr viel Periklas ± Magnesioferrit (Ofenauskleidung)
- * häufig Chrom-Stahllegierungen (meist leistenförmig)
- * nicht selten Partikeltyp Bremsbelagabrieb (straßennah)

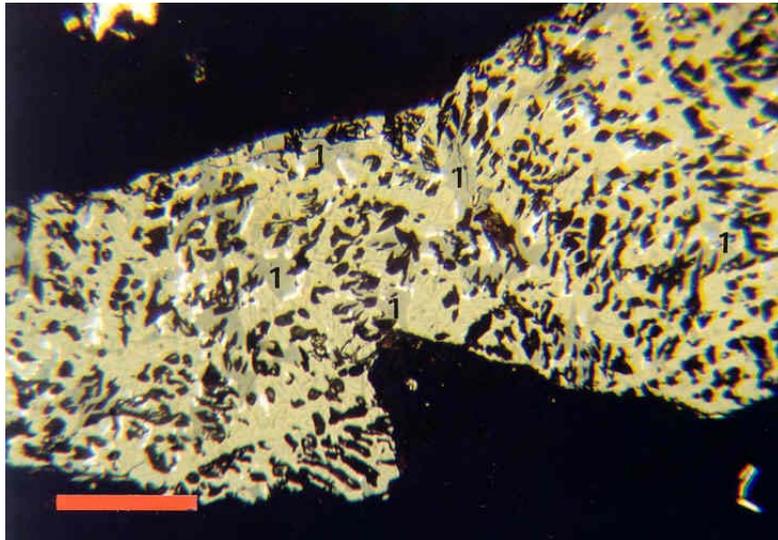


Abb.1.3.4: Stahlwerksschlacke bestehend aus Calciumferrit (1), (Fe, Mn, Mg)-Mischoxide (Matrix), Calciumsilikat (schwarz) und metall.Eisen (weiß)
Probe 980019/Freßnitzwerk-Krieglach Marke 0,1mm

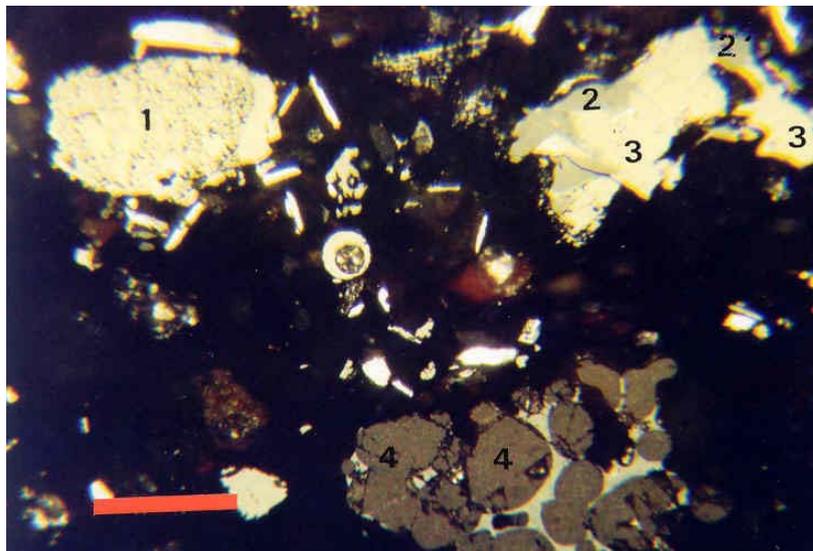


Abb.1.3.5: Tafeliger Wüstit (1), Calciumferrit (2) verwachsen mit Mischoxid (3), leistenförmiges metall.Eisen und Chrom-Stahllegierungen (weiß, leistenförmig); unten im Bild rundliche Periklaskörner (4) mit Zwickelfüllung von Magnesioferrit
Probe 980019/Freßnitzwerk-Krieglach Marke 0,1mm

Probennummer: 980023

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont, Grünland)

Lokalität: Eisenwerk Breitenfeld, westl. Mitterdorf

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	meist technogen, z.T.
		Ti-Magnetit
Hämatit	+++	meist geogen
Wüstit	+++	
Ilmenit	++++	
Ilmenit-Hämatit	+	
Spinell	+	
Fe-Hydroxide	++	
(Fe,Mn)-Hydroxide	++	
Rutil	+++	
Perowskit	+	
Zinnoxid	+	
Korund	++	
RO, RO-R2O3-Phase	+++	
Calciumferrit	++	
Baryt	++	
Pyrit	++	
Cuprit	+	
Magnetkies	+	
Alabandin	+	
metall. Silizium	+	
metall. Eisen	+++	
metall. Kupfer	+	
metall. Zink	+++	
metall. Nickel	+	
Ferrosilizium	++	
Chrom-Stahllegierung	+++	
(Sn,Cu)-Legierung	++	
(Al,Fe)-Legierung	+	
Titannitrid	+	
Olivinmischkristalle	++	
Glasphase	++	
Zinksilikat	+	
Granat	+++	

Titanit	+++	
Zirkon, Monazit	++	
Apatit	++	technogen

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromstahllegierung, RO-R2O3, Calciumferrit, Ferrosilizium, Alabandin

Nickel

metall. Nickel

Vanadium

Calciumferrit, Apatit, RO-R2O3

Kupfer

metall. Kupfer, Cuprit

Blei

Zinnoxid

Zink

metall. Zink, Zinkoxide, Zinksilikat

Zinn

(Sn,Cu)-Legierung, Zinnoxid

Molybdän

RO-R2O3-Phasen

Ba

Baryt

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %
< 50 µm	76 %
< 100 µm	11 %
< 200 µm	2 %
< 500 µm	3 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel globulare Cr-,V- und Mo-führende oxidische Phasen ("LD-Staub")
- * nicht selten Chrom- und Ni-führende Stähle, sowie metall. Zink ("Verzinkerei")
- * Zundermaterial tritt fast zurück

Beilage 1.4

Standortuntersuchungen Mittl.Ybbstal/Böhlerwerk

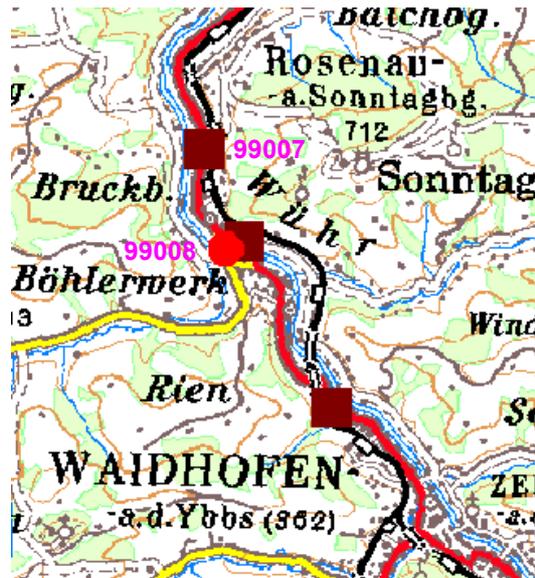


Abb.1.4.1: Lage der Probepunkte im Bereich Böhlerwerk

Probennummer: 99008

Probenart: Magnetischer Staub
(Probennahme mittels Handmagnetscheider)

Lokalität: Am Stocket - NNW Böhlerwerk

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	
Hämatit	++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	+++	
Brownmillerit	++++	
Chromspinell	++	
Spinelle	++	
RO-R2O3, RO	+++	
Eisenhydroxide	++++	häufig mit Graphitlamellen und Magnetkieseinschlüssen
Maghemit	++	
Cuprit	+	
Magnetkies	+++	als Einschlüsse u. tafelige Körner
metall. Kupfer	+	
metall. Eisen (\pm Mn)	+++	als Einschlüsse, Späne u. globulare Partikeln
Ferrosilizium	+	
metall. Titan	+	

Olivinmischkristalle	++	
Melilithmischkristalle	++	
Calciumsilikate (\pm P)	+++	
Glasphase	+++	
Graphit	+++	in verwitterten Gußeisen
Farbpigmente	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	---	
Schlacken	++++	überwiegend Stahlschlacken und untergeordnet Hochofenschlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromspinell (zonar), RO-R₂O₃-Phasen, Brownmillerit, Calciumferrit, Farbpigmente (grün)

Vanadium

RO-R₂O₃-Phasen, Brownmillerit

Blei

Farbpigmente

Kupfer

metall. Kupfer, Cuprit, RO-R₂O₃

Korngrößen-Verteilung

< 10 μ m	10 %
< 50 μ m	28 %
< 100 μ m	19 %
< 200 μ m	33 %
< 500 μ m	10 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viele Paragenese Brownmillerit-Calciumferrit-RO-Phase und metall. Eisen (Typus Edeltahlerzeugende Industrie)
- * sehr viel verwitterte oxidische Phasen (Eisenhydroxide und Maghemit) mit Einschlüssen von Graphitlamellen und untergeordnet auch Magnetkies sowie metall. Eisenreste (verwitterte Gußeisenpartikeln)
- * häufig Zundermaterial und globulare Partikeln
- * das Fehlen von Chrom-Stahllegierungen
- * vereinzelt leistenförmige Partikeln, Typus Bremsbelagabrieb

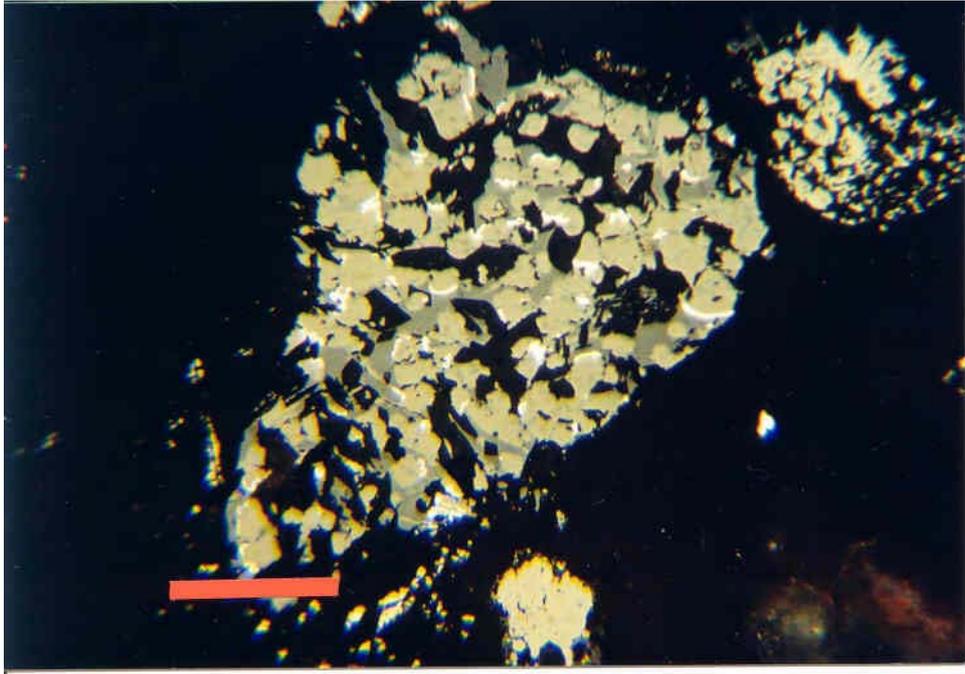


Abb.1.4.2: Stahlwerksschlacke bestehend aus RO-Mischoxiden (1), Calciumferrit (feine Lamellen in RO-Phasen), Brownmillerit (grau), Calciumsilikaten (schwarz) und metall.Eisen (weiß)

Probe 99008/Stocket-Böhlerwerk

Marke 0,1mm

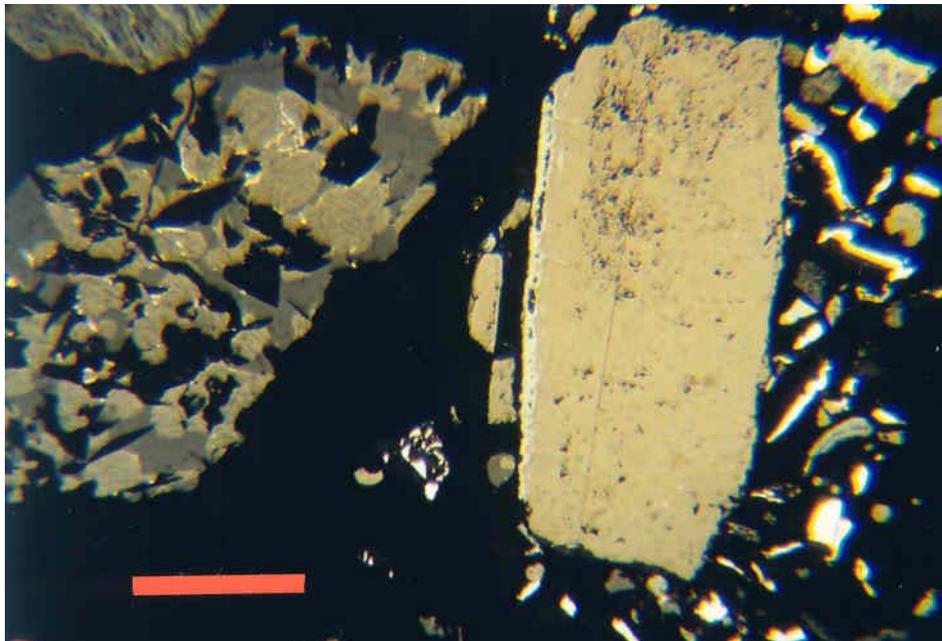


Abb.1.4.3: Tafeliges Zundermaterial aus Wüstit und Magnetit mit Hämatitsaum; sowie leistenförmiges metall.Eisen (weiß); links im Bild Stahlwerksschlacke

Probe 99008/Stocket-Böhlerwerk

Marke 0,1mm

Probennummer: 99007

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont); Grünland

Lokalität: Zwischen Bruckbach u. Hst. Böhlerwerk/Ybbs

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	
Hämatit	+++	
Wüstit	++++	
Calciumferrit	++	Typus Eisenhütteschlacken
Spinell	+++	meist zonar
Melilithmischkristalle	++	
Olivinmischkristalle	+++	
Calciumsilikate	++	
RO-Phasen	++	
RO-R2O3	+	
Eisenhydroxide	++++	
Chromstahl	++	meist als Späne, z.T. globular
metall. Eisen (\pm Mn)	+++	
(W, Fe)-Legierung	+	
Magnetkies	+++	in Schlacken, Eisenhydroxid und Wüstit-Magnetitphasen
Glasphase	++	
Koks, Kohle, Graphit	++	Graphit meist als Einschlüsse in verfestigten Aschen- und Eisenhydroxiden

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++++	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+++	Typus Verbrennungsanlagen und Heizkesseln
Schlacken	+++	überwiegend Eisenhütteschlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

(W, Fe)- Legierung, RO-R2O3, Chromstahl

Vanadium

(W, Fe)- Legierung

Wolfram

(W, Fe)- Legierung

Kupfer

Magnetkies (technogen)

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	1 %
< 50 µm	11 %
< 100 µm	14 %
< 200 µm	29 %
< 500 µm	41 %
> 500 µm	4 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Zundermaterial und Eisenhüttenschlacken mit Entmischungen von metall. Eisen und Magnetkies
- * häufig unregelmäßige glasige Schlacken (Typus Verbrennungsanlagen und Heizkesseln)
- * nicht selten verfestigte Aschen mit Einschlüssen von globularen Oxiden, Zundermaterial und Graphit sowie Restkohle

Beilage 1.5

Standortuntersuchungen Raum Kirchdorf a.d.Krems



Abb.1.5.1: Probepunkt Bereich Kirchdorf a.d.Kreams

Probennummer: 99003

Probenart: Bodenprobe (AP-Horizont)

Lokalität: Kirchdorf / Kreams, etwa 200 m nördl. Zementfabrik

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	untergeordnet geogen
Hämatit	++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	+++	z.T. globular
Brownmillerit	+++	Typus Zementklinker
Spinelle	+++	meist (Mg, Fe)-Mischspinelle
Chromit	+	
RO-R2O3, RO	++++	
Eisenhydroxide	++++	z.T. verwitterte Pyritframboiden
Maghemit	++	
Ilmenit	++	
Zinnoxid	++	
(Sn, Pb)-Oxid	++	
Magnetkies	+++	in unregelm. Schlacken u. tafelig
Pyrit	++	
Kupferkies	+	

Kupferglanz	+	
metall. Eisen	+++	globular, unregelmäßig, Späne
metall. Zink	++	
Blei-Zinnlegierung	++	
Eisen-Zinnlegierung	++	
(Cr, Ni)-Stahllegierung	++	meist als Späne
Ferrosilizium	+	
Olivinmischkristalle	++++	
Melilithmischkristalle	+++	
Calciumsilikate (\pm P)	+++	häufig Typus Zementklinker
Mullith	++	in glasigen Schlacken
Glasphase	++++	unregelmäßig und als Zwickelfüllung (technogen)
Apatit	+++	
Kohle, Koks, Graphit	+++	
Granat	++++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+++	Typus: Verbrennungsanlage
Schlacken	++++	Zementwerk, Eisenhütte

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Calciumferrit, Brownmillerit, RO-R₂O₃, (Cr, Ni)-Stahllegierung

Nickel

(Cr, Ni)-Stahllegierung

Kupfer

Kupferkies, Eisenhydroxid

Blei

(Sn, Pb)-Legierung, Zinnoxid, (Sn, Pb)-Oxid

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit, Apatit (technogen)

Zinn

(Sn, Pb)-Legierung, Zinnoxid, (Sn, Pb)-Oxid, (Sn, Fe)-Oxid

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %
< 50 µm	32 %
< 100 µm	26 %
< 200 µm	23 %
< 500 µm	11 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel unregelmäßig aufgebaute, glasige Schlacken, z.T. mit Einschlüssen von Spinellen, Hämatit, Magnetit, Melilith und ± Magnetkies (Typus: Verbrennungsanlagen)
- * häufig Paragenese Calciumferrit-Brownmillerit-Calciumsilikate und Apatit (stets Cr- und V-führend), Typus: Zementklinker
- * sehr viel Eisenhüttenschlacken
- * nicht selten (Cr, Ni)-Stahllegierung (sehr feinkörnige Späne)
- * charakteristisch sind auch Cl-, P- und S-Führung in unregelmäßigen Partikeln

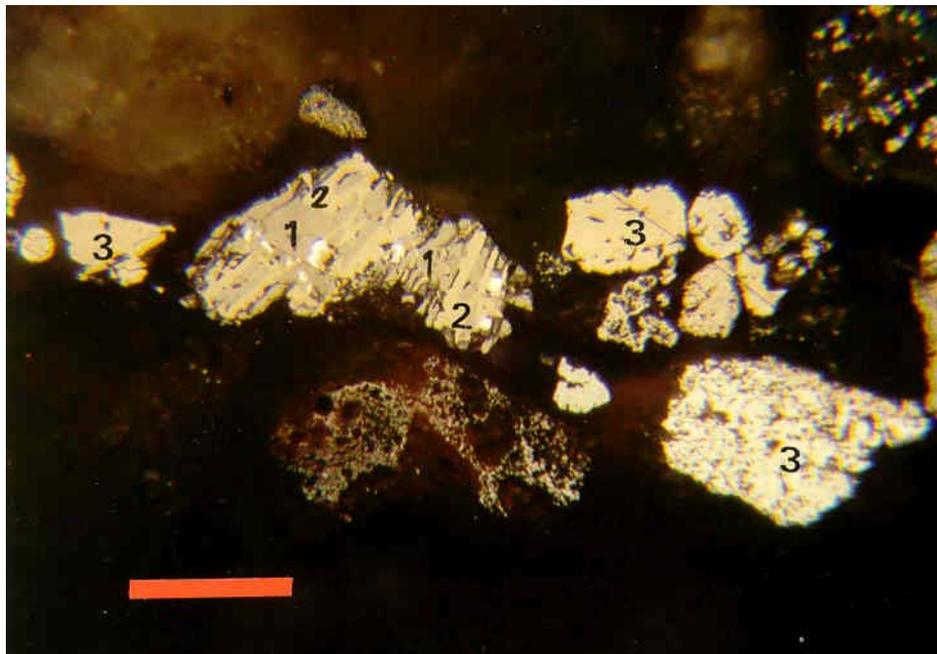


Abb1.5.2: Stängeliger Calciumferrit (1) z.T.verwittert und metall.Eisen (weiß) in einer Matrix aus Mn-Wüstit (2), sowie RO-Mischoxide (3); unten im Bild unregelmäßige, blasenreiche Schlacke bestehend aus Spinellen, RO-Phasen und Glas (Typus Verbrennungsanlagen) Probe 99003/Kirchdorf a.d.Krems Marke 0,1mm

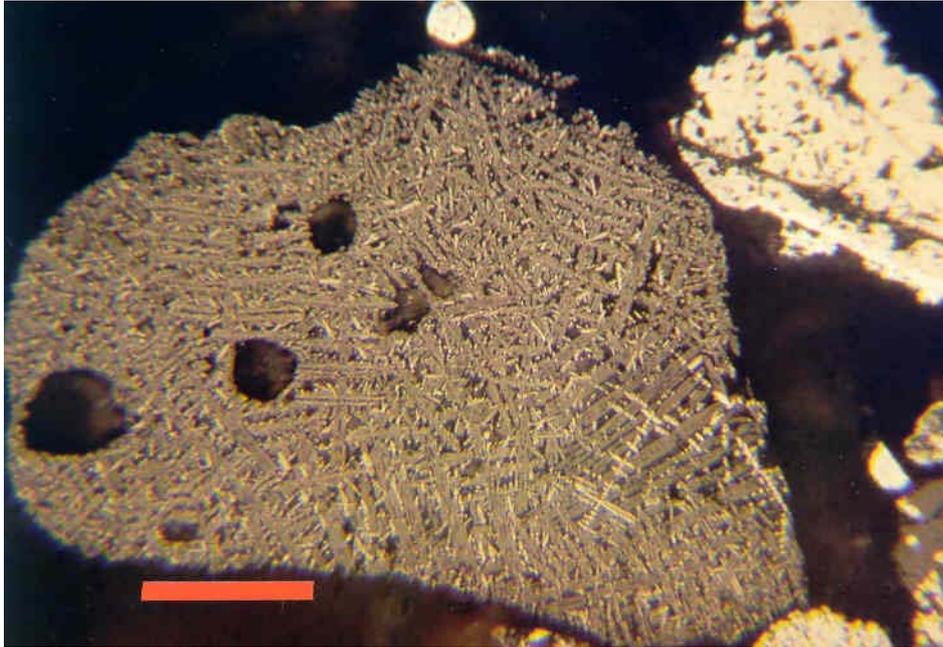


Abb.1.5.3: Schlacke aus stängeligen Olivinkristallen, feindendritischem Magnetit und Glasphase (schwarz)
 Probe 99003/Kirchdorf a.d.Krems

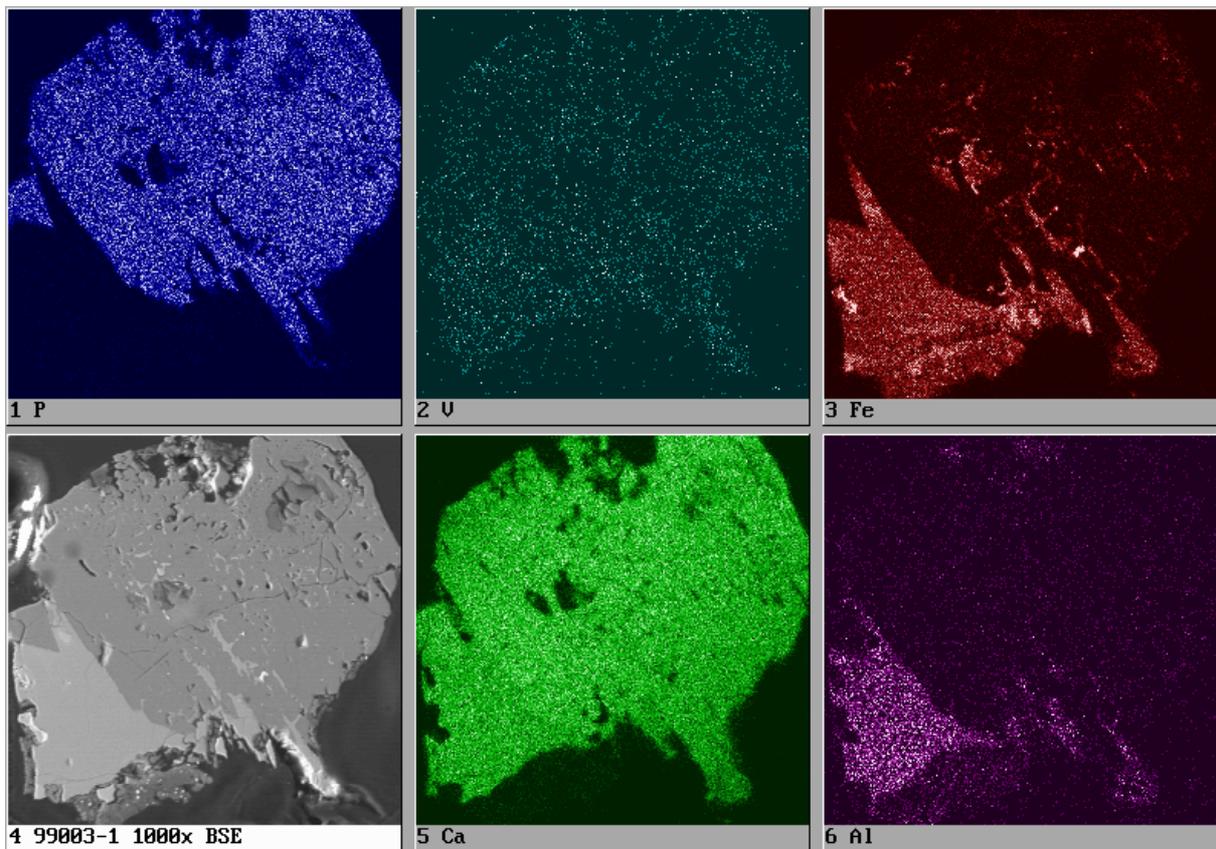


Abb.1.5.4: Elementverteilungen von P, V, Fe, Ca und Al in Apatit (mittelgrau) und Brownmillerit (hellgrau); links unten Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen
 Probe 99003/Kirchdorf a.d.Krems

Beilage 1.6

Standortuntersuchungen Raum Wietersdorf/Klein St.Paul

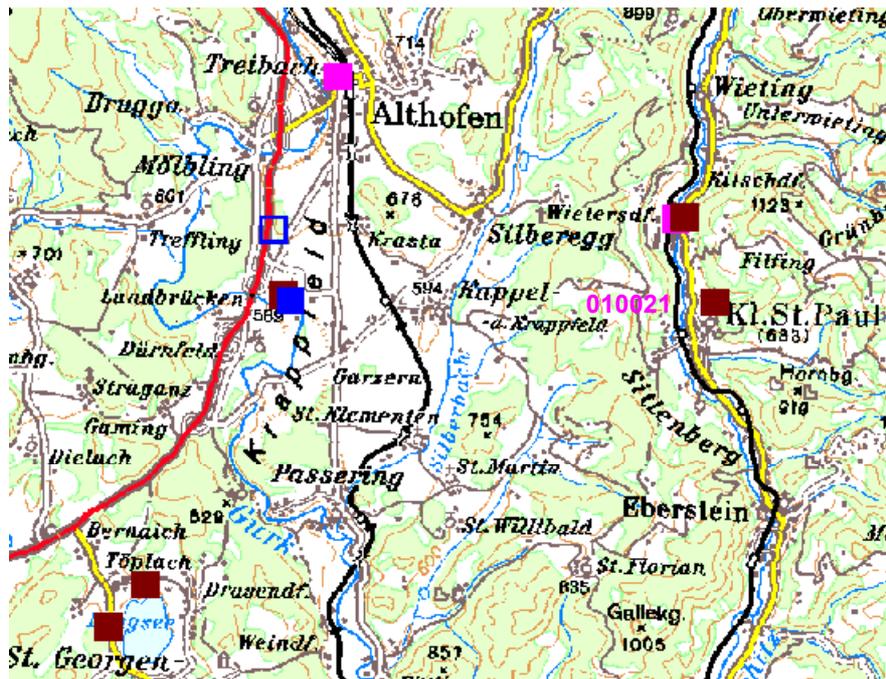


Abb.1.6.1: Probestpunkte im Raum Wietersdorf/KleinSt.Paul

Probennummer: 010021

Probenart: Boden/Auflage

Lokalität: Wald etwa 500 m nördl. Kl.St. Paul

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++	als Dendriten und globular
Hämatit	+++	in glasigen Partikeln und mit Wüsit
Wüstit	+++	meist als Zundermaterial
Calciumferrit	+++	meist verwittert
Brownmillerit	+++	
RO-Phasen	++	
RO-R2O3	++	
Eisenhydroxide	+++	
Maghemit	++	
Rutil	++	
Pyrit	++	
metall. Eisen	++	
Olivinmischkristalle	++	
Melilith	+	
Calciumsilikate (± P)	+++	meist weitgehend verwittert
Glasphase	++	

Kohle, Koks, Graphit, Ruß	++	z.T. Kohle mit Pyritframboiden
Granat	++	
Ilmenit	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	++	
Unregelm. Partikeln aus Glas \pm RO-Mischoxiden	+++	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

RO-Mischoxide, metall. Eisen, (Cr,Ni)-Stahllegierung

Nickel

(Cr,Ni)-Stahllegierung

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit

Korngrößen-Verteilung

< 10 μm	6 %
< 50 μm	30 %
< 100 μm	37 %
< 200 μm	22 %
< 500 μm	5 %

Charakteristische Merkmale

- * häufig Mineralphasen des Zementklinkers wie Calciumferrit, Brownmillerit und (Ca,Mn,Fe,Mg)-Mischoxide sowie Calciumsilikate
- * häufig Zundermaterial (Wüstit und Hämatit) Typus Heizkessel und Verbrennungsanlagen
- * Eisenhüttenschlacken treten sehr untergeordnet auf
- * das Fehlen von tafeligen Glasphasen

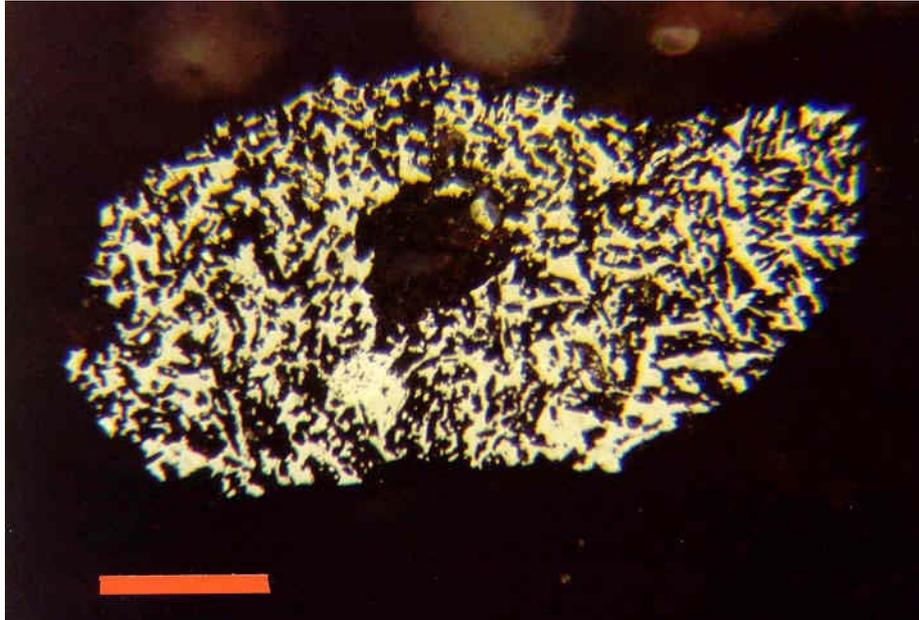


Abb.1.6.2: Zementklinker bestehend aus Calciumferrit, RO-Mischoxiden (helle Phasen) und Calciumsilikaten (schwarz)
Probe 010021/Klein St.Paul

Marke 0,1mm

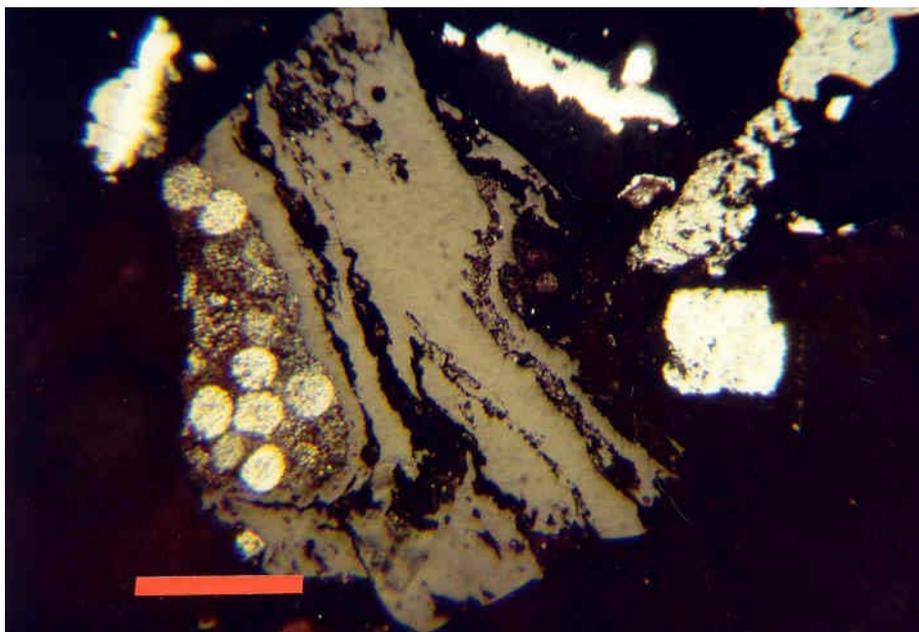


Abb.1.6.3: Kohliges Partikel mit Einschlüssen von Pyritframboiden, tafelige und leistenförmige (Fe, Mn, Mg)-Mischoxide
Probe 010021/Klein St.Paul

Marke 0,1mm

Beilage 1.7

Standortuntersuchungen Raum Kirchbichl

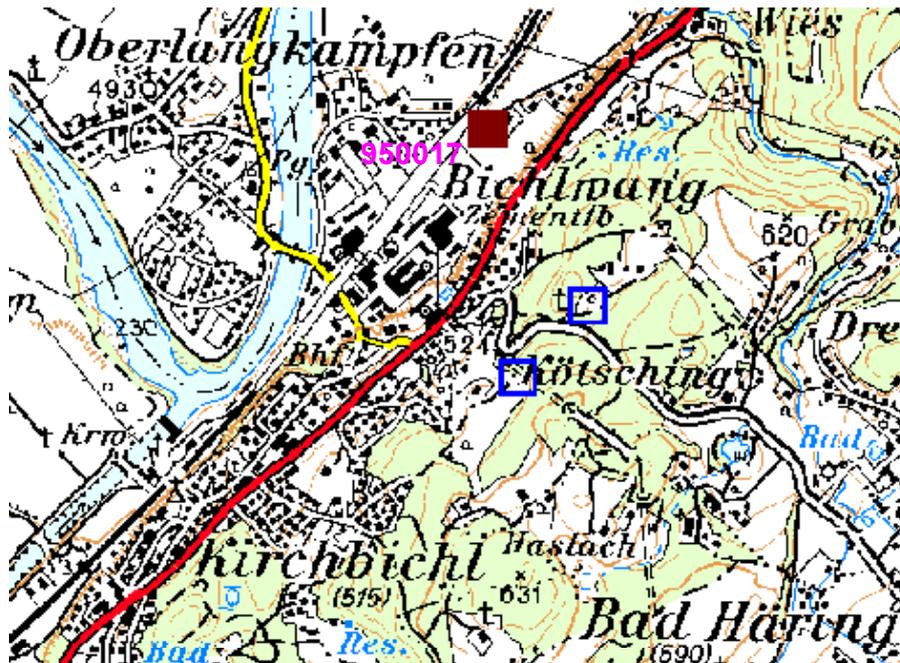


Abb.1.7.1: Probepunkte Bereich Kirchbichl

Probennummer: 950017

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont, Grünland)

östlich Zementfabrik

Lokalität: Bichlwang / Inn - nördlich Kirchbichl

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	geogen und technogen
Hämatit	+++	meist geogen
Wüstit	+++	
Magnesioferrit	+	
Calciumferrit	++	
Brownmillerit	+++	Typus Zementklinker
Spinelle	+++	
Chrommagnetit	++	
Chromit	+++	
Chromspinell	+	
RO, RO-R2O3	+++	
Eisenhydroxide	+++	
Maghemit	++	
Ilmenit	++++	
Rutil	+++	
Perowskit	++	
Ilmenithämatit	+++	
Hämatitilmenit	++	

Magnetkies	++	
Pyrit	++	
Pentlandit	+	als Einschluss in Magnetit
Kupferkies	++	z.T. als Einschlüsse in Ilmenit
metall. Eisen	++	
Chrom-Stahllegierung	++	meist als Späne
(Cu, Sn, Ni)-Legierung	+	als Einschlüsse in Cu-Schlacken
Calciumsilikate (\pm P)	++	Zementklinkermineral
Olivinmischkristalle	---	
Melilithmischkristalle	++	in unregelm. Partikeln
Glasphase	+++	
Mullit	+	
Apatit	+++	technogen
Kohle, Koks, Graphit	++	
Granat	++++	z.T. mit Einschlüssen von
		Magnetkies und Graphit
Titanit	+++	
Zirkon	++	
Monazit, Xenotim	++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++++	
Schlacken	+++	Typus: Zementklinker
		vereinzelt Kupferschlacke

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Nickel

(Cu, Ni, Sn)-Legierung, Pentlandit

Chrom

RO-R2O3, Calciumferrit, Brownmillerit, Chromit (technogen und geogen), Chrom-Stahllegierung, (Fe,Cr,Mg)-Silikat, Chromspinnell, (Cu,Ni,Sn)-Legierung, Chrommagnetit

Kupfer

Glasphase, (Cu,Ni,Sn)-Legierung

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit, Apatit, Magnetit

Zink

Glasphase, Chromspinnell

Sb

(Cu, Ni, Sn)-Legierung

Sn

(Cu, Ni, Sn)-Legierung

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %
< 50 µm	44 %
< 100 µm	29 %
< 200 µm	17 %
< 500 µm	2 %

Charakteristische Merkmale

- * häufig unregelmäßig glasige bis kristalline Schlacken (Typus Verbrennungsanlagen) mit Spinellen, Mischoxiden, Melilithmischkristallen und Glas. Diese Partikeln sind meist blasenreich.
- * häufig Paragenese Brownmillerit, Calciumferrit, RO, Apatit und/oder Calciumsilikaten (Typus Zementklinker)
- * sehr viel Titanminerale wie Ilmenit, Ilmenithämatit, Rutil und Titanit
- * häufig geogene und technogene Chromite, letztere nicht selten mit Schrumpfrissen
- * das Fehlen von Eisenhütteschlacken
- * vereinzelt Cu-Schlacke, Typus: Brixlegger Montanwerke

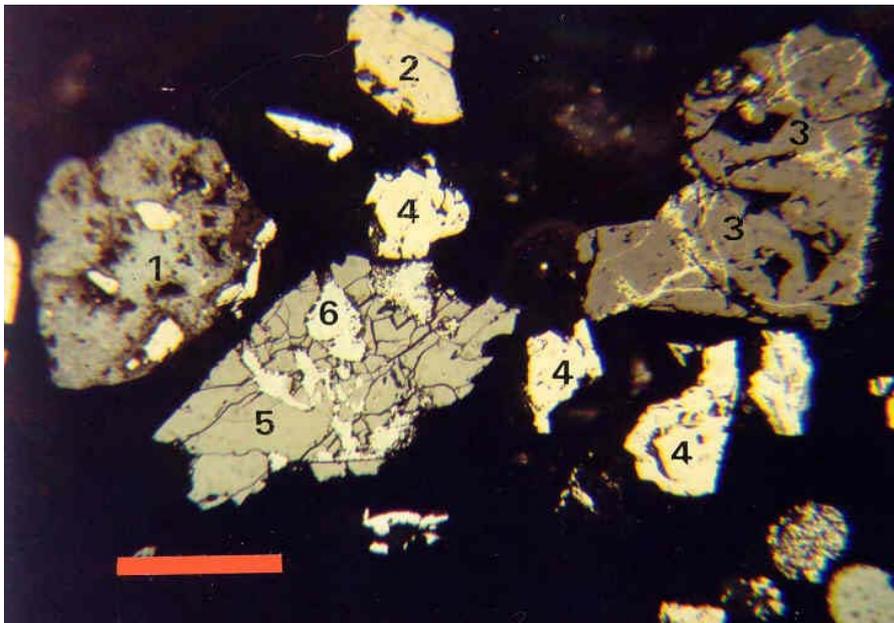


Abb.1.7.2: Eisenhydroxid (1) mit (Fe,Mn)-Mischoxid-Rest; Ilmenit (2); Chromit (3) mit Verdrängung durch Cr-Magnetit; Magnetit (4); Calciumferrit (5) verwachsen mit RO-Phasen (6)

Probe 950017/Bichlwang-Kirchbichl

Marke 0,1mm

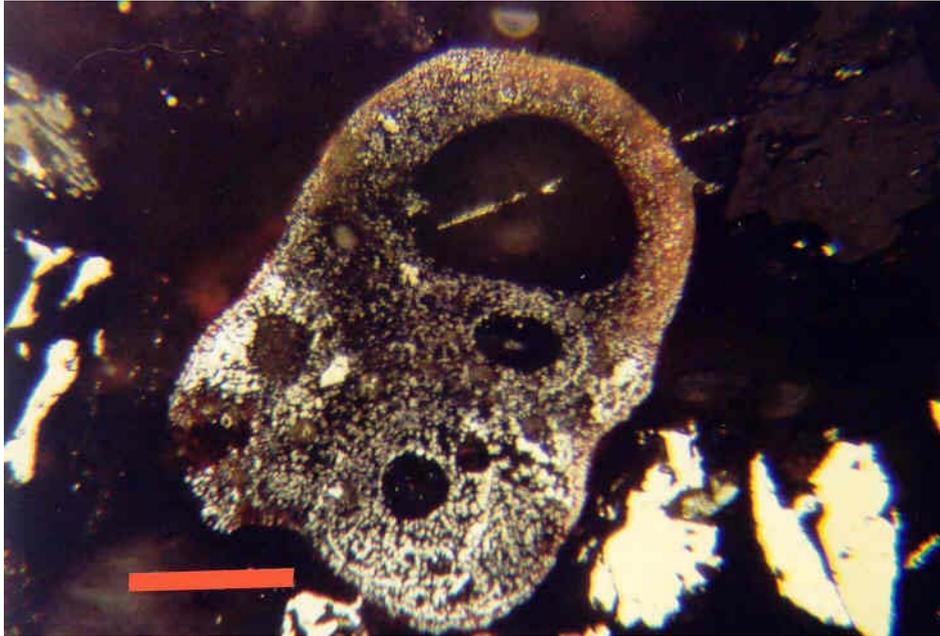


Abb.1.7.3: Unregelmäßige Schlacke (Typus Verbrennungsanlagen) mit Spinellen (dunkel), RO-Mischoxiden (weiß) und Glasphase (Zwickelfüllungen)
 Probe 950017/Bichlwang-Kirchbichl Marke 0,1mm

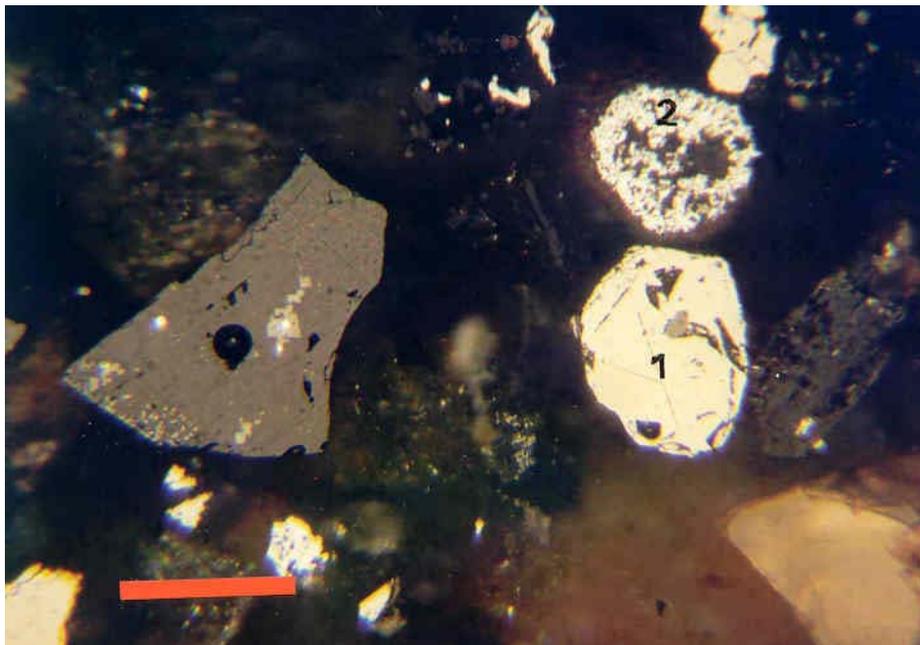


Abb.1.7.4: Glasige Buntmetallschlacke (in der linken Hälfte des Bildes) mit Einschlüssen von (Cr, Zn)-Spinellen (hellgrau) und tropfenförmiger (Sn, Cu, Ni)-Legierung (weiß); rechts im Bild ein geogener Magnetit (1) mit Einschluss von Zirkon (hellgrau); RO-Mischoxid (2)
 Probe 950017/Bichlwang-Kirchbichl Marke 0,1mm

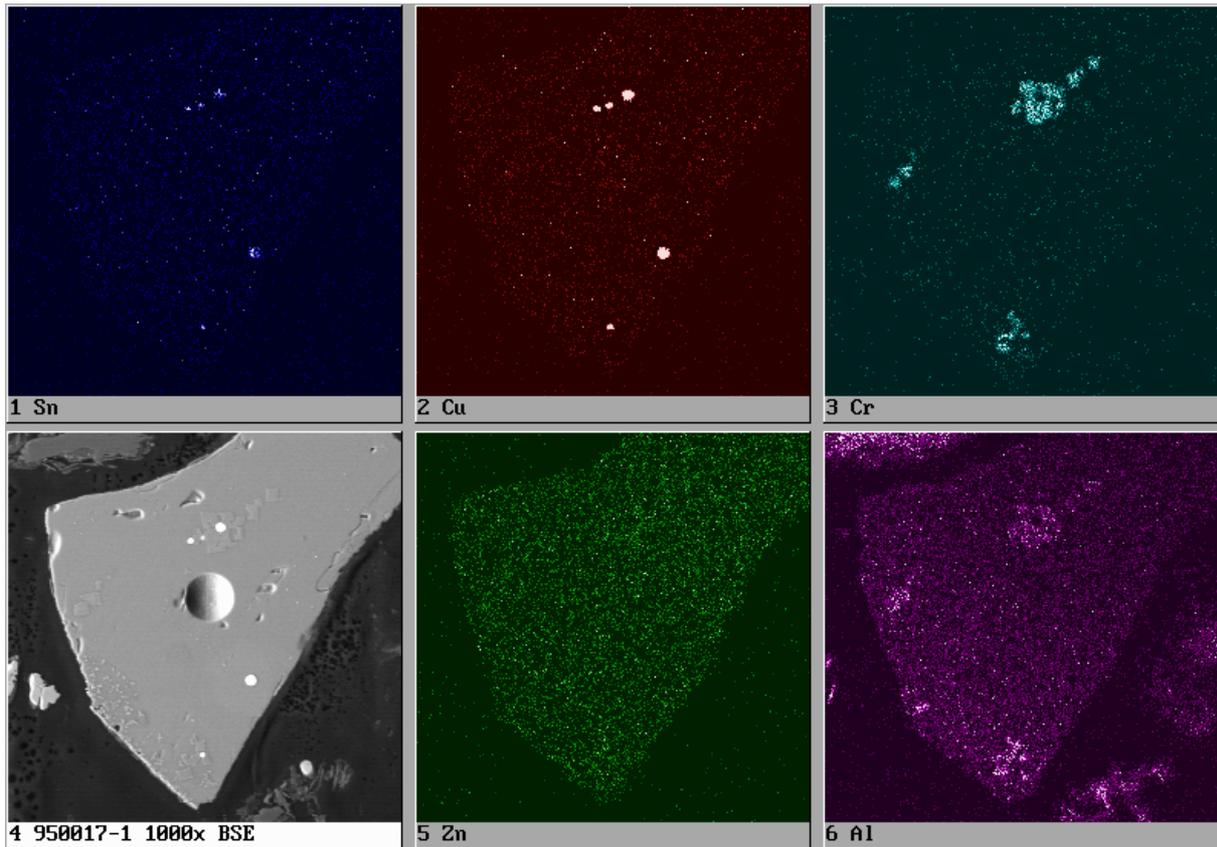


Abb.1.7.5: Elementverteilungen von Sn, Cu, Cr, Zn und Al in metallurgischer Schlacke (siehe auch Abb.1.7.4); links unten Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen
 Probe 990017/Bichlwang-Kirchbichl

Beilage 1.8

Standortuntersuchungen Raum Brixlegg



Abb.1.8.1: Probepunkte Raum Brixlegg

Probennummer: 010034

Probenart: Bachsediment (Schwermineralfraktion)

Lokalität: Alpbach / Brixlegg, westlich Montanwerke

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	überwiegend geogen
Hämatit	+++	z.T. Ti-Hämatit
Wüstit	++++	
Calciumferrit	++	als Verdrängungsprodukt v. Hämatit u. Magnetit
Chromit, Chromspinell	+++	
Spinell	+++	
Zinkspinell	++	
Cuprospinell	++	
(Cr, Zn)-Spinell	++	
Ilmenit	+++	
Ilmenit-Hämatit	++	
Rutil	+++	
Perowskit	+	
Korund	++	
Fe-Hydroxide	++++	
Pentlandit	++	als Einschluss in Magnet- kies und Chromit
Magnetkies	+++	

Pyrit	++++	z.T. Framboid
Kupferkies	+++	
Kupferglanz	++	
Bornit	++	
Fahlerz	+	
Sphalerit	+	
Bleiglanz	++	
Markasit	++	häufig mit Pyrit verwachsen
Arsenkies	+	
Millerit	+	als Einschluss in Magnetkies
Malachit	++	
Anglesit	++	
Cerussit	++	
metall. Blei	+	
metall. Kupfer	++	
metall. Zinn	++	
metall. Eisen	+++	
metall. Titan	+	meist mit Ferrosilizium
metall. Silizium	+	meist mit Ferrosilizium
Ferrosilizium	+++	
(Cu,Sb,Ni)-Legierung	++	
(Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung	++	
Zinnbronze	++	
(As,Fe)-Legierung	++	Arsenid
(Sb,Fe)-Legierung	++	Antimonid
Glasphase	+++	globular u. als Schlacken
Olivinmischkristalle	++	
Granat	++++	z.T.mit Einschlüssen von
		Graphit u. Sulfiden
Zirkon	+++	nicht selten mit Einschlüssen
		von Thorit
Monazit	++	
Thorit	++	
Baryt	+++	
Epidotminerale	+++	
Orthit	++	meist mit Epidit verwachsen
Chlorit	+++	
Chromchlorit	++	Bestandteile von Serpentiniten
Olivin (Forsterit)	++	Bestandteile von Serpentiniten
Apatit	++	geogen
Titanit	+++	

Xenotim	++	
Amphibole	+++	
Pyroxene	++	
Turmalin	+	
Eisenkarbonat	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	~~~~	
Schlacken	+++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromit, Chromspinnell, Chrommagnetit, Chrom-Zinkspinnell, Hercynit, (Cu,Sb,Ni)-Legierung, Chromchlorit, Ferrosilizium

Nickel

Pentlandit, Millerit, Hercynit, Olivin, (As,Fe)-Legierung, (Sb,Fe)-Legierung, (Sb-Cu)-Legierung, Zinnbronze, (Cu,Ni,Sb)-Legierung

Kupfer

metall. Kupfer, Bornit, Kupferglanz, (As,Fe)-Legierung, (Sb,Fe)-Legierung (Sb,Cu)-Legierung, (Cu,Ni,Sn)-Legierung, Fahlerz, Kupferkies, metall. Eisen, Malachit, Glasphase

Blei

Bleiglanz, Cerussit, Anglesit, metall. Blei, (As,Fe)- und (Sb,Fe)-Legierung, (Cu,Sb,Ni)-Legierung, Zinnbronze, Glasphase, (Cu-Ni,Sn)-Legierung

Zink

(Cr-Zn)-Spinnell, Hercynit, Chromspinnell, Glasphase, Sphalerit, (Cu-Ni-Sb)-Legierung

Vanadium

Ti-Magnetit, Ti-Hämatit

Barium

Baryt

Antimon

(Sb-Cu)-Legierung, Fahlerz, (Cu,Ni,Sb)-Legierung, (Sb,Fe)-Legierung, (As,Fe)-Legierung

Zinn

metall. Zinn, (Cu,Ni,Sn,Fe)-Legierung, Zinnbronze, (Cu,Sb,Ni)-Legierung

Cd

Cerrusit

Arsen

Fahlerz, (As,Fe)-Legierung, (Sb,Fe)-Legierung

Thorium

Orthit, Thorit

Uran

Orthit

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Titanminerale, Sulfide und Baryt
- * häufig Chromit und Chromitspinelle in Serpentin
- * nicht selten Thorium- und Uran-führende Phasen
- * häufig metallurgische Schlacken mit Arseniden, Antimoniden und (Cu,Sn,Sb,Ni,Fe)-Legierungen (Buntmetallschlacken)
- * Das Fehlen von (Cr,Ni)-Stahllegierungen und unregelmäßige, glasige Schlacken (Typ Verbrennungsanlagen)

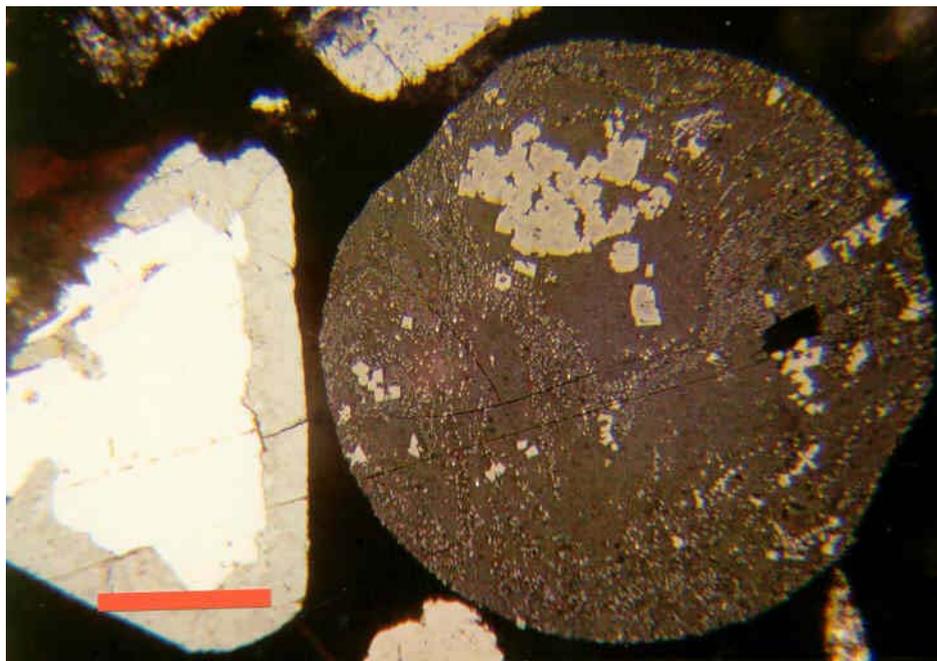


Abb.1.8.2: Globulare Glasphase mit Einschlüssen von zonarem (Cr,Zn)-Spinell; links im Bild Pyrit (weiß), der durch Eisenhydroxid verdrängt wird
Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

Marke 0,1mm

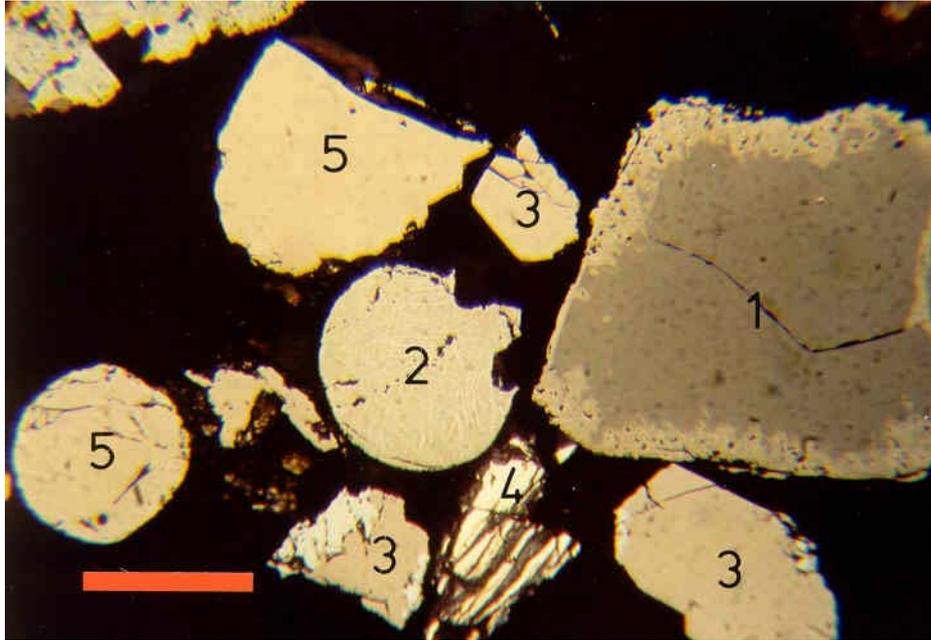


Abb.1.8.3: Chromit (1) mit Cr-Magnetitsaum; tropfenförmiger Magnetit (2); geogener Magnetit (3); Magnetkies (4); RO-Mischphasen (5)
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg Marke 0,1mm

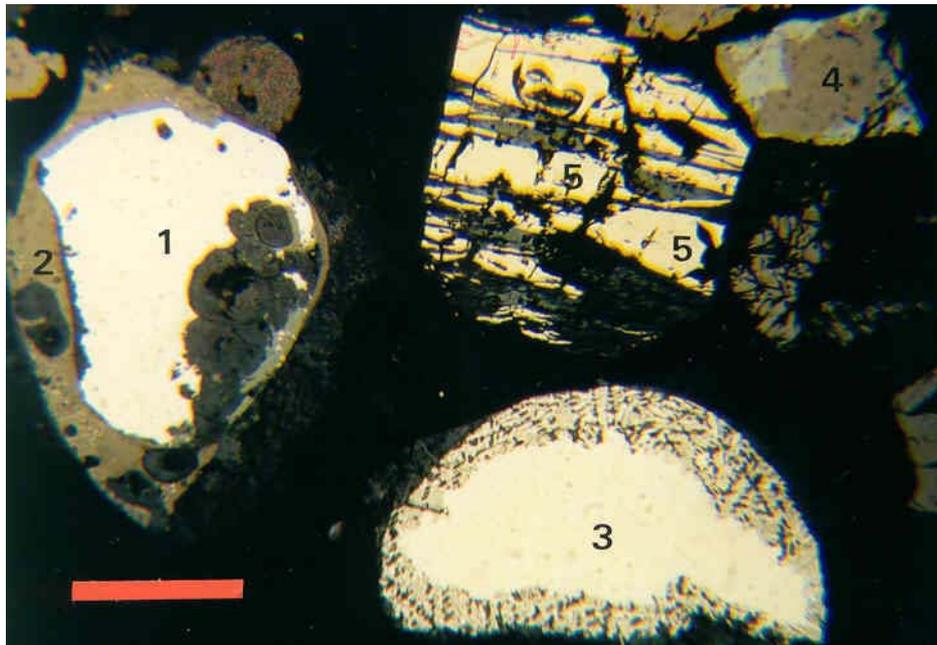


Abb.1.8.4: Metall.Eisen (1) mit Wüstitsaum (2), wird durch Fe-Hydroxid verdrängt (dunkelgrau); halbkugeliges metall.Eisen (3); geogener Magnetit (4); Magnetkies (5)
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg Marke 0,1mm

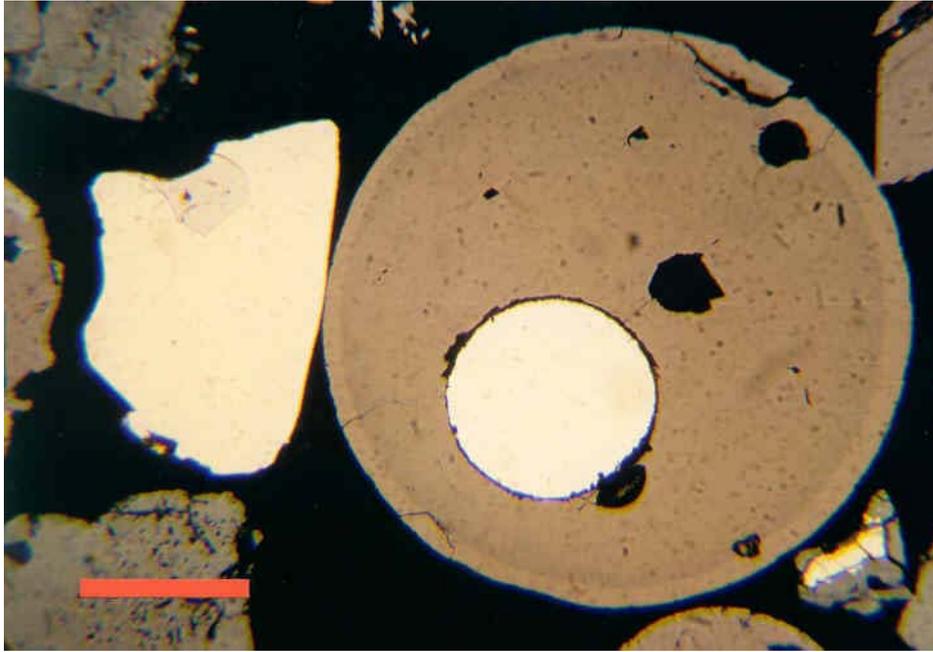


Abb.1.8.5: Globulares Wüstitkorn mit exzentrischem Kern aus metall.Eisen (weiß), Magnetitsaum; links im Bild Ferrosilizium mit Einschluss von metall.Titan
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg Marke 0,1mm

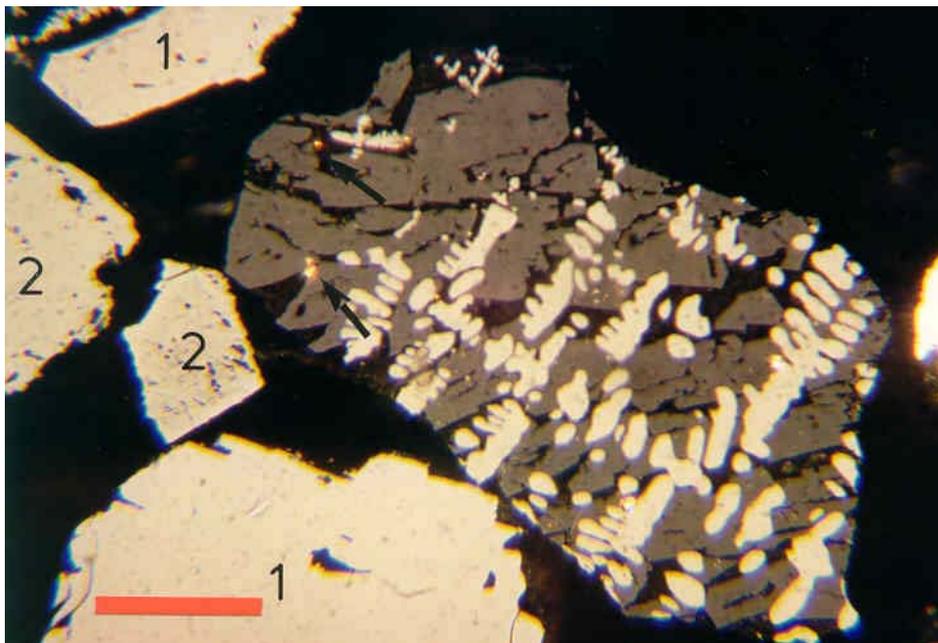


Abb.1.8.6: Kupferschlacke mit Olivinmischkristallen (mittelgrau), dendritischem Magnetit (weiß), Glas (schwarz) und metall.Kupfer (s.Pfeil); links im Bild Magnetit (1) und RO-Phase (2)
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg Marke 0,1mm

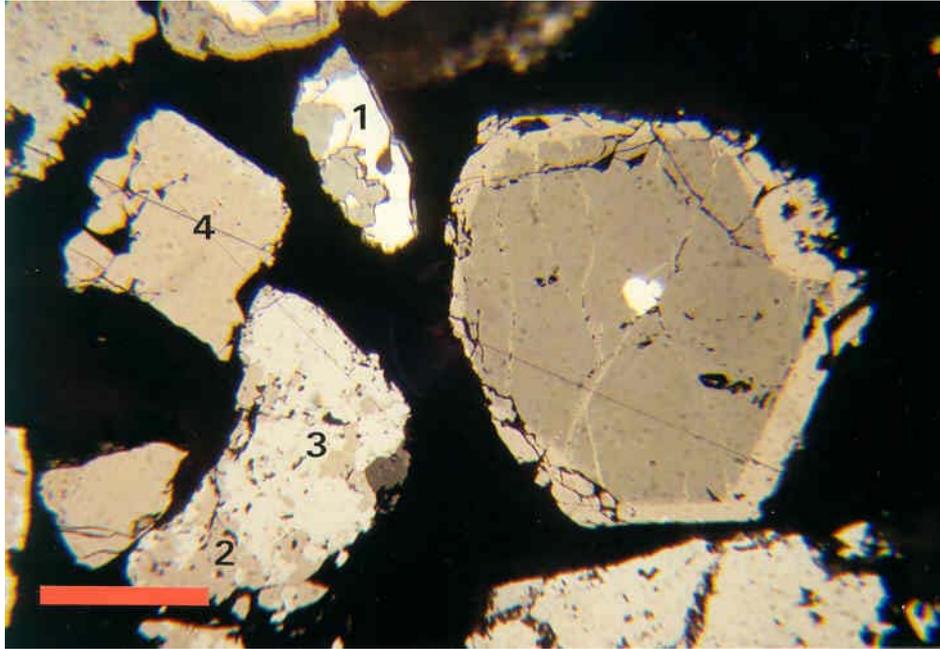


Abb.1.8.7: Chromit-Kristall mit Cr-Magnetitsaum und Einschluss von Pentlandit (weiß); metall.Eisen mit beginnender Verwitterung (1); geogener Magnetit (2); Hämatit (3); Zundermaterial (4)
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg Marke 0,1mm

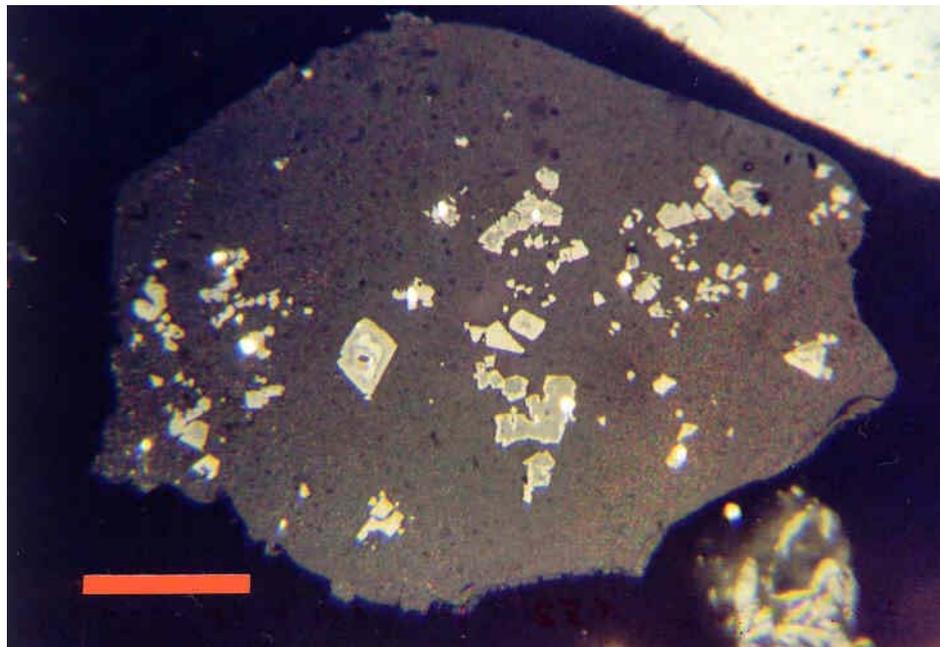


Abb.1.8.8: Buntmetallschlacke mit Einschlüssen von idiomorphen (Cr,Zn)-Spinellen und tropfenförmiger (Cu, Sn,Ni)-Legierung in Glas (Matrix)
 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

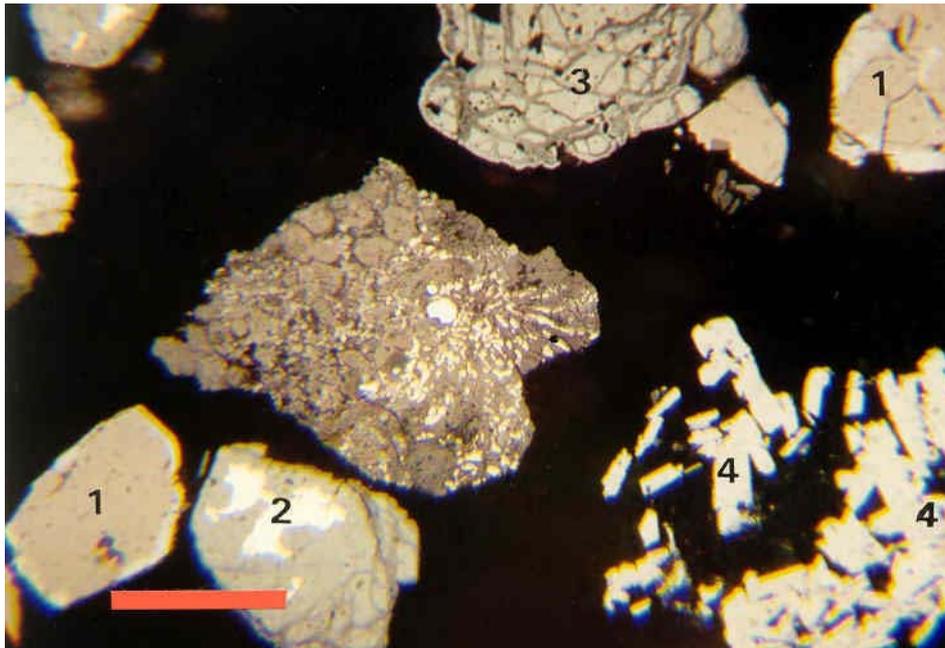


Abb.1.8.9: Buntmetallschlacke mit metall.Blei (weiß) und Bornit (feine Einschlüsse, gelblich weiß) in einer Matrix von Cerrusit (meist körnig, hellgrau) und Anglesit (mittelbraun, am Kornrand) – siehe Abb.1.8.10; Magnetit (1); Pyritrest in Fe-Hydroxid (2); Eisenhydroxid (3); Hämatitkornaggregate (4)

Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

Marke 0,1mm

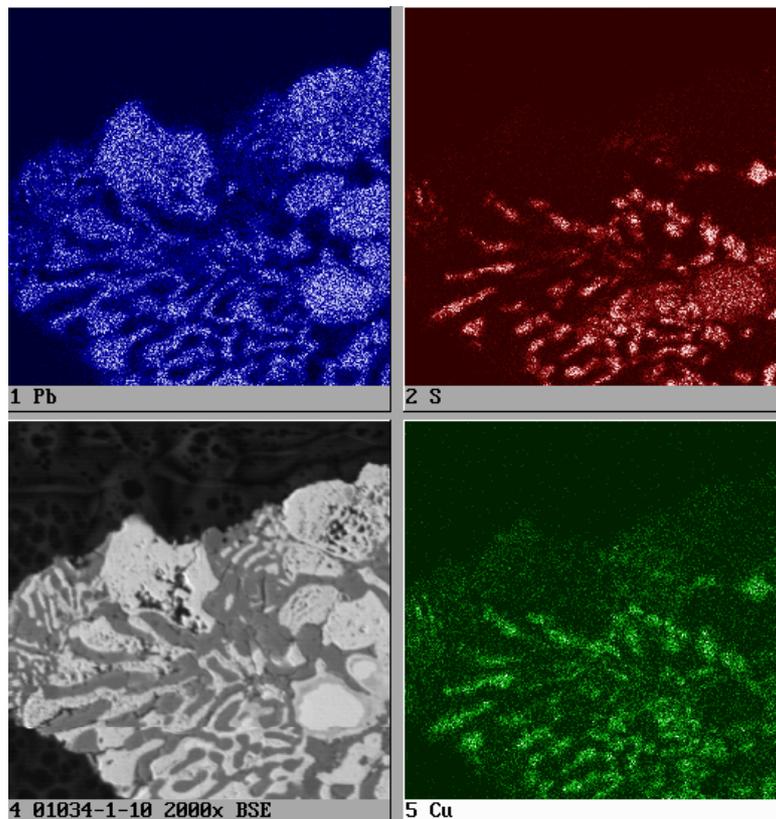


Abb.1.8.10: Elementverteilungen von Pb, Sn und Cu in Bleimineralen und Bornit („Bleischlacke“); links unten Abbildung mittels rückgestreuter Elektroden Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

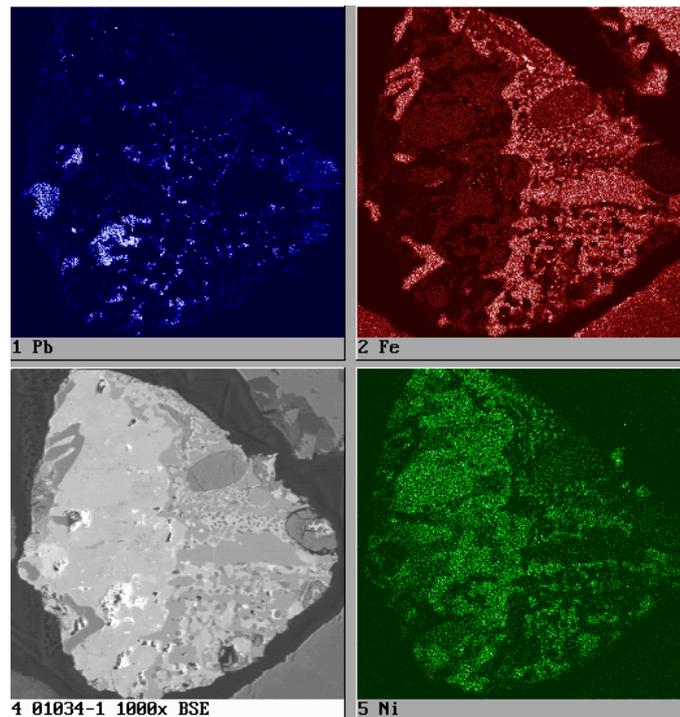


Abb.1.8.11: Elementverteilungen von Pb, Fe und Ni in Arsenid, Antimonid, (Sb, Cu, Ni)-Legierung, Magnetkies und Glasphase; komplex aufgebaute metallurgische Buntmetall-Schlacke; links unten Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

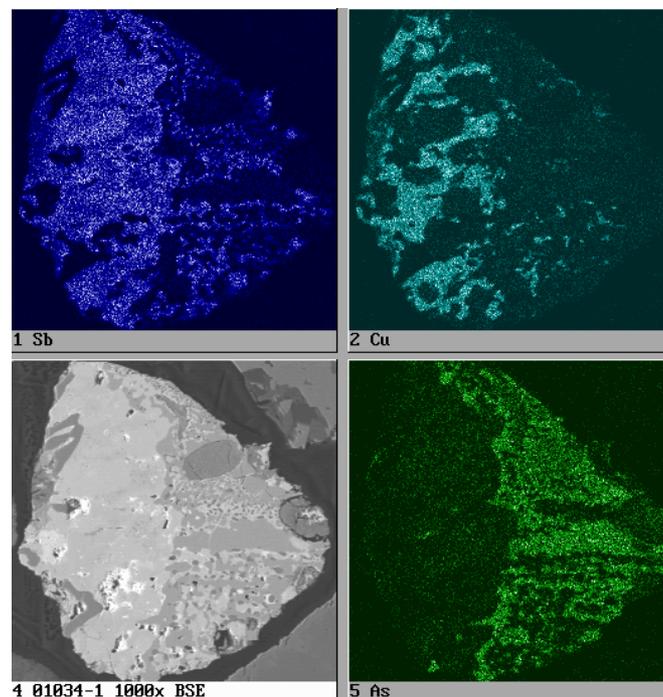


Abb.1.8.12: Elementverteilungen von Sb, Cu und As; siehe Abb.1.8.11 Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

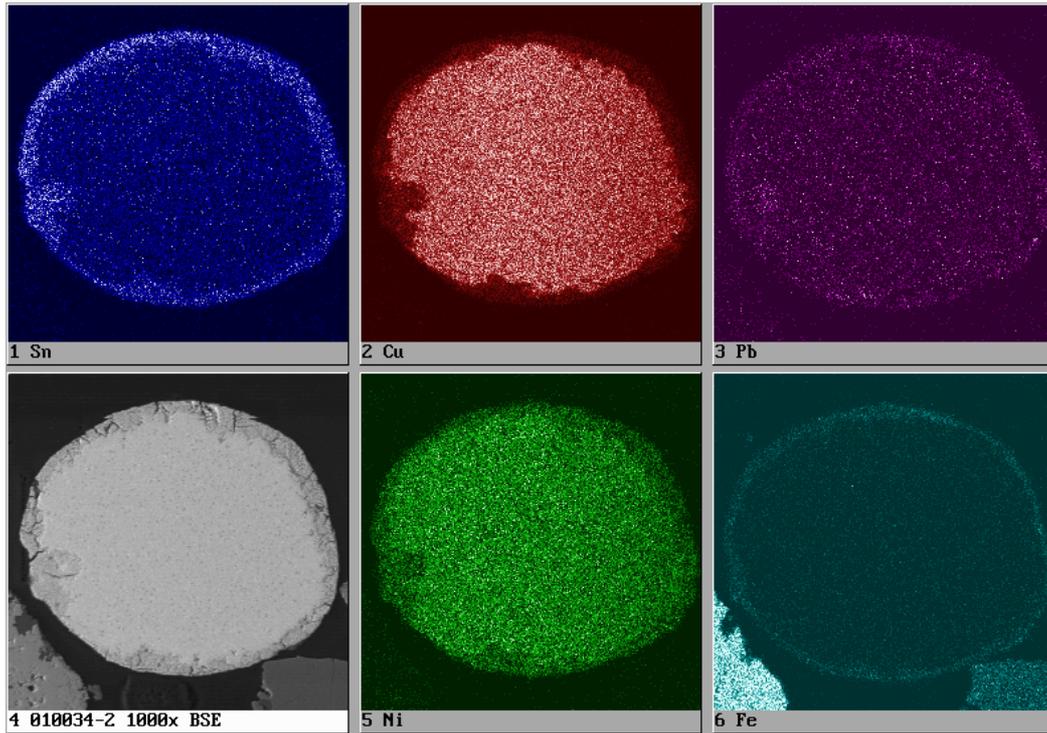


Abb.1.8.13: Elementverteilungen von Sn, Cu, Pb, Ni und Fe in (Sn,Cu,Ni)-Legierungen, randlich beginnende Verwitterung; links unten Abbildung mittels rückgestreuter Elektronen Probe 010034/Alpbachmündung-Brixlegg

Probennummer: 010031

Probenart: Bodenprobe (AB-Horizont), Grünland

Lokalität: Brixlegg, ca. 300 m östlich Montanwerke

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	überwiegend geogen
Hämatit	++	meist geogen
Wüstit	+++	
Calciumferrit	+++	
Spinelle	++	
Chromspinell	+++	
Cuprospinell	++	
Zinkspinell	++	
Ilmenit	++	
Rutil	+++	
Eisenhydroxide	++++	
Cuprit	++	
Zinnoxid	++	
Magnetkies	++	
Pyrit	+++	z.T. Melnikovit-Pyrit
Kupferkies	+	
Kupferglanz	++	
Bornit	++	
Fahlerz	++	
Sphalerit	+	
metall. Eisen	+++	
metall. Kupfer	+++	
metall. Zinn	++	
(Cu,Sb,Ni)-Legierung	++	
(Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung	+++	
Messing	++	
Ferrosilizium	+	
Ti-Ferrosilizium	+	
Eisenphosphid	+	
Baryt	++	
Olivinmischkristalle	++	
Hedenbergit	+++	
Glasphase	+++	als Schlacke und globulare
		Partikeln
Cerussit	+	

Apatit	++	technogen
Titanit	++	
Amphibole	+	
Kohle, Koks	+++	z.T. Ruß (Hausbrand)
Zirkon	++	
Granat	+++	z.T. mit Einschlüssen von
		Graphit und Magnetkies

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+++	Typ: Verbrennungsanlagen
Schlacken	+++	überwiegend Kupferschlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromspinelle, Calciumferrit, Spinell

Nickel

Fahlerz, Glasphase, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, Spinell, Kupferglanz, metall. Kupfer, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung

Kupfer

metall. Kupfer, Kupferglanz, Cuprit, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, (Cu,Sb,Fe)-Legierung, Magnetkies, Glas, Messing, Cuprospinell, Kupferkies, Bornit

Blei

Fahlerz, Glasphase, metall. Zinn, Cerussit

Zink

Olivinmischkristalle, Spinelle (Hercynit), Zinkspinell, Glasphase, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, Chromspinell, Magnetkies, Messing, Sphalerit, Hedenbergit

Zinn

metall. Zinn, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, Zinnoxid

Antimon

Fahlerz, (Cu,Sb,Fe)-Legierung

Vanadium

Calciumferrit, Eisenphosphid, Apatit (technogen)

Barium

Baryt

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	10 %
< 50 µm	37 %
< 100 µm	17 %
< 200 µm	17 %
< 500 µm	8 %
> 500 µm	6 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel globulare, oxidische und glasige Partikeln
- * häufig Sn-,Sb-, und chromführende Kupferschlacken
- * unregelmäßig ausgebildete, überwiegend glasige Partikeln, z.T. mit Magnetkieseinschlüssen (Typ: Verbrennungsanlagen)
- * häufig kohliges Material (überwiegend Koks, Restkohle und Ruß)

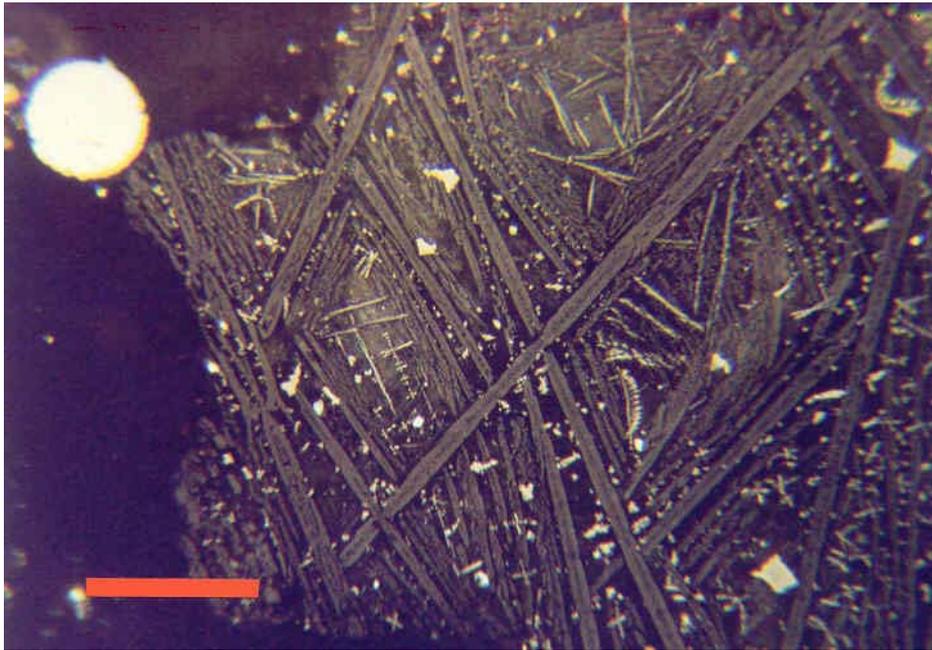


Abb.1.8.14: Metallurgische Schlacke mit stängeligem Hedenbergit, Spinell (hellgrau-weiß) und feindentritischen Magnetitkristallen. Oben links ein globulares Magnetitkorn
Probe 010031/Brixlegg
Marke 0,1mm



Abb.1.8.15: Tafeliges Korn aus Calciumferrit (bläulich grau) und RO-Mischoxiden (weiß)
 Probe 010031/Brixlegg Marke 0,1mm

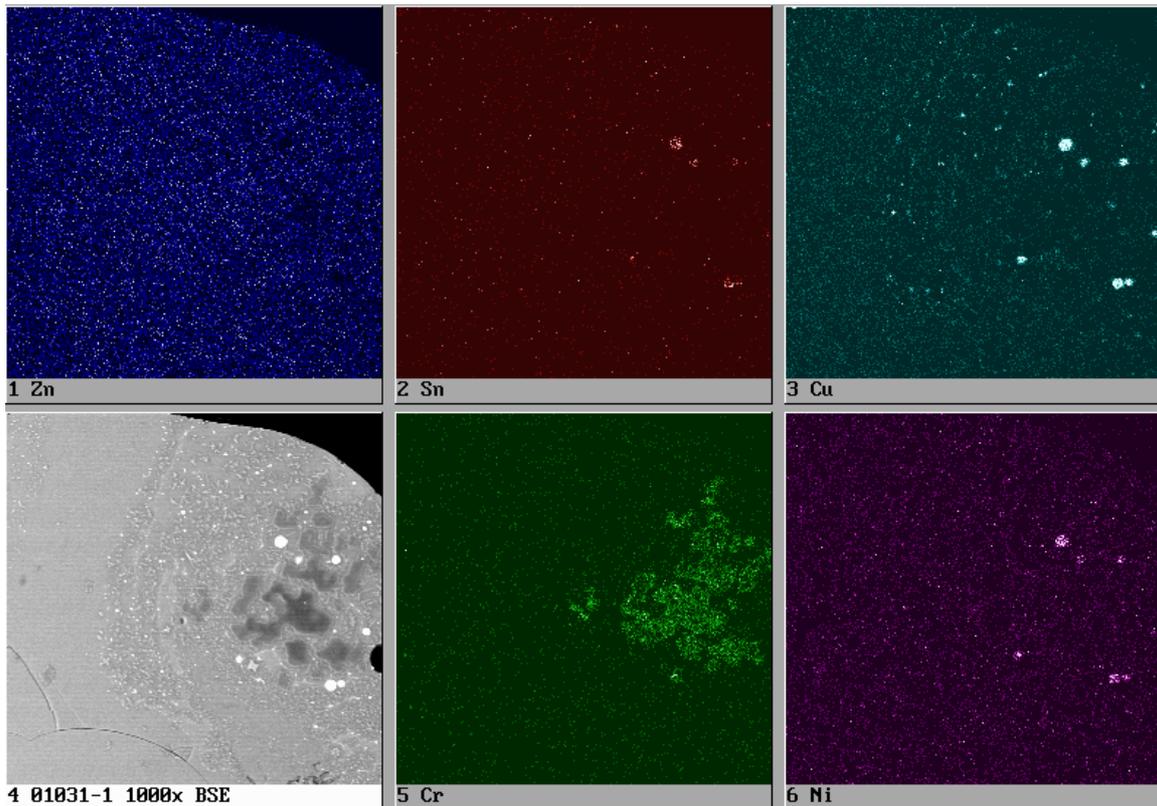


Abb.1.8.16: Elementverteilungen von Zn, Sn, Cu, Cr und Ni in inhomogen aufgebauter Schlacke mit metallischen Einschlüssen und Chromspinellen
 Probe 010031/Brixlegg

Probennummer: 960012

Probenart: Schneeprobe (Filterrückstand)

Lokalität: Brixlegg, etwa 400 m NW Montanwerke

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+	
Hämatit	++	
Wüstit	++	
Calciumferrit	+	
Spinell	+	
Chromspinell	+++	technogen
(Ni,Fe)-Spinell	++	
Cuprospinell	++	
Eisenhydroxide	+++	
Cuprit	++	
Kupferglanz	++	
Magnetkies	++	
Malachit	+	
Azurit	+	
Messing	++	
metall. Eisen	+++	
metall. Kupfer	+++	
metall. Silber	+	
(Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung	+	
(Al,Cu,Ni,Fe)-Legierung	+++	
(Cu,Sb,Fe)-Legierung	+	
Chrom-Eisenlegierung	+	
Olivinmischkristalle	+++	
Melilith	+	
Glasphase	++++	häufig mit Einschlüssen
		von Legierungen, Spinellen
		und metal. Cu
Baryt	++	
Koks, Kohle	+++	
(Cu,Ni,Sn,Fe)-Legierungen	+++	meist als Einschlüsse in
		Kupferschlacken

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	Typ Verbrennungsanlagen
Schlacken	++++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromspinelle, Glasphase, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierungen, Chrom-Eisenlegierung

Nickel

(Ni,Fe)-Spinell, Chromspinelle, Cuprospinell, metall. Zinn, (Al,Cu,Ni,Fe)-Legierung, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung

Kupfer

metall. Kupfer, metall.Zinn, Chromspinell, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, Cuprospinell, Messing, Kupferglanz, Glasphase, Cuprit, (Al,Cu,Ni,Fe)-Legierung, Malachit, Azurit

Blei

(Cu,Ni,Sn,Fe)-Legierung, Eisehydroxide

Zink

Glasphase, (Cu,Sn,Ni,Fe)-Legierung, Chromspinell, Wüstit, Olivinmischkristalle, Eisenhydroxide

Silber

metall. Silber

Barium

Baryt

Antimon

(Cu,Sb,Fe)-Legierungen

Zinn

metall. Zinn, (Cu,Ni,Sn,Fe)-Legierungen

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	12 %
< 50 µm	60 %
< 100 µm	15 %
< 200 µm	8 %
< 500 µm	5 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel glasige und kristalline Kupferschlacken
- * häufig globulare, oxydische und silikatische Partikel
- * häufig leistenförmige bis tafelige metall. Partikeln (Chrom-Stahl, metall. Eisen, metall. Kupfer und Messing)
- * häufig Chromspinelle
- * nicht selten Bremsbelagabriebprodukte (bedingt durch straßennahen Probenahmepunkt !)

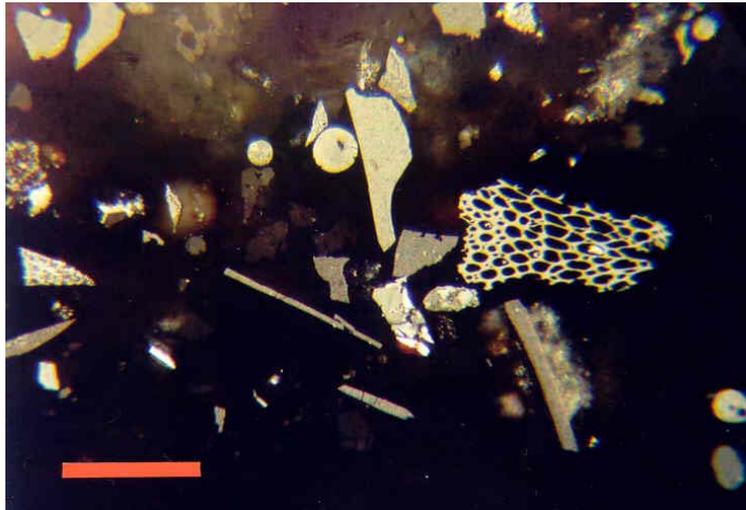


Abb.1.8.17: Leistenförmige und tafelige Buntmetallschlacke z.T. mit Spinell und Legierungseinschlüssen; kohliges Material mit Zellstruktur; globulare RO-Mischoxide; Glasphase

Probe 960012/Brixlegg

Marke 0,1mm

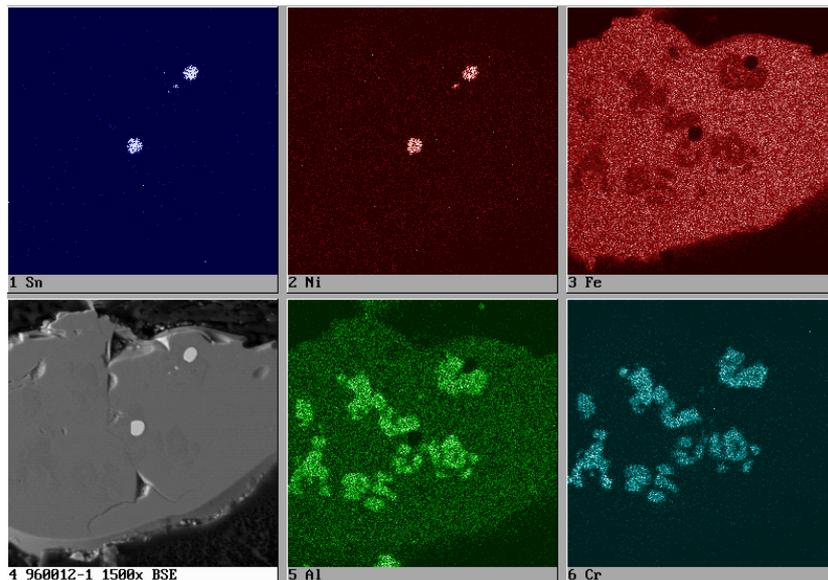


Abb.1.8.18: Elementverteilung von Sn, Ni, Fe, Al und Cr in metall.Einschlüssen, Chromspinell und Glasmatrix (glasige Kupferschlacke)

Probe 960012/Brixlegg

Beilage 1.9

Standortuntersuchungen Raum Treibach-Althofen Krappfeld

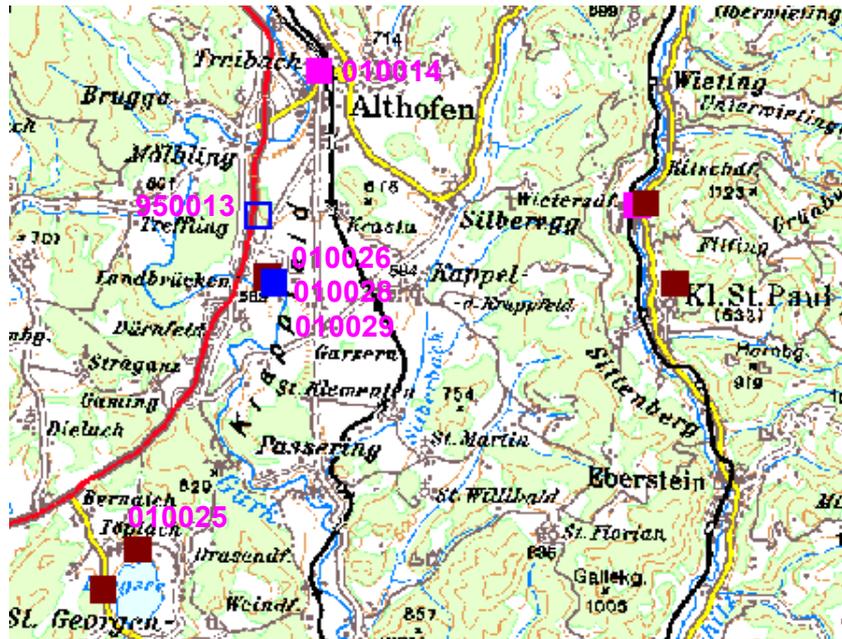


Abb.1.9.1: Probepunkte Bereich Treibach-Althofen/Krappfeld

Probennummer: 950013

Probenart: Schneeproben (Filterrückstand)

Lokalität: Haidkirchen, etwa 2,3 km SW Treibach

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+	
Hämatit	+	
Wüstit	+++	
Molybdänoxid	++	< 10 µm
(W, Mo)-Mischoxide	++	meist globular < 50 µm
Vanadiumoxid	+	globular < 10 µm
Ceroxid	++	globular < 10 µm
Cerferrit	++	tafelig
Chromit	+	leistenförmig, globular
RO-R2O3	++	Schlackenkomponente
(Cr,Ti,V,Fe)-Spinelle	++	Schlackenkomponente < 50 µm
(Ti,V,Fe,Mn)-Mischoxide	+++	
Korund	++	
Siliziumkarbid	++	
Rutil	++	
Sphalerit	+	
Pyrit	+	
metall. Eisen	+++	meist Späne u. leistenförmig
metall. Blei	+	

metall. Nickel	+	als Einschlüsse im Glas
metall. Silber	+	
metall. Silizium	++	scharfkantige Partikeln
metall. Vanadium	+	
Ferrosilizium	++	scharfkantige Partikeln
(Cr,Ni)-Legierung	+	
Olivinmischkristalle	++	
Glasphase	++	
Kohle, Koks, Ruß	++	
Zirkon	++	
Monazit	+	
Dolomit	++	
Quarz	++	
"Grüne Lackfarben"	+++	häufig mit Beimengungen von
		Ti-Oxid und Baryt

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	---	
Schlacken	++	Sondermetallschlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

RO-R2O3, Chromit (technogen), (Cr,Ni)-Legierung, (Cr,Ti,V,Fe)-Spinelle, Lackfarben (grün)

Nickel

metall. Nickel, (Cr,Ni)-Legierung

Vanadium

(Cr,Ti,V,Fe)-Spinelle, (Ti,V,Fe,Mn)-Oxide, metall. Vanadium, Glasphase, Olivin-Mischkristalle

Kupfer

metall. Eisen

Wolfram

(W,Mo)-Mischoxide

Molybdän

Molybdänoxid, (W, Mo)-Mischoxide

Cer

Ceroxid, Cerferrit

Blei

Farbpigmente, metall. Blei

Zink

(W,Mo)-Mischoxide

Silber

metall. Silber

Barium

Baryt (häufig als Füllstoffe und Farbpigmente)

Chlor

Lackfarben, Ceroxid

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	31 %	meist globular
< 50 µm	54 %	leistenförmige Metalle und Schlacken
< 100 µm	12 %	
< 200 µm	2 %	
< 500 µm	2 %	Lackfarben, Koks, Kohle

Charakteristische Merkmale

- * häufig leistenförmige < 50 µm bis globulare metall. Partikeln wie Eisen, Nickel, (Cr,Ni)-Legierungen
- * häufig (V,W,Ti,Mn,Fe)-Mischoxide, untergeordnet auch Ceroxide und Cer-Mischoxid
- * nicht selten auch scharfkantige Partikeln aus metall. Silizium; Ferrosilizium.

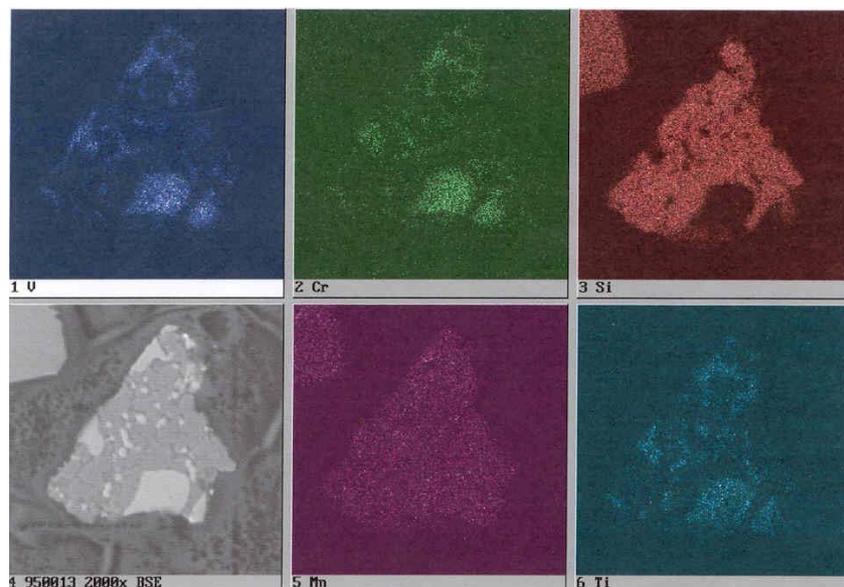


Abb.1.9.2: Elementverteilung von V, Cr, Si, Mn und Ti in Vanadium- und Chrom-hältiger Schlacke
Probe 950013/Haidkirchen

Probennummer: 010014

Probenart: Magnetischer Staub

Lokalität: Treibach, östl. Kirche, im Bereich Bushaltestelle

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++	technogen und geogen
Hämatit	++	meist technogen
Wüstit	+++	
Spinelle	++++	
Calciumferrit	++	
Brownmillerit	+++	
(Cr,V,Fe)-Spinelle	++++	
Chromit	++	geogen und technogen
RO	+++	
R2-R2O3	++++	Fe (Ti,Al,V,Cr,Mn)-Mischoxide
Rutil	++	
Perowskit	+	
(Sb,Fe)-Sulfid ("Gudmundit")	+	
Magnetkies	+++	meist technogen
Nickelsulfid	+++	technogen
(Ni,Al,Fe)-Mischoxide	+++	
(Fe,Ni)-Sulfid	+++	
Ti-Sulfid	+	
metall. Nickel	++++	meist als tropfenförm.Einschlüsse
		im Glas
metall. Eisen	+++	
metall. Aluminium	+	
Zinnbronze	+	
(Cr,Ni)-Stahllegierung	++	globular und leistenförmig
Olivinmischkristalle	++	
Melilithmischkristalle	+++	
Nickelsilikat	++	
Calciumsilikat	++	
Glasphase	++++	
Kohle, Koks, Graphit	++	
Farbpigmente, Lackfarben	++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	
Schlacken	++++	Typus: (Ni,V)-Schlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

(Ti,V,Cr,Fe)-Spinelle, (Cr,Fe)-Spinell, Chromit, Calciumferrit, Brownmillerit, R₂O₃, Hercynit, (Cr,Ni,Fe)-Legierung

Nickel

Nickeloxid, (Ni,Al,Fe)-Mischoxide, metall. Nickel, Nickelsilikat, (Cr,Ni,Fe)-Legierung, Glasphase, (Fe,Ni)-Sulfid

Vanadium

(Ti,V,Cr,Fe)-Spinelle, (Fe,V)-Spinell, Glasphase, RO-R₂O₃, Brownmillerit, Calciumferrit, Hercynit, Fe-Hydroxid

Kupfer

Zinnbronze

Zink

Lackfarben, Farbpigmente

Chlor

(Ni,Al,Fe)-Mischoxide, Zinnbronze, (Ti,V,Cr,Fe)-Spinelle, Glasphase, Farbpigmente

Sb

(Sb,Fe)-Sulfid

Sn

Zinnbronze

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %	Ni-Oxide
< 50 µm	28 %	
< 100 µm	36 %	meist rundliche (Ni,V)-Schlacken
< 200 µm	19 %	
< 500 µm	9 %	Farbpigmente, Zundermaterial, Gesteinsfragmente, Maghemit, Fe-Hydroxide

Charakteristische Merkmale

* sehr viel (Ti,Cr,V,Fe)-Spinelle mit schwankendem Gehalt an Cr u. V

* sehr viel ovale bis rundliche, glasige Partikeln mit Einschlüssen von metallischen Nickeltropfen

- * häufig Nickeloxide und (Ni,Al,Fe)-Mischoxide
- * sehr viel rundliche, unregelmäßig ausgebildete Schlacken mit RO-R2O3-Kristallen, (Ca,Fe)-Silkaten, Glas, und (Cr,V)-Spinellen
- * nicht selten grünliche bis bläuliche, leistenförmige Farbstoffe mit Eisenhydroxiden und Metallresten (Typus: Probe 950013, Haidkirchen)
- * untergeordnet leistenförmige, z.T. verwitterte metall. Partikeln (Typus: Bremsbelagabrieb)
- * Cer- und Lanthan-führende Phasen fehlen!

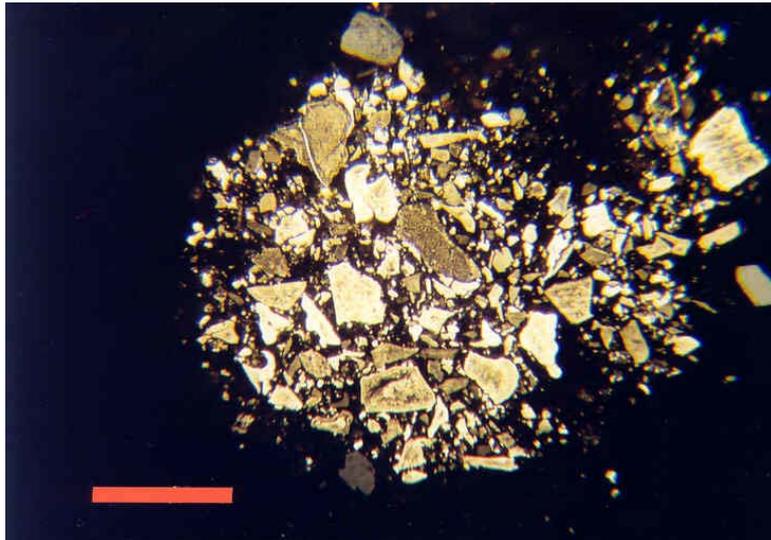


Abb.1.9.3: Zusammengehäufte Partikel aus Nickeloxiden (hell-bräunlich) und (Al, Ni)-Oxid (weiß)
 Probe 010014/Treibach Marke 0,1mm

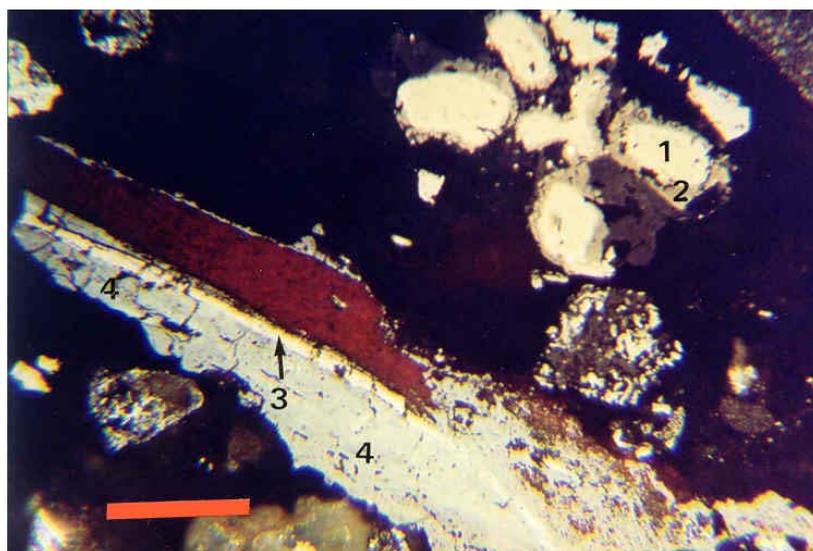


Abb.1.9.4: (Cr, Fe)-Mischoxid (1) mit (V,Cr,Fe)-Spinellsaum; Melilithmischkristalle (dunkelgrau) mit feinsten Einschlüssen von (Ni,Fe)-Sulfiden; im unteren Bereich des Bildes rote Farbpigmente verwachsen mit Wüstite (3) und Eisenhydroxid (4)
 Probe 010014/Treibach Marke 0,1mm

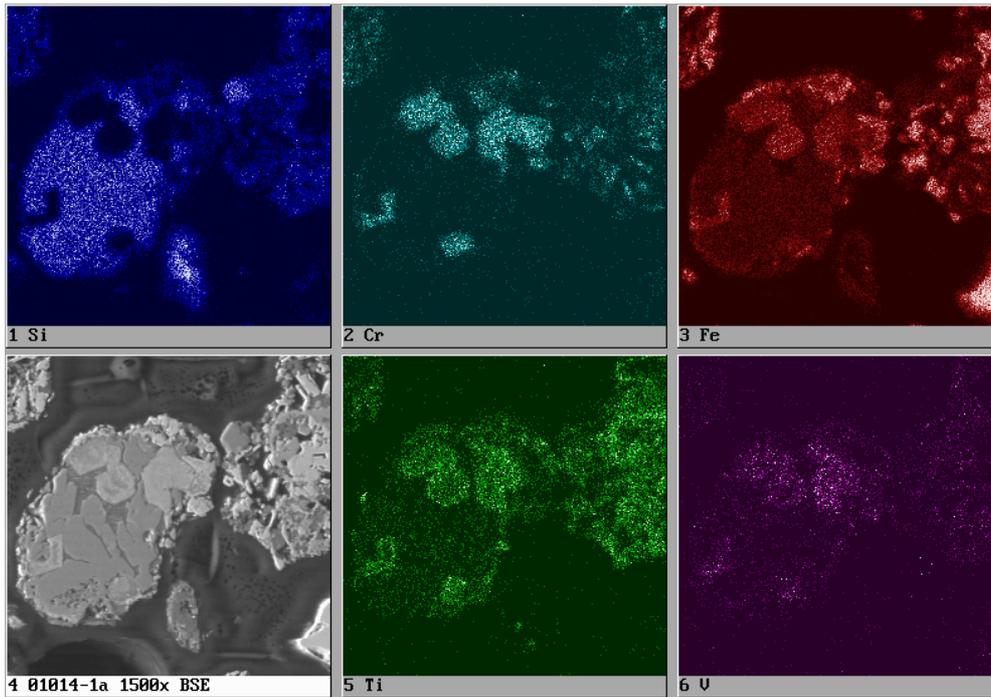


Abb.1.9.5: Elementverteilungen von Si, Cr, Fe, Ti und V in (Fe,Cr, V, Ti)-Spinellen, Melilith-Mischkristallen und Glasphase (Zwickelfüllung)
 Probe 010014/Treibach

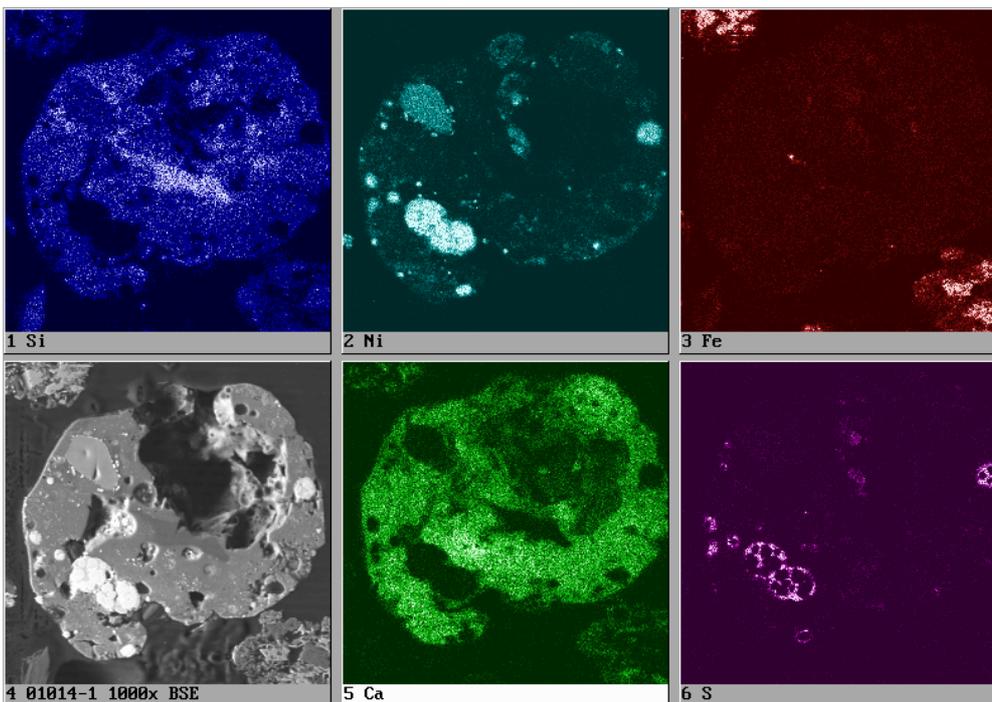


Abb.1.9.6: Elementverteilungen von Si, Ni, Fe, Ca und S in glasiger Schlacke mit Einschlüssen von (Ni, Fe)-Sulfiden, metall.Nickel, Nickel-Silikat
 Probe 010014/Treibach

Probennummer: 010025

Probenart: Bodenprobe (AP-Horizont)

Lokalität: Längsee, östl. Töplach

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	meist geogen
Hämatit	++++	meist geogen
Wüstit	++	
Calciumferrit	++++	
Brownmillerit	+++	
Spinelle	+++	
Chromit	++	
RO-R2O3, RO	+++	
Chromspinell	+++	technogen
Eisenhydroxide	++++	
Maghemit	++	
Ilmenit	++	
Rutil	+++	
Ilmenithämatit	++	
Magnetkies	++	
Pyrit	++	
metall. Eisen	++	vereinzelt Späne, sonst mit Calciumferrit verwachsen
(Cr,Ni,Fe)-Legierung	++	Späne
metall. Nickel	++	als Einschlüsse in Schlacken
(Ni,Fe)-Legierung	+++	als Einschlüsse in Schlacken
		Typus: TCW
Olivinmischkristalle	+++	
Calciumsilikate (\pm P)	+++	
Glasphase	++	
Granat	++++	
Titanit	+++	
Zirkon, Monazit	++	
Graphit	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	---	
Schlacken	+++	fast ausschließlich Typus TCW vereinzelt Eisenhütte Schlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromspinell, Calciumferrit, RO-R₂O₃, Spinell, Chromit, (Cr,Ni-Fe)-Legierung, Brownmillerit

Nickel

metall. Nickel, (Fe,Ni)-Legierung, Glasphase, Magnetkies, Olivinmischkristalle, Melilith, Spinell, (Ni,Fe)-Sulfid

Vanadium

Calciumferrit, Brownmillerit

Zink

Glasphase, Melilith, Olivinmischkristalle

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	5 %	
< 50 µm	21 %	
< 100 µm	29 %	
< 200 µm	25 %	
< 500 µm	20 %	überwiegend geogenes Material
< 500 µm	2 %	überwiegend geogenes Material

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Paragenese Calciumferrit-Brownmillerit-RO-Calcium-Silikate ± metall. Eisen (Typus TCW)
- * häufig Metallurgieschlacken Typ TCW (ohne Vanadium)
- * untergeordnet Zundermaterial und globulare Phasen
- * sehr viel Magnetit- und Hämatit-führende Gesteinsfragmente

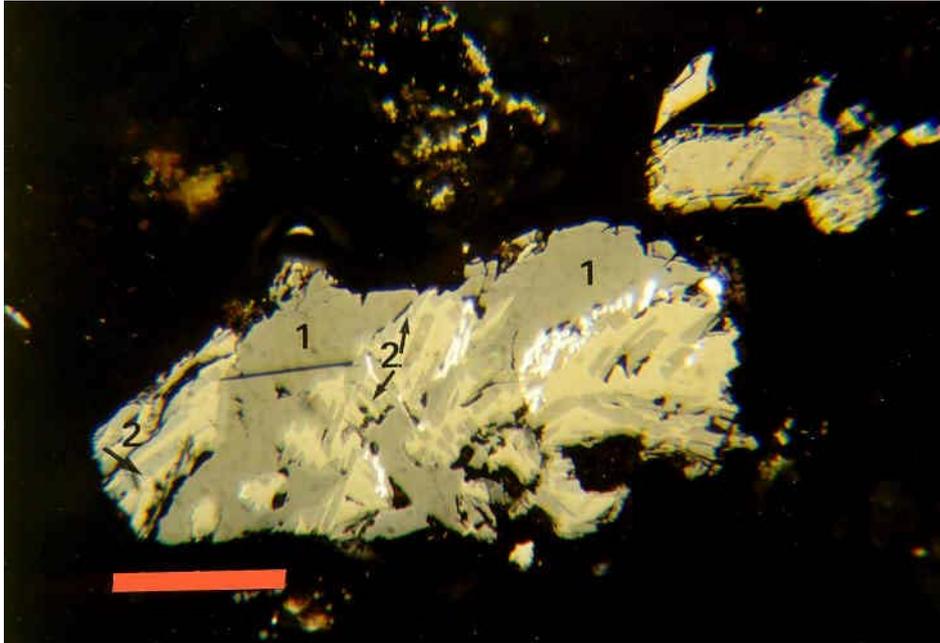


Abb.1.9.7: Paragenese Brownmillerit (1), Calciumferrit (2, stängelige Kristalle), metall.Eisen (weiß) und RO-Mischoxide (Matrix)
 Probe 010025/Töpolach-Längsee

Marke 0,1mm



Abb.1.9.8: Melilith-Mischkristalle (dunkelgrau); Glasphase (hellgrau); zonar gebauter Chrom-Spinell z.T. mit Einschlüssen von metall.Nickel
 Probe 010025/Töpolach-Längsee

Marke 0,1mm

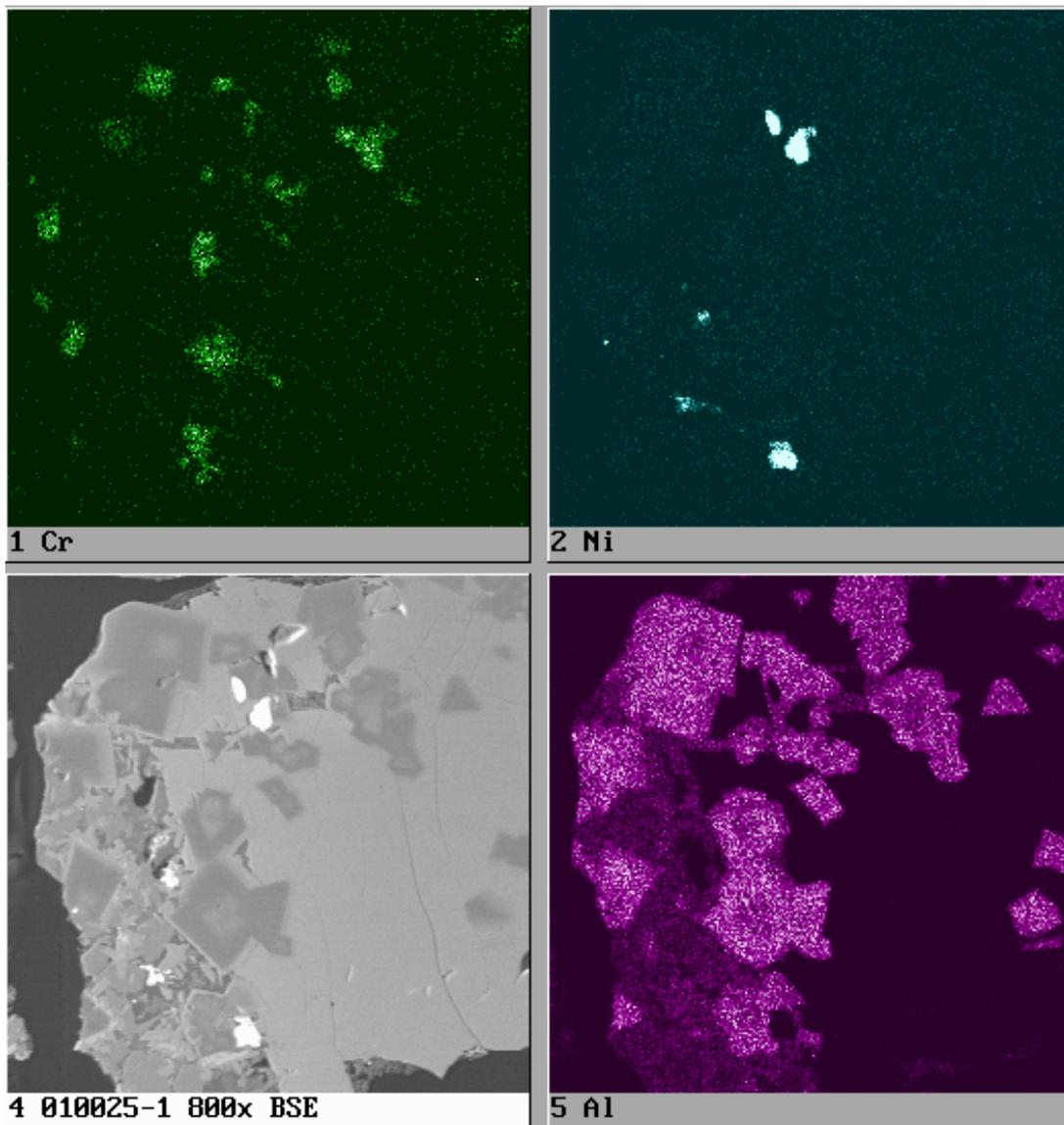


Abb.1.9.9: Elementverteilungen von Cr, Ni und Al in metallurgischer Schlacke
Probe 0100025/Töpolach-Längsee Marke 0,1mm

Probennummer: 010026

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont, Überflutungssediment)

Lokalität: Haidkirchen, etwa 400 m WSW Kirche

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	meist geogen
Hämatit	+++	meist geogen
Wüstit	++	
Calciumferrit	++	
Brownmillerit	++	
Spinell	++	
Chromit	++	
RO	++	
Eisenhydroxide	++++	
Perowskit	+	
Ilmenit	++++	
Ilmenit-Hämatit	++	
Rutil	+++	
Magnetkies	++	
Pyrit	++	
Kupferkies	++	
metall. Eisen	++	
Calciumsilikate	++	
Olivinmischkristalle	++	meist Manganhältig
Melilith	++	
Glasphase	+++	nicht selten mit metall. Eisentropfen
Granat	++++	
Amphibole	++	
Titanit	++	
Graphit	+	Als Einschluss im Granat

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	---	
Schlacken	++	Typ TCW und Eisenhüttenschlacke

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Calciumferrit, Brownmillerit, Chromit

Nickel

Magnetkies (geogen)

Kupfer

Kupferkies

Vanadium

Brownmillerit

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	5 %
< 50 µm	17 %
< 100 µm	54 %
< 200 µm	23 %
< 500 µm	1 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel geogenes Material wie Magnetit, Rutil, Ilmenit und Granat
- * untergeordnet Schlacken mit Calciumferrit ± RO-Phase (Typus TCW) und Eisenhütteschlacken (nicht selten verwittert)
- * nicht selten Röstgut (aus Mg,Fe,Ca,Mn-Mischoxiden)

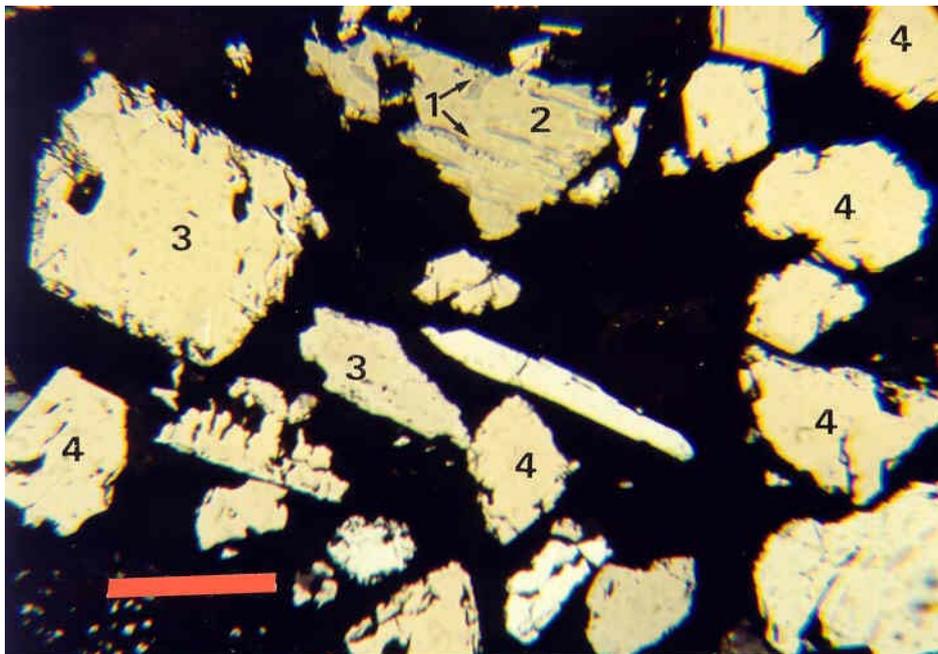


Abb.1.9.10: Stängeliger Calciumferrit (1) mit RO-Mischoxid (2); tafeliger Ilmenit (3), Hämatit (weiß, leistenförmig); Magnetit (4)
Probe 010026/Haidkirchen

Marke 0,1mm

Probennummer: 010028

Probenart: Bodenprobe (B2-Horizont, Überflutungssediment)

Lokalität: Haidkirchen, wie Probe 010026

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	
Hämatit	+++	
Wüstit	++	
Calciumferrit	+	
Brownmillerit	+	
Spinelle	+++	
Chromit	+	
RO	+++	
Eisenhydroxide	++++	
Ilmenit	++++	
Rutil	+++	
Ilmenithämatit	+++	
Pentlandit	+	als Einschluss im Ilmenit
Magnetkies	++	
Pyrit		
Kupferkies		
metall. Eisen		in glasigen Schlacken und verwitterten Partikeln
Calciumsilikat (± P)		
Olivinmischkristalle		meist Mangan-hältig
Melilith		meist in unregelm.Partikeln
Glasphase	++++	meist bläulich gefärbt und enthält Einschlüsse von metal. Eisentropfen
Ferrosilizium	+	
(Ca,Cu,Ni)-Silicid	+	als Einschlüsse in Ferrosilizium
Granat	++++	
Amphibole	++	
Titanit	++	
Zirkon	+	
Kohle, Graphit	++	Kohle in verfestigter Asche, Graphit meist in Granaten

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+	
Globular	+	
Unregelmäßige Partikeln aus Glas, Spinellen u. RO-Phasen	++	Typ Verbrennungsanlagen
Schlacken	+++	überwiegend Eisenhütteschlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Brownmillerit (Calcium-Aluminiumferrit), Chromit

Vanadium

Brownmillerit

Kupfer

Kupferkies, (Ca,Cu,Ni)-Silicid

Nickel

Pentlandit, (Ca,Cu,Ni)-Silicid

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	5 %
< 50 µm	14 %
< 100 µm	37 %
< 200 µm	36 %
< 500 µm	8 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel geogenes Material (wie Probe 010026)
- * weniger Calciumferrite Typ TCW
- * Zunahme von Eisenhütteschlacken und Röstprodukten (Mischoxide aus Fe,Mn,Co,Mg) z.T. Pseudomorphose nach Karbonaten
- * Zunahme von tafeligen, glasigen Schlacken (meist bläulich gefärbt und mit Einschlüssen von metall. Eisentropfen)



Abb.1.9.11 : Leistenförmiges Zundermaterial (Bild-Mitte) ; globularer Wüstit (1) ; Röstgut aus (Mg,Fe,Mn)-Mischoxiden (2) ; Hämatit (weiß) ; verwitterte Schlacke
 Probe 010028/Haidkirchen Marke 0,1mm

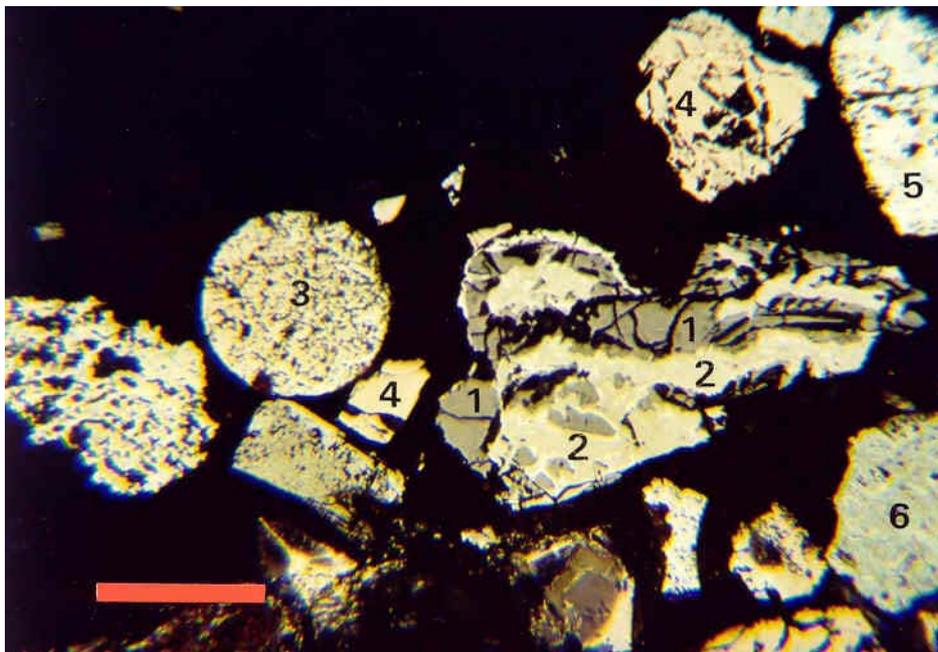


Abb.1.9.12: Paragenese Brownmillerit (1) mit RO-Mischoxiden (2); globularer Wüstit mit Magnetitsaum (3); Magnetit (4); Hämatit z.T. mit Magnetitresten (5) und Eisenhydroxid (6)
 Probe 010026/Haidkirchen Marke 0,1mm

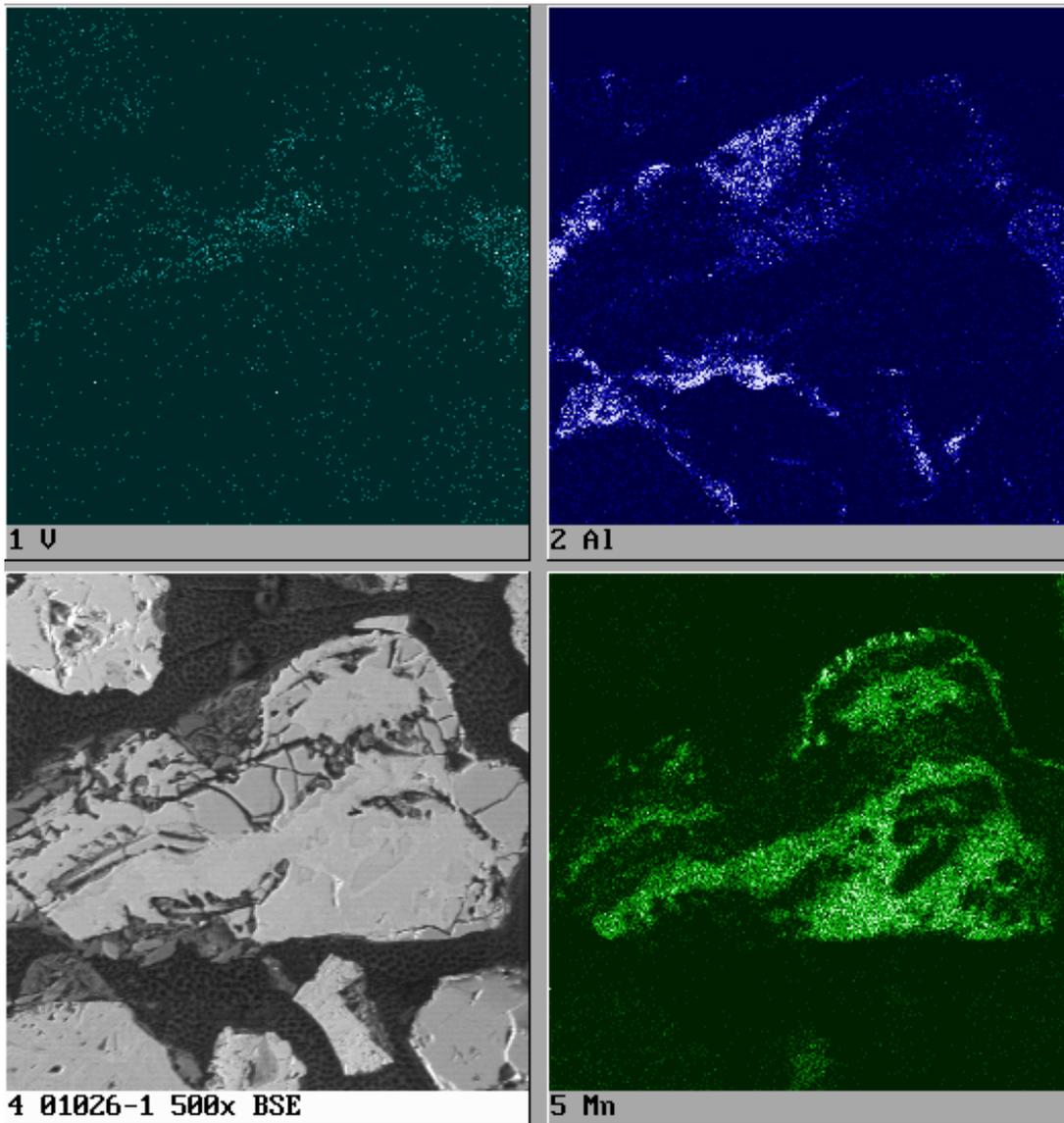


Abb.1.9.13: Elementverteilungen von V, Al und Mn in metallurgischer Schlacke und (Fe,Mn)-Mischoxiden
Probe 010028/Haidkirchen

Probennummer: 010029

Probenart: Bachsediment (Schwermineralfraktion)

Lokalität: Gurk / Haidkirchen

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	
Hämatit	+++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	+	
Brownmillerit	+	
Spinell	++	
Chromit	+++	
Chromspinell	+	
Chrommagnetit	+	
(Mo,Cr,Fe)-Spinell	++	
RO-Phase	+++	(Mn,Fe,Cu,Mg)-Mischoxide
Eisenhydroxide (\pm Mn)	++++	z.t. mit Graphit und Schlacken-
		Einschlüssen
Ilmenithämatit	++	
Ilmenit	++++	
Rutil	+++	
Plumboferrit	++	Bleiferrit
Magnetkies	++	
Kupferkies	+	
Pyrit	++	
Kupferglanz	+	
metall. Zinn	+	in verwittertem Partikel
metall. Eisen	++	
metall. Molybdän	++	als runde Einschlüsse in
		(Mo,Cr)-Spinellen (Typ TCW ?)
Ferrosilizium	++	
(Sn,Cu,Fe)-Legierung	+	
Olivinmischkristalle	+++	überwiegend Mn-hältig
Melilithmischkristalle	+++	
Mangansilikat	++	
Hedenbergit	++	meist in metallurgischen Schlacken
Glasphase	+++	
Kohle, Graphit	++	in verfestigten Aschen
Granat	++++	nicht selten mit Einschlüssen
		von Graphit und Rutil

Amphibole	+++	
Pyroxen	++	
Epidotminerale	++	
Eisenkarbonat	++	
Chlorit	++	
Biotit	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++++	
Schlacken	++++	überwiegend Mn-hältige
		Eisenhütte Schlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromit, Chromspinell, Chrommagnetit, Ferrosilizium, Chrom-Molybdänspinell

Kupfer

(Sn,Cu,Fe)-Legierung, Kupferkies, Kupferglanz, Bleiferit

Blei

Bleiferit

Zink

Chromit, Chromspinell, Chrom-Molybdänspinell, Glasphase

Molybdän

metall. Molybdän, Molybdänoxid, Chrom-Molybdänspinell

Vanadium

Chrom-Molybdänspinell

Zinn

(Sn,Cu,Fe)-Legierung, Eisenhydroxide

Barium

Glasphase

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	3 %
< 50 µm	7 %
< 100 µm	26 %
< 200 µm	53 %
< 500 µm	11 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Titanminerale wie Ilmenit, Ilmenit-Hämatit, Rutil, Titanit sowie Magnetit und Hämatit (geogen)
- * häufig Mangan-hältige Eisenhüttenschlacken und Röstgut
- * nicht selten metallurgische Schlacken (überwiegend Mo- und Cr-reich), siehe Elementverteilungsbilder
- * vereinzelt Bleischlacken, siehe Elementverteilungsbilder
- * Zurücktreten von Ca-Ferritphasen
- * nicht selten zinkführende Chromite und Chromspinelle

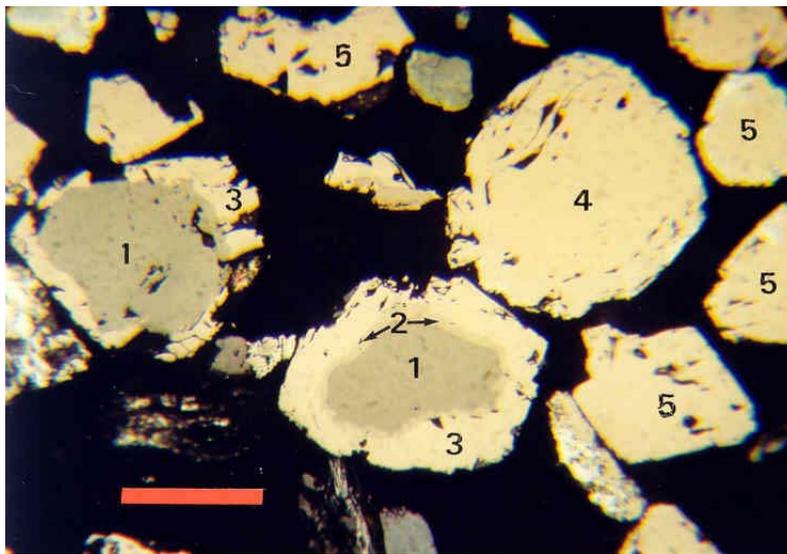


Abb.1.9.14: Chromit (1) mit randlicher Verdrängung durch Cr-Spinell (2) und Cr-Magnetit (3); Ilmenit (4); Magnetit (5)

Probe 010029/Gurk bei Haidkirchen

Marke 0,1mm



Abb.1.9.15: Glasige Schlackenpartikel (schwarz mit Luftblasen); Graphitlamellen (1) und metall.Eisen (2) in verwitterter Grundmasse (verwittertes Gusseisen?)

Probe 010029/Gurk bei Haidkirchen

Marke 0,1mm

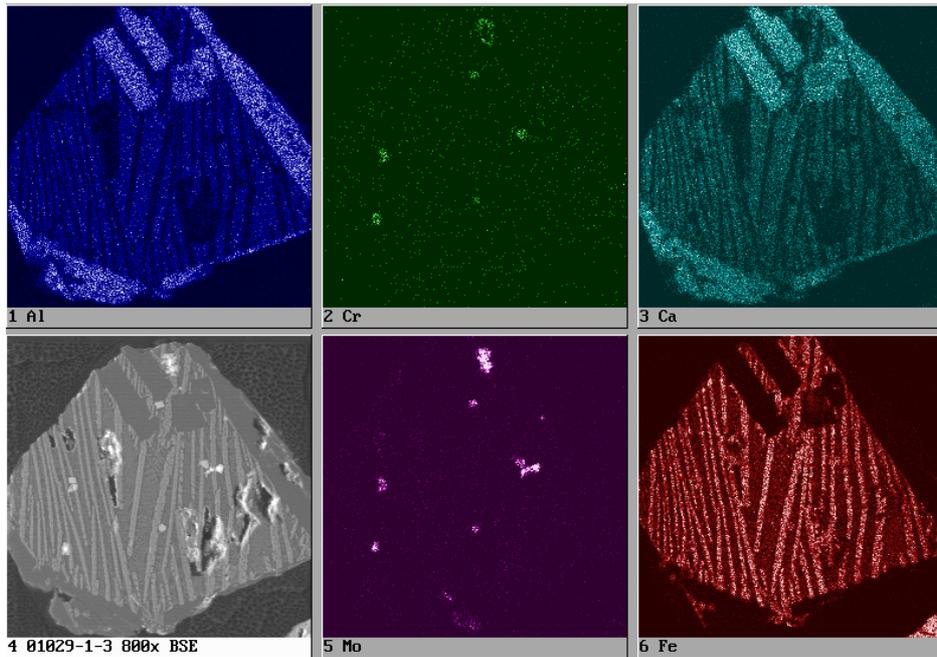


Abb.1.9.16: Elementverteilungen von Al, Cr, Ca, Mo und Fe in Sondermetallschlacke mit stängeligem Hedenbergit, prismatischem Mellilith, (Mo,Cr,Fe)-Spinellen, metall.Molybdän und Glasphase
 Probe 010029/Gurk bei Haidkirchen

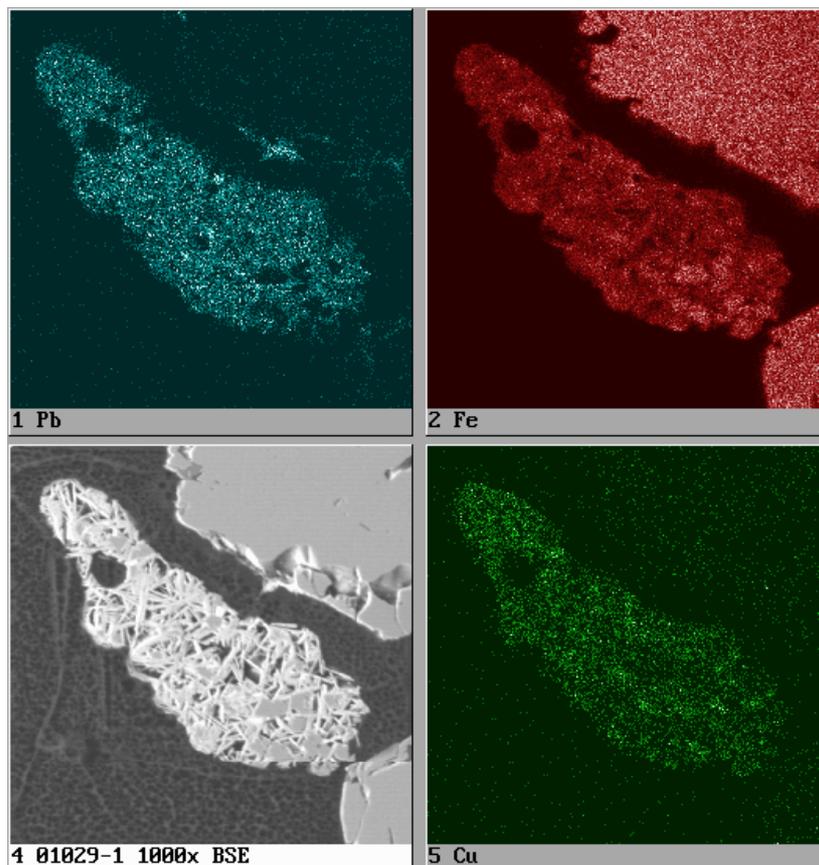


Abb.1.9.17: Elementverteilungen von Pb, Fe und Cu in Bleiferrit und Glasphase (Zwickelfüllung)
 Probe 010029/Gurk bei Haidkirchen

Beilage 1.10

Standortuntersuchungen Raum Reutte

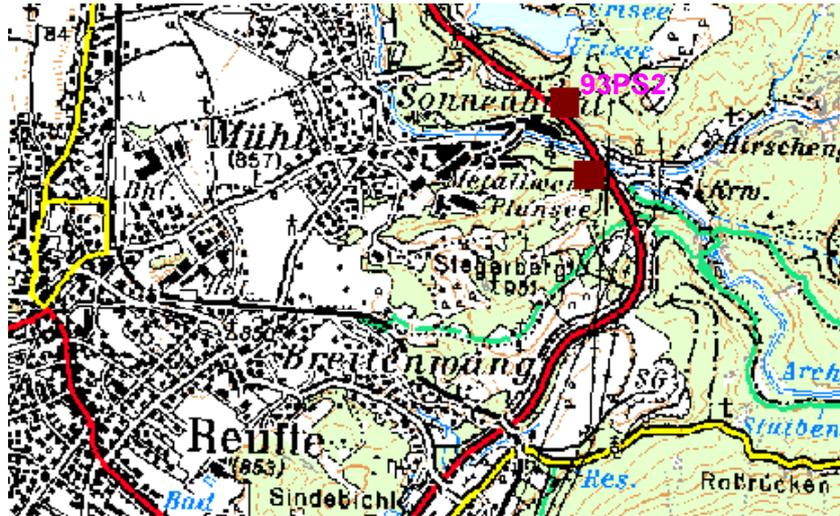


Abb.1.10.1: Lage der Probepunkte Raum Reutte

Probennummer: 93 PS2

Probenart: Auflage-Horizont

Lokalität: Wald, etwa 500 m NNE Metallwerk Plansee / Reutte

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++	
Hämatit	+++	meist Ti-Hämatit
Wüstit	+++	
Spinelle	++	
Chromit	+	
Chrommagnetit	+	
(Cr,Zn)-Spinell	++	
(Ti,Fe)-Spinell	++	
Ilmenithämatit	+	
Eisenhydroxide	++++	nicht selten mit Einschlüssen von Graphitlamellen und Kugelgraphit
Zinkhydroxid	+	
Maghemit	++	
Korund	+	
RO-Phase	++	
Bleiglanz	++	
Pyrit	+	
Magnetkies	++	meist in unregelmäßigen Schlacken untergeordnet tafelig u. globular
Titansulfid	+	
Titannitrid	+	

metall. Zink	+	
metall. Eisen (\pm Mn)	+++	in Wüstit, Glas, Bremsbelagabrieb und als unregelmäßige Partikeln
metall. Zinn	+	
metall. Aluminium	+	
(Sn,Ni,Cu)-Legierung	+++	in metallurgischen Schlacken
(Cu,Ni)-Legierungen	++	in metallurgischen Schlacken
Kohle, Koks, Graphit, Ruß	+++	Gaphittlamellen in verwittertem Gußeisen Kugelgraphit, (Koks, Restkohle,) Ruß
Olivinmischkristalle	++	
Melilithmischkristalle	+++	in unregelmäßigen Partikeln u. Schlacken
Mullit	+	
Glasphase	+++	
Epidotminerale	++	
Amphibole	+	
Titanit	+	
Dolomit, Calcit	+++	
Rutil	++	
Ilmenit	++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	++	
Unregelmäßige glasige Schlacken	+++	Typus Verbrennungsanlagen
Schlacken	+++	meist metallurgische Schlacken

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

(Cr,Zn)-Spinelle, Eisenhydroxide, (Cu,Ni)-Legierung, Chromit, Chrommagnetit

Kupfer

(Cu,Ni)-Legierung, (Cu,Sn,Ni)-Legierung, (Cr,Zn)-Spinelle

Blei

Bleiglanz, Eisenhydroxide, (Cu,Sn,Ni)-Legierung, (Cu,Ni)-Legierung

Zink

Glasphase, (Cr,Zn)-Spinelle, (Cu,Sn,Ni)-Legierung, (Cu,Ni)-Legierung, RO-Phasen

Zinn

metall. Zinn, Eisenhydroxide

Nickel

(Cu,Sn,Ni)-Legierung, (Cu,Ni)-Legierung

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	9 %
< 50 µm	12 %
< 100 µm	22 %
< 200 µm	38 %
< 500 µm	16 %
> 500 µm	3 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel verwitterte Partikel und Maghemit, z.T. mit Einschlüssen von Graphitlamellen, Kugelgraphit und metall. Eisen
- * häufig metallurgische Schlacken (Typus Brixlegg) mit (Cr,Zn)-Spinellen und Metalltropfen von (Cu,Sn,Ni)-Legierungen
- * häufig unregelmäßige glasreiche Schlacken mit Magnetkieseinschlüssen (Typus Verbrennungsanlagen)
- * nicht selten Bremsbelagabriebprodukte
- * häufig Ruß und kohliges Material (Hausbrand und "Dieselruß")

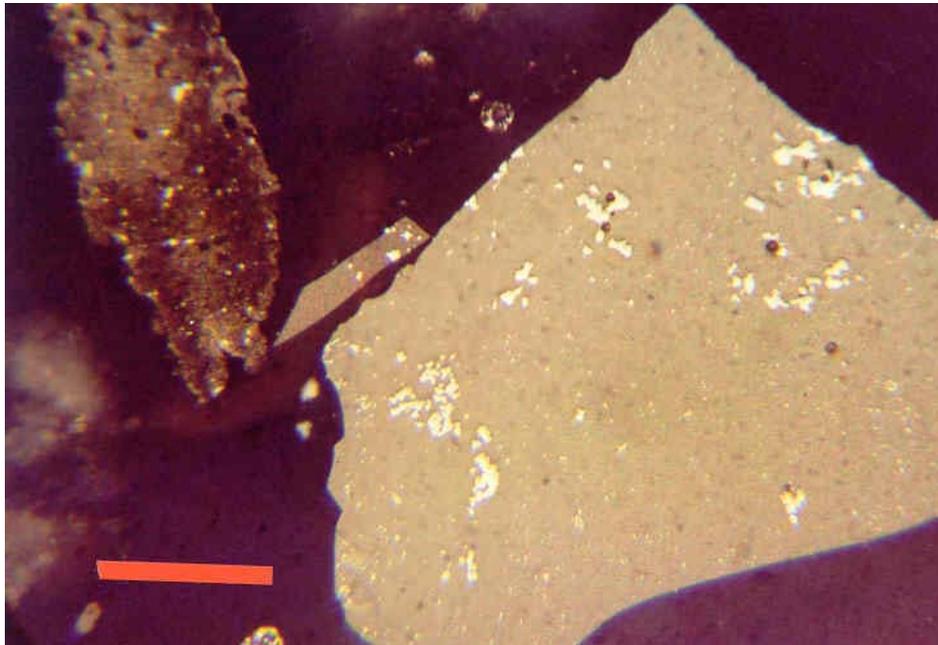


Abb.1.10.2: Metallurgische Schlacke (glasig) mit Einschlüssen von (Cr,Zn)-Spinellen und (Cu,Ni,Pb,Zn)-Legierungen. Links im Bild Partikel Typus Bremsbelagabrieb mit feinsten Einschlüssen von metall.Eisen
Probe 93PS2/Reutte

Marke 0,1mm

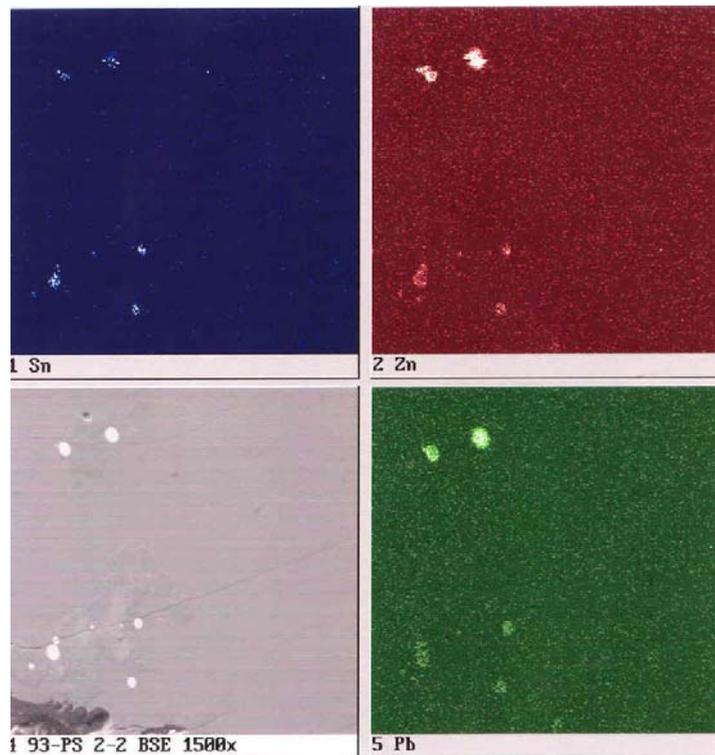


Abb.1.10.3: Elementverteilungen von Sn, Zn und Pb in metallurgischer Schlacke mit Einschlüssen tropfenförmiger (Cu,Ni,Sn)-Legierungen und Chromspinnellen Probe 93PS2

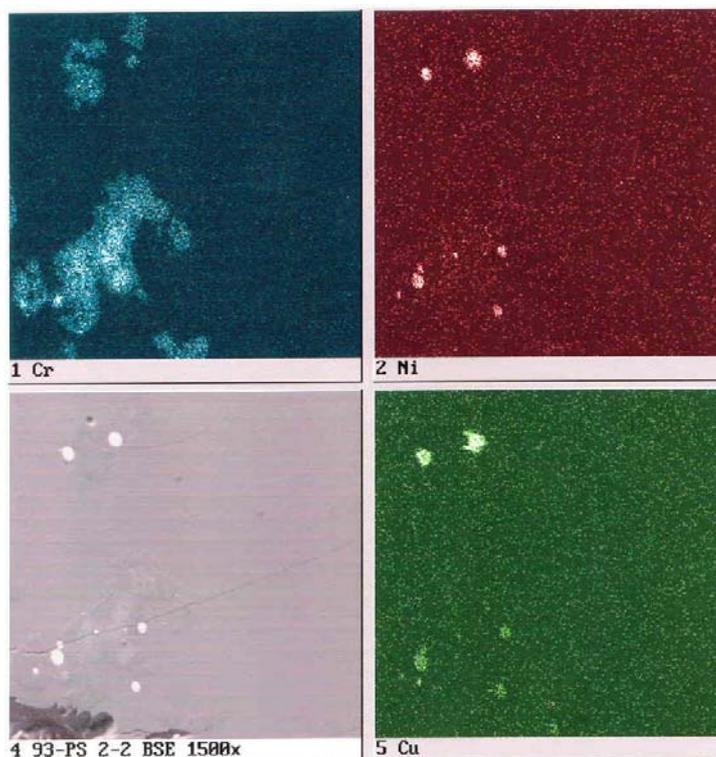


Abb.1.10.4: Elementverteilungen von Cr, Ni und Cu; sonst wie Abb.1.10.3 Probe 93PS2

Beilage 1.11

Standortuntersuchungen Raum Ternitz/Wimpassing

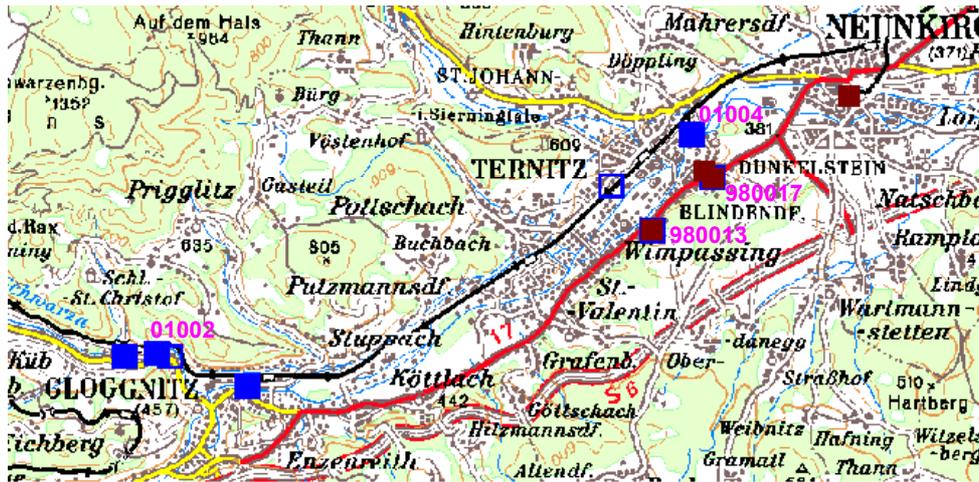


Abb.1.11.1: Lage der Probepunkte Bereich Gloggnitz/Ternitz/Wimpassing

Probennummer: 980017

Probenart: Bodenprobe (A-Horizont); Grünland

Lokalität: Dunkelstein / Ternitz, südl. Bundesstraße

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	geogen und technogen
Hämatit	+++	geogen und technogen
Wüstit	++++	
Chromit	++	
Calciumferrit	++++	
Calciumaluminat	++	
Calcium-Aluminiumferrit	++	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	+++	
Chromspinelle	++	
Maghemit	++	
(Fe,Mn)-Oxide	+++	
RO-R2O3-Phasen	+++	
Eisenhydroxide	++++	
Korund	+	
Zinnoxid	+	
Ilmenit	+++	
Rutil	++	
Pyrit	+	

Magnetkies	+++	meist technogen
metall. Eisen	+++	
metall. Zinn	++	in Zinnoxid und verzinnte Bleche
(Sn,Pb)-Legierung	+	
(Sn,Sb)-Legierung	+	
(Fe,Mn)-Legierung	++	Spiegeleisen
Ferrosilizium	+	
Chrom-Stahllegierung	++	z.T. globular
(Cr,Ni)-Stahllegierung	+++	meist globular
Mangansilikate	++++	
(Fe,Mn)-Silikate	++	
Melilithmischkristalle	+++	
Olivinmischkristalle	++	
Wollastonit	++	
Mullit	++	
Glasphase	++++	
Granat	++	
Amphibole	+	
Turmalin	+	
Zirkon	++	
Eisenkarbonat	+	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	+++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++++	Typ: Verbrennungsanlagen
Schlacken	++++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromspinell, Chromit, Chromstahllegierung
RO-R2O3-Phasen, (Cr,Ni)-Stahllegierung

Nickel

RO-R2O3-Phasen, (Cr,Ni)-Stahllegierung

Vanadium

(Ca-Al)-Ferrit, Calciumferrit

Blei

Weißmetalle wie (Pb,Sn)- und (Sn,Sb,Pb)-Legierungen

Antimon

Weißmetalle wie (Pb,Sn)- und (Sn,Sb,Pb)-Legierungen

Zinn

Weißmetalle, metall. Zinn

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	8 %
< 50 µm	16 %
< 100 µm	10 %
< 200 µm	4 %
< 500 µm	22 %
> 500 µm	40 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Mangan-reiche Phasen (typisch für Bessemerschlacken von Stahlproduktion)
- * häufig Chrom- und Nickel-führende Stahllegierungen und oxidische Phasen
- * häufig unregelmäßige, glasige Schlacken (blasenreich), mit Einschlüssen von Magnetkies (Typ: Feuerungsanlagen)

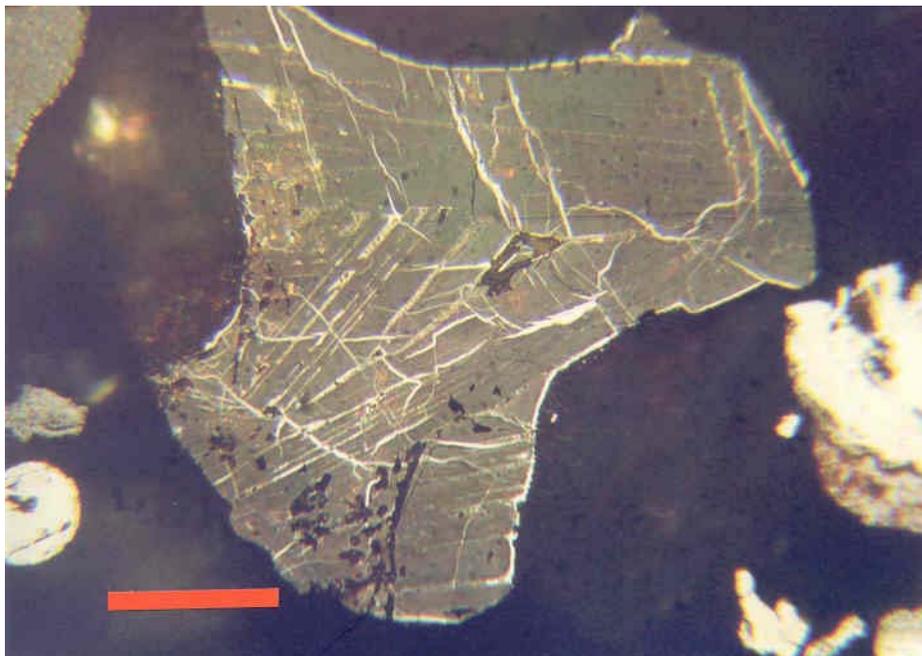


Abb.1.11.2: Mangansilikat wird randlich und entlang von Spaltrissen durch (Fe,Mn)-Mischoxid verdrängt. Links im Bild ein globulares Magnetitkorn. Probe 980017//Ternitz

Marke 0,1mm

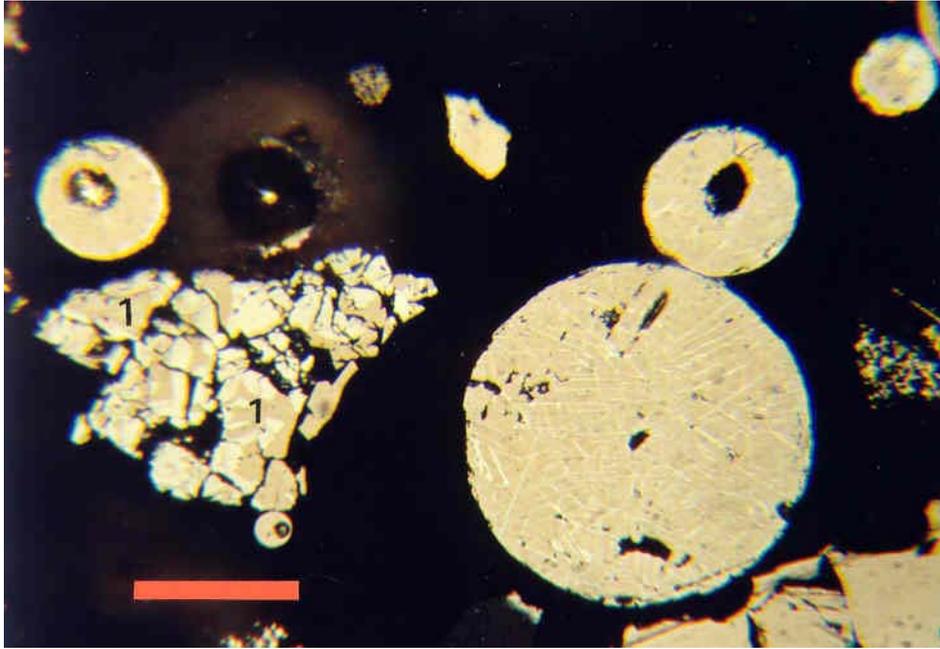


Abb.1.11.3: Sintergut bestehend aus Magnetit (1), Hämatit (weiß) und Glasphase (schwarz);
globulare Partikel sind Magnetite mit Hämatitlamellen
Probe 980017/Ternitz

Marke 0,1mm

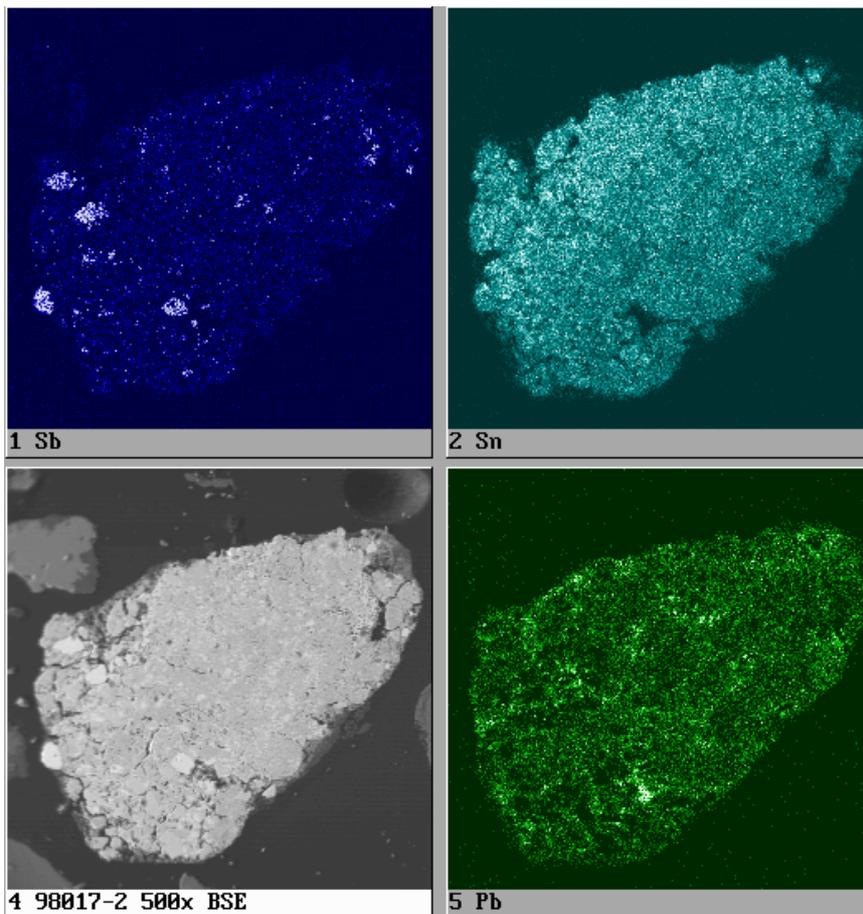


Abb.1.11.4: Elementverteilungen von Sb, Sn und Pb in (Sn,Sb,Pb)-Legierung (Matrix) und in (Sn,Sb)-Legierung (Einschlüsse)
Probe 980017/Ternitz

Probennummer: 980013

Probenart: Bodenprobe (Auflage-Horizont)

Lokalität: Wimpassing, etwa 400 m östlich Gummifabrik

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	vereinzelt Ti-Magnetit
Hämatit	++++	überwiegend Ti-Hämatit
Wüstit	+++	
Calciumferrit	+	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	++	
Chromit	++	
Ilmenit	+++	
RO-R2O3, RO	+++	Mischoxide aus W,Cr,Ni,V, Fe und Mn
Rutil	++++	
Korund	++	
Manganoxid	++	
Chromspinell	++	
Wolfram-Eisenstahl	+	
Calciumaluminat	+	
Scheelit	+	z.T. Menikowit Pyrit
Chrom-Nickelspinell	++	
metall. Eisen	+++	
metall. Titan	++	
Ferrosilizium	+++	
(Cr,Ni)-Stahllegierung	+++	z.T. globular
Glasphase	+++	z.T. globular
Titannitrid	+	
Koks, Kohle, Graphit	++	
Eisenhydroxide	+++	
Eisen-Manganhydroxide	+++	
Melilithmischkristalle	++	
(Fe,Mn)-Silikat	++	
Mangansilikat	++	
Calciumsilikate	++	
Granat	++	
Zirkon	++	
Pyrit	+	

Magnetkies	+++	überwiegend technogen
Sphalerit	+	
Bremsbelagabriebprodukt	+	

Charakteristische technogene Partikeln

Zundermaterial	+++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++++	
Schlacken	++++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

(Cr,Ni)-Stahllegierung, Wolfram-Eisenstahl, Chromspinell, Chromit, (Cr,Mn,Fe)-Mischoxide, (Cr,Ni)-Spinell, metall. Eisen

Nickel

(Cr,Mn,Fe)-Mischoxide, (Cr,Ni)-Legierung, metall. Eisen

Kupfer

metall. Eisen, Eisenhydroxide

Zink

Sphalerit

Vanadium

Mischoxide (RO-Phasen), Wolfram-Eisenstahl

Wolfram

Mischoxide, Scheelit, Wolfram-Eisenstahl

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	19 %
< 50 µm	37 %
< 100 µm	13 %
< 200 µm	19 %
< 500 µm	12 %

Charakteristische Merkmale

- * häufig (Cr,Ni)-Stahllegierungen und (Cr,Ni,Fe,Mn)-Mischoxide und Spinelle
- * häufig Mangansilikate (typisch für saure Bessemer Schlacken)
- * nicht selten Wolfram- und Vanadium-führende Phasen
- * sehr viel unregelmäßig ausgebildete, blasenreiche, glasige Phasen mit Einschlüssen von Magnetkies (Typ Verbrennungsanlagen)
- * sehr viel globulare oxidische und silikatische Phasen



Abb.1.11.5: Tafeliges Korn aus Mangansilikat-Kristallen wird entlang Kristallgrenzen von (Fe,Mn)-Oxid verdrängt. Links im Bild (Fe, Mn,Mg)-Mischoxide
 Probe 980013/Wimpassing

Marke 0,1mm

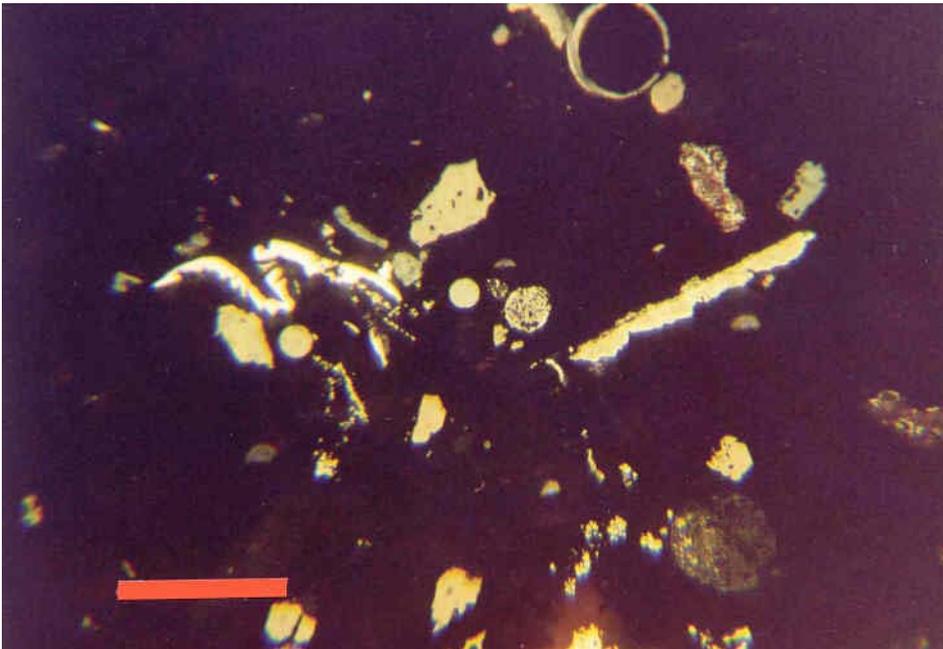


Abb.1.11.6: Zundermaterial (rechts); metall.Späne (weiß, links); globulare (Fe,Mn,Cr)-Mischoxide
 Probe 980013/Wimpassing

Marke 0,1mm

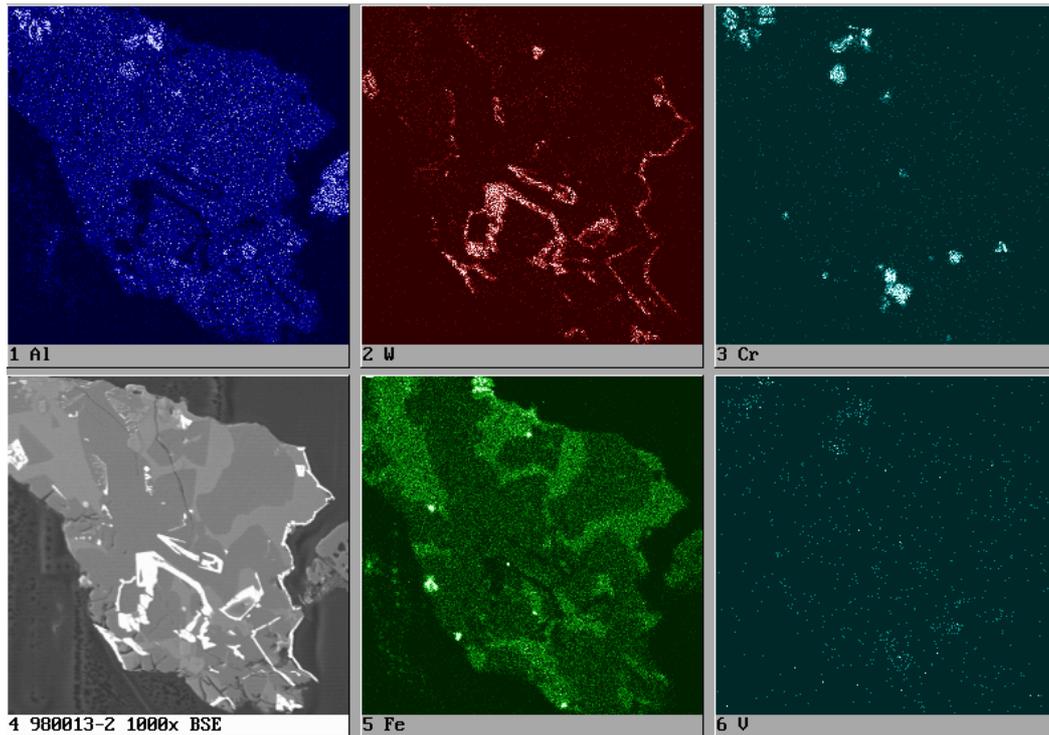


Abb.1.11.7: Elementverteilungen von Al, W, Cr, Fe und V in Scheelit (weiß), (Cr,Fe)-Spinell und (Ca,Al,Fe)-Silikaten
 Probe 980013/Wimpassing

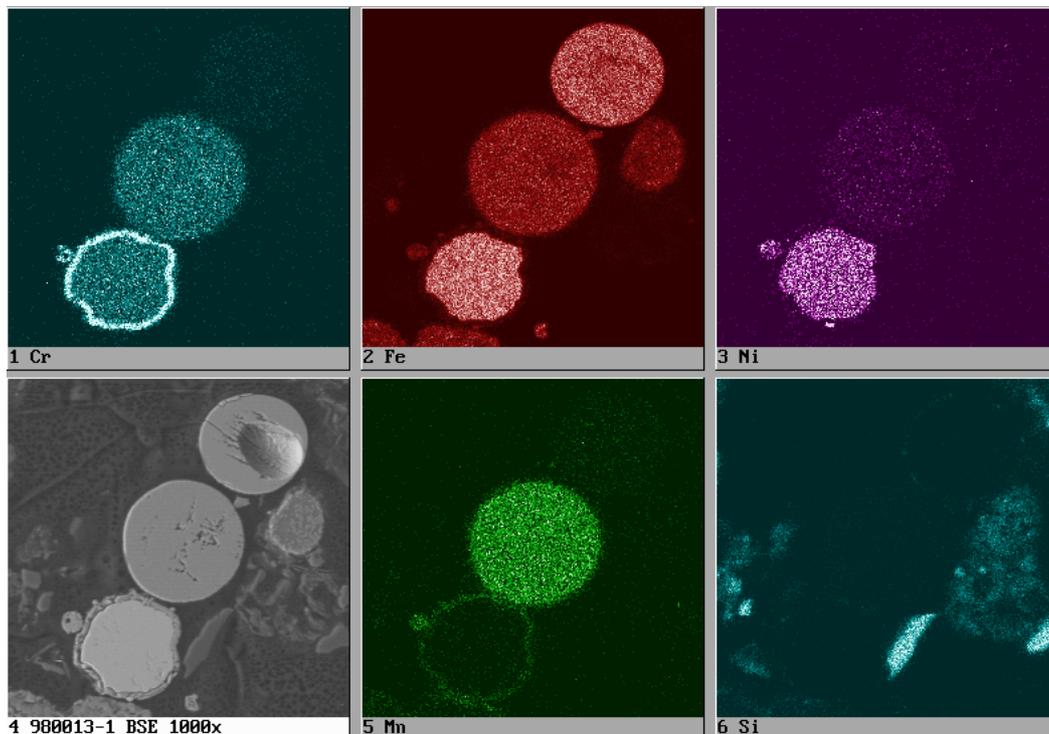


Abb.1.11.8: Elementverteilungen von Cr, Fe, Ni, Mn und Si in (Cr,Ni,Fe)-Legierung, (Fe,Mn,Cr)-Mischoxid (mittlere Kugel) und (Fe,Mn)-Mischoxide
 Probe 980013/Wimpassing

Probennummer: 01004

Probenart: Bachsediment (Schwermineralfraktion)

Lokalität: Schwarza / östl. Ternitz

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	überwiegend geogen
Hämatit	++++	überwiegend technogen
Wüstit	++++	
Calciumferrit	+++	
Magnesioferrit	+	
Spinelle	+++	meist Hercynit
Chromit	+++	technogen und geogen
Chromspinell	+	geogen
Chrommagnetit	+	geogen
RO,Ro-R2O3	+++	
Periklas	++	
Eisenhydroxide	+++	z.T. verwitterte Pyritframboiden
Ilmenit	+++	
Rutil	+++	
Korund	++	
Magnetkies	+++	
Kupferkies	++	
Bornit	+	
Pyrit	+++	
Zinnober	+	
metall. Eisen	+++	
metall. Zinn	+	
metall. Blei	+	
Nickel-Stahllegierung	++	
(Cr,Ni)-Stahllegierung	+++	z.T. Mangan-hältig
(Fe,Mn)-Stahl	++	Spiegeleisen
(Pb,Sb)-Legierung	++	
(Sn,Sb,Pb)-Legierungen	++	
(Cu,Sn)-Legierung	+	(Bronze)
Titannitrid	+	
Ferrosilizium	+++	
Gold	++	
Olivinmischkristalle	+++	

Glasphase	+++	z.T. globular
Baryt	++	
Granat	+++	
Amphibole	+++	
Chlorit	++	
Epidotminerale	+++	
Titanit	+++	
Eisenkarbonat	++	
Zirkon	++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++++	
Globular	++++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	+	Typ Verbrennungsanlagen
Schlacken	+++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chrom-Nickelstähle, Chromit, Chromspinell, RO-R2O3, Fe-Hydroxide, Chrommagnetit

Nickel

Chrom-Nickelstähle, Chromit (technogen), Nickel-Stahl-Legierung, metall. Eisen, Eisenhydroxide

Kupfer

Kupferkies, Bornit, Zinnbronze

Blei

metall. Blei, Blei-Antimon-Legierung und Zinn-Antimon-Legierung (Weißmetalle)

Antimon

Blei-Antimonlegierung, Zinn-Antimon-Blei-Legierung

Zinn

metall. Zinn, Zinn-Antimon-Blei-Legierung, Eisenhydroxid, Zinnbronze

Gold

Gedigenes Gold

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	2 %
< 50 µm	16 %
< 100 µm	22 %
< 200 µm	40 %
< 500 µm	18 %
> 500 µm	2 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel (Cr,Ni,Mn)-Stahllegierungen und globulare (Cr,Ni,Mn,Fe)-Mischoxide
- * sehr viel Zundermaterial ("Walzwerkprodukte")
- * häufig Rösterz- und Sinterprodukte
- * nicht selten (Pb,Sb,Sn)-Legierungen (Weißmetalle)
- * vereinzelt Zinnober- und Goldkörner (blättchenförmig)

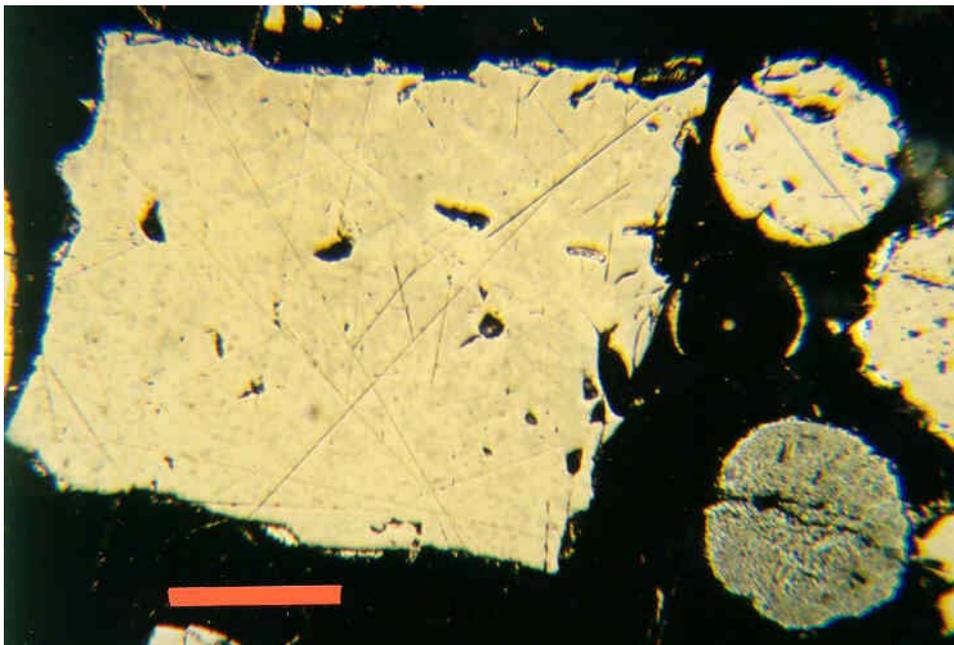


Abb.1.11.9: Tafeliges Korn (Zundermaterial) aus Magnetit und Wüstit (links); globularer Magnetit (rechts oben); RO-Mischoxid (rechts unten)
Probe 01004/Schwarza bei Tarnitz

Marke 0,1mm

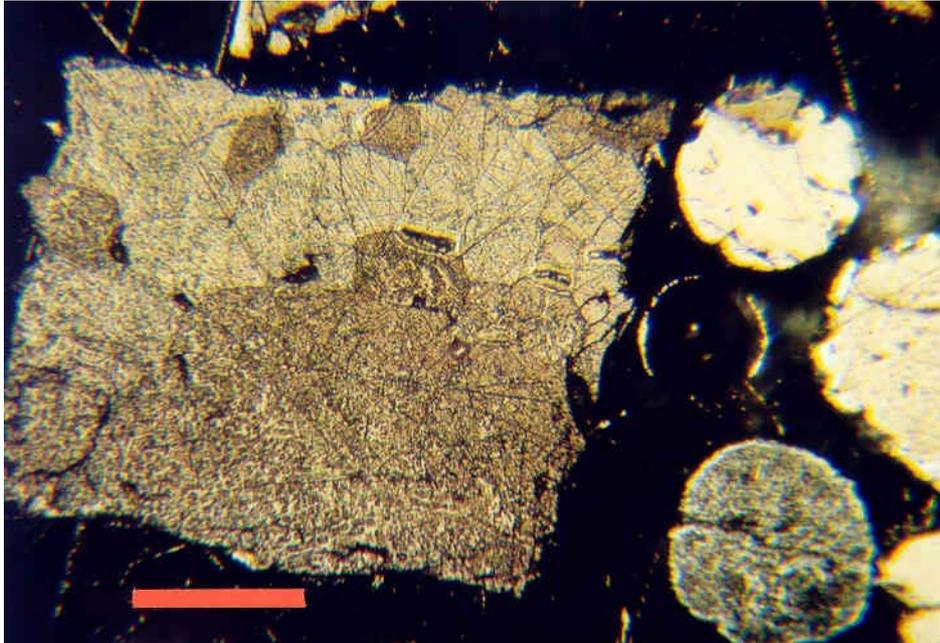


Abb.1.11.10: wie Abb.1.11.9 aber mit 10% HF geätzt; dadurch wird der Wüstit-Anteil braun gefärbt
 Probe 01004/Schwarza bei Ternitz Marke 0,1mm

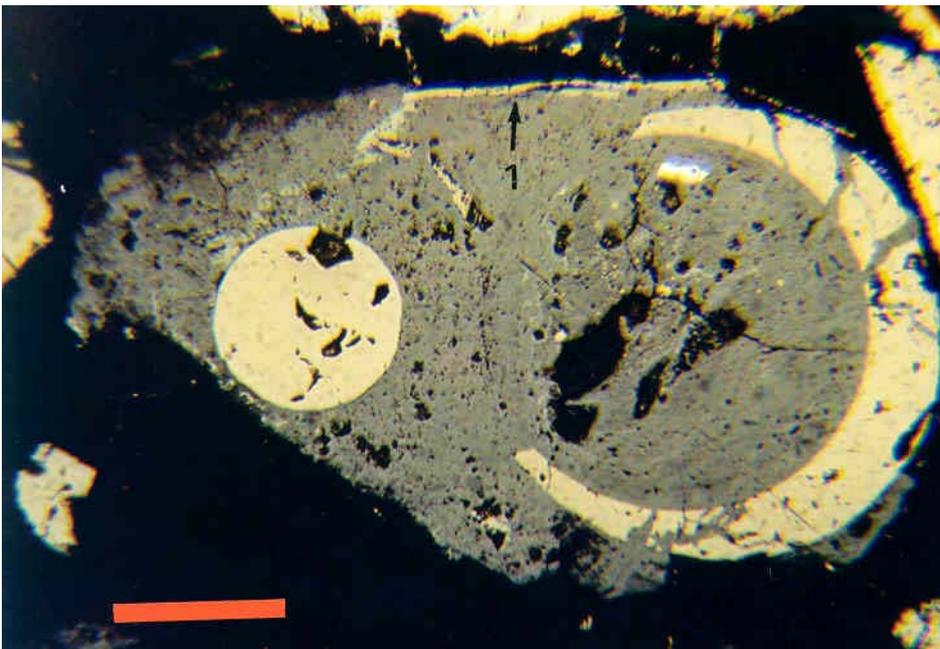


Abb.1.11.11: In limonitisierter Grundmasse eingeschlossene globulare Magnetitkörner und Zundermaterial (1)
 Probe 01004/Schwarza bei Ternitz Marke 0,1mm

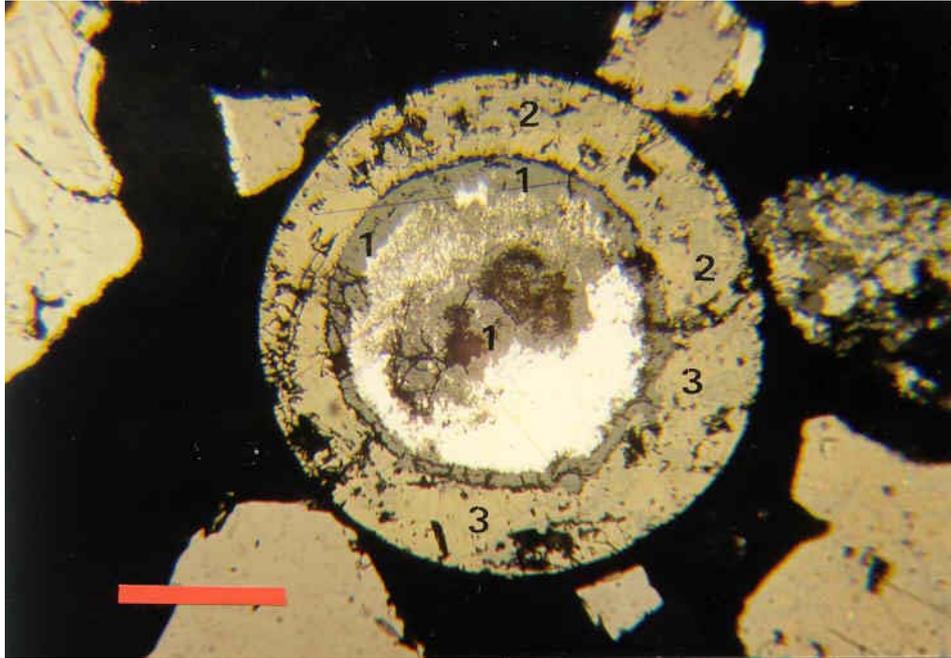


Abb.1.11.12: Globulares Korn aus (Ni,Fe)-Legierung (weiß) mit beginnender Verwitterung;
Eisenhydroxid (1); Chromit (2); (Fe,Cr)-Oxid (3)
Probe 01004/Schwarza bei Ternitz

Marke 0,1mm

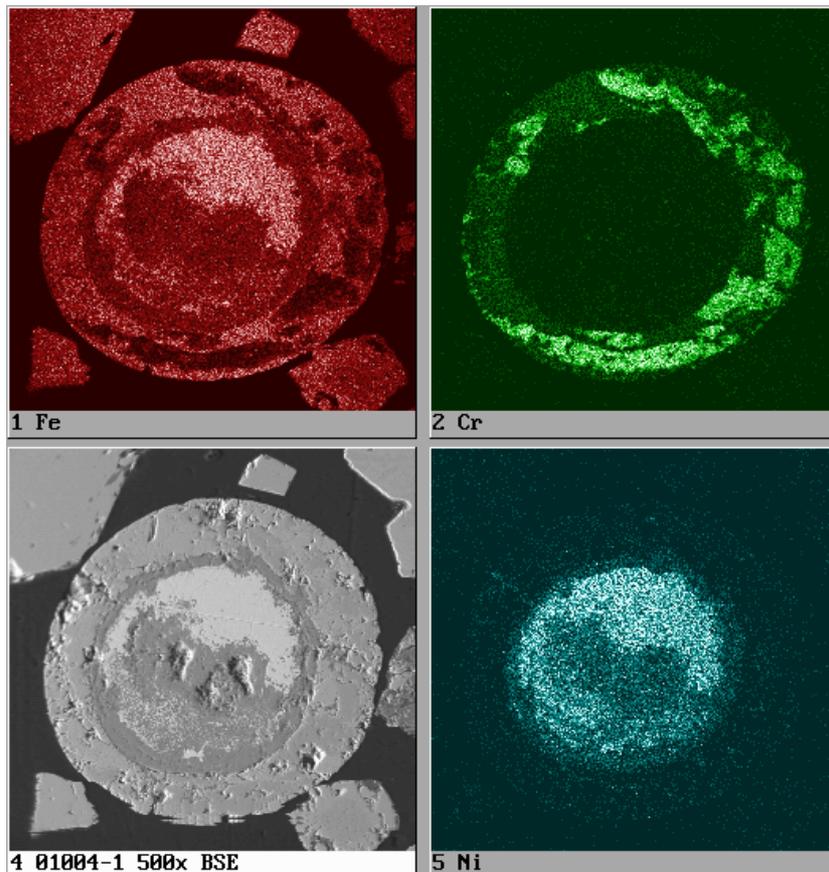


Abb.1.11.13: Elementverteilungen von Fe, Cr und Ni in globularem Partikel (wie vorige
Abbildung)
Probe 01004/Schwarza bei Ternitz

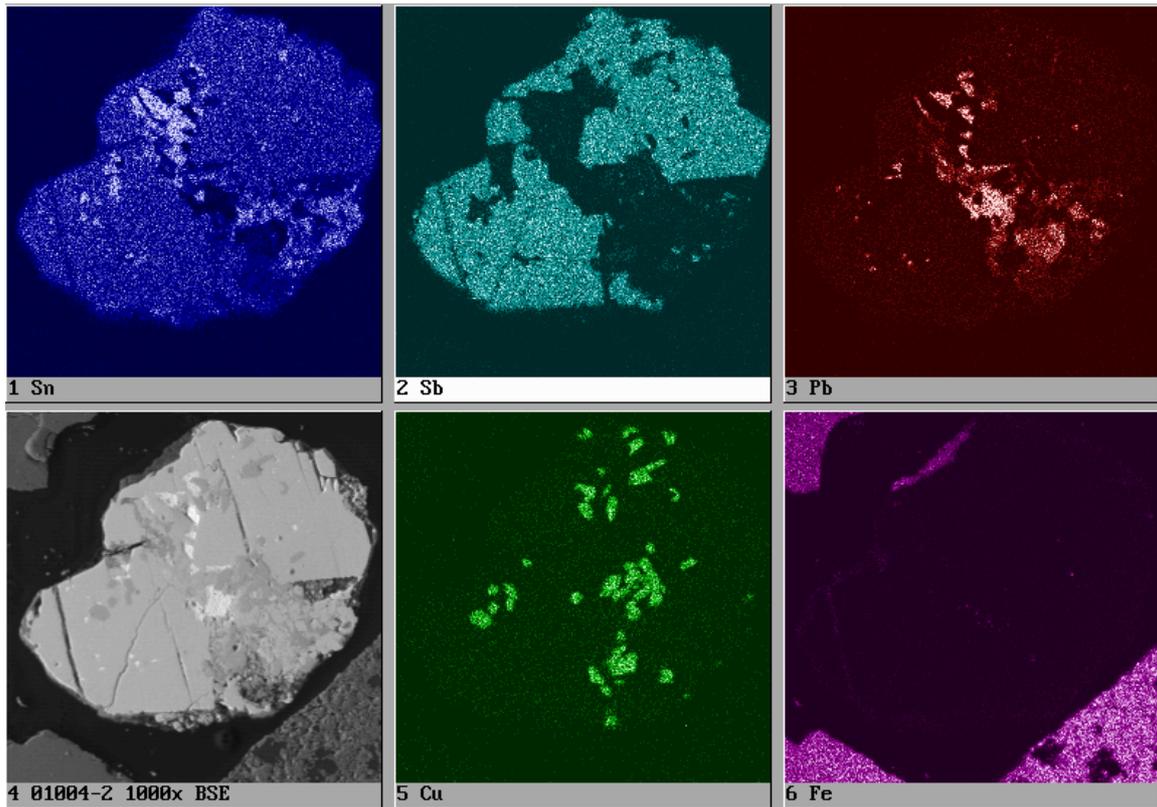


Abb.1.11.14: Elementverteilungen von Sn, Sb, Pb, Cu und Fe in (Sn,Sb)-Legierung , (Sn,Cu)-Legierung, metall.Blei und Cerrusit Probe 01004/Schwarza bei Ternitz

Probennummer: 01002

Probenart: Bachsediment (Schwermineralfraktion)

Lokalität: Schwarza / Schlöglmühl

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++++	
Hämatit	++++	
Wüstit	+++	
Calciumferrit	++	
Magnesioferrit	+	
Spinelle	+++	
Chromit	+	
RO-Phase	++	
Eisenhydroxide	+++	
Ilmenit	++	
Rutil	++	
Korund	++	
Magnetkies	+++	
Kupferkies	++	z.T. als Einschlüsse in Pyrit
Bornit	+	
Arsenkies	+	
Pyrit	++++	
metall. Zinn	+	
metall. Eisen	+++	
Ferrosilizium	+++	
Titannitrid	+	
Olivinmischkristalle	++++	
Melilith	++	
Glasphase	+++	
Granat	++	
Amphibole	++	
Chlorit	++	
Zirkon	+	
Eisenkarbonat	++	
Epidotminerale	++++	
Pyroxen	++	
Titanit	+++	

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	+++	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++	
Schlacken	++++	untergeordnet Kupferschlacke

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromit

Kupfer

Kupferkies, Bornit, Glasphase

As

Arsenkies

Zinn

metall. Zinn

Ba

Glasphase

Korngrößen-Verteilung

< 50 µm	5 %
< 100 µm	6 %
< 200 µm	30 %
< 500 µm	46 %
< 500 µm	13 %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Eisenhüttenschlacken (z.T. mit Verwitterungserscheinungen)
- * häufig Ferrosilizium (Desoxidationsmittel)
- * häufig Rösterzprodukte bestehend aus Hämatit und (Mg,Fe,Ca,Mn)-Mischoxide
- * sehr viel geogenes Material wie Magnetit, Hämatit, Epidotminerale etc.
- * keine Edelstahllegierungen

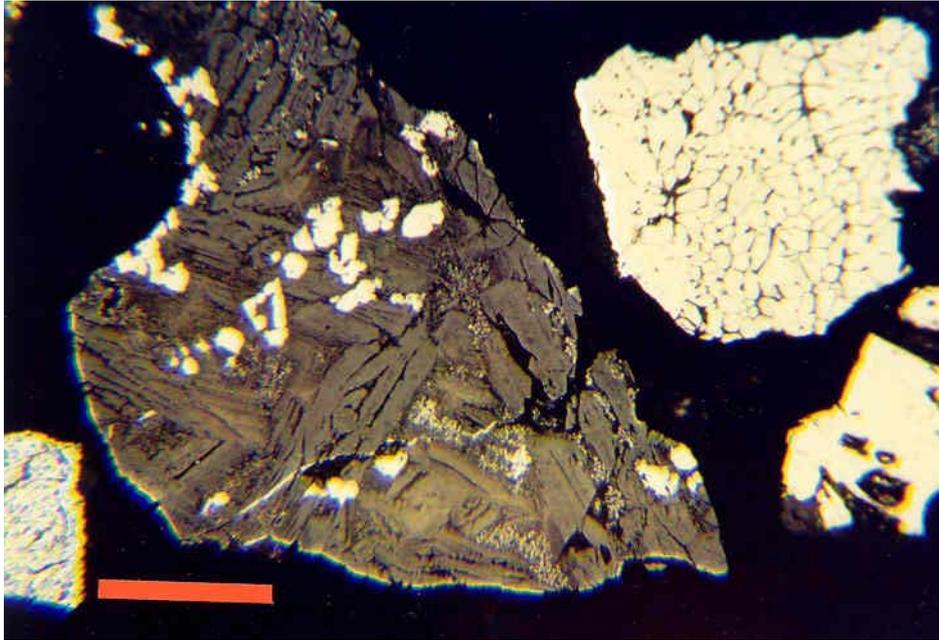


Abb.1.11.15: Eisenhüttenschlacke bestehen aus Olivinkristallen, Magnetit (weiß) und Glas (Zwickelfüllungen); oben rechts ein tafeliges Korn aus Magnetitkristallen; unten rechts ein geogener Magnetit
 Probe 01002/Schwarza bei Schlöglmühle Marke 0,1mm



Abb.1.11.16: Globulares Korn aus feindentritischen Magnetit-Kristallen (hellbraun) und Hämatit (weiß); rechts oben Eisenhüttenschlacke; rechts unten Magnetit
 Probe 01002/Schwarza bei Schlöglmühle Marke 0,1mm

Beilage 1.12

Standortuntersuchungen Raum Wattens



Abb.1.12.1: Probepunkte Bereich Wattens

Probennummer: 010030

Probenart: Bodenprobe (AP-Horizont)

Lokalität: Wattens, östlich Werk Swarovsky

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	+++	meist geogen
Hämatit	++	meist geogen
Calciumferrit	+++	
Wüstit	+++	
Magnesioferrit	+	
Calciumaluminat	+	
Calciumaluminiumferrit (Brownmillertit)	+++	meist mit Ca-Ferrit verwachsen
Spinell	++	
RO-R2O3, RO	+++	
Chromit, Chromspinell	++	
Chrommagnetit	+	
Korund	++	
Eisenhydroxide	++++	
Ilmenit	+++	
Ilmenit-Hämatit	+	
Hämatit-Ilmenit	++	
Magnetkies	++	

Pyrit	++	
metall. Eisen	+++	
metall. Kupfer	++	als Einschlüsse in Glasphasen
Chrom-Nickel-Stahllegierung	++	
Ferrosilizium	+	
Apatit	++	
Glasphase	+++	
Olivinmischkristalle	++	
Melilithmischkristalle	+	
(Pb,Fe,Ca)-Silikat	++	
Titanit	+	
Granat	++++	
Serpentin	++	z.T. mit Chromit-Einschlüssen
Olivin	+	
Epidotminerale	+++	
Chromchlorit	+	mit Chromit verwachsen
Amphibole	+++	
Pyroxene	+	
Turmalin	+	
Zirkon, Monazit	++	
Orthit	+	kommt mit Epidot vor
Graphit	++	meist als Einschlüsse in
		Eisenhydroxiden (ver-
		wittertes Gusseisen)

Charakteristische technogene Partikeln		
Zundermaterial	++	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	++	Typ: Verbrennungsanlagen
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Calciumaluminiumferrit, Calciumferrit, Chromit, Chromspinell,
Chromchlorit, RO-R₂O₃-Phasen, (Cr,Ni)-Stahllegierung

Nickel

(Cr,Ni)-Stahllegierung

Kupfer

metall. Kupfer, Glasphase, Magnetkies

Blei

(Pb,Fe,Ca)-Silikate, Glasphase

Zink

Glasphase

Vanadium

Calciumferrit, Apatit (technogen)

Korngrößen-Verteilung

< 30 µm	9 %
< 50 µm	21 %
< 100 µm	16 %
< 200 µm	31 %
< 500 µm	10 %
> 500 µm	13 %

Charakteristische Merkmale

- * häufig unregelmäßig aufgebaute, blasige Schlacken (blei- und zinkführend)
- * häufig Vanadium-führende Calciumferrite
- * nicht selten blei- und/oder zinkhaltige Glasphasen und Silikate

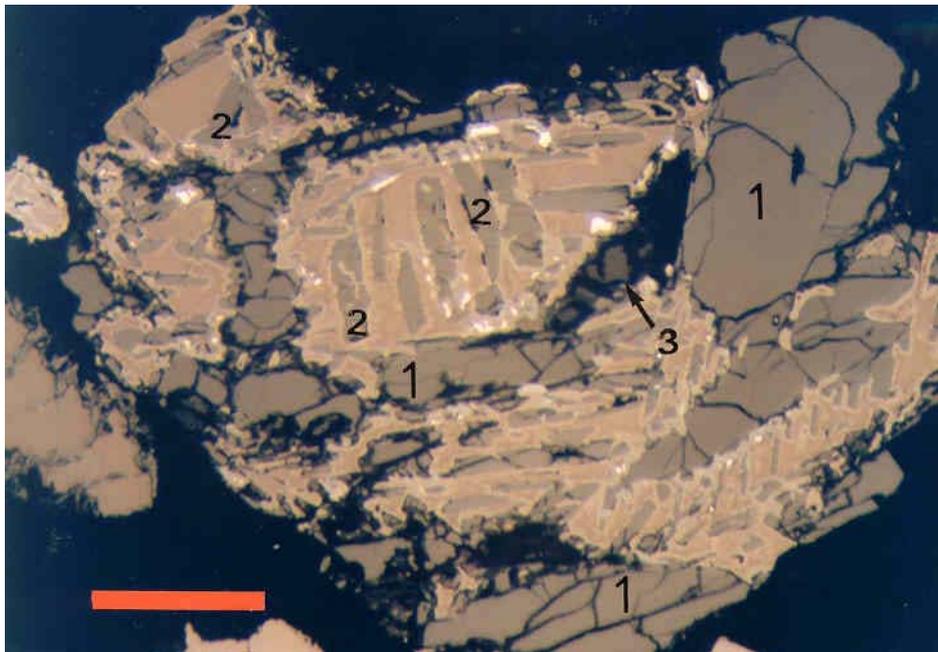


Abb.1.12.2: Paragenese Brownmillerit (1), Calciumferrit (2), Apatit (3, dunkelgrau) und metall.Eisen
Probe 010030/Wattens

Marke 0,1mm

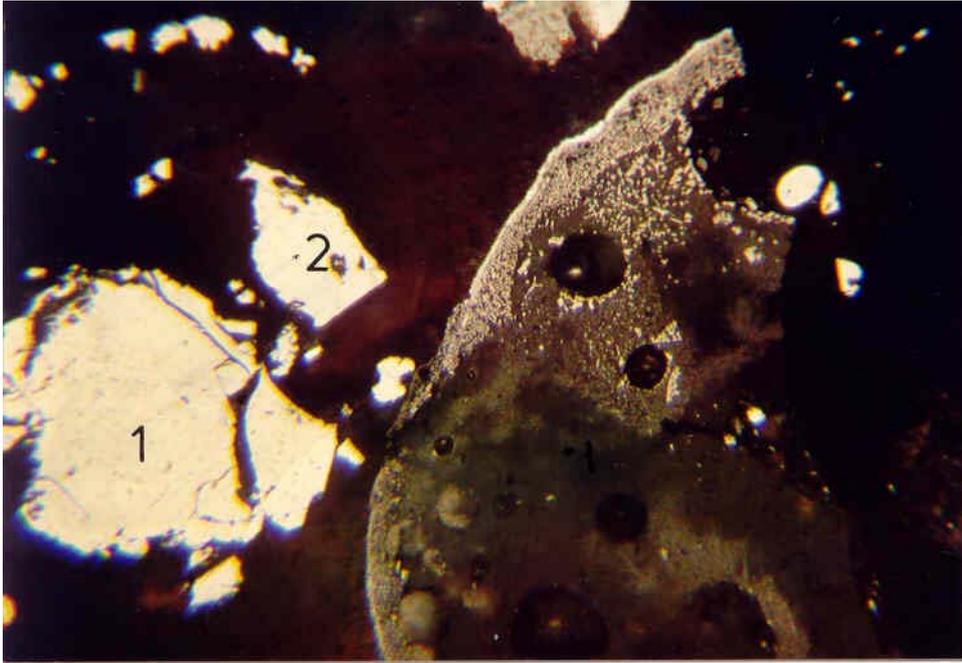


Abb.1.12.3: Chromspinell (1); Magnetit (2); metall.Eisen (weiß); unregelmäßige Partikel aus Glasphase (bleihältig) mit Einschlüssen von RO-Mischkristallen und Hämatit
 Probe 010030/Wattens

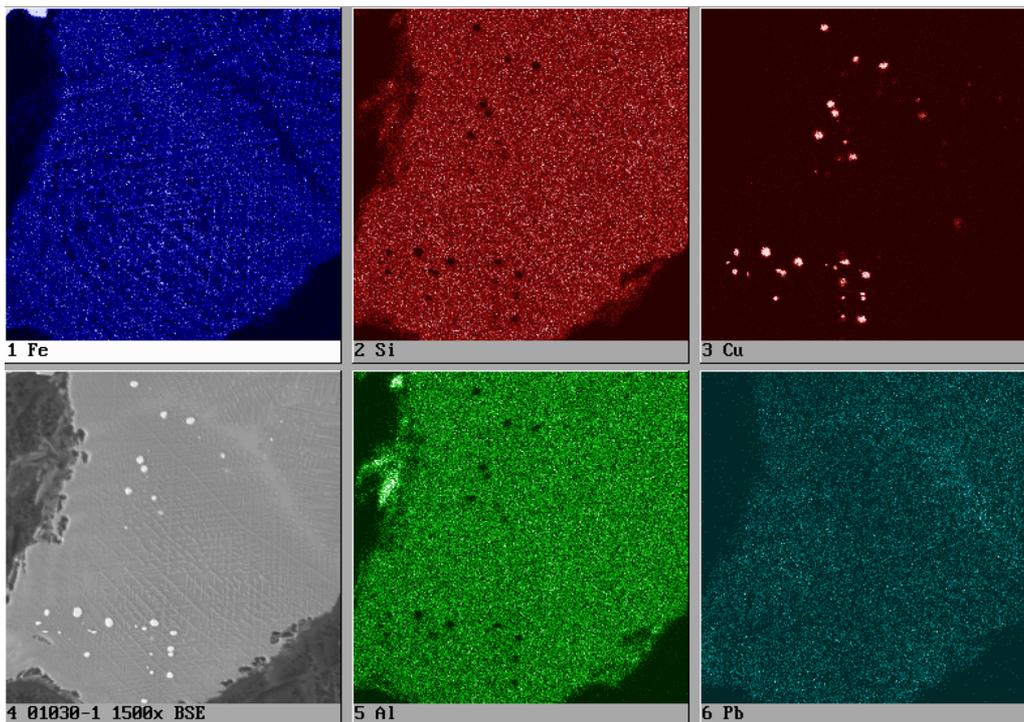


Abb.1.12.4: Elementverteilungen von Fe, Si, Cu, Al, und Pb in glasiger Schlacke mit Einschlüssen dünnprismatischer (Pb,Ca,Fe)-Silikate und metall.Kupfer
 Probe 010030/Wattens

Beilage 1.13

Standortuntersuchungen Raum Veitsch

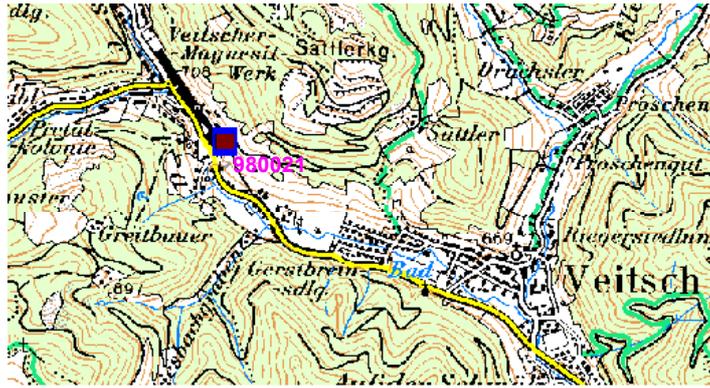


Abb.1.13.1: Lage der Probepunkte Bereich Veitsch

Probennummer: 980021

Probenart: Schnee (Filterrückstand)

Lokalität: Veitsch

etwa 150 SE Veitscher Magnesitwerke

Phasenbestand	Häufigkeit	Anmerkung
Magnetit	++	
Hämatit	+++	
Wüstit	+	
Calciumferrit	++	
(Ca,Al)-Ferrit	+	
Magnesioferrit	++	
Spinelle	+++	
Chromit	++	
Scheelit	+	
RO, RO-R2O3	+++	Mischoxide aus Mg, Ca, Fe, Mn und Cr. Auftreten als intergranu- larer Film zwischen Periklaskörnern
Periklas (MgO)	++++	enthält z.T. feine Entmischungen von Magnesioferrit
Eisenhydroxide	+	
Sphalerit	+	
Molybdänit	+	
metall. Eisen	+++	
metall. Aluminium	++	
metall. Blei	+	
Chrom-Stahllegierung	++	

Ferrosilizium	+	
Olivinmischkristalle	+	
Calciumsilikate	++	
Glasphase	++	
Kohle, Koks, Graphit	+++	überwiegend Graphit
Feldspäte	++	

Charakteristische technogene Partikeln

Zundermaterial	+	
Globular	++	
Unregelmäßige Glas u. Schlacken	----	
Schlacken	++	

Quellen der Schwermetalle und sonstige Elemente

Chrom

Chromit, RO-R₂O₃-Phasen (Mischoxide), Chrom-Stahl-Legierung.
Periklas, Magnesioferrit

Zink

RO-Phasen, Sphalerit

Blei

metall. Blei

Wolfram

Scheelit

Molybdän

Molybdänit

Korngrößen-Verteilung

< 10 µm	10 %
< 50 µm	66 %
< 100 µm	22 %
< 200 µm	2 %
< 500 µm	-- %

Charakteristische Merkmale

- * sehr viel Periklas (MgO); stellt die Hauptbestandteile in der Sintermagnesia dar.
- * viel graphitische Partikel (Blättchen, Leisten)
- * häufig Chromverbindungen
- * vereinzelt Bremsbelagabriebsprodukte

Beilage 2

Atlas technogener Partikel

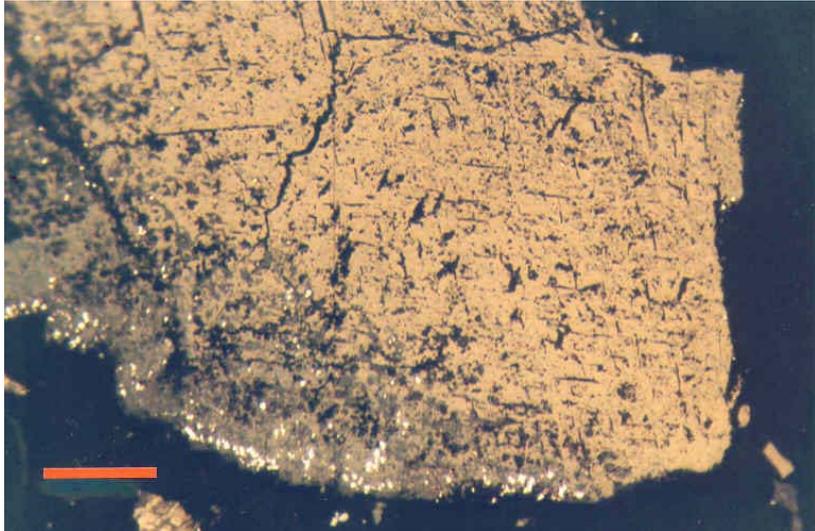
(typische Phasen geordnet nach Emittenten)

Fortlaufende Ziffer	Partikel (Beschreibung)	Emittent	File
1	Produkt der Eisenerz-Röstung Eisenkarbonat wird zu Hämatit oder Magnetit umgewandelt und dann zu Wüstit reduziert	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub1.jpg
2	Produkt der Eisenerz-Röstung Entlang von Korngrenzen und Spaltrissen wird Wüstit zu metall. Eisen reduziert	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub2.jpg
3	Produkt der Eisenerz-Röstung Pseudomorphosen von Magnetit nach Karbonat; Magnetit wird entlang von Spaltrissen zu metall. Eisen reduziert	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub3.jpg
4	metall. Eisen mit Magnetkies in Zwickelfüllung Hinweis auf schwefelreiche Kohle bei Verhüttung (Magnetkies an den Stellen von Pyrit)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub4.jpg
5	Produkt der Sinteranlage Verdrängung von Magnetit (hellbraun) und Hämatit (weiß) durch prismatischen Calciumferrit	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub5.jpg
6	Gichtstaub (Hochofen) Wüstit (R), metall. Eisen (W), Koks (K), Glasphase, Karbonate	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub6.jpg
7	LD-Staub Glasphase(Matrix), idiomorpher Magnetit z.T. dentritisch	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub7.jpg
8	LD-Staub Partikel aus Monocalciumferrit und stängeligem Dicalciumferrit; feinkörnige, globulare, oxid. Phasen	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub8.jpg
9	„Schwammeisen“ aus histor. Verhüttung Metall. Eisen mit verwitterndem Wüstit-Saum	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub9.jpg
10	„Schwammeisen“ Metall. Eisen mit verwitterten Wüstit	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub10.jpg
11	Zundermaterial („Hammerschlag“) Leistenförmiger Wüstit; tropfenförmiger Magnetit mit Verdrängung durch Hämatit (Oxidation)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub11.jpg
12	globularer Partikel Metall. Eisen im Kern; konzentrisch darum verschiedene Oxidationsstufen	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub12.jpg
13	globulares Magnetitaggregat (Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub13.jpg
14	Ferrosilizium und metall. Titan Einsatz als Desoxidationsmittel bei Eisenverhüttung	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub14.jpg
15	Eisenhüttenschlacke Beständigkeit gegenüber Verwitterung von Magnetkies →	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub15.jpg

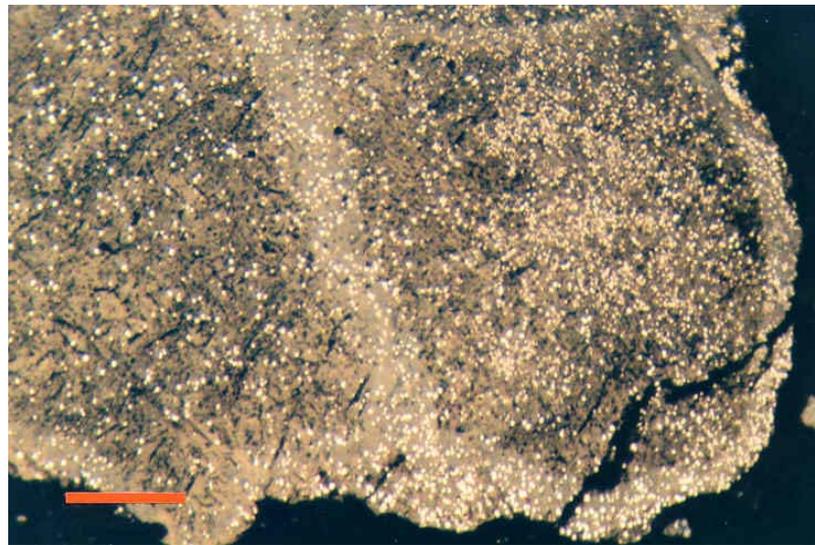
	Olivin → metall. Eisen → Wüstit abnehmend		
16	Eisenhüttenschlacke Magnetit, Olivin mit beginnender Verwitterung	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub16.jpg
17	Eisenhüttenschlacke Matrix Glasphase, dendritische Magnetite, Olivin mit randlicher Verwitterung	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub17.jpg
18	Eisenhüttenschlacke Matrix Glasphase, idiomorpher Magnetit (hellbraun), stängeliger Olivin	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub18.jpg
19	Konverterschlacke RO-Mischphase (R), Calciumferrit (C), Calciumsilikat/Calciumphosphorsilikat (schwarz)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub19.jpg
20	Elementverteilung in einem Ausschnitt aus 19/Konverterschlacke	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub20.jpg
21	metallurgische Schlacke Idiomorphe Cr-Zn-Spinelle, Cu-Sn-Ni- Legierung (weiß), feindentritische Fe- Zn-Oxide, Glasphase (Matrix)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub21.jpg
22	Elementverteilungen in einem Ausschnitt aus 21/metallurg.Schlacke	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub22.jpg
23	globularer Partikel aus Ni-Fe-Legierung (weiß) mit beginnender Verwitterung; Eisenhydroxid (1), Chromit (2), Fe-Cr- Oxid (3)	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub23.jpg
24	Elementverteilungen von 23/globularer Partikel	Eisen- und Stahl- Industrie	techstaub24.jpg
25	Buntmetallschlacke Pb-Zn-führende Ca-Fe-Silikate als Matrix; Calciumferrit (grau), Magnetit (weiß)	Buntmetallindustrie	techstaub25.jpg
26	semiquantitative Mikroanalytik von 25 (Mikrosonde)	Buntmetallindustrie	techstaub26.bmp
27	Bleihüttenschlacke Bleiglanz (weiß) als Saum um metall.Blei (B); Zinkblende (hellgrau), Glasphase (schwarz)	Buntmetallindustrie	techstaub27.jpg
28	Bleihüttenschlacke Zn-führende Ca-Fe-Silikate mit Verdrängung durch Pb-Silikat (P) und Eisenhydroxid	Buntmetallindustrie	techstaub28.jpg
29	semiquantitative Mikroanalytik von 28 (Mikrosonde)	Buntmetallindustrie	techstaub29.bmp
30	Schlackensand Pb-Zn-führender Spinell (hellbraun), Fe-Ca-Silikat (dunkelbraun), Pb- Silikat (mittelbraun)	Buntmetallindustrie	techstaub30.jpg
31	Elementverteilung in 30/Schlackensand	Buntmetallindustrie	techstaub31.jpg

32	Schlacke Matrix aus Calciumferrit (schwarz), Pb-Fe-Oxid-Lamellen (Plumboferrit), Pb-führendes Calciumsilikat	Buntmetallindustrie	techstaub32.jpg
33	histor.Buntmetallschlacke Elementverteilung Cu-Zn-Ni-Legierung mit Cu-Ni- Entmischung im Saum	Buntmetallindustrie	techstaub33.jpg
34	Kupferschlacke mit Olivin-Mischkristallen, denti- tischem Magnetit, Glasphase, metall.Kupfer (Pfeil)	Buntmetallindustrie	techstaub34.jpg
35	Buntmetallschlacke mit Einschlüssen von idiomorphen Cr- Zn-Spinellen und tropfenförmigen Cu- Sn-Ni-Legierungen in Glsphase (Matrix)	Buntmetallindustrie	techstaub35.jpg
36	Buntmetallschlacke mit metall.Blei (weiß) und Bornit (gelblich-weiße feine Einschlüsse) in einer Matrix von Cerrusit und Anglesit	Buntmetallindustrie	techstaub36.jpg
37	Elementverteilung in einem Ausschnitt von 36/Buntmetallschlacke	Buntmetallindustrie	techstaub37.jpg
38	globulare Glasphase mit Einschlüssen von zonaren Cr-Zn- Spinellen	Buntmetallindustrie	techstaub38.jpg
39	prähistorische Kupferschlacke Tafeliger Covellin (1) verwachsen mit Kupferglanz (2) und Bornit (3) in einer Matrix von skelettförmigen Fayalitkristallen und Glasphase; dendritische Einschlüsse aus Magnetit; die Fayalitkristalle werden durch Verwitterung von Eisenhydroxiden verdrängt	Buntmetallindustrie	techstaub39.jpg
40	Schlacke bestehend aus skelettförmigen Olivinkristallen (hellgrau), Magnetit (weiße Einschlüsse) und Glasphase (Matrix)	Buntmetallindustrie	techstaub40.jpg
41	Kupferschlacke bestehend aus metall.Kupfer (weiß), Nickelspinell (hellbräunlich) und häufig Pb-führender Glasphase (schwarz)	Buntmetallindustrie	techstaub41.jpg
42	Zinnbronze (weiß), Cu-Sn-Oxid (mittelgrau), Pb-Sn-Oxid (hellgrau)	Buntmetallindustrie	techstaub42.jpg
43	globularer Partikel aus metall.Kupfer (gelb), Kupferglanz als Saum und feine Einschlüsse; Malachit (dunkelgrau) als äußerer Saum	Buntmetallindustrie	techstaub43.jpg
44	Paragenese Messing (1), metall. Kupfer (2), Zinnbronze (3) und Patina (Verwitterungssaum)	Buntmetallindustrie	techstaub44.jpg

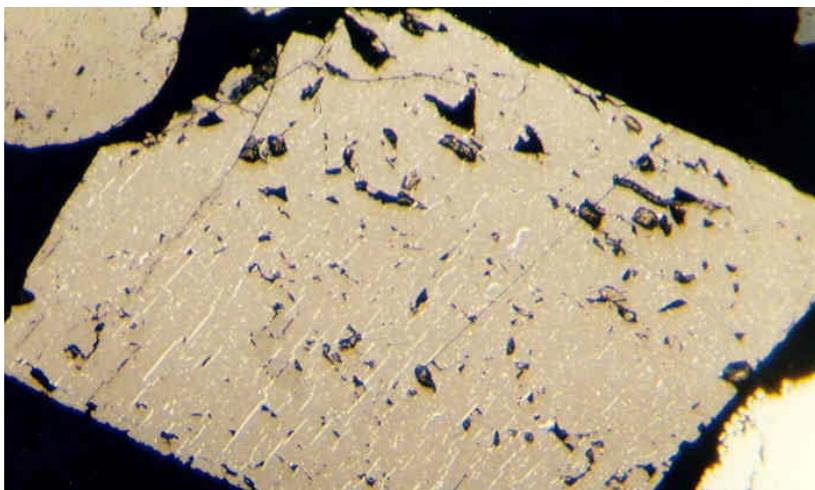
45	Elementverteilung von Sb, Sn und Pb in Sb-Pb-Legierung (1), metall. Antimon als Zwickelfüllung (2) und Sb-Pb-Oxid (3)	Buntmetallindustrie	techstaub45.jpg
46	Zinnbronze (hellgelb) wird durch Verwitterung von Cuprit (blaugrün) und Malachit (schwarz) verdrängt	Buntmetallindustrie	techstaub46.jpg
47	stängeliger, V-hältiger Apatit in Matrix aus Dicalciumferrit (D) und Mn-Wüstit (W)	Glasindustrie	techstaub47.jpg
48	Elementverteilungen zu Ausschnitt aus 47	Glasindustrie	techstaub48.jpg
49	Verwachsung von Calciumferrit (C), Manganwüstit (W) und Apatit (A), metall.Eisen (weiß)	Glasindustrie	techstaub49.jpg
50	Verwachsung von Calciumferrit (C1, C2), RO-Phase (R) und z.T. verwittertem Apatit (A)	Glasindustrie	techstaub50.jpg
51	Calcium-Aluminiumferrit und V-führende Glasphase	Kraftwerke	techstaub51.jpg
52	semiquantitative Mikroanalytik von 51 (Mikrosonde)	Kraftwerke	techstaub52.bmp
53	globuärer Partikel Magnetit (mit Spuren von Chrom und Kupfer), Glasphase	Kraftwerke	techstaub53.jpg
54	teilverbrannte Kohlereste mit Magnetkies (früher Pyriteinschlüsse)	Kraftwerke	techstaub54.jpg
55	Flugstaub/globulare Partikel (und Eisenhüttenschlacke)	Kraftwerke	techstaub55.jpg
56	Kraftwerksschlacke Calciumferrit (C), Wüstit (W), Calciumsilikat (schwarz)	Kraftwerke	techstaub56.jpg
57	Flugasche blasenreicher Partikel aus Wüstit (W) und Hämatit (H)	Kraftwerke	techstaub57.jpg
58	Kohlepartikel mit (ehemaligen) Zellstrukturen	Kraftwerke	techstaub58.jpg



techstaub1.jpg



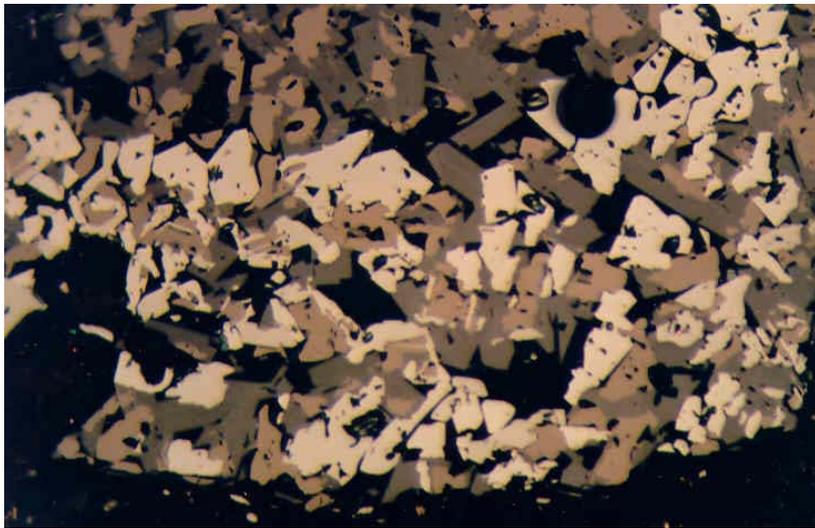
techstaub2.jpg



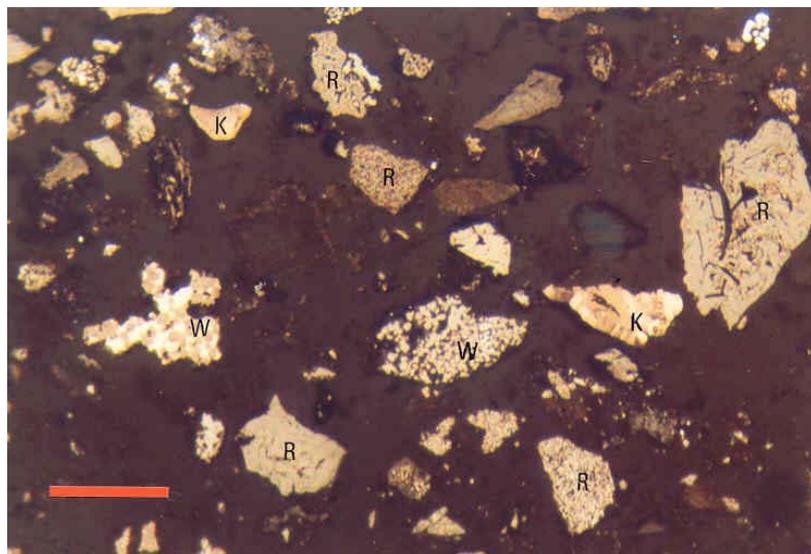
techstaub3.jpg



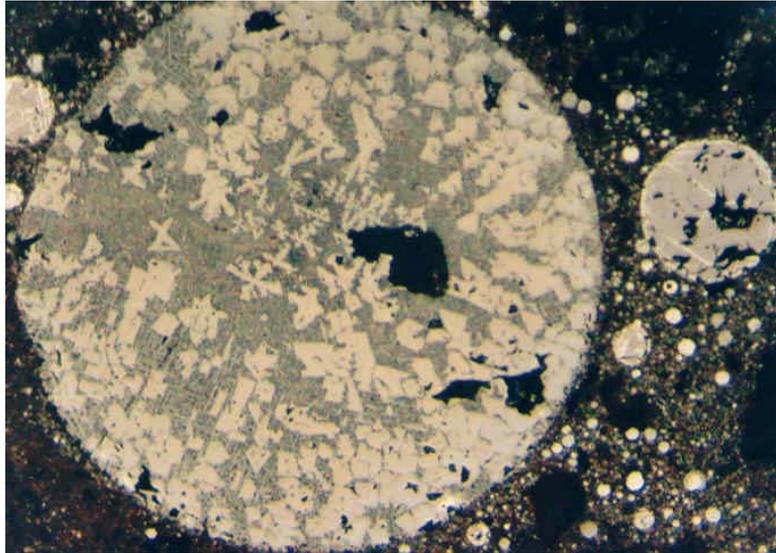
techstaub4.jpg



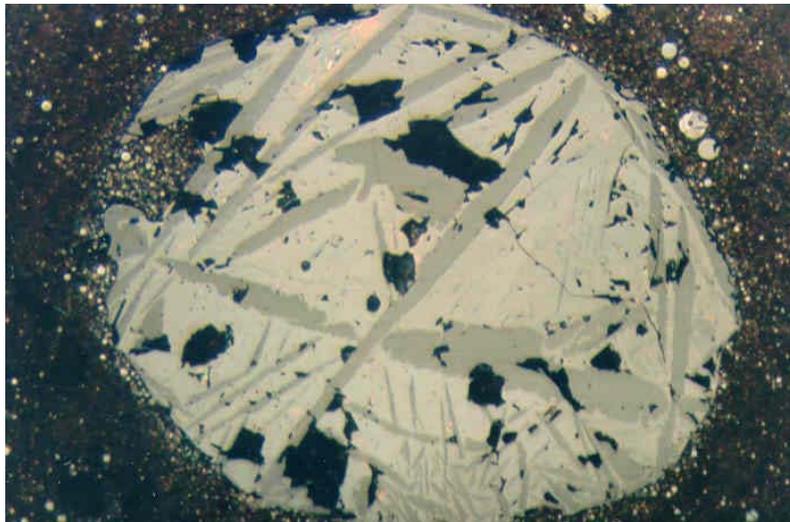
techstaub5.jpg



techstaub6.jpg



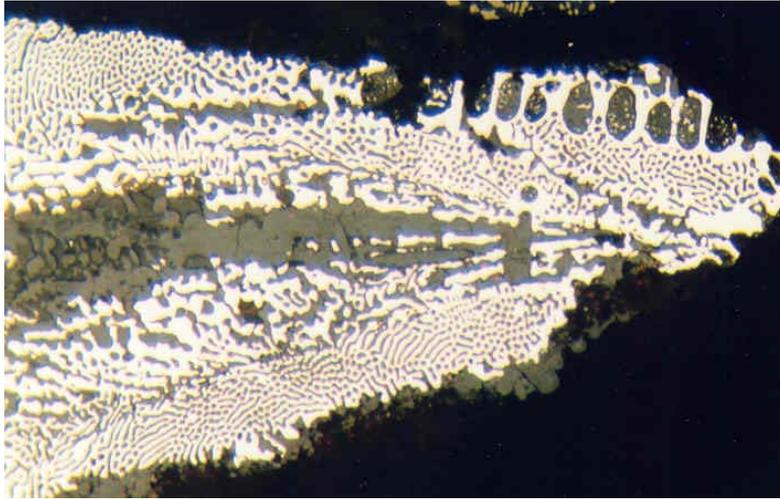
techstaub7.jpg



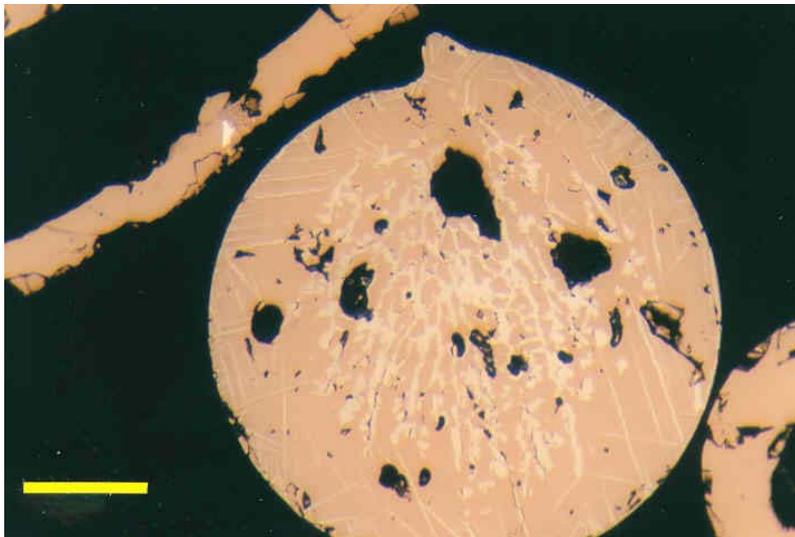
techstaub8.jpg



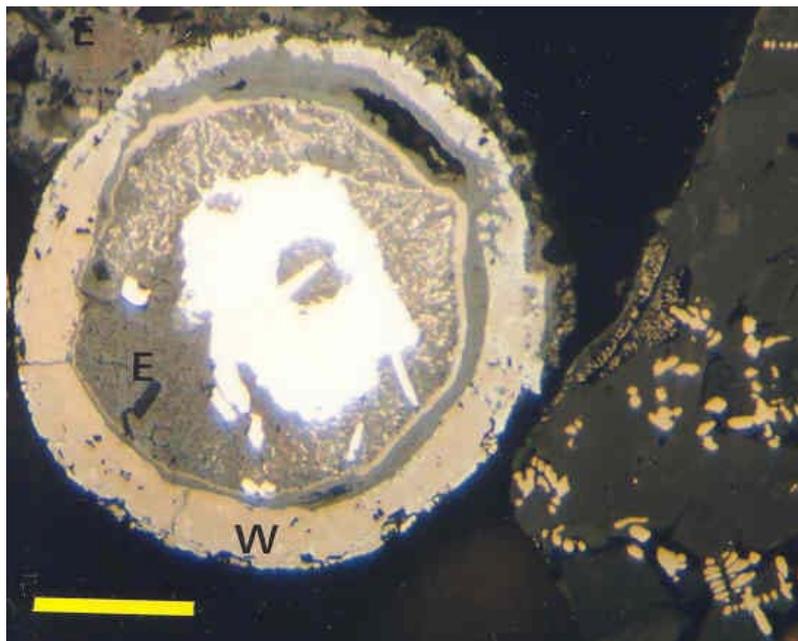
techstaub9.jpg



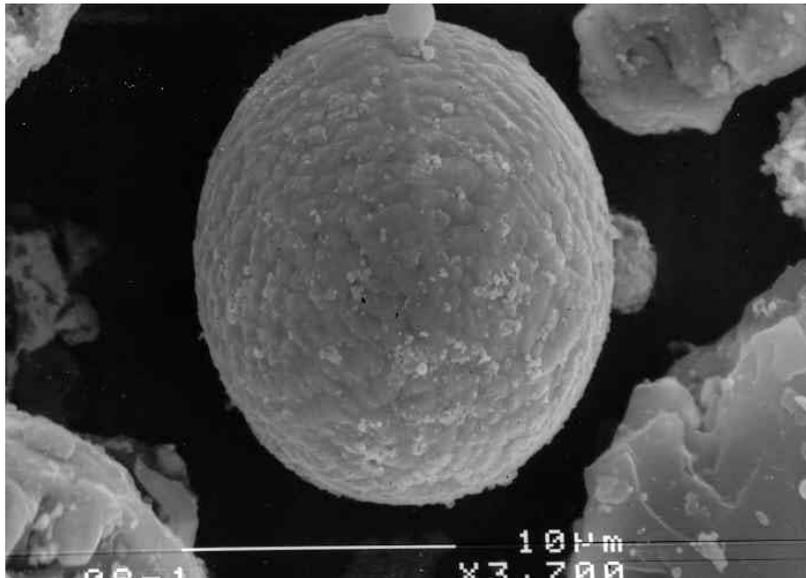
techstaub10.jpg



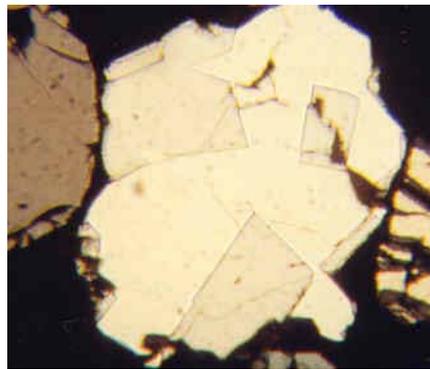
techstaub11.jpg



techstaub12.jpg



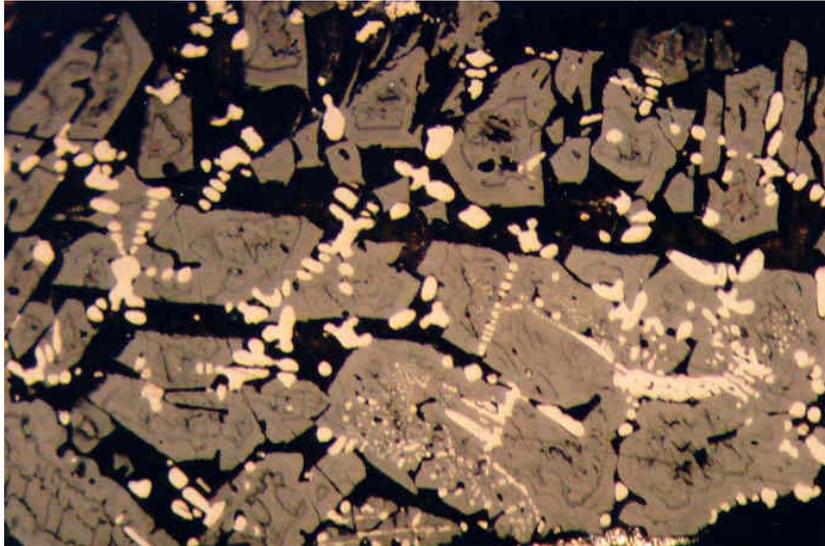
techstaub13.jpg



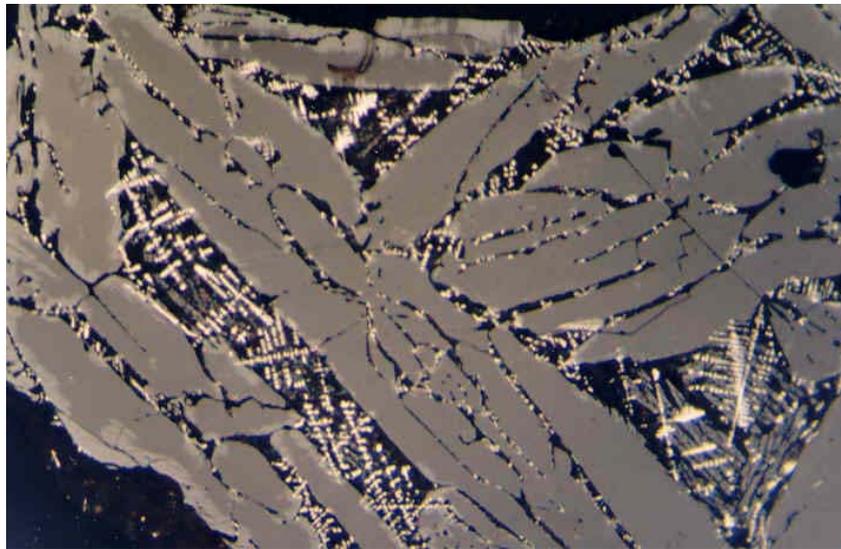
techstaub14.jpg



techstaub15.jpg



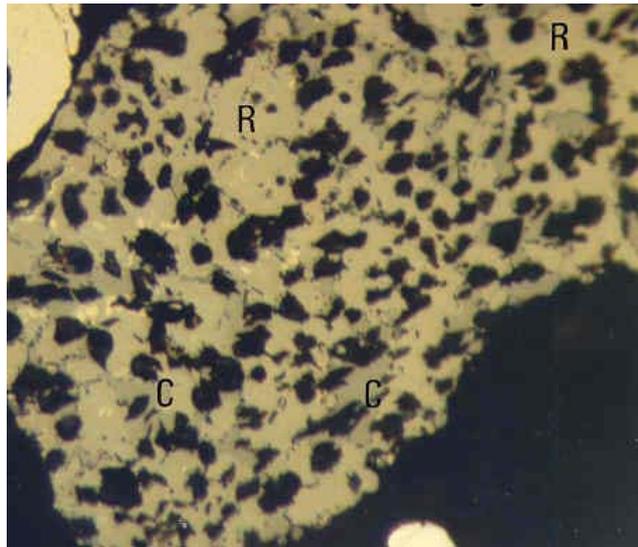
techstaub16.jpg



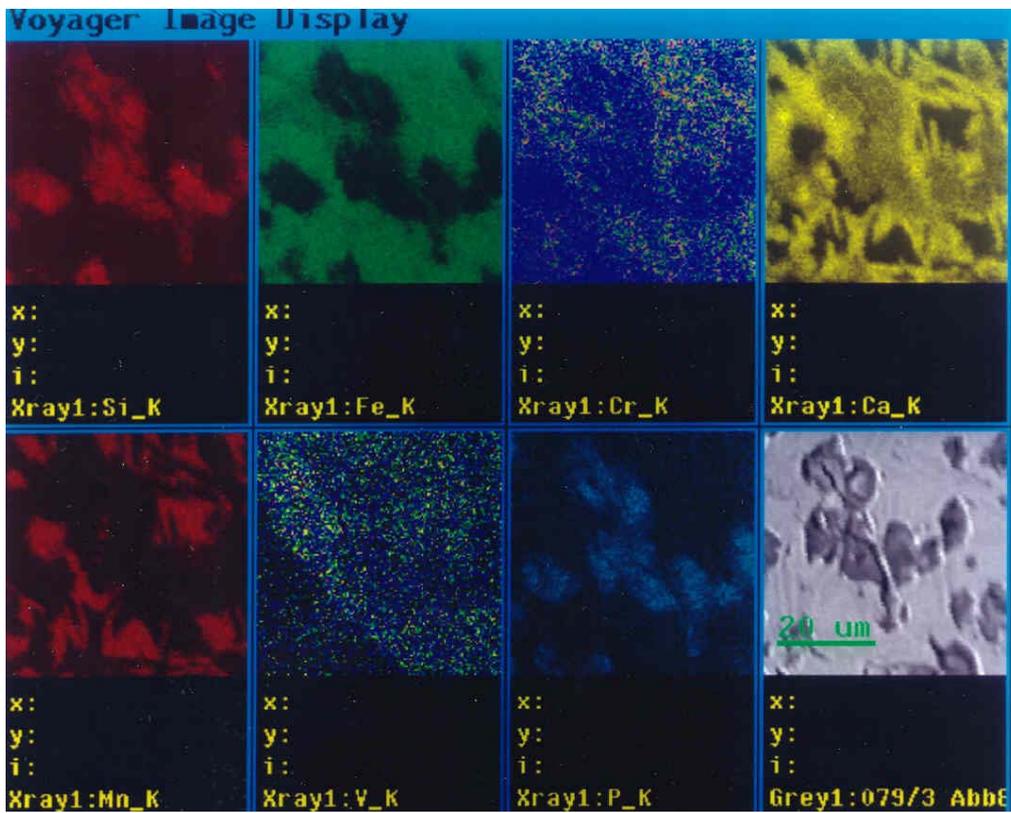
techstaub17.jpg



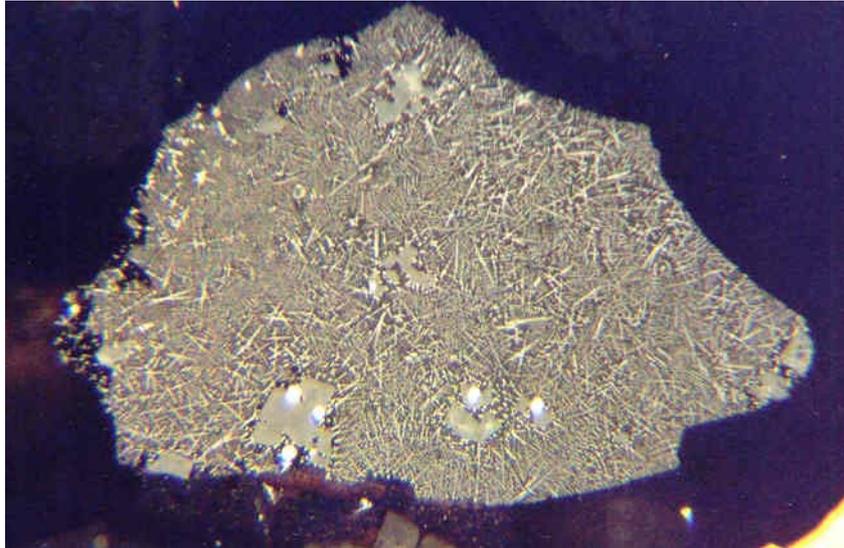
techstaub18.jpg



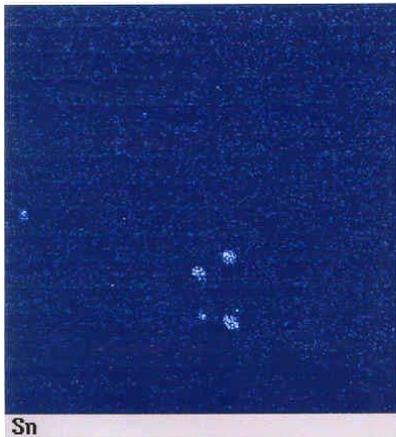
techstaub19.jpg



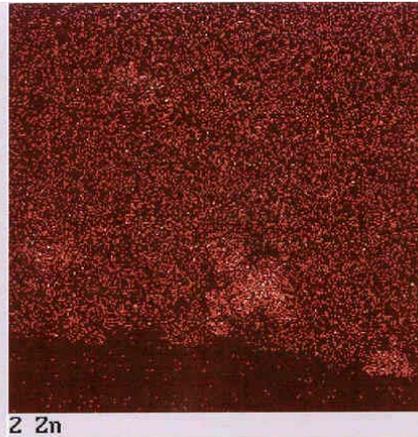
techstaub20.jpg



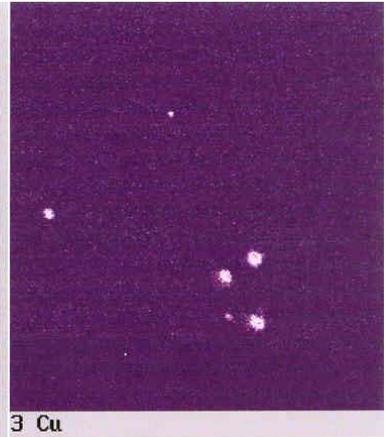
techstaub21.jpg



Sn



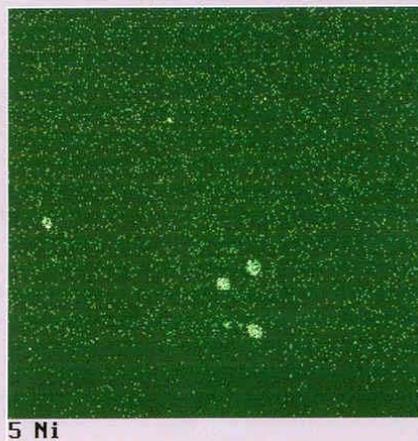
2 Zn



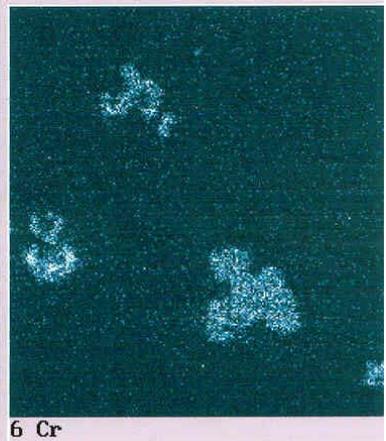
3 Cu



01011-2 1000x BSE

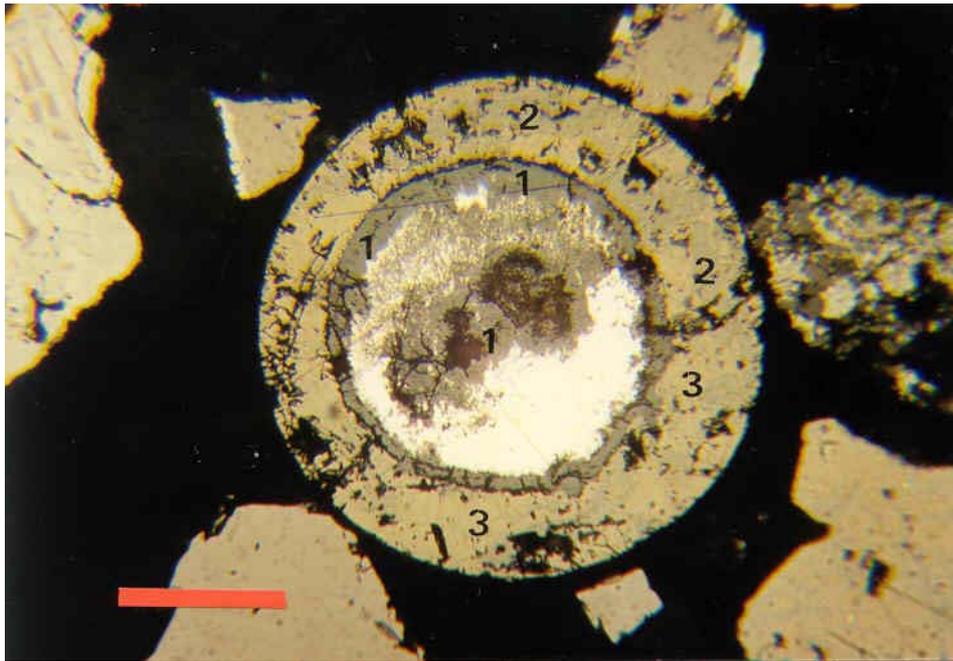


5 Ni

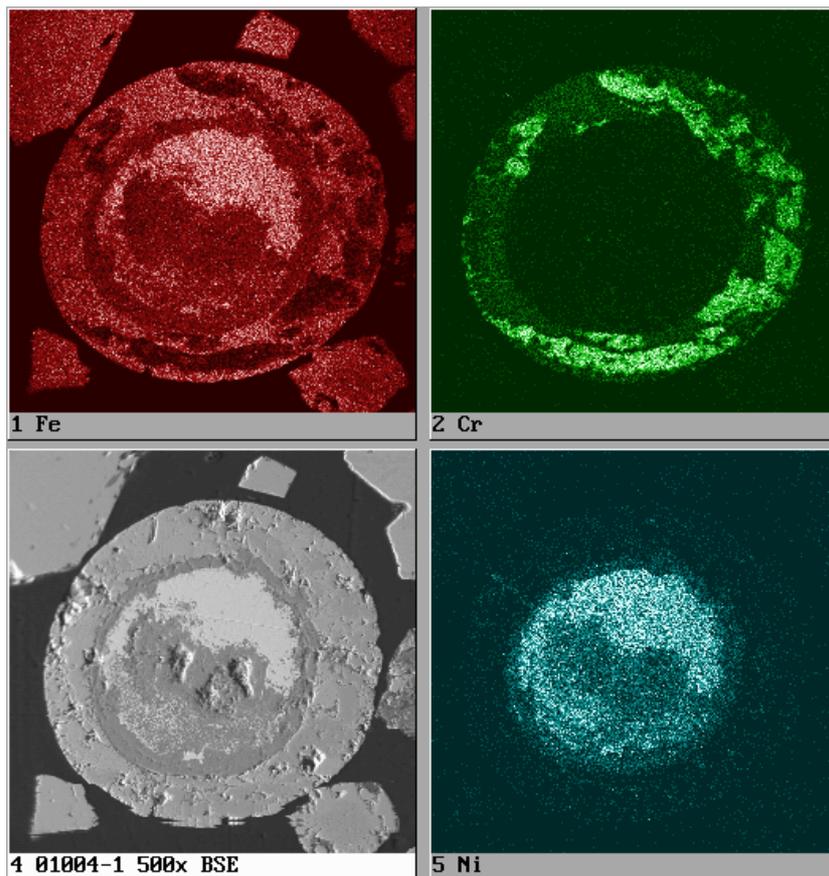


6 Cr

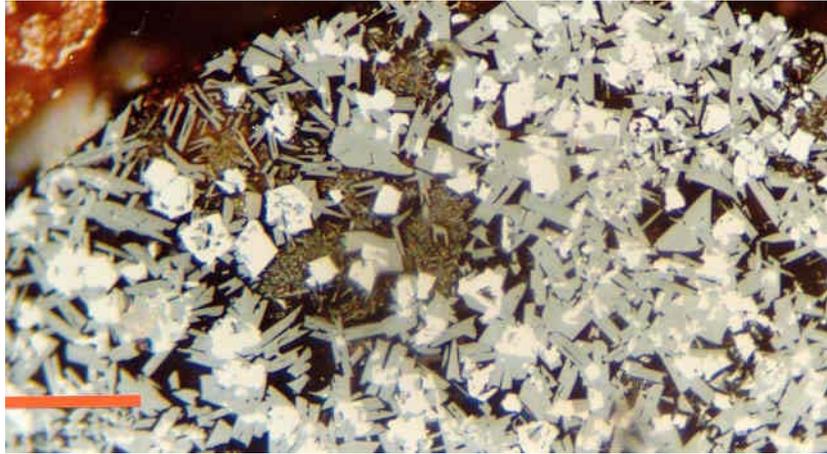
techstaub22.jpg



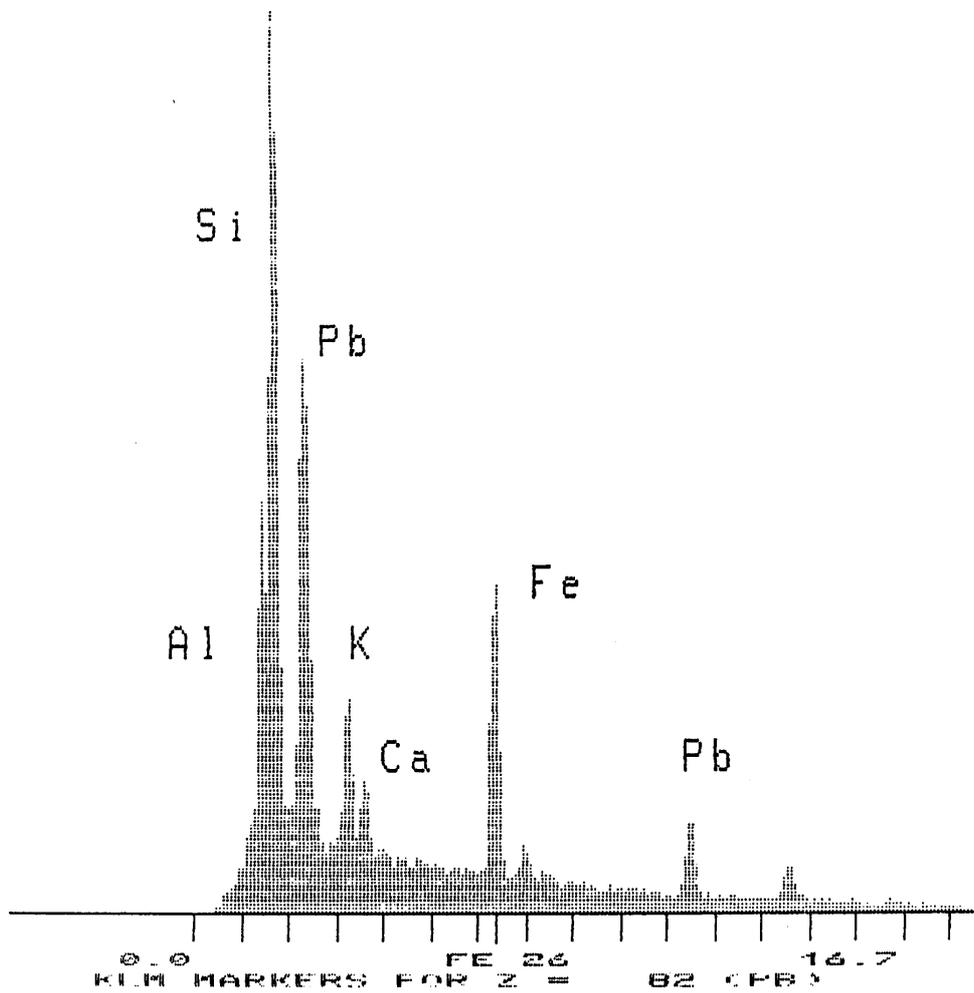
techstaub23.jpg



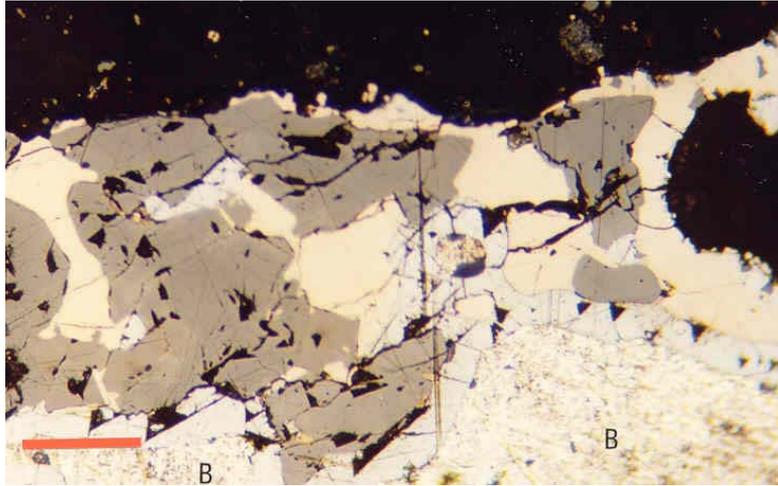
techstaub24.jpg



techstaub25.jpg



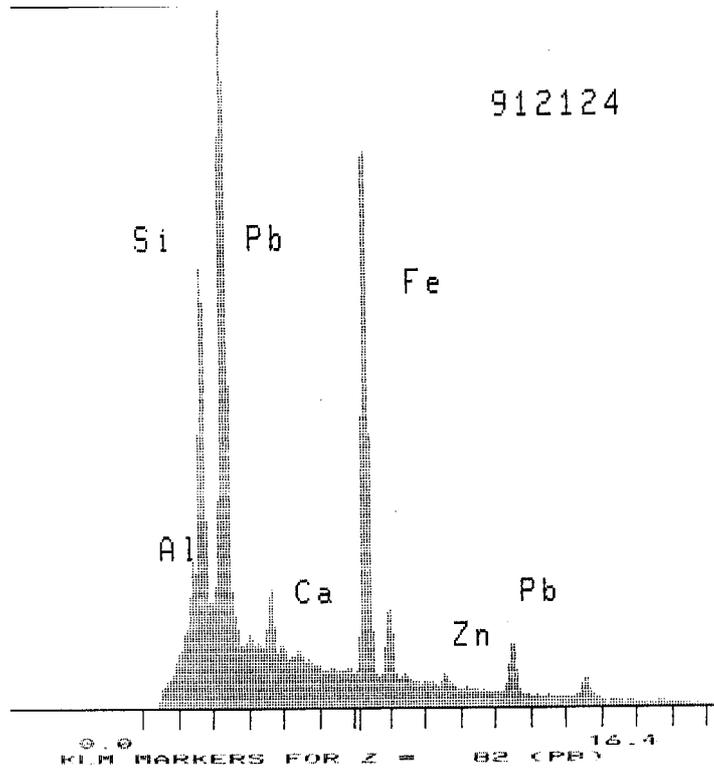
techstaub26.bmp



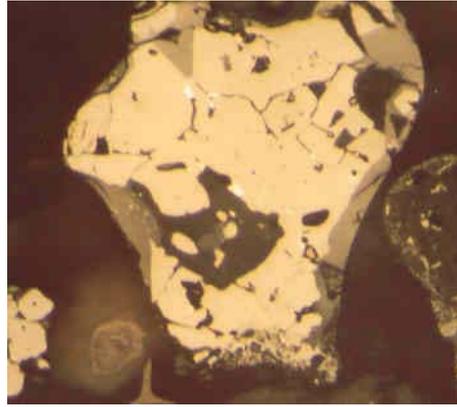
techstaub27.jpg



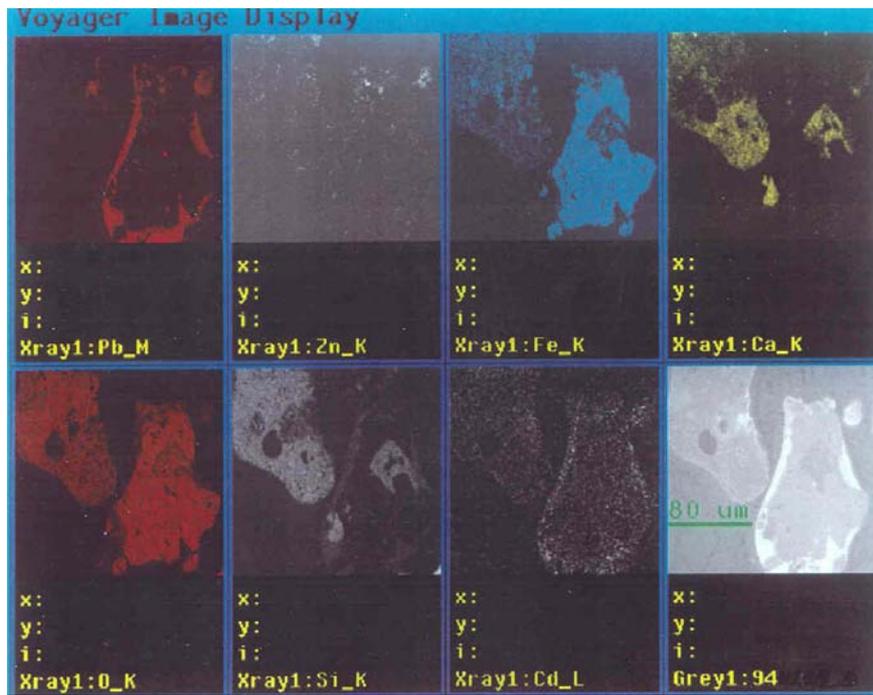
techstaub28.jpg



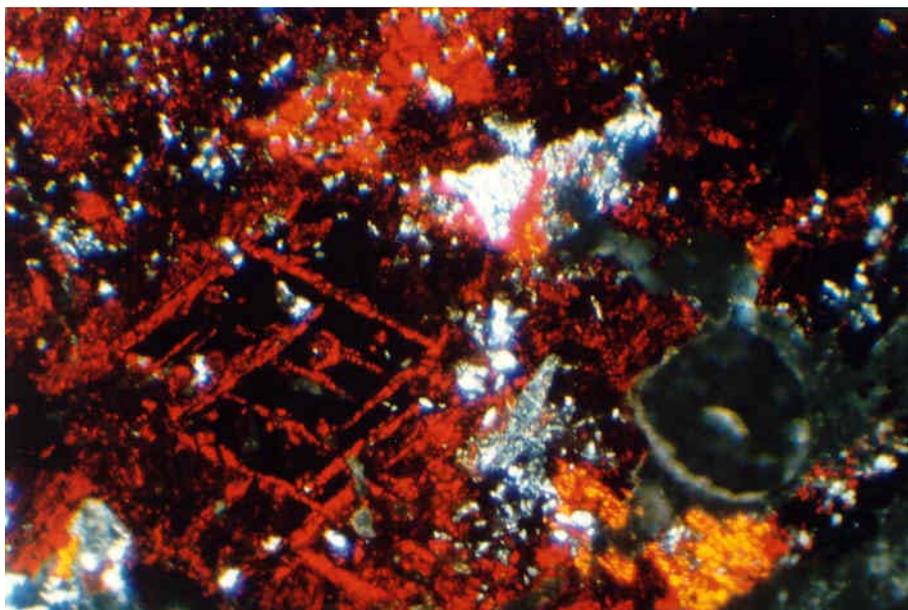
techstaub29.bmp



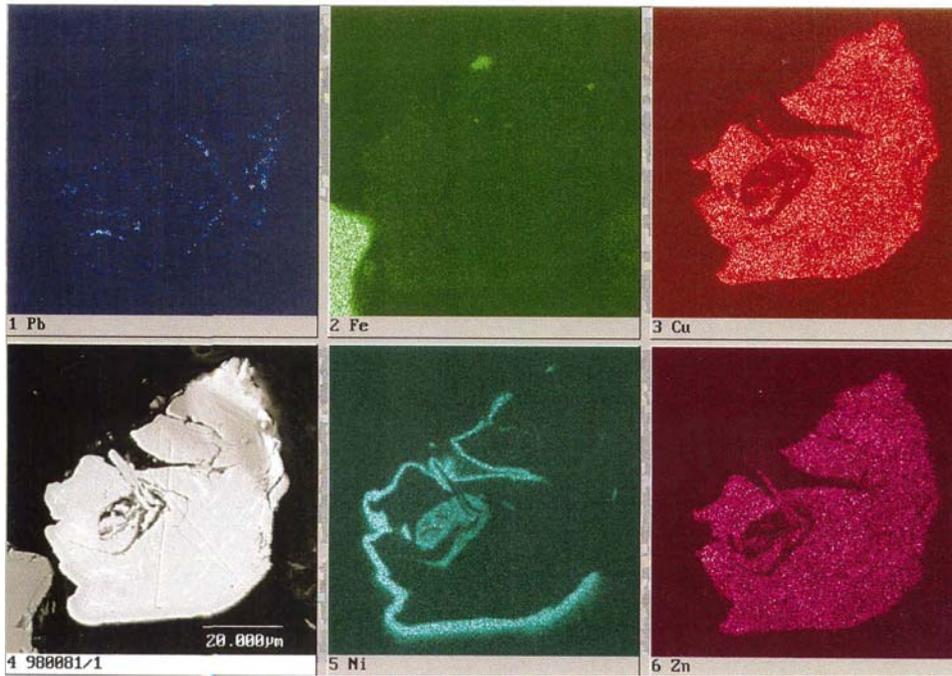
techstaub30.jpg



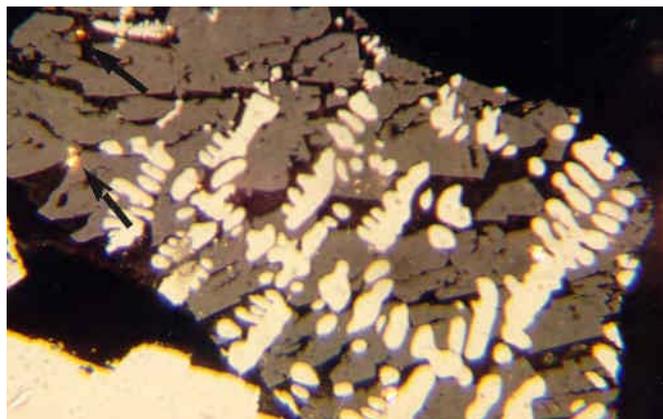
techstaub31.jpg



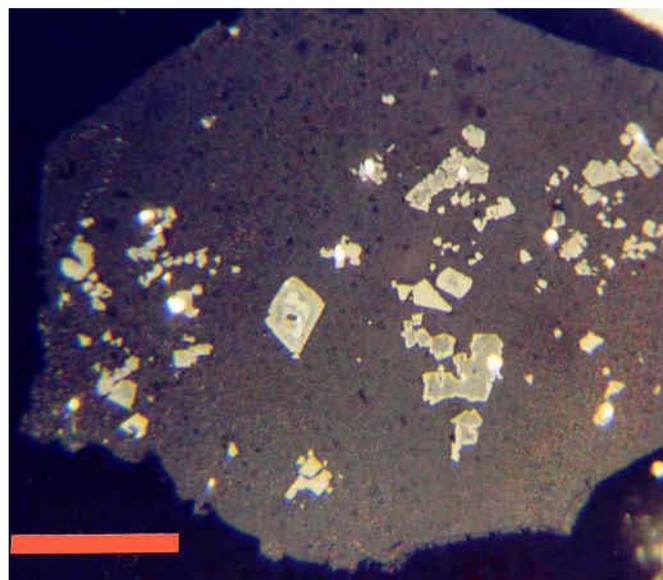
techstaub32.jpg



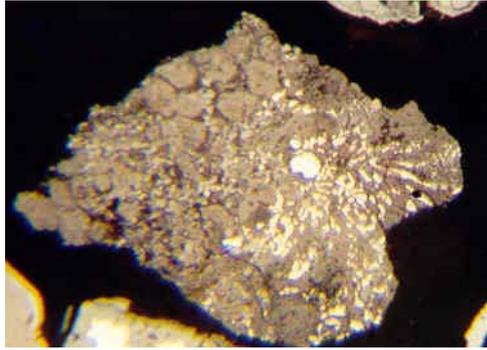
techstaub33.jpg



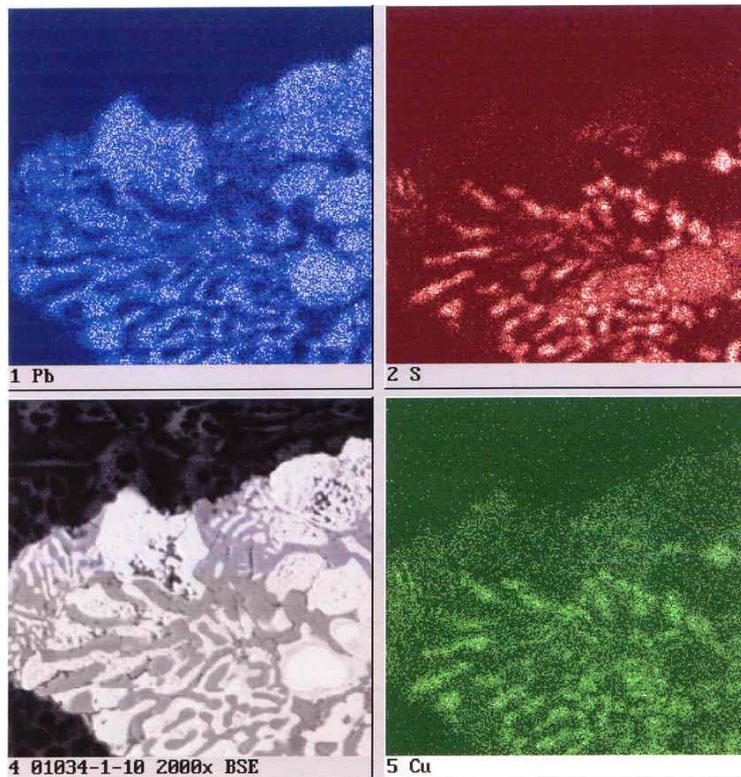
techstaub34.jpg



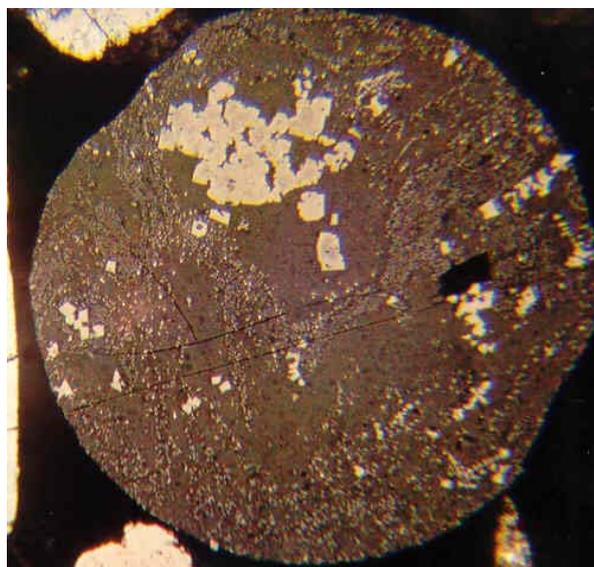
techstaub35.jpg



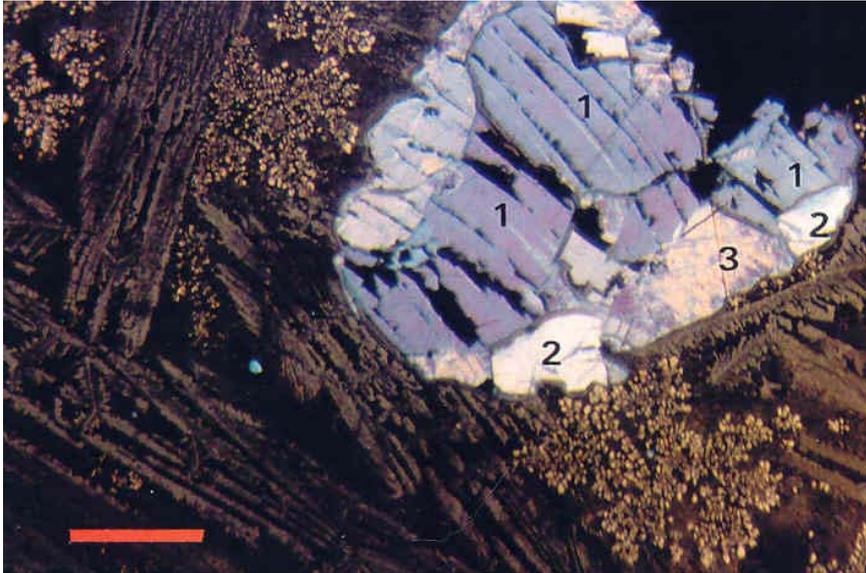
techstaub36.jpg



techstaub37.jpg



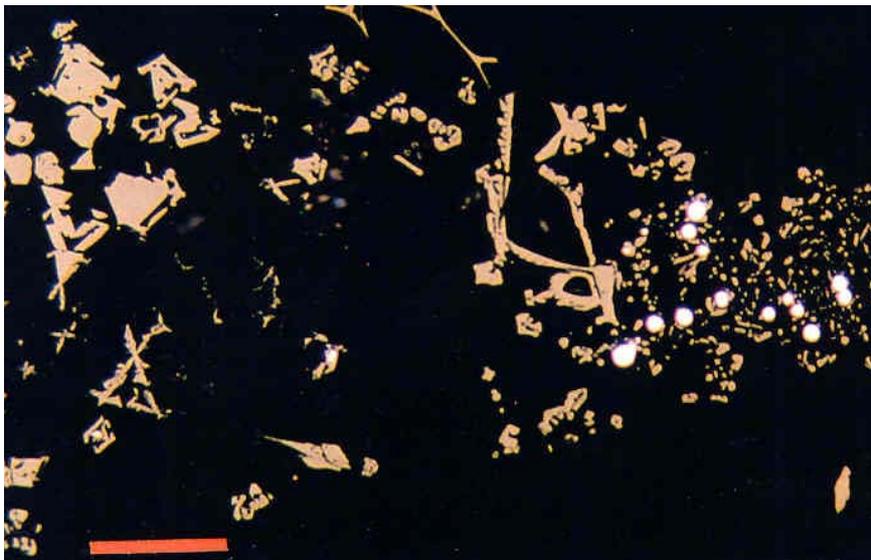
techstaub38.jpg



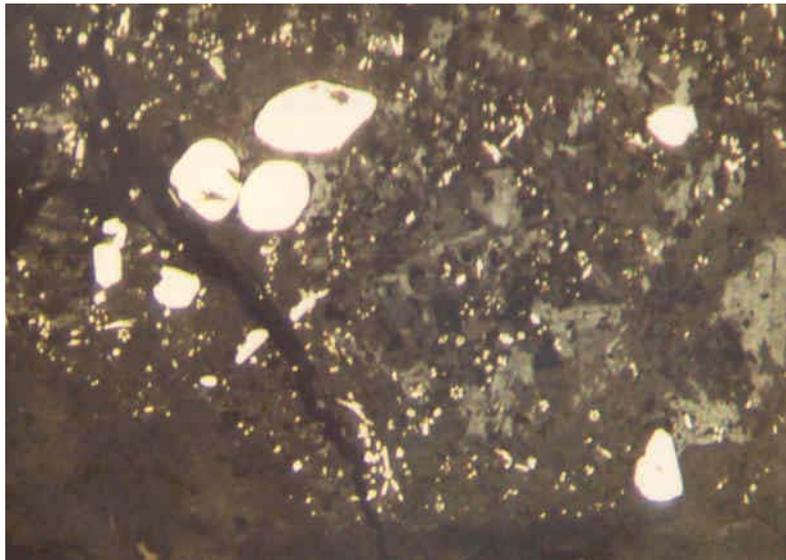
techstaub39.jpg



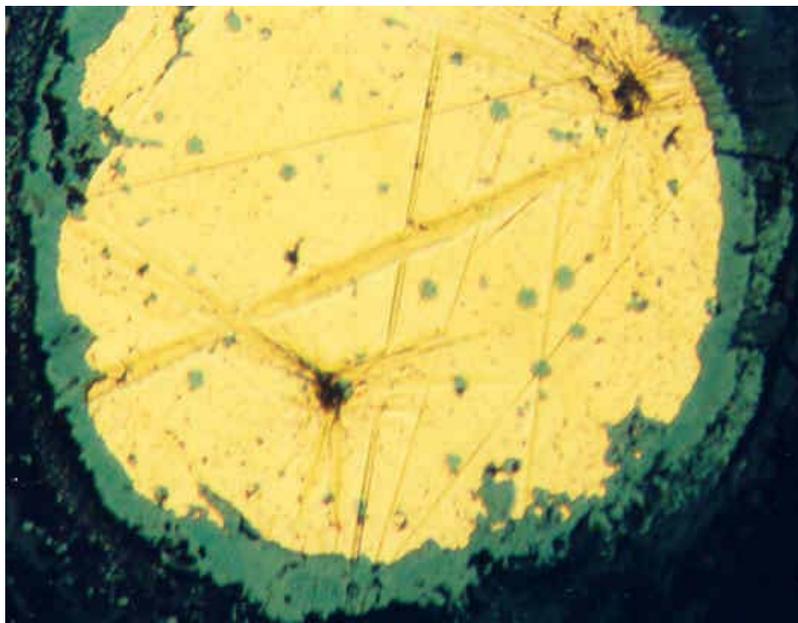
techstaub40.jpg



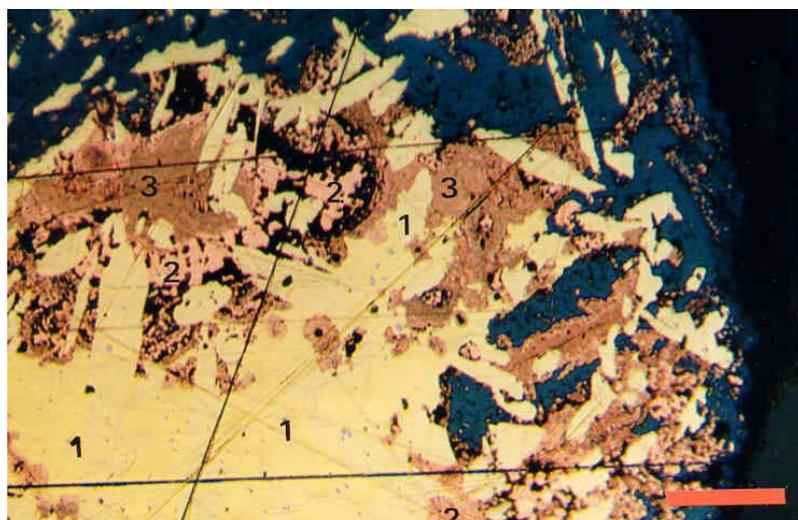
techstaub41.jpg



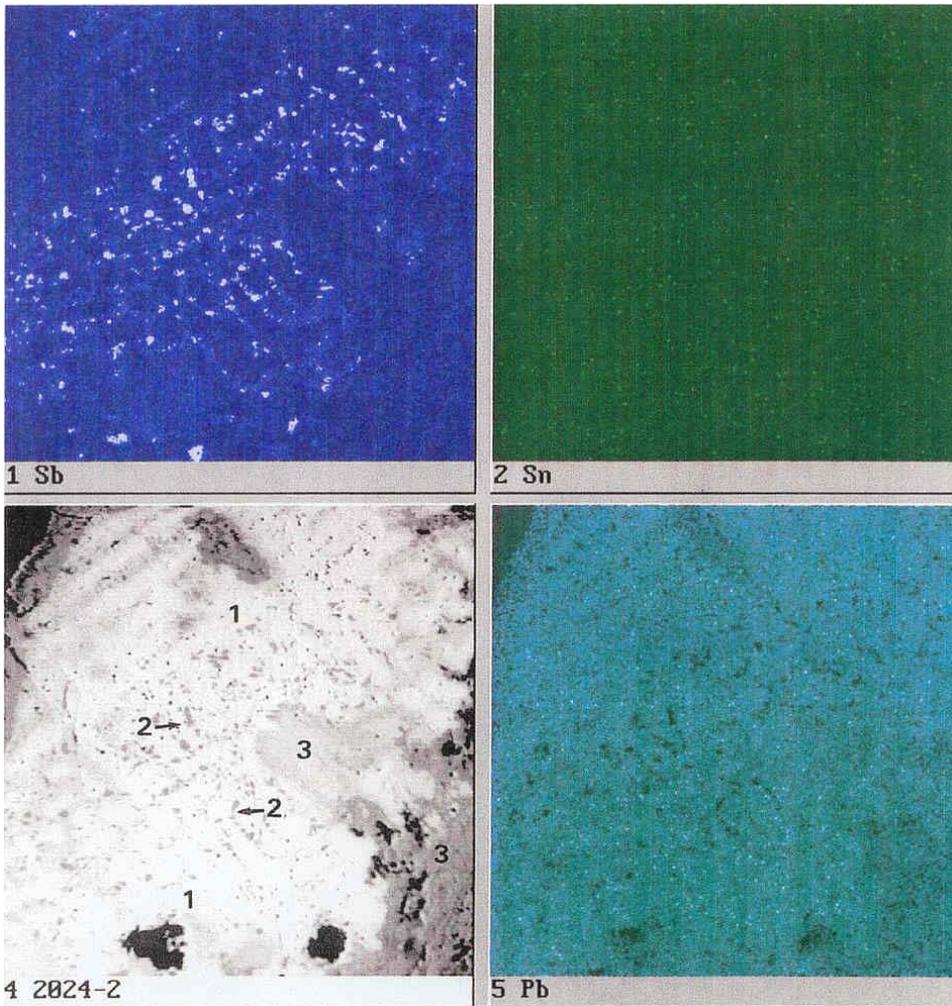
techstaub42.jpg



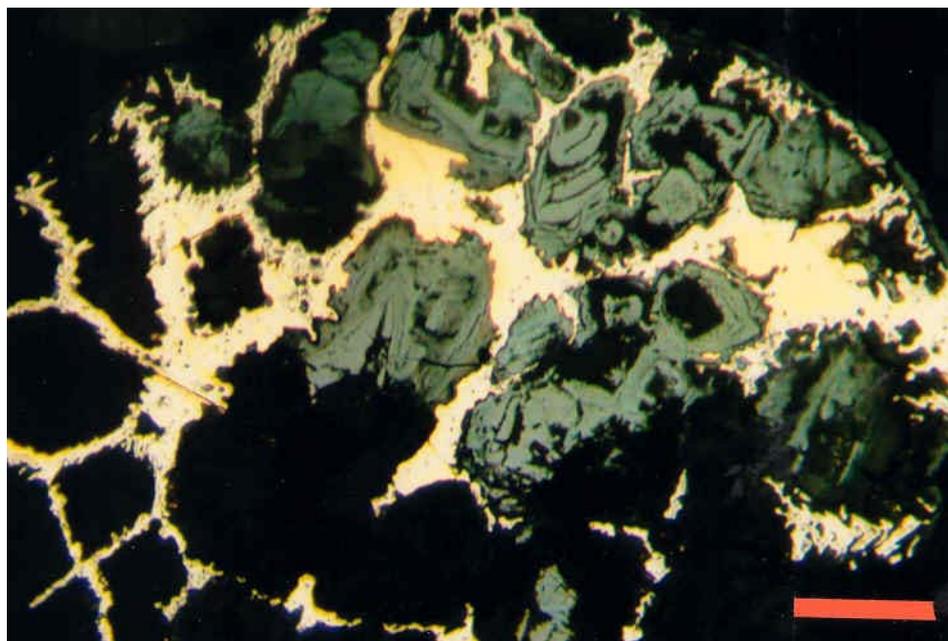
techstaub43.jpg

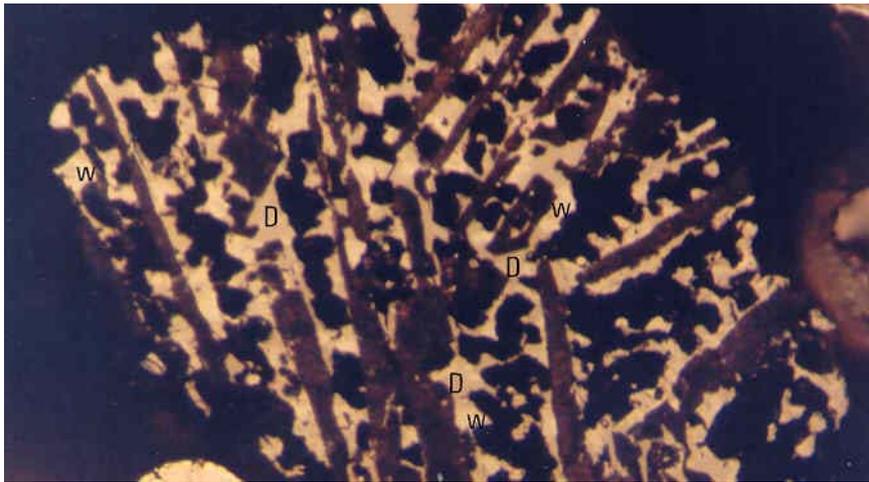


techstaub44.jpg

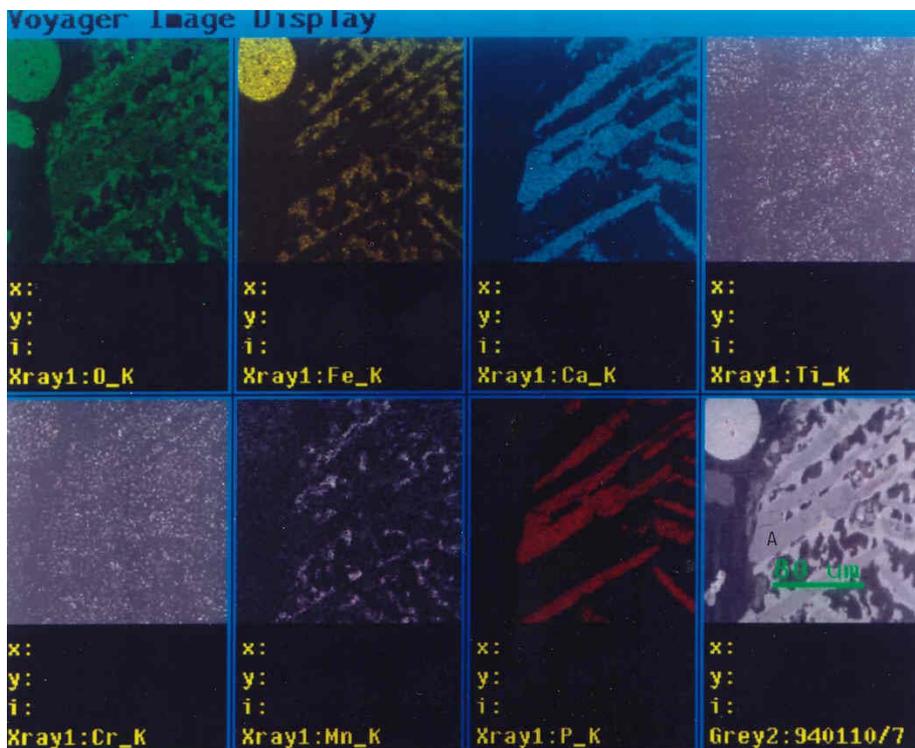


techstaub45.jpg

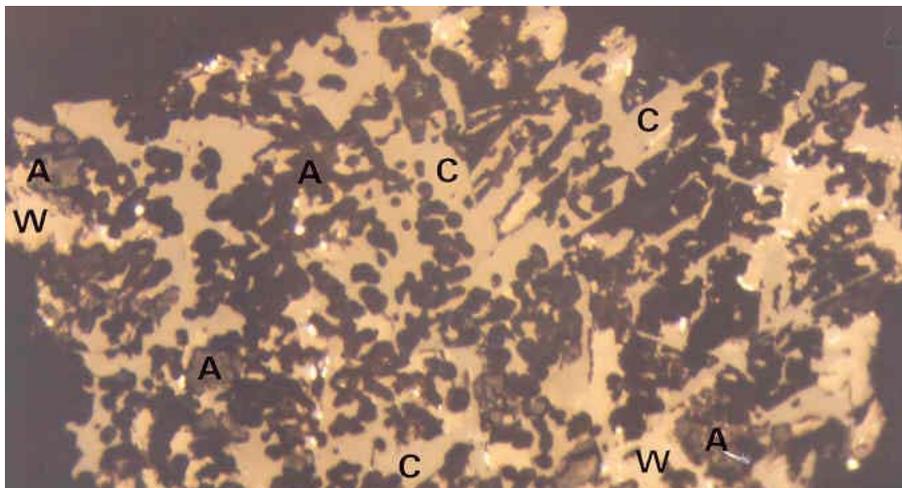




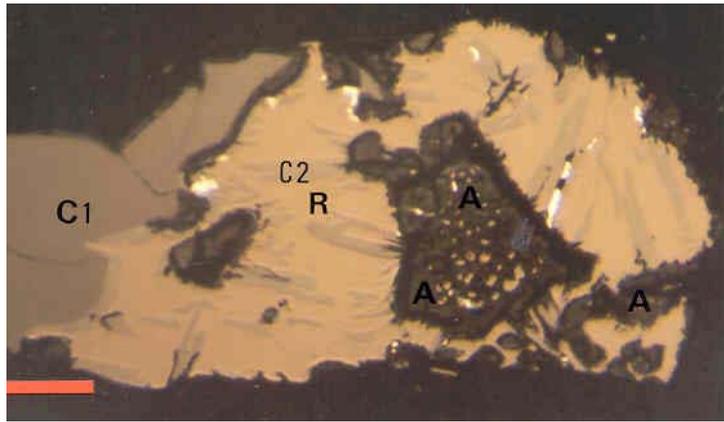
techstaub47.jpg



techstaub48.jpg



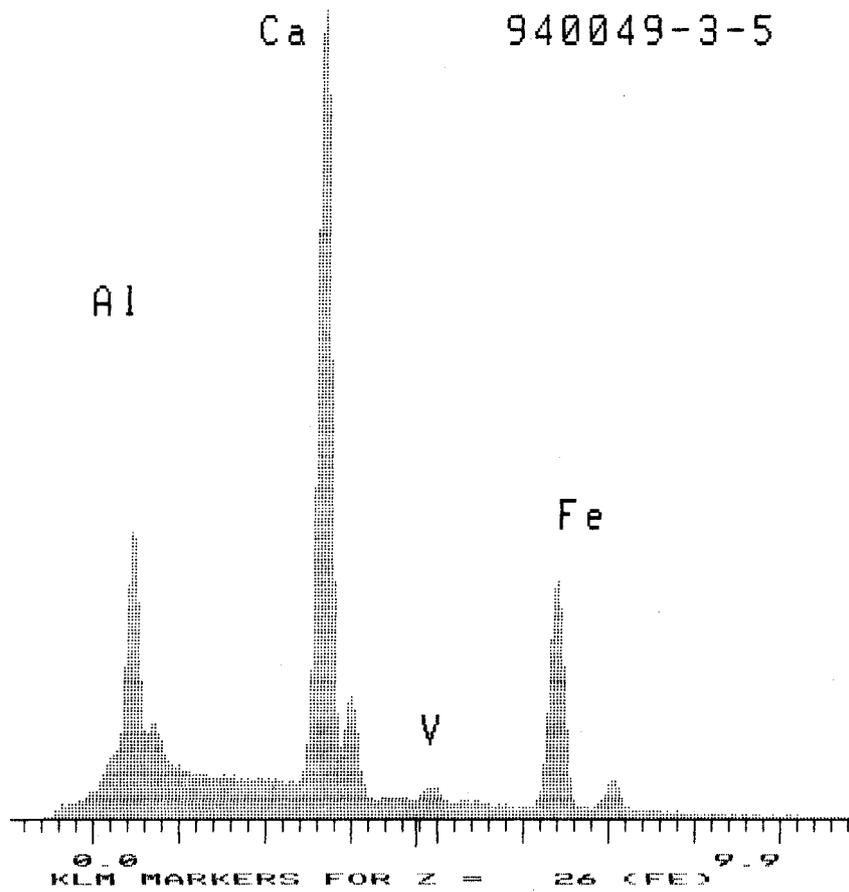
techstaub49.jpg



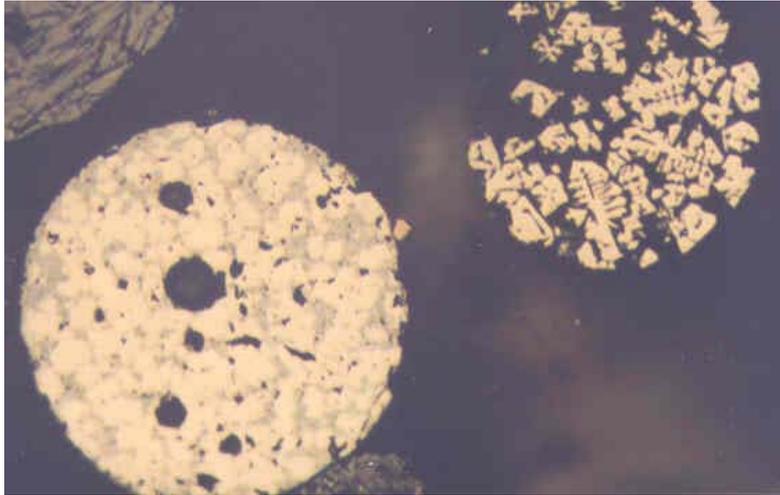
techstaub50.jpg



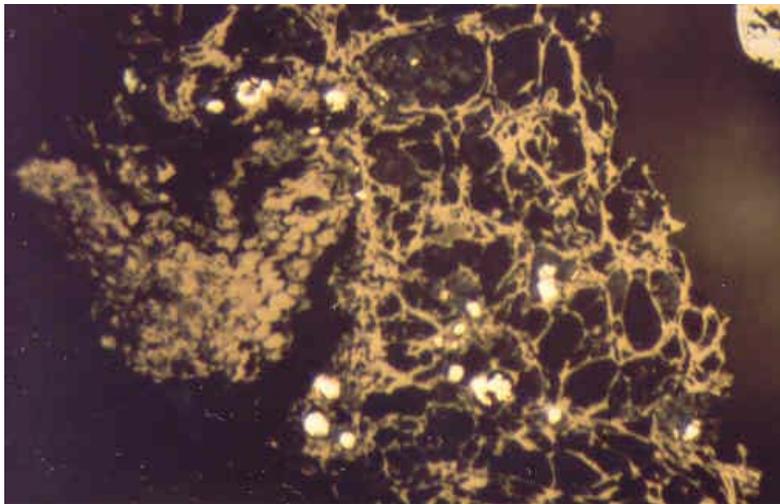
techstaub51.jpg



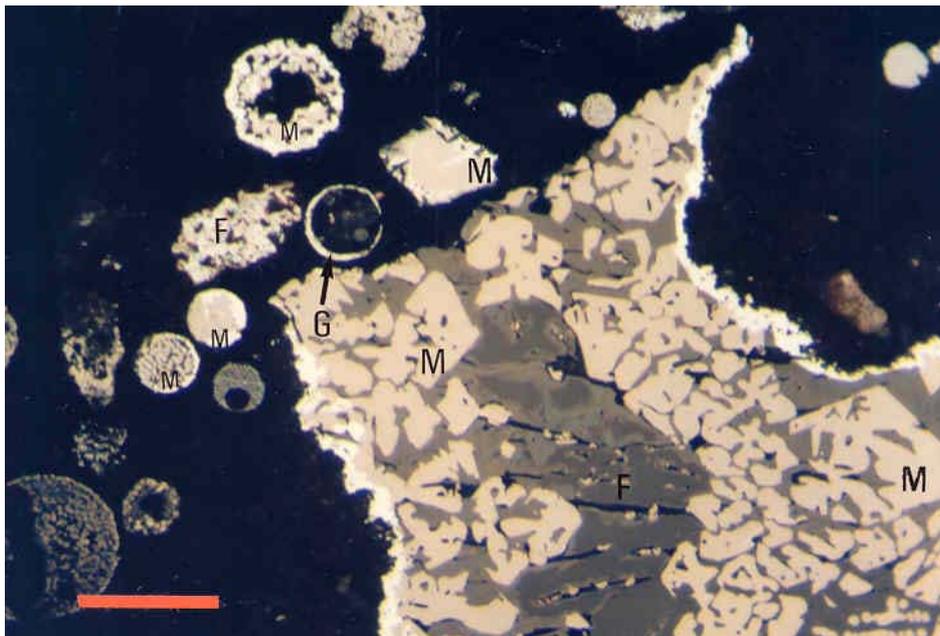
techstaub52.bmp



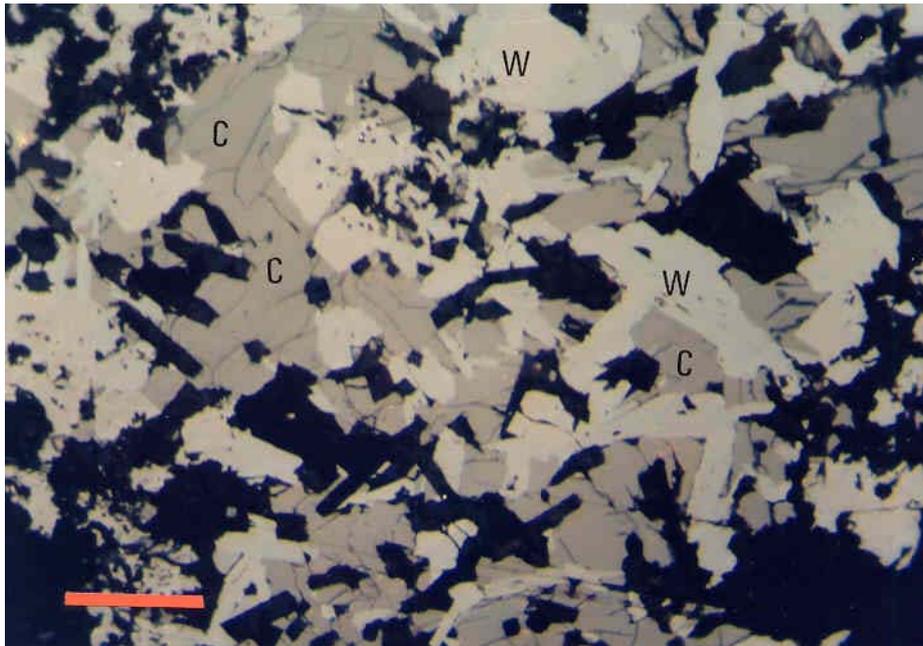
techstaub53.jpg



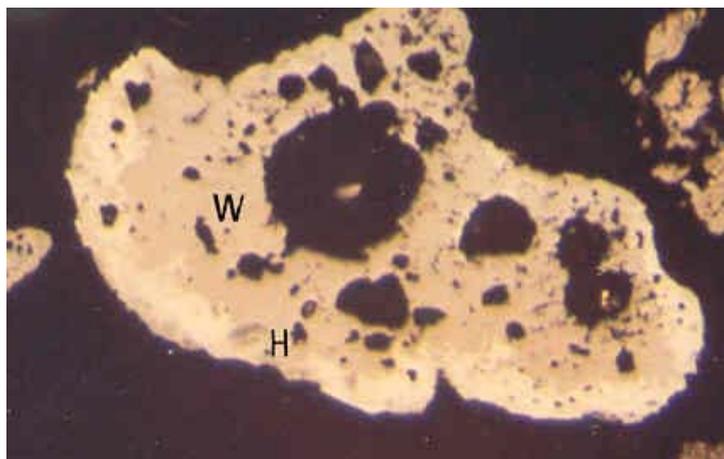
techstaub54.jpg



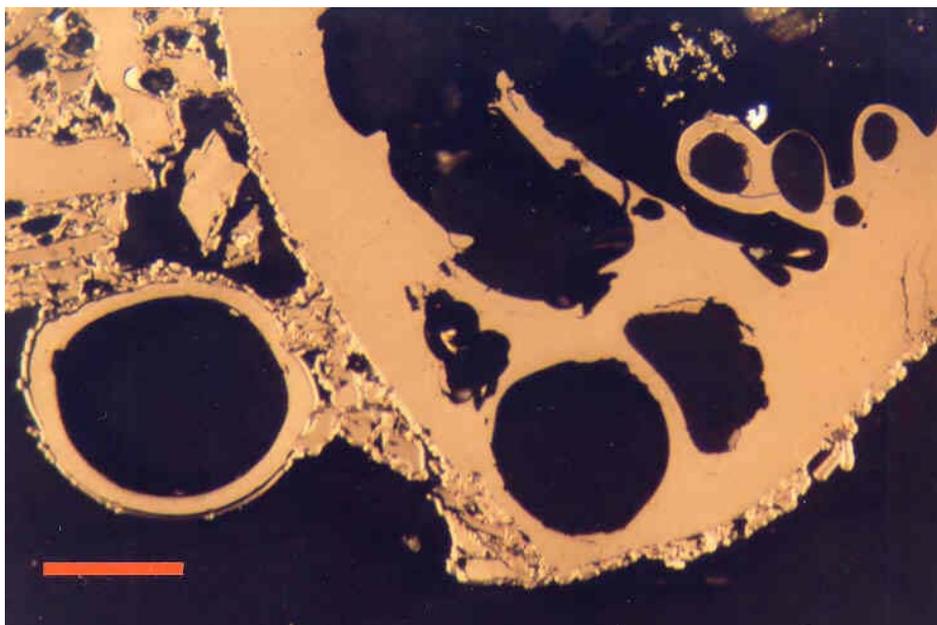
techstaub55.jpg



techstaub56.jpg



techstaub57.jpg



techstaub58.jpg