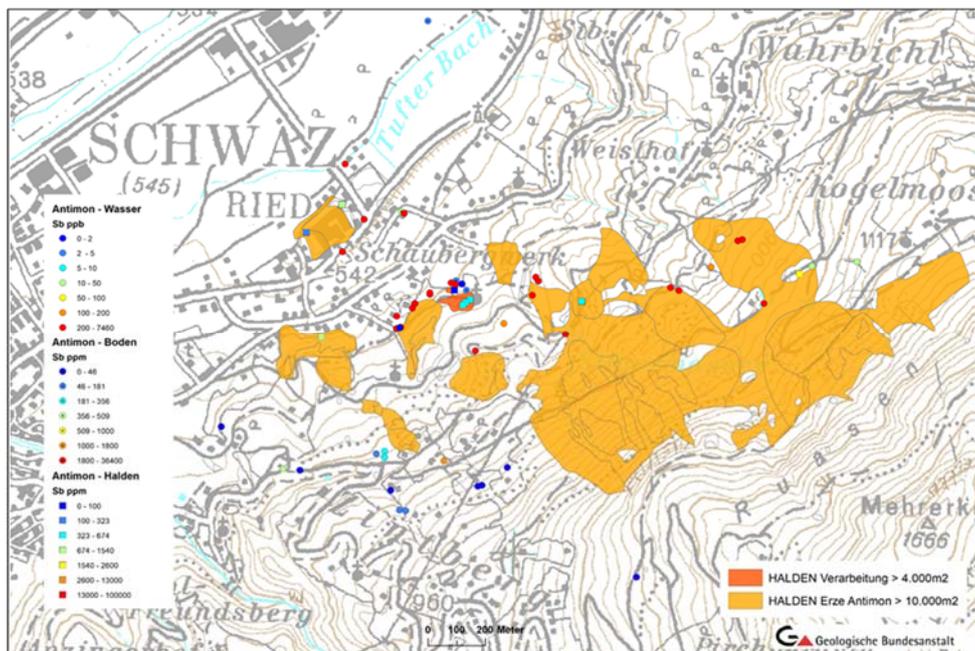




Projekt Ü-LG-69_2017/2018

Bundesweiter Ressourcenkataster für Sekundärrohstoffe aus der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung (Bergbau-, Aufbereitungshalden) unter Berücksichtigung integrativer Untersuchungsmethoden (Geochemie, Geophysik, Mineralogie) in ausgewählten Testgebieten (Haldenressourcenkataster)

Projekt Ü-LG-69_2017/2018



von

A. SCHEDL, P. LIPIARSKI, CH. BENOLD, A. RÖMER & G. BIBER

113 Seiten, 60 Abb., 23 Tab.

Wien, Juli 2019

Projektleiter

A. SCHEDL

Mitarbeiter

CH. BENOLD
P. LIPIARSKI
A. RÖMER
G. BIEBER

Allen Mitarbeitern und beratenden Kollegen der FA Rohstoffgeologie, FA Geochemie und FA Geophysik sei an dieser Stelle herzlichst gedankt!

Die Durchführung des Projektes erfolgte im Rahmen des Vollzuges des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.

Inhalt

Zusammenfassung	i
1. Einleitung und Zielsetzung	1
2. Durchgeführte Arbeiten im gegenständlichen Projektjahr	2
3. Datenausgangslage und methodischer Zugang	3
4. Datenbank- und GIS-Struktur des Moduls 'Haldenressourcenkataster'	6
4.1 Allgemeine Grundstruktur	6
4.2 Datenbank ‚Bergbau-/Haldenkataster‘ und harmonisierte Datenbank ‚IRIS Online‘	9
4.3. Mineraledatenbank	17
4.4. Analysendatenbank	19
4.5. Corine Land Cover 2000 - Daten	22
4.6 Halden-Risikobewertung aus Projekt ‚Haldenscreening‘	25
5. Datenaufbereitung, Definition von Auswahlkriterien und ausgewählte Ergebnisdarstellung zum Haldenressourcenkataster	26
5.1 Bestandsanalyse der Halden im Bergbau-/Haldenkataster	26
5.2 Analyse der Haldenflächen	28
5.3 Definition von Auswahlkriterien für den Haldenressourcenkataster	32
5.4. Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster	33
5.4.1 Rohstoffvorauswahl	33
5.4.2 Größenauswahl	33
5.4.3 Systematische Abfrage nach Rohstoff, Wertstoff und Mineralphasen	43
5.4.3.1 Ausgewählte kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde	33
5.4.3.2 Kritische Rohstoffe als Spurenelemente verschiedener sulfidischer Mineralisationen	70
6. Test von geoelektrischen Untersuchungsmethoden im Bereich von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde – Testgebiet Klärschlammteich Antimonbergbau Schlaining	93
6.1 Ausgangssituation	93
6.2. Zur Entstehungsgeschichte des Klärteichs III im Bereich der Aufbereitung im Antimon-Bergbau Schlaining Kurt-Revier	93
6.2.1 Sedimentologische Untersuchungen	96
6.2.2 Mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen	97
6.2.3 Chemische Untersuchungen	100
6.3 Geoelektrische Messungen im Rahmen begleitender Methodentests für das Projekt ÜLG 69 – Haldenressourcenkataster	100
6.3.1 Einleitung	100
6.3.2 Methodik Geoelektrik	100
6.3.3 Ergebnisse Geoelektrik	102
6.3.4 Interpretation der Geoelektrik-Ergebnisse	109
7. Literatur	111

Zusammenfassung

Im Interesse einer ressourceneffizienten und nachhaltigen Rohstoffnutzung stehen sekundäre Lagerstätten/Rohstoffquellen für eine Rückgewinnung und Wiederverwertung der Wertstoffe international zunehmend im Fokus der Rohstoffforschung. Dazu gehören auch alle Arten von Restrohstoffablagerungen aus dem Abbau, der Aufbereitung und Verhüttung von mineralischen Rohstoffen. Im Gegensatz zu den Rohstoffen in Primärlagerstätten fehlen bis dato eine systematische Evaluierung und Dokumentation dieser sekundären Rohstoffpotenziale in Österreich.

Das gegenständliche Projektvorhaben zur Erstellung eines Haldenressourcenkatasters ist ein erster Beitrag zur bundesweiten Abschätzung dieser spezifischen sekundären Rohstoffpotenziale, wobei auch hier der Fokus auf die Rohstoffpotenziale der von der EU-Kommission 2017 als kritisch eingestuften Rohstoffe gelegt werden soll. Von rohstoffwirtschaftlichem Interesse sind dabei aber nicht nur kritische mineralische Rohstoffe, sondern auch Restpotenziale anderer Wertstoffe in den Halden, die ja ebenfalls einer rohstoffwirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden müssen.

Zentrale Arbeitsschwerpunkte in der ersten Projektphase betreffen die Adaption und Ergänzung der Datenbank- und GIS-Strukturen für den Haldenressourcenkataster. Die Datenbankstruktur für das Projekt „Haldenressourcenkataster“ basiert auf einer modifizierten Struktur, wie sie bereits für das Projekt „Bergbauhaldenscreening“ und in Nachfolge für die Web-Applikation IRIS Online konzipiert wurde und bei der mehreren Datenbanken und GIS – Layer miteinander verknüpft sind, die verschiedene Abfrage- und Attributierungsmöglichkeiten erlauben. Fehlende Informationen über den Wertstoffinhalt von Halden können über Analogieschlüsse aus den jeweiligen Bergbau-Attributen überbrückt werden. Als gesonderte Sekundärrohstoffkategorien sind auch Aufbereitungshalden und Schlackendeponien im Bereich von Buntmetallhütten (Teil des Bergbau-/ Haldenkatasters) berücksichtigt. Insgesamt umfasst der Bergbau-/Haldenkataster 7111 Bergbauhalden, 117 Aufbereitungshalden und 98 Schlackendeponien.

Als Größenparameter für die Halden wird die im Bergbau-/ Haldenkataster ausgewiesene Fläche verwendet, da Haldenvolumina nur von wenigen Haldenkörpern zur Verfügung stehen. Insgesamt weisen lediglich 261 Halden Flächen größer 10.000 m² auf, was größenordnungsmäßig etwa Gesamtkubaturen von >35.000 m³ bzw. >80.000 t entspricht. In die Kategorie der Großhalden >50.000 m² (etwa > 250.000 m³) fallen letztlich insgesamt 67 Bergbauhalden, wobei in dieser Größenkategorie mit Ausnahme einiger Großhalden des Erzbergs in Eisenerz mehrheitlich Abraumhalden des Kohlenbergbaues dominieren. Wegen der kleinflächigen Struktur der Halden im ostalpinen Bergbau können durch spezifische Abfrage im Halden-GIS-Layer ergänzend auch kumulative Haldenflächen innerhalb der einzelnen Bergbaureviere ausgewiesen werden. In der Bewertung der Potenziale für größere Halden werden damit auch kleinere Halden im Sinne eines erweiterten Nutzungspotenzials mitberücksichtigt.

In einem ersten Vorfilter wurden aus dem Gesamtdatensatz jene Halden bestimmter Rohstoffgruppen (Energierohstoffe, ausgewählte Industriemineralien) herausgefiltert, die nicht Gegenstand des aktuellen Haldenressourcenkatasters sind. Das betrifft insbesondere –teilweise großflächige- Bergbauhalden der Energierohstoffe (771 Halden) und ausgewählter Industriemineralien Salz, Gips/Anhydrit und Asbest (197 Halden). Weitere aktuelle Ausnahmen für die Aufnahme in den Haldenressourcenkataster bilden auch (historische) Halden am Standort von aktiven Bergbauunternehmen. Diese Halden im Bereich von aktiven Abbaubetrieben sind im Haldenressourcenkataster im Regelfall ausgeblendet, können bei Bedarf jederzeit mitberücksichtigt werden.

In einem zweiten Auswahlschritt wurden alle Halden mit einem entsprechenden Potenzial an kritischen Rohstoffen nach einem vorgegebenen Kriterienkatalog (Roh-/Wertstoffe, Mineralphasen, Haupt-, Neben- und Spurenelementchemismus u.a.) ausgewählt. Ausgehend von den bisher vorhandenen Rohstoffinformationen zu den bundesweit erfassten Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde kommen in Österreich nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile in Frage. Nach der aktuellen Liste der kritischen Rohstoffe (EU-Kommission 2017) sind dies Antimon, Baryt, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Magnesium, Graphit und Wolfram, die in Vergangenheit in Österreich beschürft bzw. abgebaut wurden und

teilweise auch noch gegenwärtig abgebaut werden. Einige dieser Rohstoffe liegen auch als Begleitrohstoffe anderer Hauptwertstoffe vor (z.B. Antimon in Cu-Fahlerzen, Flussspat als Gangart von Pb-Zn-Vererzungen, Beryllium als Begleitelement von W-Vererzungen). Aus aktuellen Untersuchungen österreichischer Buntmetallagerstätten ist aber auch bekannt, dass einige Hochtechnologiemetalle (In, Ge, Ga, Co) als Spurenelemente in verschiedenen Sulfidphasen (Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrrhotin, Pyrit, Markasit) oder auch in Bauxiten (Ga, SEE) auftreten können. Die ersten Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster beschränken sich im Wesentlichen auf diese kritischen Rohstoffe und den genannten Spurenelement-Trägerphasen.

Als ein wesentliches Auswahlkriterium für den bundesweiten Bewertungsdurchlauf im Rahmen des Haldenressourcenkatasters wurde die Größe der Halden herangezogen. Als Mindestgrößen für die Haldenauswahl wurden bei den Bergbauhalden Polygongrößen $>10.000 \text{ m}^2$ (entspricht in etwa Haldenressourcen größer 70.000-100.000 t), für Aufbereitungs-/Schlackenhalden $>4.000 \text{ m}^2$ definiert, wodurch eine große Zahl der kleineren Halden bereits für weitere Bearbeitungsschritte ausgeschieden werden können. Im Gesamtdatenbestand des Bergbau-/Haldenkatasters gibt es unter Berücksichtigung der rohstoffmäßigen Vorauswahlkriterien derzeit lediglich 137 Bergbauhalden (100 Erz-Abbaue, 37 Industriemineral-Abbaue) mit Flächen größer 10.000 m^2 . In einem nachfolgenden, manuell durchgeführten Arbeitsschritt wurden in Ergänzung zum automatisierten Auswahlverfahren die Halden mit vorhandenen Volumensabschätzungen und einer Fläche $<10.000 \text{ m}^2$ nochmals überprüft. Halden mit ausgewiesenen Volumina $> 20.000 \text{ m}^3$ wurden in diesem Bewertungsschritt zusätzlich in den Basisdatenbestand des Haldenressourcenkatasters übernommen. Diese ergänzend ausgewählten 51 Halden umfassen dabei 37 Erz-Bergbauhalden und 14 Industriemineral-Bergbauhalden.

Mit dem definierten Auswahlkriterium von $> 4.000 \text{ m}^2$ sind im Bergbau-/Haldenkataster insgesamt 56 Halden von Verarbeitungsstandorten (25 Aufbereitungshalden/-tailings, 32 Schlackendeponien) erfasst, davon befinden sich 7 Schlackenhalden und 10 Aufbereitungshalden im Bereich von noch im Betrieb befindlichen Abbau- und Industriestandorten. Mit Ausnahme der Fe-Halden im Bereich der Standorte Leoben-Donawitz und Eisenerz handelt es sich bei den erfassten Halden durchwegs um Buntmetallhalden.

Die bisherigen Bewertungsdurchläufe im Rahmen des Haldenressourcenkatasters verfolgten als wesentliche inhaltliche Zielsetzung die Erfassung

- Kritischer Rohstoffe als Haupt-/Nebengemengengteile von Bergbau-Aufbereitungshalden
- Kritischer Rohstoffe als Spurenelemente verschiedener sulfidischer Mineralisationen in Bergbau-/ Aufbereitungshalden

Für den Rohstoff/Wertstoff Antimon und den vordefinierten Haldengrößen können im Haldenressourcenkataster bundesweit in einem ersten Bewertungsdurchlauf insgesamt 45 Halden ausgewiesen werden.

Bei Grafit besitzen lediglich 6 Bergbauhalden eine Größe $> 10.000 \text{ m}^2$ bzw. 2 kleinere Halden ein Volumen $> 20000 \text{ m}^3$, der überwiegende Teil der im Bergbau-/Haldenkataster erfassten Grafit-halden sind unbedeutende Kleinhalden. Im Haldenressourcenkataster wurden insgesamt 31 Halden in Magnesitbergbauen mit Gesamtflächen $> 10.000 \text{ m}^2$ erfasst. 12 Halden $< 10.000 \text{ m}^2$ weisen Gesamtvolumina $> 20.000 \text{ m}^3$ auf. Zusätzlich sind weiters 3 Aufbereitungshalden sowie 7 Schlacken- und Aschenhalden mitberücksichtigt. Von diese insgesamt 41 Halden entfallen 17 auf aktuelle Abbaubetriebe. Beim kritischen Rohstoff Wolfram verteilen sich die im Haldenressourcenkataster erfassten 9 Bergbau- und Aufbereitungshalden im Wesentlichen auf den bestehenden Abbau in Mittersill und den Klärteichen der Aufbereitung in Stuhlfelden sowie auf den Klärteich des aufgelassenen Scheelitbergbaus Lannersbach.

In früheren und aktuellen Untersuchungen im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe (MRI) konnten einige Hochtechnologie-Metalle auch als interessante Spurenelemente in sulfidischen Trägerphasen (Galenit, Sphalerit, Fahlerz/Tetraedrit, Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin) festgestellt werden. In einem weiteren Arbeitsschritt für den Haldenressourcenkataster wurden daher auch spezifische Abfragen im Hinblick auf diese Trägerphasen durchgeführt, wobei noch nicht die tatsächlichen Gehalte an

Hochtechnologie-Metallen berücksichtigt sind. Eine Verknüpfung mit Detailergebnissen Phasenanalytik und Analytikergebnissen der geplanten Haldenbeprobungen ist erst für die nächsten Untersuchungsphasen des Haldenressourcenkatasters vorgesehen.

Mit dem vordefinierten Flächenfilter ($> 10.000 \text{ m}^2$) und den definierten Sulfidphasen (Hauptmineralphasen der jeweiligen Vererzung) konnten in einem ersten Auswahlsschritt relativ überschaubare Auswahllisten für den Haldenressourcenkataster zur weiteren Bearbeitung erstellt werden (Galenit – 26 Halden, Sphalerit – 21 Halden, Fahlerz/Tetraedrit – 42 Halden, Chalkopyrit – 27 Halden, Pyrit – 31 Halden, Pyrrhotin – 3 Halden).

Die Ausweisung der vorläufigen Bewertungsergebnisse im Haldenressourcenkataster ist in einer GIS-gestützten Datenbank mit nachvollziehbarer Bewertungsschritten dokumentiert. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in bundesweiten Übersichtsdarstellungen (Punktkarten - Visualisierung der Revier-, bzw. Haldenpolygone als Flächenmittelpunkte) bzw. in Detailausschnitten auf Haldenebene. Die Konfiguration der im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halden soll mittels DGM-Daten nochmals überprüft und bei Bedarf korrigiert werden. Im Hinblick auf eine Abschätzung des aktuellen Nutzungsumfelds werden zusätzlich die ausgewählten Haldenpolygone mit Corine Land Cover-Daten verschnitten. Für jede der im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halde sind daneben auch die finalen Risikobewertungen aus dem Projekt Haldenscreening bekannt, die in weiteren Bewertungsschritten ebenfalls noch berücksichtigt werden sollen.

Der Haldenressourcenkataster in der aktuellen Version soll als erste Orientierungshilfe für weiterführende Detailuntersuchungen der sekundären Rohstoffressourcen in Halden (Bergbau-, Aufbereitungshalden, Schlackendeponien) dienen. Eine genaue Evaluierung dieser Potenziale ist weiterhin erst durch begleitende Detailerkundungsprogramme (Kartierung, Bohrungen, Geochemie, Mineralogie, Geophysik) möglich.

Im Rahmen des gegenständlichen Projekts sind auch begleitende methodische Tests (Geophysik, Geochemie, Mineralogie) an ausgewählten Halden-Typsituationen vorgesehen. Damit soll der Routineeinsatz geophysikalischer und geochemischer Messverfahren (z.B. IP, SP, MP, mobile XRF) im Gelände und ergänzende mineralogisch-mikrochemische Laboruntersuchungen getestet werden. Für die begleitenden geophysikalischen Untersuchungen im Rahmen des gegenständlichen Projekts wurde als methodisches Testgebiet für das Berichtsjahr ein Klärschlammteich der Aufbereitung im Bereich des Antimon-Bergbaus Schlaining ausgewählt. Insgesamt wurden 3 geoelektrische Übersichtsprofile mit teilweise unterschiedlichen Elektrodenabständen vermessen, zu deren Interpretation eine Reihe von Bohrergebnissen aus dem Jahr 2000 zur Verfügung stand. In einigen der aktuell gemessenen Profile kann die Verfüllungs-Unterkante des Klärschlammes bzw. die Oberkante der Talbodensedimente im Verlauf deutlich nachgezeichnet werden, in anderen wegen der Teilkonsolidierung der Klärschlammersedimente und der begleitenden Grundwasserführung weniger. Laterale und vertikale Differenzierung zeigen sich infolge der unterschiedlichen Einbringung der Flotationsabgänge, häufig auch als Folge von Korngrößendifferenzierungen. Gut in den WSW-ENE-Profilen zu beobachten ist hingegen eine Abnahme des elektrischen Widerstandes im liegenden der Klärschlammersedimente. In vertikaler Richtung dürfte diese Abnahme des elektrischen Widerstandes durch den Einfluss des obersten Grundwasserhorizonts bedingt sein, der sich über dem Grundwasserbegleitstrom des Tauchenbaches an der Basis des Klärteiches befindet. Die erst teilkonsolidierten Klärschlammersedimente sind im liegenden Abschnitt derzeit wahrscheinlich noch immer wassergesättigt. Ebenfalls gut sind die Abschnitte der Dammerhöhungen des Klärschlammbeckens vom Tauchenbach in Richtung Osten gut zu erkennen. Sehr gut im Untergrund erfasst wird auch die alte Dammschüttung (ehemalige Landesstraße) im Ostbereich des Klärteiches.

Die unterschiedlichen Bereiche in den Klärschlammersedimenten lassen sich sowohl lateral als auch vertikal am deutlichsten in einem annähernd W-E verlaufenden Geoelektrikprofil differenzieren. Zum methodischen Vergleich wurde der W-Teil dieses Profils nochmals mit halben Elektrodenabstand (1 m) gemessen. Die

unterschiedlichen Abschnitte der Dammerhöhungen, die Korngrößenfraktionierung von West (gröberkörnig) nach Ost (feinkörniger), aber auch die wassergesättigten Abschnitte im Klärschlammbecken bilden sich bei diesem geoelektrischen Messprofil wesentlich besser als mit dem Elektrodenabstand 2 m ab.

Bei den doch sehr heterogenen Rahmenbedingungen im untersuchten Klärschlammteich erscheint eine geoelektrische Kartierung mit kleineren Elektrodenabständen trotz des höheren Messaufwandes für künftige Messkampagnen die sinnvollere Untersuchungsvariante. Zur methodischen Optimierung wären aber noch ergänzende geophysikalische Untersuchungen am Teststandort Schlaining notwendig.

1. Einleitung und Zielsetzung

Im Interesse einer ressourceneffizienten und nachhaltigen Rohstoffnutzung stehen sekundäre bzw. anthropogene Lagerstätten und Rohstoffquellen für eine Rückgewinnung und Wiederverwertung der Wertstoffe international zunehmend im Fokus der Rohstoffforschung. Dazu gehören auch alle Arten von Restrohstoffablagerungen aus dem Abbau, der Aufbereitung und Verhüttung von mineralischen Rohstoffen. Die Wiederverwertung von Sekundärrohstoffen aus dem Buntmetall-Bergbau und der Erzverhüttung hat in Österreich an und für sich eine sehr lange zurückreichende Bergbaugeschichte (z.B. Schwaz, Röhrerbühel, Kitzbühel – 17./19.Jh., Bleiberg – Endphase des Bergbaus 1980-er Jahre). Aktuelle Zielrohstoffe bei den Sekundärrohstoffen sind hingegen vor allem solche Rohstoffe, die als kritische Rohstoffe im Sinne der EU-Kommission ausgewiesen sind, insbesondere die in der Hochtechnologie benötigten Sonder- und Spurenmetalle.

Bei der Suche nach kritischen Mineralrohstoffen gibt es trotz erster Übersichtsstudien auf nationaler Ebene weiterhin noch erhebliche Informationsdefizite und damit einen erhöhten Forschungsbedarf, da viele dieser Rohstoffe bis dato noch nicht Ziel von Prospektionstätigkeiten oder der Wiedergewinnung aus Sekundärrohstoffen der Mineralrohstoffgewinnung – und -verarbeitung waren. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass für eine Reihe von kritischen Rohstoffen in Österreich aufgrund fehlender geologischer Rahmenbedingungen ohnehin keine wirtschaftlich interessanten Ressourcen zu erwarten sein werden. Während das Recycling verschiedener Metalle aus anthropogenen Abfällen in Österreich – insbesondere auch von kritischen Rohstoffelementen- mit sehr präzisen Stoffflussanalysen bereits gut untersucht und teilweise auch umgesetzt wird, ist der Themenbereich der Wiederverwertung bergbaulicher Abfälle (Halden, Tailings etc.) als potenzielle sekundäre Rohstoffquellen bisher wenig systematisch untersucht worden. Bisher fehlten in diesem Bereich ausreichend belastbare Daten, sowohl was deren räumliche Verbreitung, deren anfallende Mengen als auch die stoffliche Zusammensetzung dieser Ressourcen betrifft. Ablagerungen von historischen Bergbauhalden, Aufbereitungsabgänge aus der Rohstoffaufbereitung und Schlackenmaterial aus der Verhüttung mineralischer Rohstoffe können aus aktueller Sicht nicht nur ein Risiko für die Umwelt darstellen, sondern sind auch in zunehmendem Maße als zukünftiges Wertstoffpotenzial kritischer Rohstoffe von Interesse.

Das aus Mitteln des Vollzugs des Lagerstättengesetzes dotierte gegenständliche Projektvorhaben zur Erstellung eines bundesweiten Haldenressourcenkatasters ist ein erster Beitrag zur Abschätzung der spezifischen Rohstoffpotenziale in diesen Sekundärlagerstätten, wobei auch hier wieder der Fokus auf die Rohstoffpotenziale kritischer Rohstoffe gelegt werden soll. Von rohstoffwirtschaftlichem Interesse sind dabei aber nicht nur strategische/kritische mineralische Rohstoffe und Metalle, sondern auch Restpotenziale anderer Wertstoffe in den Halden, die ja ebenfalls einer rohstoffwirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden müssen. Der Haldenressourcenkataster basierend auf vordefinierten Auswahlkriterien soll als Orientierungshilfe für weiterführende Detailuntersuchungen der sekundären Rohstoffressourcen in Halden (Bergbau-, Aufbereitungshalden, Schlackendeponien) liefern. Spezifische Untersuchungsmethoden sollen dabei an ausgewählten Typsituationen getestet werden.

Das gegenständliche Projekt verfolgt dabei folgende vorrangigen Teilziele:

- Schließung der Informationslücken und Erweiterung der Wissensbasis über sekundäre Rohstoff-/ Wertstoffpotenziale in Bergbau-, Aufbereitung- und (Buntmetall-) Schlackenhalde im gesamten Bundesgebiet

- Integrierte Zusammenstellung, Auswertung und Neuinterpretation bundesweit vorhandener Daten über Haldenrohstoffe (Haldenanalytik, Mineralogie, Bergbau-/Haldenkataster) in einem GIS-gestützten Fachinformationssystem
- Methodische Weiterentwicklung von integrierten Explorationsmethoden für den Routineeinsatz (Geochemie, Mineralogie, Geophysik) zur Abschätzung des Rohstoffpotenzials von Bergbau-, Aufbereitung- und (Buntmetall-) Schlackenhalde
- Anwendbarkeit geophysikalischer Untersuchungsmethoden für die Ausweisung abbauwürdiger Haldenbereiche
- Bewertung konkreter Potenziale für ausgewählte Rohstoffe auf Basis aller vorhandenen Daten und Erfahrungen, insbesondere von Rohstoffen aus der erweiterten EU-Liste "Kritische Rohstoffe" (2017)
- Erstellung eines raumbezogenen Haldenressourcen-Katasters für ausgewählte Rohstoffe und Potenzial-Bewertung für eine mögliche Wiedergewinnung von Sekundärrohstoffen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit der Nachhaltigkeit

2. Durchgeführte Arbeiten im gegenständlichen Projektjahr

Für die Durchführung des gegenständlichen Projektes wurde aufbauend auf mehreren vorangegangenen Projekten ein spezifischer Arbeitsplan entwickelt, der schrittweise im vorgesehenen Projektrahmen bis Ende 2020 abgearbeitet werden soll. Die im Projektjahr durchgeführten Arbeiten umfassen folgende Arbeitsschritte:

- Laufende Ergänzungen der vorhandenen Basisdaten (Haldenanalytik, Bachsedimentgeochemie, Mineralogie, Bergbau-/Haldenkataster) über Haldenrohstoffe in einem GIS-gestützten Fachinformationssystem auf Haldenebene unter Berücksichtigung aktueller Datenebenen in IRIS Online
- Weitere Adaptierung der Datenbanken zum Haldenressourcenkataster unter Berücksichtigung neuer Attributierungsmöglichkeiten in der neuen IRIS Online-Datenbank sowie Wertstoff-Attributierung der Halden auf Basis ausgewählter Haupt-/Begleitwertstoffen unter Vorgabe eines Flächenfilters (Haldenfläche > 10.000 m², > 5.000 m²)
- Überarbeitung/Korrektur der Flächeninformationen zu den ausgewiesenen Haldenflächen auf Basis hochauflösender DGM-Daten
- Attributierung der aktuellen Landnutzung auf Basis von Corine Land Cover-Daten
- Weiterentwicklung von Arbeitsmethoden (Geochemie, Geophysik, Mineralogie) zur raschen und ökonomischen Bewertung von Bergbauhalde im Gelände unter Beachtung des späteren Methodeneinsatzes bei Routine-Bewertungen
- Auswahl geeigneter Halden mit erhöhtem wirtschaftlichem Potenzial für gezielten Methodentest im Gelände und Vorauswertung der Haldengeometrie mittels hochauflösender DHM-Daten (Klärteich Sb-Aufbereitung Schlaining, Aufbereitungshalde Zn-Bergbau Haufenreith, Schlackendeponie Pb-Ag-Hütte Deutschfeistritz)
- Charakterisierung des Haldeninhaltes hinsichtlich potenzieller Wertstoffe und deren Wertstoffgehalte
- In-situ RFA-Messungen an Haldenmaterial (Schlaining, Haufenreith, Deutschfeistritz)
- Orientierende Übersichtsbeobachtungen sowie Durchführung geochemischer/mineralogisch-mikrochemischer Übersichtsuntersuchungen (ICP-MS, RFA – Schlaining, Haufenreith, Deutschfeistritz), EMS, EDX - Haufenreith) von Haldenmaterial (Halden, Flotations-/Aufbereitungsabgänge, Schlackenmaterial)

- Detailerkundung ausgewählter Bergbauhalden mittels geoelektrischer Untersuchungsmethoden (el. Widerstand, Induzierte Polarisation) im Hinblick auf die Aufklärung von Mächtigkeit, innerer Zonierung/Strukturierung (primär oder sekundär), Stoffumlagerungen und Geometrie des Haldenuntergrunds (Schlaining)
- Korrelation der Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen mit den Ergebnissen der geochemischen Analysen, Mineralgehalten und der beobachteten Ablagerungsstrukturen
- Ausweisung von potenziellen sekundären Rohstoffressourcen (Altbergbauhalden, Aufbereitungsabgänge, Hüttenschlacken) in einem GIS-gestützten Haldenressourcen-Kataster (auf Basis aller verfügbaren Informationen mit Teilfokus auf Kritische Rohstoff-Potenziale)

3. Datenausgangslage und methodischer Zugang

Zentraler Ausgang für eine bundesweite Bearbeitung der bergbaubedingten sekundären Rohstoffressourcen in Österreich ist der bundesweite Bergbau-/Haldenkataster der Geologischen Bundesanstalt, der ein flächendeckendes GIS-gestütztes Informations- und Dokumentationssystem für Bergbau- und Aufbereitungshalden der Rohstoffgruppen Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe darstellt. Die Idee zu einem bundesweiten Haldenressourcenkataster wurde bereits in Nachfolge zum Bergbau-/Haldenkataster und dem Haldenscreening-Projekt (SCHEDL et al., 2010, 2011) in ersten Grundzügen diskutiert. Eine systematische Bewertung dieser sekundären Rohstoffpotenziale in einem bundesweiten Ressourcenkataster für Bergbau- und Hüttenhalden ist Gegenstand des mehrjährig konzipierten, gegenständlichen Projektvorhabens.

In dem 2009-2011 von der Geologischen Bundesanstalt durchgeführten Projekten ÜLG 55 und 58 ‚Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich hinsichtlich Umweltgefährdung im Rahmen der nationalen Umsetzung der EU-Bergbauabfallrichtlinie 2006/21/EG (SCHEDL et al., 2010, 2011, 2012) wurden Stoffflüsse im Bereich ausgewählter Bergbauhaldenstandorte im Hinblick auf Risikopotenziale bewertet. Dabei wurden neben Sickerwässern aus Halden auch der Erosions-/Verwitterungsabtrag von Halden in benachbarte Kompartimente (Böden, Bachsedimente, Pflanzen etc.) untersucht. Zum besseren Verständnis der Verwitterungsprozesse in Haldenkörpern wurde zudem die stoffliche Zusammensetzung (Geochemie, Mineralogie) des Haldenmaterials mittels mobiler RFA und Laboranalytik bzw. mittels mineralogisch-mikrochemischer Methoden übersichtsmäßig überprüft. Die dabei festgestellten Stoffflussprozesse korrelieren sehr gut mit dem Schwermetallangebot in den Halden, so dass Stoffflüsse unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen nicht nur zur Bewertung des Risikopotenzials, sondern durchaus auch als Indikator für die Zusammensetzung und das Wertstoffangebot in Erzhalde verwendet werden können. Die für das damalige Screeningverfahren neukonzipierten Bewertungsverfahren und Datenbankstrukturen eignen sich in der Grundkonzeption nicht nur zur Bewertung von Risikopotenzialen, sondern in adaptierter Form auch sehr gut zur GIS-mäßigen Erstbewertung von Folgenutzungspotenzialen.

Mit der 2012 gestarteten Projektschiene ‚Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe‘ (SCHEDL et al., 2013, 2014, 2015, 2017) wurden bereits spezifische Forschungsakzente auf sekundäre Rohstoffpotenziale in der aktuellen und historischen Mineralrohstoffindustrie in Österreich gesetzt. Die bestehenden Informationslücken bezüglich kritischer Rohstoffe wurden in den vergangenen Projektjahren unter anderem durch gezielte geochemische und mineralogisch-mikrochemische Untersuchung vor allem von Rückständen aus der Rohstoffgewinnung und –aufbereitung (Halden, Tailings etc.)

geschlossen. Synergien zum Kenntnisstand über Hochtechnologiemetallen in österreichischen Buntmetallagerstätten ergeben sich auch aus bereits abgeschlossenen und aktuell noch laufenden Projekten im Rahmen der ‚Initiative GBA-Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe‘.

Zur Ausarbeitung eines orientierenden bundesweiten Haldenressourcenkatasters stehen der Geologischen Bundesanstalt aus verschiedenen früheren Projekten umfangreiche Datengrundlagen zur Verfügung. Zentrale Datengrundlagen für die Erstellung eines bundesweiten Haldenressourcenkatasters im Wirkungsbereich der Geologischen Bundesanstalt bilden dabei folgende Informations-/Datenquellen:

- Bundesweite raumbezogene Daten aus der systematischen Bestandsaufnahme und Dokumentation von Bergbauen/Bergbauhalden (Erze, Industriemineralien, Energierohstoffe) in einem GIS-gestützten Informations- und Dokumentationssystem („Bergbau-/Haldenkataster“) (rund 4.500 Bergbaue und Verarbeitungsstandorte)
- Harmonisierte Rohstoffdatenbank IRIS Online NEU – Bergbau-/Haldenkataster
- Detailuntersuchungsergebnisse aus der Untersuchung von Halden im Zuge der VLG-Projekte „Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich“ (SCHEDL et al. 2010) und „Bewertung von Stoffflüssen im Bereich ausgewählter Bergbauhaldenstandorte“ (SCHEDL et al. 2011, 2012)
- Analysendatenbanken unterschiedlicher Probenmedien (Gesteine, Böden, Wasser, organisches Material, Überflutungssedimente etc.) aus verschiedenen regionalen geowissenschaftlichen Forschungsprojekten
- Analysendatenbanken zu Untersuchungen von Haldenmaterial aus verschiedenen früheren Rohstoffforschungsprojekten der Geologischen Bundesanstalt, inklusive aufbereiteter Daten aus verschiedenen Archiv- und Literaturquellen
- Mineralphasen-Datenbank (systematische Dokumentation mineralogisch-mikrochemischer Untersuchungen im Bundesgebiet; Bergbauegebiete, Industriestandorte etc.)
- Metadatendokumentation/Meta-Datenbank von geochemischen Daten unterschiedlicher Probenmedien aus verschiedenen geowissenschaftlichen Untersuchungsprogrammen/Projekten (> 60.000 Probenahmepunkte)
- Flächendeckende geochemischen Multielement-Daten von Bach-/Flusssedimenten aus der systematischen geochemischen Basisaufnahme des Bundesgebietes (> 35.000 Probenahmepunkte)
- Methodische Vorarbeiten zum Thema ‚Screening- und Bewertung von ehemaligen Bergbau- und Hüttenstandorten hinsichtlich Umweltrisiko und Folgenutzungspotentialen‘ (mehrere Projekte seit 1989 TC 7e, ULG 36, KLF MU7)
- Zentrales Bergbaukartenverzeichnis Österreichs (ZBKVÖ) – Gesamtbestand in den Archiven/Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt (>11.000 Einzelkarten)

Der Haldenressourcenkataster kann auf Basis der aktuell vorhandenen Inputdaten selbstverständlich nur einen ersten orientierenden Überblick über das Rohstoffpotenzial von Halden bieten. Bei der konkreten methodischen Umsetzung eines flächendeckenden Haldenressourcenkatasters mit Potenzialabschätzung/-bewertung ohne systematische Standortuntersuchungen ist daher eine Reihe von einengenden Ausgangsfaktoren zu berücksichtigen:

- hoher Gesamtbestand an Bewertungsobjekten (über 7.000 Bergbau-/Aufbereitungshalden, Hütenschlackendeponien)
- meist fehlende Informationen über die mineralogische und stoffliche Zusammensetzung (Hauptwertstoffe, Spurenelementgehalte)

- Wenig Kenntnis über den komplexen Internaufbau von Bergbauhalden mit sehr wechselnden Wertstoffgehalten
- Fehlen von systematischen geochemischen Analysen von Halden, Aufbereitungsabgängen und Hüttenschlacken
- Repräsentative großtechnische Beprobungen von Halden liegen nur von wenigen ausgewählten Bergbaustandorten im Buntmetallbergbau (z.B. Bleiberg) vor
- Die räumlich erfassten Bergbauhalden entsprechen in ihrer Flächenerfassung meist historischen Erhebungsständen und wurden bisher nur in ausgewählten größeren Bergbaugebieten im Gelände verifiziert
- Die meisten der Größeninformationen liegen lediglich in Form von Polygonflächen vor, Angaben über Haldenvolumina fehlen meist
- Flächenkorrekturen auf Basis von DHM-Daten und genauere Mengenschätzungen liegen projektanlassbezogen bundesweit nur für ausgewählte Haldengebiete vor

Der Haldenressourcenkataster muss in der derzeitigen orientierenden Form mangels genaueren Basisdaten über die Haldeninhalte auf Modellvorstellungen und generalisierende Typsituationen zurückgreifen. Die Ableitung der Wertstoffkomponente und der Haldenmineralogie erfolgt bei den nicht im Detail untersuchten Halden (überwiegende Zahl der Fälle) auf Basis von Analogieschlüssen. Ohne genaue Kenntnis der Haldeninhalte werden diese Parameter vorläufig aus den Attributtabelle der jeweiligen Bergbaue (Mineralien, Haupt-, Neben- und Spurenelemente) abgeleitet. Diese systematische Attributierung wurde durch Adaptierung der Datenbanken bereits für alle Bergbauhalden der Rohstoffgruppen Erze und ausgewählte Industriemineralien durchgeführt (siehe Kap. 4). Die Ausweisung der Bewertungsergebnisse im Haldenressourcenkataster ist in einer GIS-gestützten Datenbank mit nachvollziehbarer Bewertungsschritten dokumentiert. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in bundesweiten Übersichtsdarstellungen (Punktkarten) bzw. in Detailausschnitten auf Haldenebene. Die Konfiguration der im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halden wird mittels DGM-Daten nochmals überprüft und bei Bedarf korrigiert. Im Hinblick auf eine Abschätzung des aktuellen Nutzungsumfelds werden zusätzlich die ausgewählten Haldenpolygone mit Corine Land Cover-Daten verschnitten.

Für Auswertung der Potenziale auf der Detailebene sind aber weiterhin vertiefende Untersuchungen der Halden erforderlich. Die Unsicherheit bei der Wertstoffattributierung hängt sehr stark von der Komplexität im Aufbau und Zusammensetzung unterschiedlicher Haldentypen zusammen. Ablagerungen der Bergbauindustrie können in Bezug auf ihre stoffliche Zusammensetzung und Internaufbau nämlich große Schwankungen aufweisen, je nachdem ob es sich dabei um Vortriebs-, Abbau- oder Aufbereitungshalden handelt. Die stoffliche Zusammensetzung wird zudem sehr stark vom Vererzungstypus, der mineralogischen Zusammensetzung und den Veränderungen in Folge von Verwitterungsprozessen (physikalisch, chemisch, biologisch) geprägt.

Die Untersuchung und Bewertung von Halden als sekundäre Mineralrohstoffressourcen ist bei konventionellen Explorationsmethoden ein relativ aufwendiges Untersuchungsverfahren mit dichten Rasterbohrungen, Großprobenahmen, geochemischen Serienanalysen und geophysikalischen Detailuntersuchungen. Aufgrund vieler individueller Einflussfaktoren einer Halde ist eine genaue Voraussage der Milieubedingungen und der tatsächlichen Wertstoffgehalte schwierig und bedarf meist weitreichender Untersuchungen. Für eine detaillierte Charakterisierung sind Kenntnisse der Wertstoffzusammensetzung bzw. dessen Gehalt, die Bindungsform der Wertstoffphasen, der Verwitterungszustand und die Korngröße relevante Faktoren. Als kostengünstige Alternative werden international im zunehmenden Maße integrierte Methodenkombinationen (Geophysik, Geochemie, Mineralogie) zur Evaluierung von Rohstoffpotenzialen in Bergbau-/Aufbereitungshalden eingesetzt. Ein konkreter Test dieser Untersuchungsmethoden wurde

im Rahmen des MRI-Projektes POTHAL (RÖMER et al., 2018a) im Bereich eines Haldengebietes (Aufbereitungshalde, Bergbauhalde) des Fahlerzbergbaues Falkenstein/Schwaz und aktuell im MRI-Projekt EX-PLOGRAF (RÖMER et al., 2018b) durchgeführt.

4. Datenbank- und GIS-Struktur des Moduls 'Haldenressourcenkataster'

4.1. Allgemeine Grundstruktur

Die Erstellung des „Bergbau-/Haldenkatasters“ basiert auf einer relationalen Datenbank mit GIS-Schnittstelle, basierend auf der Auswertung der vorhandenen Archiv- und Literaturunterlagen sowie auf Geländeverifizierungen in ausgewählten Bergbaugebieten. Dieser Datenpool war auch Grundlage für das darauf aufbauende Projekt ‚Haldenscreening‘ (ÜLG 55, ÜLG 58) und damit Ausgangspunkt für die Bewertung des Risikopotenzials im Bereich von Bergbauhalden. Im Zuge der Projekte zum sekundären Potenzial kritische Rohstoffe in Österreich (ÜL 63, ÜLG 67) konnten die Dateninhalte vor allem im Hinblick auf Wertstoffinhalten in Bergbauhalden deutlich erweitert werden. Die Datenbasis und die Datenbankinhalte wurden anlassbezogen in den letzten Jahren laufend korrigiert, ergänzt und erweitert. Dies betrafen unter anderem folgende Inhalte und Arbeitsschritte:

- Laufende Einarbeitung neuer Informationen über Bergbaue und Halden (auf Basis externer Informationen, Datenaustausch und/oder Auswertung von Orthofotos oder Laserscans)
- Formalisierung der mineralogischen Begriffe in der Datenbank. Damit wurden Abfrageroutinen nach Rohstoffen, Einzelmineralen, Mineralgruppen und Elementen möglich.
- Neuattributierung der Datenbankfelder Geologie/Tektonik unter besonderer Berücksichtigung der neuen geologisch-tektonischen Modelle im Ostalpin
- Ergänzung und Erfassung geochemischer Analysen (Halden, Boden, Wasser, Mineralphasen, Bachsedimente) mit Bezug zu Bergbauarealen und/oder Halden aus Literatur- und Archivunterlagen sowie aus einschlägiger Rohstoffprojekte der letzten Jahre in einer eigenen Geochemie-Datenbank.

Im Zuge der Harmonisierung der Datenbanken des Bergbau-/Haldenkatasters und IRIS für die aktuelle Version von IRIS Online hat sich zur normalen Datenbankeinpflge die Notwendigkeit einer strukturellen und inhaltlichen Neubearbeitung der damit verknüpften Datenbanken ergeben. Im Hinblick auf die Weiterentwicklung und Konzeption der neuen Datenbanken für den Haldenressourcenkataster entstanden damit auch zusätzliche Synergien. Für den vorliegenden Jahresbericht werden diese zusätzlichen Datenmodule des Haldenressourcenkatasters nochmals zusammenfassende dargestellt.

Die Datenbankstruktur für das Projekt „Haldenressourcenkataster“ basiert auf einer modifizierten Struktur, wie sie bereits für das Projekt „Bergbauhaldenscreening“ (SCHEDL et. al., 2009) und in Nachfolge für die Web-Applikation IRIS Online Neu konzipiert wurde und bei der mehreren Datenbanken und GIS – Layer miteinander verknüpft sind (Abb. 1). Die Hauptblöcke bilden folgende Module:

- „Bergbau-/Haldenkataster“ der Geologischen Bundesanstalt (GIS-Ebenen und Attributtabelle)
- Harmonisierte Datenbank IRIS (Integratives Rohstoff-Informationssystem)
- Mineraldatenbank die mit dem GBA Thesaurus verknüpft ist
- Analysendatenbanken (Bachsedimente-, Boden-, Wasser-, Pflanzen- und Haldenanalytik)
- Geochemiedatenbank bundesweite Bachsedimentgeochemie
- Bewertungsdatenbank - Tabellen mit Kriterien und Parametern (diverse Risiken) für die ausgewählten Halden

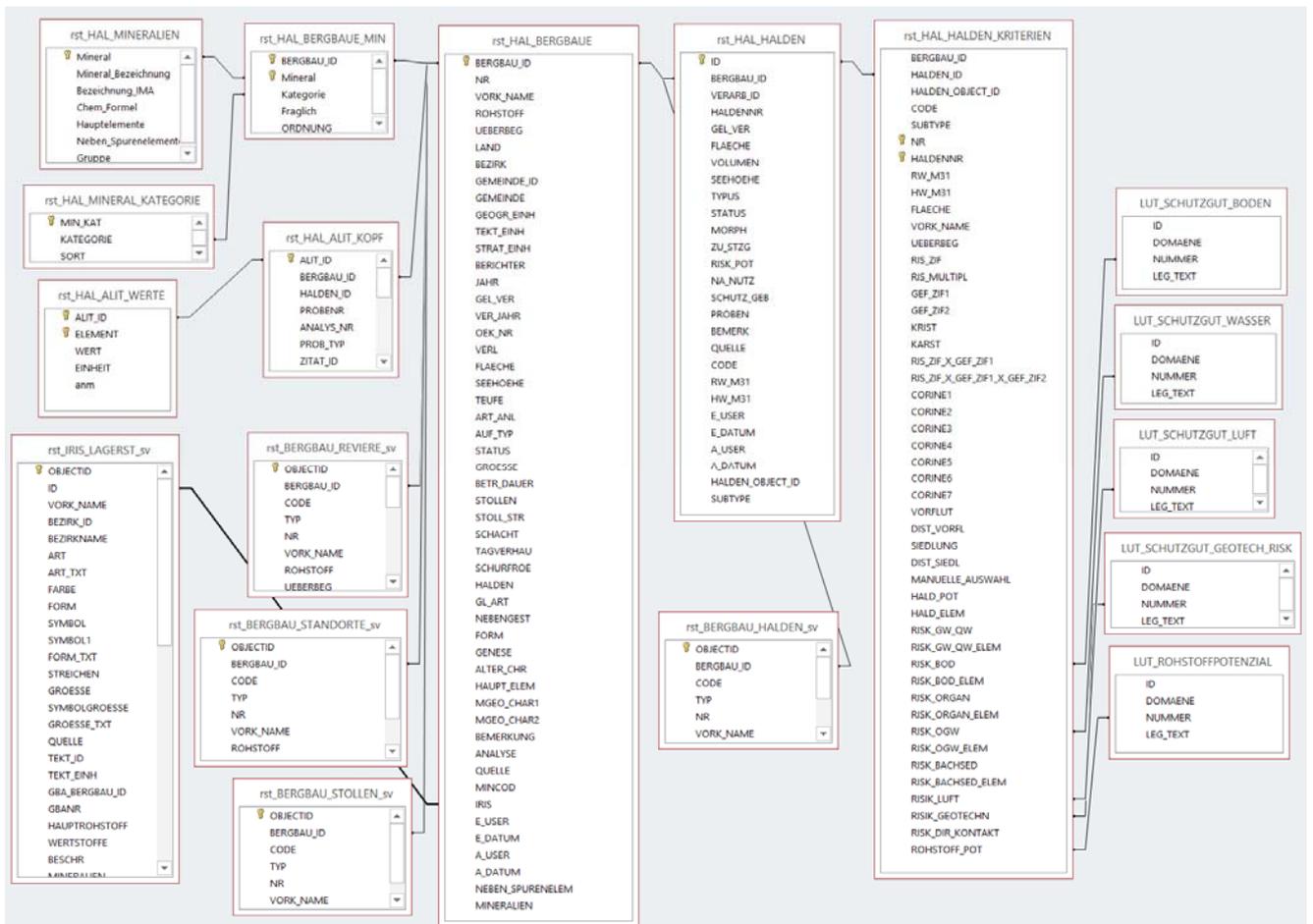


Abb. 1: Beziehungen der Datenbankmodule „Haldenressourcenkataster“. Die Tabellen mit „_sv“-Endung sind ESRI Spatial Views die auf Geometrie Layers basieren. Über IRIS_ID lassen sich die Polygone der Reviere mit den Lagerstättenpunkten der IRIS Online verknüpfen.

Diese Datenbankstrukturen entsprechen in den zentralen Teilen den ursprünglichen Strukturen des Projekts ‚Haldenscreening‘, sie wurden aber im Zuge der Harmonisierung IRIS – Bergbau-/Haldenkataster in wesentlichen Teilen modifiziert und ergänzt. Wesentliche Adaptierungen für das Projekt ‚Haldenressourcenkataster‘ betreffen die Erweiterung der Bewertungsdatenbank im Hinblick auf die Ebene ‚Folgenutzungs-/Rohstoffpotenzial‘ von Bergbauhalden.

Die Datenbankstruktur ist so überarbeitet worden das alle Tabellen auf der SQL Server Datenbank der GBA liegen. Für die GIS-Layer wurde jetzt das SQL Server interne Geometrie-Format zur Speicherung von Punkten, Linien und Polygonen in Anspruch genommen. Das bringt im Vergleich zu dem ESRI SDV-Format viele Vorteile, u.a. im Bereich der Datenpublikation im Internet. Es wird hauptsächlich mit so genannten Spatial Views (Abb. 1) gearbeitet. Diese verbinden die Geometrietabellen mit Attributtabellen und erlauben diese gemeinsam darzustellen und abzufragen.

Die grundlegenden Datenbankstrukturen wurden in den zentralen Teilen bereits in den Vorprojekten ‚Haldenscreening‘ (ÜLG 55, ÜLG 58) zur Bewertung des Risikopotenzials fertiggestellt, zwischenzeitlich inhaltlich korrigiert und ergänzt. Wesentliche Ergänzungen in der Neukonzeption der Datenbank betreffen die Erweiterung um die Module ‚Haldeninhalte/-wertstoffe‘ und ‚Analysen‘. Durch die Harmonisierung der Datenbanken für den Bergbau-/Haldenkataster und IRIS ergeben sich auch für die Datenbank des ‚Haldenressourcenkatasters‘ neue Abfrage- und Attributierungsmöglichkeiten.

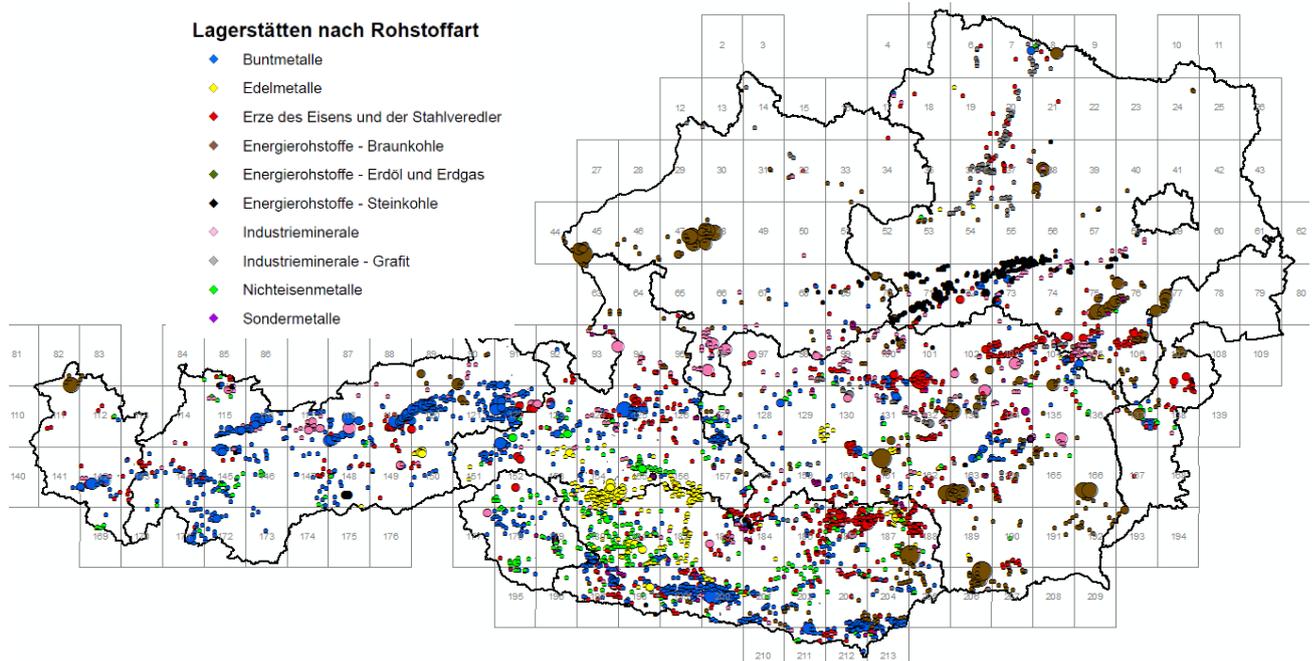


Abb. 2: Darstellung der Bergbaureviere als Centroide (Mittelpunkte des Polygons) mit der Symbolisierung nach Rohstoffart (über die Verknüpfung mit IRIS Online) und Gesamtfläche des Reviers.

Zu den neuen Darstellungsmöglichkeiten zählt die Visualisierung der Revier-, bzw. Haldenpolygone als Flächenmittelpunkte (Centroide). Dazu wird pro Feature Class ein Spatial View angelegt das aus dem Shape des Polygons die Mittelpunktkoordinate extrahiert (SQLSERVER Funktion `shape.STCentroid()`). Hier ein Beispiel des Spatial Views für die Reviere:

```
CREATE VIEW BERGBAU_REVIERE_cent_sv AS select OBJECTID,BERGBAU_ID,CODE,E_USER,E_DATE,A_USER,A_DATUM,IRIS_ID,ROUND(shape.STArea()/10000,2) As Flaeche_ha, shape.STCentroid() As SHAPE from G01.rst.BERGBAU_REVIERE
```

Die Spatial Views können mit weiteren Modulen des Rohstoffinformationssystems wie z.B. IRIS Online verknüpft werden um weitere Informationen zu bekommen. Beispiel für eine solche Darstellung zeigt die Abbildung 2. Als Basis für die Geometriedarstellung dient hier das Spatial View „BERGBAU_REVIERE_cent_sv“, die Rohstoffart kommt aus dem Modul „IRIS Online“.

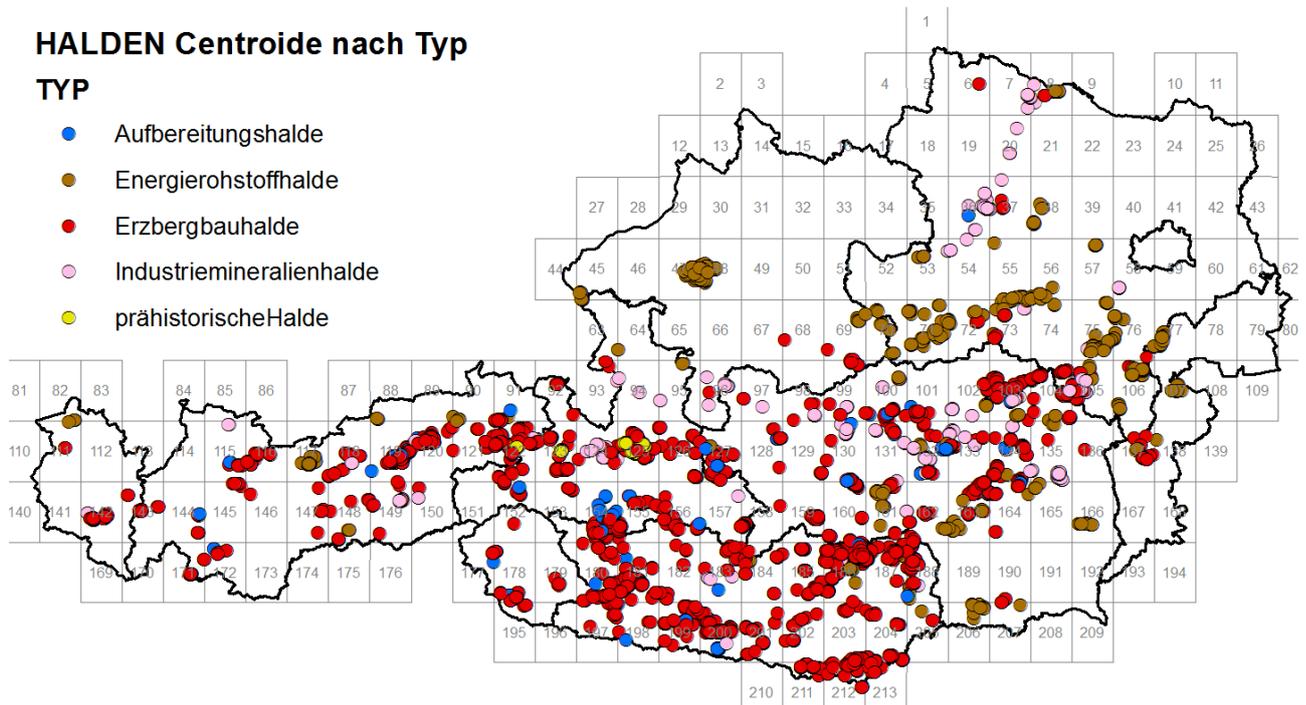


Abb. 3: Darstellung der Haldenpolygone als Centroiden (Mittelpunkte des Polygons) mit der Symbolisierung nach Haldentyp.

Abbildung 3 stellt die Haldenmittelpunkte symbolisiert nach unterschiedlichem Haldentyp dar. Für die Übersichtsdarstellungen sind solche durchaus wichtig, weil sie verschiedene Abfrageparameter auf eine einheitliche Lokalität (Objektmittelpunkt) ohne Berücksichtigung der Halden-, bzw. Reviergröße übertragen können.

4.2 Datenbank ‚Bergbau-/Haldenkataster‘ und harmonisierte Datenbank ‚IRIS Online‘

Die zentrale Datengrundlage für eine rasche und umfassende Bewertung von Bergbauhalden im Sinne eines sekundären Rohstoffpotenzials bildet der 2007 abgeschlossene bundesweite Bergbau-/Haldenkataster der Geologischen Bundesanstalt (SCHEDL et al., 1996-2007) mit über 4.500 erfassten Bergbauen, über 900 Aufbereitungs- und Hüttenstandorten, 7.576 Halden (inkl. 274 prähistorischer Halden) und 17.000 Archiv- und Literaturzitate, fast 10.000 davon verknüpft mit dem Adlib-Bibliothekssystem der GBA. 7112 Halden wurden mit Zusatzkriterien genauer beschrieben (Tabelle HALDEN_KRITERIEN).

Tab. 1: Zusammenstellung der GIS und Datenbankinhalte des Bergbau-/Haldenkatasters (Stand: 09.08.2019)

Objekttyp	Anzahl Objekte
Bergbaureviere	
Bergbau	850
prähistorischer Bergbau	45
Schurf	2137
Schurfgebiet	1428
Tagbau	56
Bergbauhalden	
Aufbereitungshalde	83
Bauschutthalde	4
Energierohstoffhalde (3001)	775
Erzbergbauhalde (1001)	5797
Industriemineralienhalde (2001)	462
Mischhalde	54
planierte Halde	19
prähistorische Aufbereitungshalde	26
prähistorische Halden	248
Schlackenhalde	100
Schlammteich	8
Bergbaustandorte	
Aufbereitungsstandort	85
Standort (5001)	179
vermutete Flächenareale	39
Bergbauobjekte	
Aufbereitungsobjekt	146
Hüttenobjekt	111
Hüttenobjekt_planiert	14
prähistorischer Schmelzplatz	247
Schmelzplatz	88
Steinölbrennerei/Schmelofen	8
Stollen	
Stollen	12718
Schacht	1509
Tagverhau	1146
Stollenwassernutzung	18

Trotz des bundesweit sehr dichten Datenbestands bestehen aber noch immer eine Reihe von Wissensdefizite betreffend den Erfassungsgrad und der aktuellen Konfiguration der Bergbauhalden. Die meist kleinflächigen Bergbauhalden historischer Klein- und Kleinstbergbauen weisen dabei die meisten Informationslücken auf. Der tatsächliche Gesamtbestand an Bergbauhalden ist daher größer als im GIS-Datensatz des Bergbau-/Haldenkatasters erfasst. Hingegen kann der Erfassungsgrad bei den größeren Halden bzw. großflächigen Haldenarealen bundesweit als sehr hoch eingestuft werden. Für einen Teil der im Gelände verifizierten Bergbauhalden liegen vollständige Angaben (Füllung sämtlicher Datenbankfelder) vor. Die Datenbank enthält in diesem Fall Angaben zu Typus, Status, Morphologie, Volumen, Zusammensetzung, Risikopotenzial, Nachnutzung und Haldenbeprobung der Standorte. Alle übrigen im GIS-Datensatz erfassten Bergbauhalden sind lediglich durch Lage und Fläche dokumentiert. Potenzielle Haldeninhalte müssen bei der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auf Basis von Analogieschlüssen zur auftretenden Hauptmineralisation abgeleitet werden. Trotz dieser formalen Einschränkungen bei der inhaltlichen Erfassungstiefe von Bergbauhalden bleibt der bundesweite Bergbau-/Haldenkataster bis dato das einzige umfassende Inventar von Bergbauhalden in Österreich.

Eine weitere Informationslücke betrifft den aktuellen Ist-Zustand der Halden. Die entsprechenden Flächendaten aus dem Bergbau-/Haldenkataster basieren zumeist auf den zur Verfügung stehenden historischen Bergbauunterlagen und sind nur zum Teil durch ergänzende Geländebefunde bzw. Orthofoto-/Laserscan-Auswertungen verifiziert. Für die Bergbaubereiche mit möglichen Halden-Rohstoffpotenzialen ist daher eine Kontrolle des aktuellen Ist-Zustandes mittels Orthofotos, Laserscandaten und teilweise durch Geländebegehungen unabdingbar.

Fehlende Informationen über den Wertstoffinhalt von Halden können in einem ersten Schritt einer räumlichen Ausweisung der Potenziale über Analogieschlüsse aus den Bergbau-Attributen überbrückt werden. Eine genaue Ansprache dieser Potenziale ist jedoch erst durch begleitende Geländeuntersuchungen (Geochemie, Mineralogie, Geophysik) möglich.

Im Rahmen des Projektes "IRIS Online" wurden schließlich die bestehenden Datenbankstrukturen von IRIS sowie des Bergbau-/Haldenkatasters weitgehend überarbeitet bzw. harmonisiert. Diese erweiterte Datenbankstruktur der SQL-Server Datenbank ist in Abb. 4 ersichtlich. In der Applikation IRIS Online sind die einzelnen Vorkommen in der Übersichtsdarstellung in je nach Rohstoffart unterschiedlichen Symbolen dargestellt (Abb. 5). Im Detailmaßstab sind auch die einzelnen Reviere mit den Reviergrenzen aus Bergbau-/Haldenkataster und die Symbole der Iris-Lagerstätten mit den Grundinformationen über ein Rohstoffvorkommen ersichtlich (Abb. 6)

Die Harmonisierung der beiden Informationssysteme erfolgte vor allem auf einer Metadatenebene. Die Haldendatenbank ist -aufgrund der inhaltlichen Vorgaben- nicht Bestandteil von IRIS Online. Für den Haldenressourcenkataster bleiben daher Teildatenbanken des Bergbau-/Haldenkatasters noch immer die relevanten Bewertungsgrundlagen.

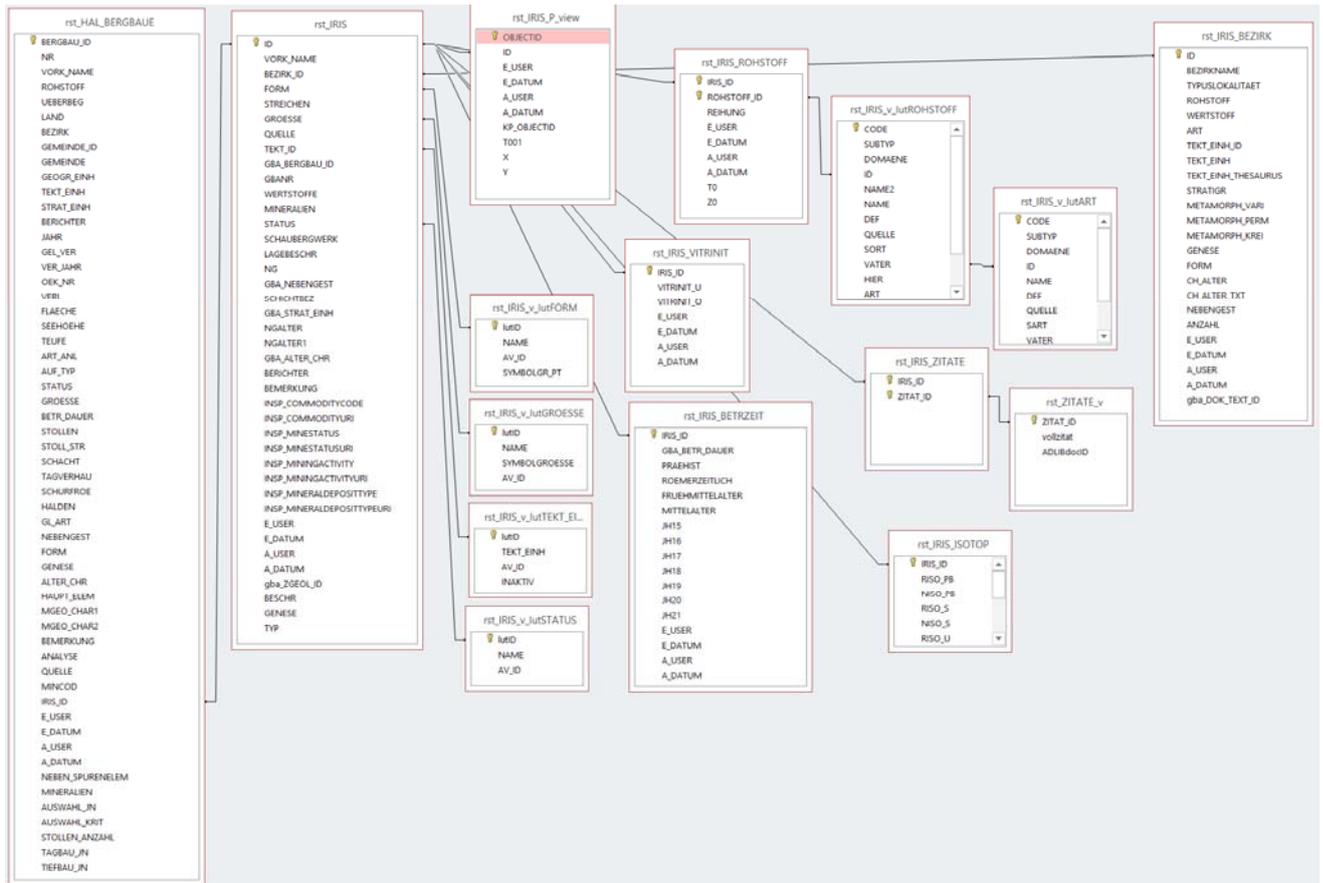


Abb. 4: Datenbankmodell von IRIS Online (Interaktives RohstoffInformationssystem)

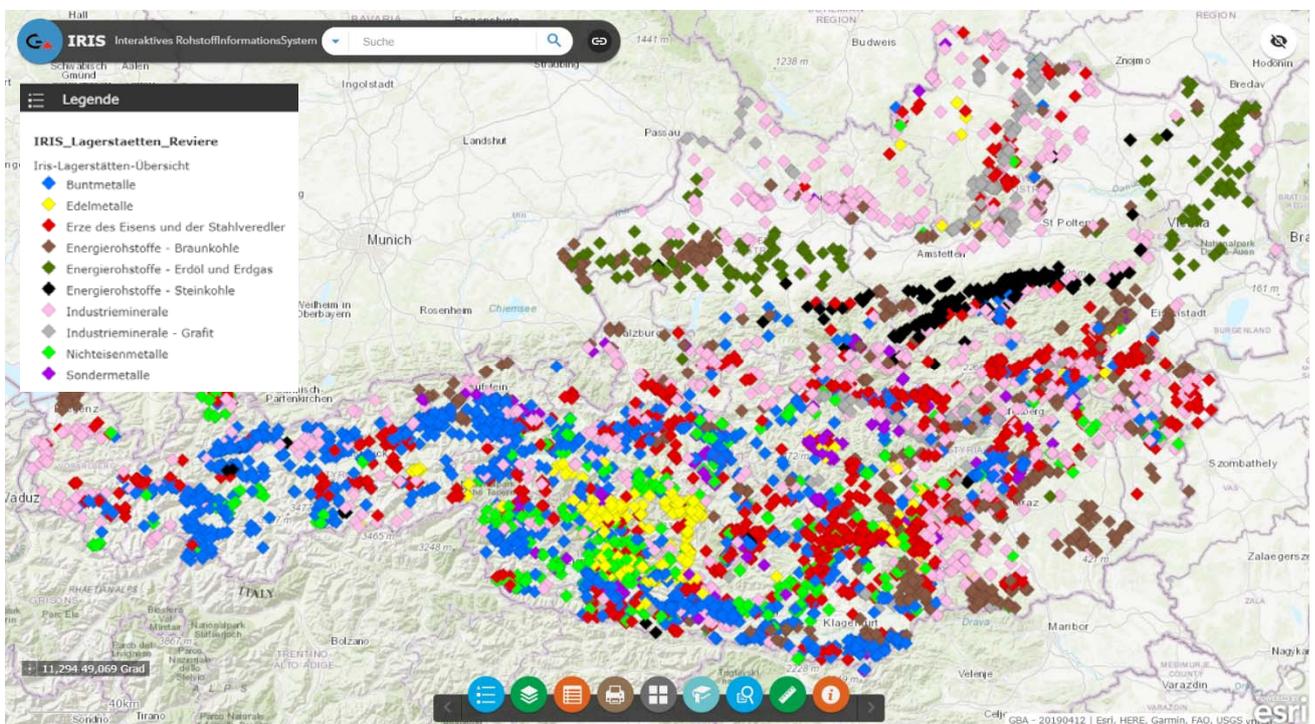


Abb. 5: Applikation IRIS-Online – Übersichtsdarstellung der Vorkommen symbolisiert nach Rohstoffart



Abb. 6: Detaildarstellung der Reviere in der IRIS-Online. Sichtbar sind die Reviergrenzen aus Bergbau-/Haldenkataster und die Symbole der Iris-Lagerstätten.

Das System IRIS Online basiert auf einem Punkt-Layer der die ungefähre Lage des Bergbaues/Vorkommen symbolisieren soll. Die genaueren Informationen kommen dann (im Falle eines Bergbaues) aus der Ebene Bergbau-/Haldenkataster (FeatureClasses BERGBAU_REVIERE, BERGBAU_HALDEN, BERGBAU_STOLLEN). Deshalb war es notwendig, diese ursprünglich getrennten GIS-Datensätze samt den zugehörigen Attributinformationen zu harmonisieren. Nach der inhaltlichen Überprüfung hat jedes Revierpolygon die IRIS_ID des jeweiligen IRIS-Punktes zugewiesen bekommen. Zusätzlich wurde jede Halde dem Revier über BERGBAUE-ID Attribut zugeordnet. Über diese Verknüpfung kann jede IRIS-Metainformation auch an das Revier und weiters an die Halde weitergegeben werden (Abb. 7).

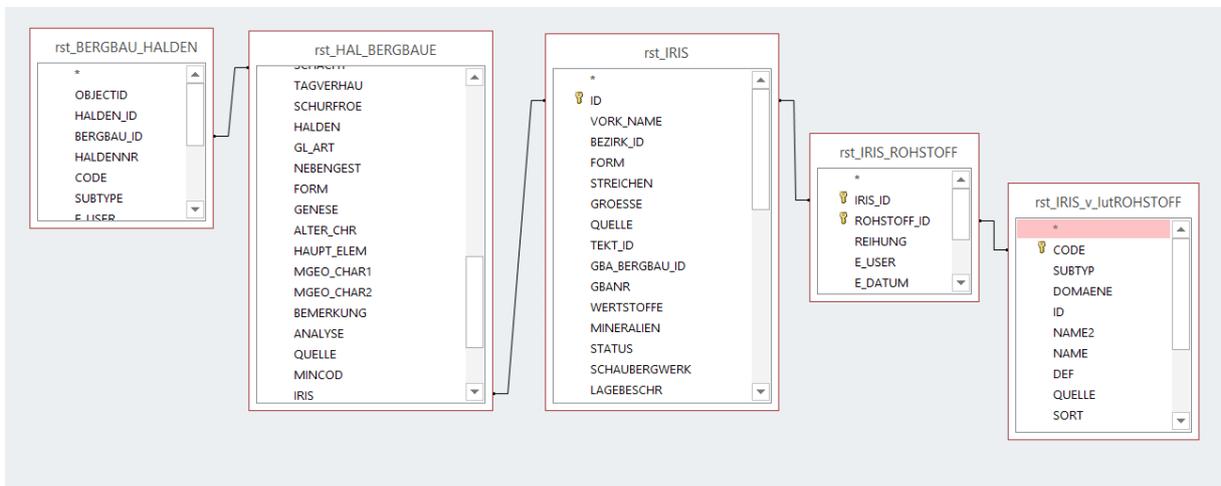


Abb. 7: Abfrage Halden (FeatureClass trst_BERGBAU_HALDEN) über IRIS-Rohstoff. Ein Abfrageergebnis für Antimon ist in Abb. 4 ersichtlich.

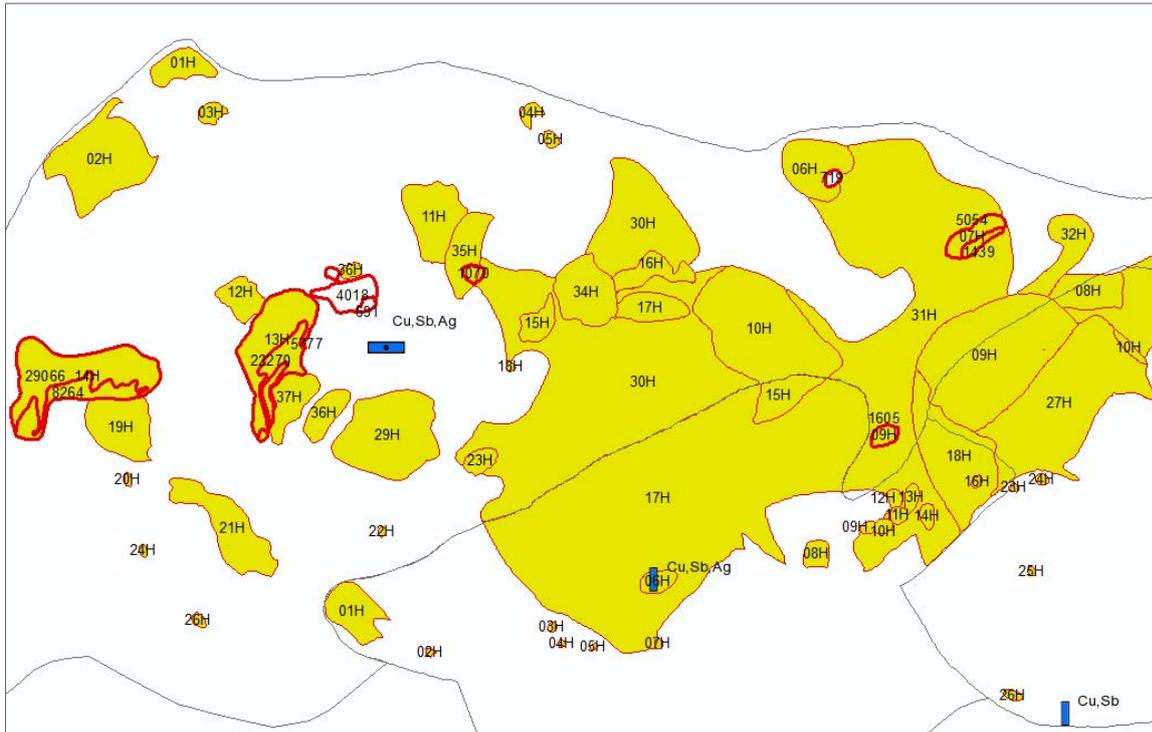


Abb. 8: Abfrage Halden über IRIS-Wertstoff (Sb). Die Halden mit fetter roter Umrandung verfügen bereits über im Gelände verifizierte Informationen (Tabelle rst_HAL_HALDEN); blaue Balken mit Rohstoffbeschreibung stammen aus dem IRIS Online Service.

Die IRIS Online - Abfragemöglichkeit eignet sich vor allem für die spezifische Übersichtsuche nach Rohstoffen bzw. gruppen, nicht aber für die Detailattributierung von Haldeninhalten (vgl. Abb. 6). Dafür bieten die detaillierteren Datenbankinhalte des Bergbau-/Haldenkatasters mit der gezielten Abfragemöglichkeit nach Flächengrößen, Mineralen, Haupt-, Neben- und Spurenelementen je nach Abfragemodus die wesentlich präziseren Auswahlresultate für die Fragestellungen des Haldenressourcenkatasters. Die Betrachtung des Gesamtdatensatzes aus dem Bergbau-/Haldenkataster ist deshalb auch notwendig, da hier auch Aufbereitungshalden und Schlackendeponien im Bereich von Buntmetallhütten erfasst sind. Die Verarbeitungsstandorte (Aufbereitung, Hütten) sind nämlich nicht Teil des Informationssystems IRIS Online.

Ergebnisse der unterschiedlichen Abfragemöglichkeit sind in Abb. 8 bis 11 am Beispiel Antimon als Nebenelement für das Bergbaugesamt Schwaz zusammengefasst. Da die individuellen Informationen bei Halden (Haldentyp, Haldenzusammensetzung, Mineralisation etc.), die bereits im Gelände verifiziert wurden derzeit lediglich in Textattributform vorliegen, sind diese Halden bis auf Weiteres mittels Polygonmarker hervorgehoben. An der Adaption der Attributinhalt in eine abfragefähige Form wird derzeit noch gearbeitet.

Als ein wesentliches Auswahlkriterium für den bundesweiten Bewertungsdurchlauf im Rahmen des Haldenressourcenkatasters wird die Größe der Halden herangezogen. Ähnlich wie bei dem Projekt 'Haldenscreening' werden beim 'Haldenressourcenkataster' ebenfalls Mindestgrößen für die Haldenauswahl in einem ersten Bewertungsdurchlauf definiert. Bei den Bergbauhalden sind dies Polygongrößen > 10.000 m², bei den Aufbereitungshalden und Schlackendeponien Flächen > 4.000 m². Aufgrund der kleinflächigen Struktur der Halden im ostalpinen Bergbau können aber auch kumulative Haldenflächen innerhalb der einzelnen Bergbaureviere von Interesse sein. Es besteht daher auch die Möglichkeit, durch spezifische Abfrage im Halden-GIS-Layer neben den Polygonflächen der Einzelhalden auch die Gesamtfläche der Halden pro Revier auszuweisen (siehe Abb. 12). In der Bewertung der Potenziale für größere Halden können damit auch kleinere Halden im Sinne eines erweiterten Nutzungspotenzials mitberücksichtigt werden.

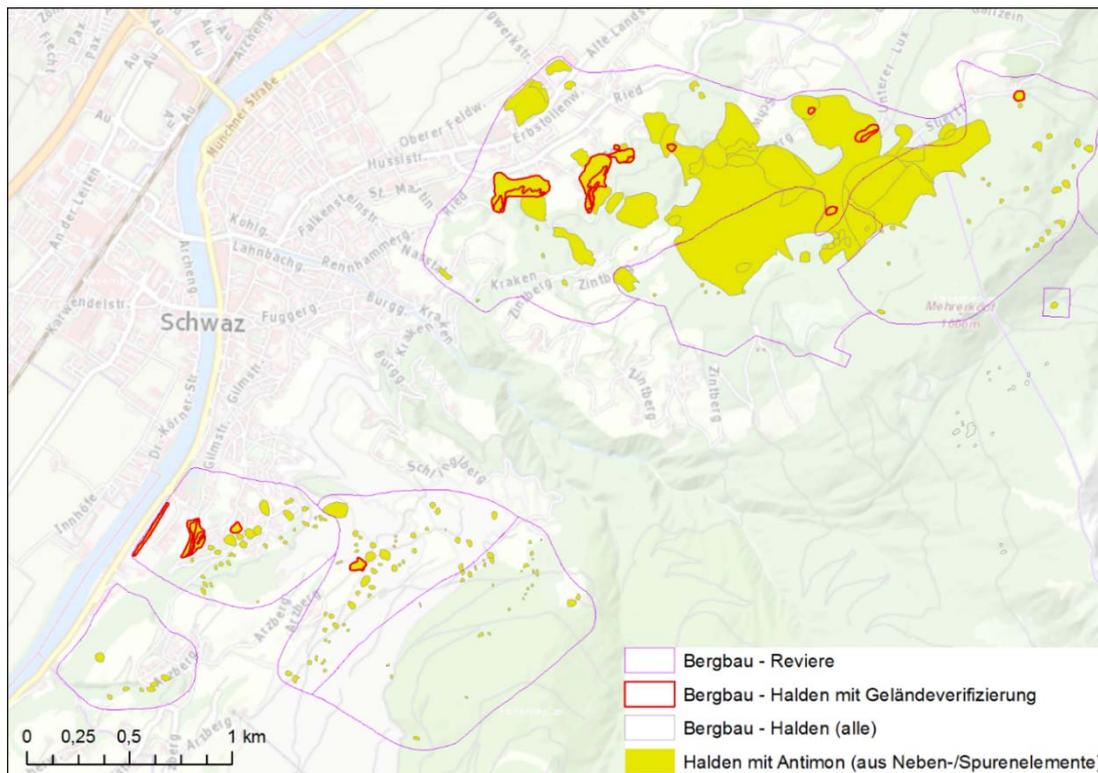


Abb. 9: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle Neben-/Spurenelemente. (G01.RST.BERG-BAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERGBAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE '%Sb%')

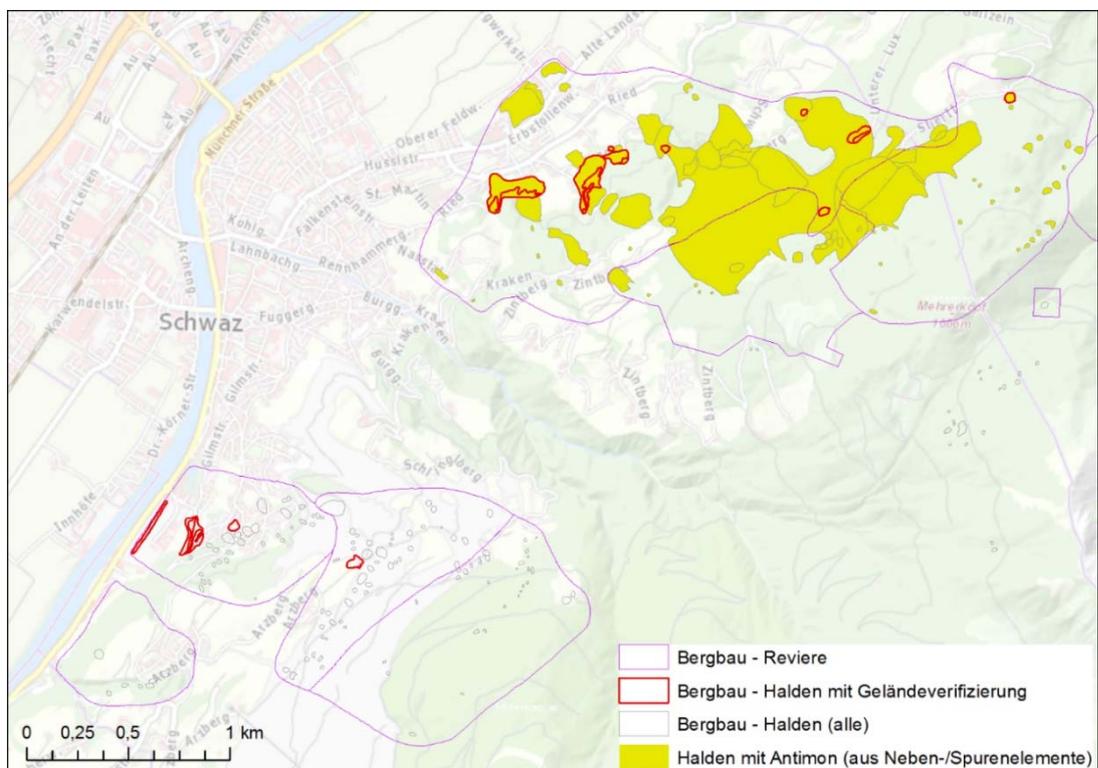


Abb. 10: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle Neben-/Spurenelemente (mit Sb als erst-gereihtes Nebenelement). (G01.RST.BERG-BAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERG-BAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE 'Sb%')

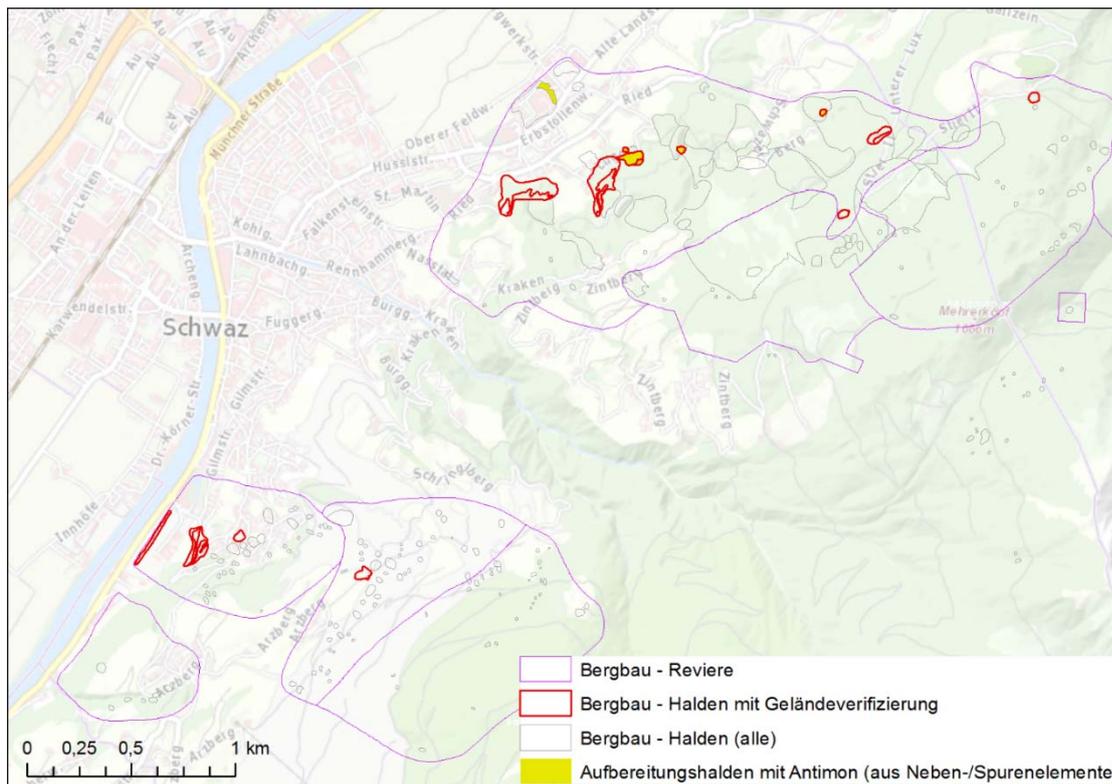


Abb. 11: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle – nur Aufbereitungshalden mit Code = 23,52 (mit Sb als erstgereihtes Nebenelement). (G01.RST.BERGBAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERGBAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE 'Sb%' AND G01.RST.BERGBAU_HALDEN.CODE in (23,52))

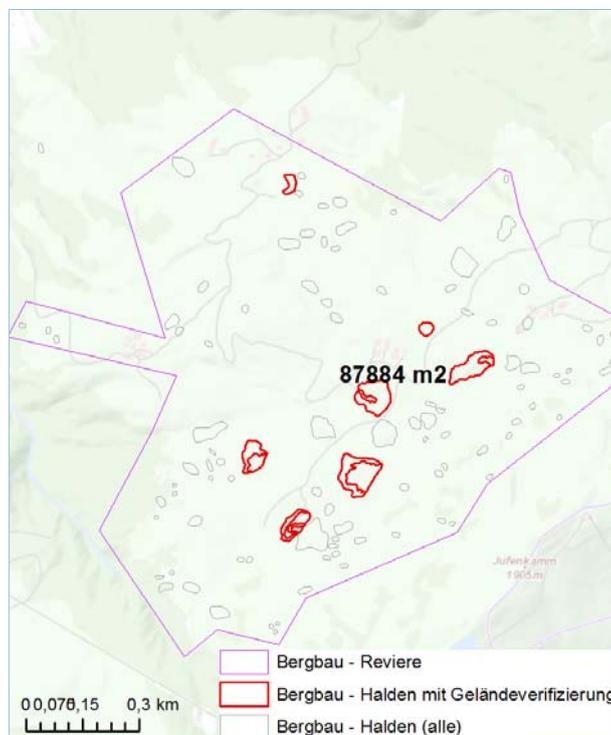


Abb. 12: Sb-Fahlerz-Bergbau Brunnalm mit keinfächigen Einzel-Haldenpolygonen (102 Halden mit Einzelflächendurchwegs < 10.000 m²) und einer kumulativen Haldenfläche von 87.884 m² in einem relativ kleinräumigen Bergbaurevier

4.3 Mineraldatenbank

Die Mineralienliste der Datenbank „Bergbau-/Haldenkataster“ samt Verknüpfung mit der IMA – Liste ist auszugsweise in Abb.13 wiedergegeben. Jedes Mineral besitzt ein Kürzel (gleichzeitig ein eindeutiges Schlüsselfeld in der Tabelle), Bezeichnung, Bezeichnung laut IMA (kann von der Datenbankbezeichnung abweichen), chemische Formel, Haupt-, und Nebenelemente und die Zuordnung zu einer Mineralgruppe.

Mineral	Mineral_Bezeichnung	Bezeichnung_IMA	Chem_Formel	Hauptelemente	Neben_Spurenelemente	Gruppe
Het	Heterosit	Heterosit	FePO4	Fe, P		Phosphate
Heu	Heulandit	Heulandit-(Ca)	(Ca0.5,Na,K)3[Al3Si9O24] • 7-8H2O	Ca, Na, K, Al		Silikate (H)
Hexh	Hexahydrat	Hexahydrat	MgSO4 • 6H2O	Mg		Sulfate (H)
Hey	Heyrovskyt	Heyrovskyt	Pb10Ag8Bi5S18	Pb, Bi		Sulfosalze
Hg	Quecksilber ged.	Quecksilber	Hg	Hg		Elemente, Legierungen
Hin	Hinsdalit	Hinsdalit	(Pb,Sr)Al3[(OH,H2O)6](PO4,SO4)	Pb, Sr, Al, Pb		Phosphate
Hoc	Hocartit	Hocartit	Ag2FeSnS4	Ag, Fe, Sn		Sulfide
Hol	Hollingworthit	Hollingworthit	(Rh,Pt,Pd)AsS	Rh, Pt, Pd, As		Sulfide
Holl	Hollandit	Hollandit	Ba(Mn4+,Mn2+)8O16	Ba, Mn		Oxide
Holm	Holmquistit	Holmquistit	Li2(Mg,Fe)3Al2Si8O22(OH)2	Li, Mg, Fe		Silikate
Hör	Hörnesit	Hörnesit	Mg3(AsO4)2 • 8H2O	Mg, As		Arsenate (H)
Htrich	Halotrichit	Halotrichit	FeAl2(SO4)4 • 22H2O	Fe, Al		Sulfate (H)
Hunt	Huntit	Huntit	CaMg3(CO3)4	Ca, Mg		Karbonate
Hy	Hydrozinkit	Hydrozinkit	Zn5(CO3)2(OH)6	Zn	Pb	Karbonate
Hyal	Hyalit	Opal	SiO2 • n H2O	Si		Oxide (H)
Hyarg	Hydrargillit	Gibbsit	Al(OH)3	Al		Hydroxide
Hycer	Hydro-Cerrusit	Hydrocerussit	Pb3(CO3)2(OH)2	Pb		Karbonate
Hyhal	Hydro-Halit	Hydrohalit (?)	NaCl • 2H2O	Na, Cl		Halogenide
Hyherd	Hydroxylhederit	Hydroxylhederit	CaBe[(OH,F)PO4]	Ca, Be, P		Phosphate
Hyjar	Hydronium-Jarosit	Hydronium-Jarosit	(H)2Fe6(SO4)4(OH)12	Fe		Sulfate
Hymgs	Hydro-Magnesit	Hydromagnesit	Mg5(CO3)4(OH)2 • 4H2O	Mg		Karbonate (H)
Hymusk	Hydro-Muskovit			K, Al		Silikate
Hytc	Hydro-Talkit	Hydrotalkit	Mg6Al2(CO3)(OH)16 • 4H2O	Mg, Al		Karbonate (H)
Id	Idait	Idait	Cu3FeS4	Cu, Fe		Sulfide
Iku	Ikunolith	Ikunolith	Bi4(S,Se)3	Bi, Se		Sulfide
Ill	Illit			K, Mg, Al	Fe, Ca, Ti	Silikate
Ilm	Ilmenit	Ilmenit	FeTiO3	Fe, Ti	Mg, Mn, Nb, Ta, Zn, W, Sn, V, Mo, Y	Oxide
Ils	Ilsemannit	Ilsemannit	Mo3O8 • xH2O	Mo		Oxide (H)
Imit	Imiterit	Imiterit	Ag2HgS2	Ag, Hg		Sulfide
Ira	Irarsit	Irarsit	(Ir,Ru,Rh,Pt)AsS	Ir, Ru, Rh, Pt, As		Sulfide
Iri	Iridium	Iridium	(Ir,Os,Ru)	Ir, Os, Ru		Elemente, Legierungen
Izo	Izoklakeit	Izoklakeit	Pb27(Cu,Fe)2(Sb,Bi)19S57	Pb, Cu, Fe, Sb, Bi		Sulfosalze
Jahn	Jahnsit	Jahnsit-(CaMnFe)	CaMnFe22+Fe23+(PO4)4(OH)2 • 8H2O	Ca, Mn, Fe, P		Phosphate (H)
Jak	Jakobsit	Jakobsit	(Mn,Fe,Mg)(Fe,Mn)2O4	Mn, Fe, P		Oxide
Jam	Jamesonit	Jamesonit	Pb4FeSb6S14	Pb, Fe, Sb	Cu, Ag, Zn, Bi	Sulfosalze
Jar	Jarosit	Jarosit	K2Fe6(SO4)4(OH)12	Fe, K	Na, Ag, Pb	Sulfate
Jasp	Jaspis	Quarz	SiO2	Si		Oxide

Abb. 13: Auszug aus der Tabelle „rst_HAL_MINERALIEN“

Die Verknüpfung zwischen den Tabellen „Mineralien“ und „Bergbaue“ ist die Tabelle „rst_HAL_BERGBAUE_MIN“, wo zusätzlich noch die Kategorie des Minerals (H = Hauptmineral, B = Begleitmineral, S = Sekundärmineral), Qualität der Information (Fraglich ja/nein) und die Reihenfolge (Ordnung) eingetragen werden können (Abb. 14 und 15).

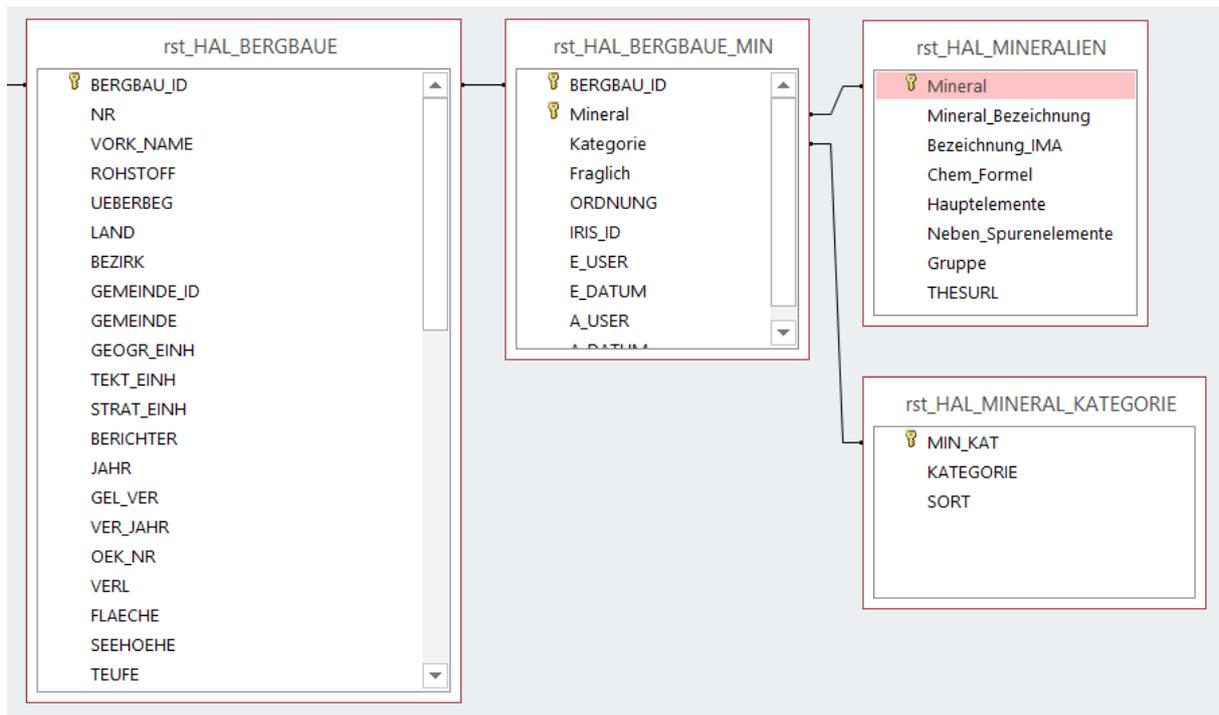


Abb. 14: Auszug aus dem Datenmodell „Bergbau-/Haldenkataster“ für das Modul Mineralogie

NR	VORK_NAME	Mineral	Mineral_Bezeichnung	Kategorie	Fraglich	ORDNUNG
020/1004a	Krumau - Spiegelleiten / Eisengraberamt	Lim	Limonit	H	0	1
020/1004a	Krumau - Spiegelleiten / Eisengraberamt	Häm	Hämatit	H	0	2
020/1004b	Krumau - Spiegelleiten / Eisengraberamt	Lim	Limonit	H	0	1
020/1004b	Krumau - Spiegelleiten / Eisengraberamt	Py	Pyrit	B	-1	1
020/1005	Niedergrünbach	Grf	Graphit	B	0	1
020/1005	Niedergrünbach	Lim	Limonit	H	0	1
020/1006	Rastbach	Lim	Limonit	H	0	1
020/1006	Rastbach	Py	Pyrit	B	0	1
020/1006	Rastbach	Häm	Hämatit	H	0	2
020/1007	Moritzreith / Neuwirtshaus N	Lim	Limonit	H	0	1
020/1008	Eisengraben	Lim	Limonit	H	0	1
020/1008	Eisengraben	Py	Pyrit	B	0	1
020/1008	Eisengraben	Häm	Hämatit	H	0	2
020/1009	Atzelsdorf	Lim	Limonit	H	0	1
020/1010	Dietmannsdorf	Lim	Limonit	H	0	1
020/2001	Dappach	Grf	Graphit	H	0	1
020/2001	Dappach	Lim	Limonit	S	0	1
020/2001	Dappach	Py	Pyrit	B	0	1
020/2002	St. Marein	Grf	Graphit	H	0	1
020/2002	St. Marein	Lim	Limonit	S	0	1
020/2002	St. Marein	Py	Pyrit	B	0	1
020/2002	St. Marein	Kao	Kaolinit	S	0	2
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Grf	Graphit	H	0	1
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Lim	Limonit	S	0	1
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Py	Pyrit	B	0	1
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Mel	Melanterit	S	0	2
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Häm	Hämatit	B	0	2
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Op	Opal	S	0	3
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Pyh	Pyrrhotin	B	0	3
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Cpy	Chalkopyrit	B	0	4
020/2003	Röhrenbach - Feinfeld / Eich Maria	Kao	Kaolinit	S	0	5

Abb. 15: Auszug aus der Tabelle „Bergbaue_Min“ (Kategorie: H = Hauptmineral, B = Begleitmineral, S = Sekundärmineral; Fraglich: -1 = ja, 0 = nein)

4.4 Analysendatenbank

Die gesammelten Analysendaten, die für die Bewertung der Halden als sekundäre Rohstoffressource relevant sind, wurden thematisch in vier Tabellen (Halden, Boden, Wasser, Pflanzen) abgelegt (siehe Abbildung 16). Pro Analyseergebnis sind dabei zwei Spalten angelegt. In der ersten liegen die Originalwerte als Text (inklusive „<“-Zeichen, nicht bestimmt etc.) vor, in der zweiten sind sie als Zahl gespeichert (Abb. 17). Neben den eigentlichen Gesteinsanalysen von Halden wurden in der Datenbank des Haldenressourcenkatasters für die Bewertung –wie im Projekt ‘Haldenscreening’- auch Analysen von Boden, Wasser und Pflanzen aus dem unmittelbaren Umfeld von Haldenablagerungen herangezogen. Aus den begleitenden Geländeuntersuchungen für das Projekt ‘Haldenscreening’ konnte nämlich nachgewiesen werden, dass sich diese Probenmedien sehr gut für die Darstellung von Stoffflüssen im Bereich von Halden eignen und damit auch sehr gut Auskunft über das Stoffangebot in Halden liefern.

Die Daten stammen aus mehreren Datenquellen, die in digitaler und analoger Form vorlagen. Als Datenquelle für die Haldenanalytik wurden unter anderem auch Analysen aus Literatur- und Archivunterlagen (ALIT Halden) importiert (Abb.19, 20). Diese sind teilweise bereits im Laufe des Projektes „Bergbau/Haldenkataster“ erfasst worden. In diesen Analysendatenbanken sind aber auch die Untersuchungsergebnisse aus nachfolgenden Projekten der Geologischen Bundesanstalt (Haldenscreening, Kritische Rohstoffe) inkludiert.

Analysen, deren genaue Lage nicht mehr nachvollziehbar ist, wurden lagemäßig dem Mittelpunkt der Bergbaureviere bzw. Halden zugeordnet. Die Lage aller anderen wird mittels Koordinaten beschrieben. Der Datenbank- und GIS-Datenbank-Konnex erfolgt über die Bergbau- und Halden-ID. Gemeinsam mit den Analysendaten des gegenständlichen Projekts und entsprechenden Datensätzen aus früheren Forschungsprojekten ergibt das einen größeren Datenpool, der direkt zur Beschreibung der Ist-Situation der Bergbaue und Halden herangezogen werden kann. Ergänzt wird dieser Geochemie-Datenpool durch zahlreiche mineralogische Untersuchungen an Haldenmaterial und/oder Erz-Handstücken.

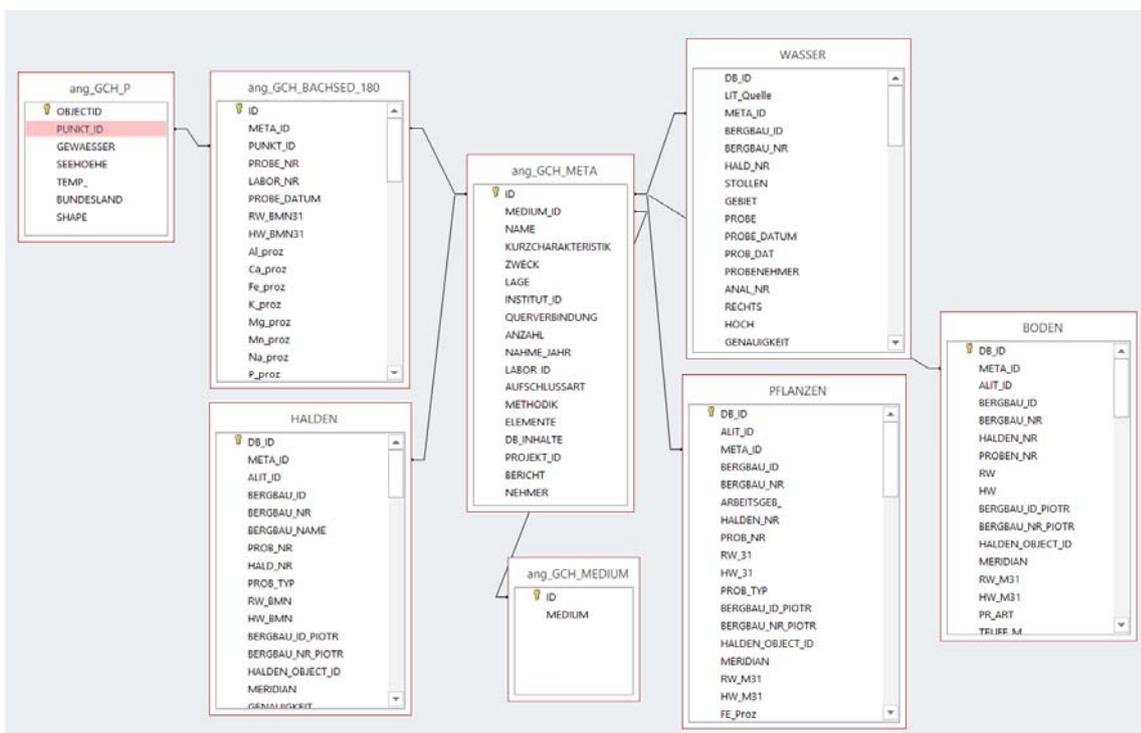


Abb. 16: Struktur des Datenbankmoduls „Analysen“. Die Tabellen mit Analyseergebnissen (BODEN, HALDEN, PFLANZEN, WASSER, BACHSED_180) sind mit der zentralen SQL-Server Tabelle „ang_GCH_META“ verknüpft.

DB_ID	META_ID	ALIT_ID	BERGBAU_NR	BERGBAU_NAME	Ag_ppm	Ag_ppm1	As_ppm	As_ppm1	Ba_ppm	Ba_ppm1
2	57	948 008/1003a	Kottaun		-10		5 -10		5 134	134
3	57	949 037/1006	Mieslingtal - Atzberg bei Spitz		17		17 32		32 15	15
4	57	950 073/1002	Schwarzenberg		22		22 -10		5 -5	2,5
5	57	951 104/1001	Hirschwang		40		40 250		250 30100	30100
6	57	952 104/1003	Schendleck		-10		5 49		49 15	15
7	57	953 105/1005	Grillenberg		-10		5 -10		5 1590	1590
8	57	954 105/1010	Erzkogel		-10		5 376		376 3550	3550
9	57	955 105/1012	Trattenbach		-10		5 38		38 295	295
10	57	956 106/1002	Pitten		-10		5 15		15 505	505
11	57	887 115/1002	Gafleintal		-10		5 -20		10 3	3
12	57	888 115/1005	St.Veit		-10		5 185		185 28	28
13	57	115/5002	St. Veit		-10		5 630		630 8	8

Abb. 17: Auszug aus der Analysendatenbank (Tabelle „Halden“): Das Feld META_ID ist der Bezug zu der Meta-Datenbank (Abb. 6-8)

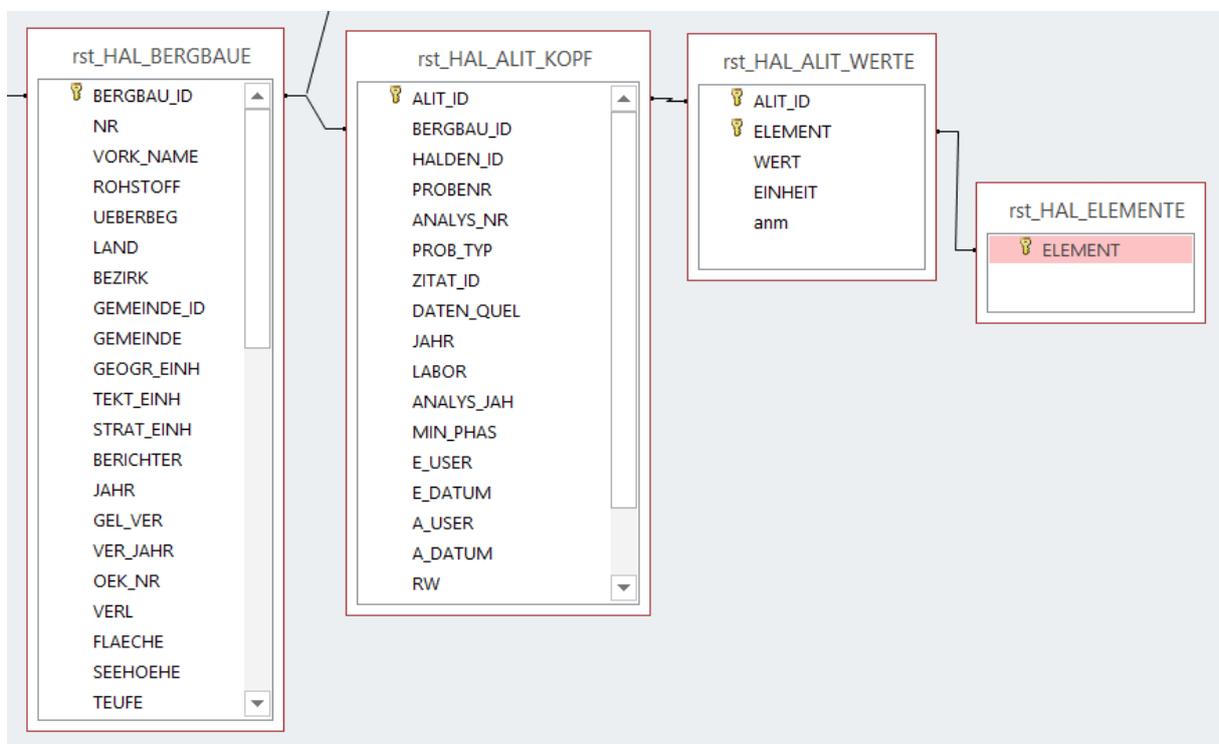


Abb. 18: Auszug aus dem Datenmodell des "Bergbau-/Haldenkataster" – Analysen aus Literatur.

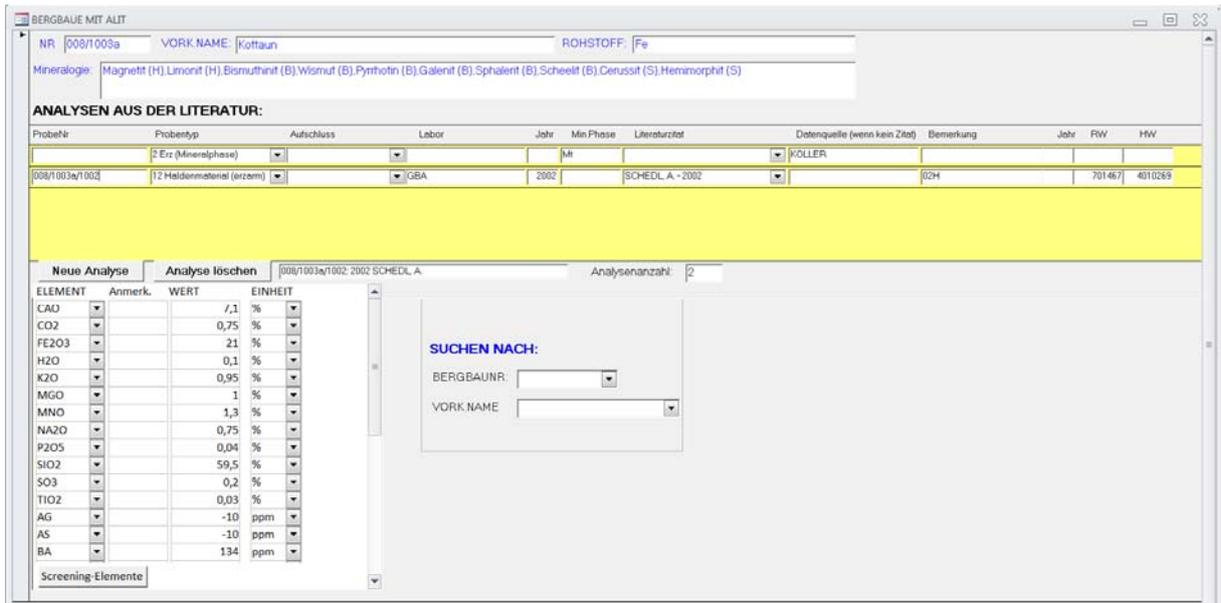


Abb. 19: ALIT – Eingabemaske. Die Haldenanalysen sind in der Bergbau-/Haldendatenbank dem jeweils betreffenden Bergbaurevier zugeordnet.

Die Analysenergebnisse der Wasser-, Pflanzen-, Boden-, und Haldenanalytik liegen ebenfalls als „Event themes“ (aus Koordinaten erstellte Layers) vor (Abb. 20). Die Analysenergebnisse sind in Form klassifizierter Einzelelementdarstellungen (7 Klassen) mit unterschiedlichen Mediensymbolen visualisiert. Durch die unterschiedliche Symbolform sind auch synoptische Darstellungen aller verfügbaren Probenmedien möglich (vgl. (Abb. 21)).

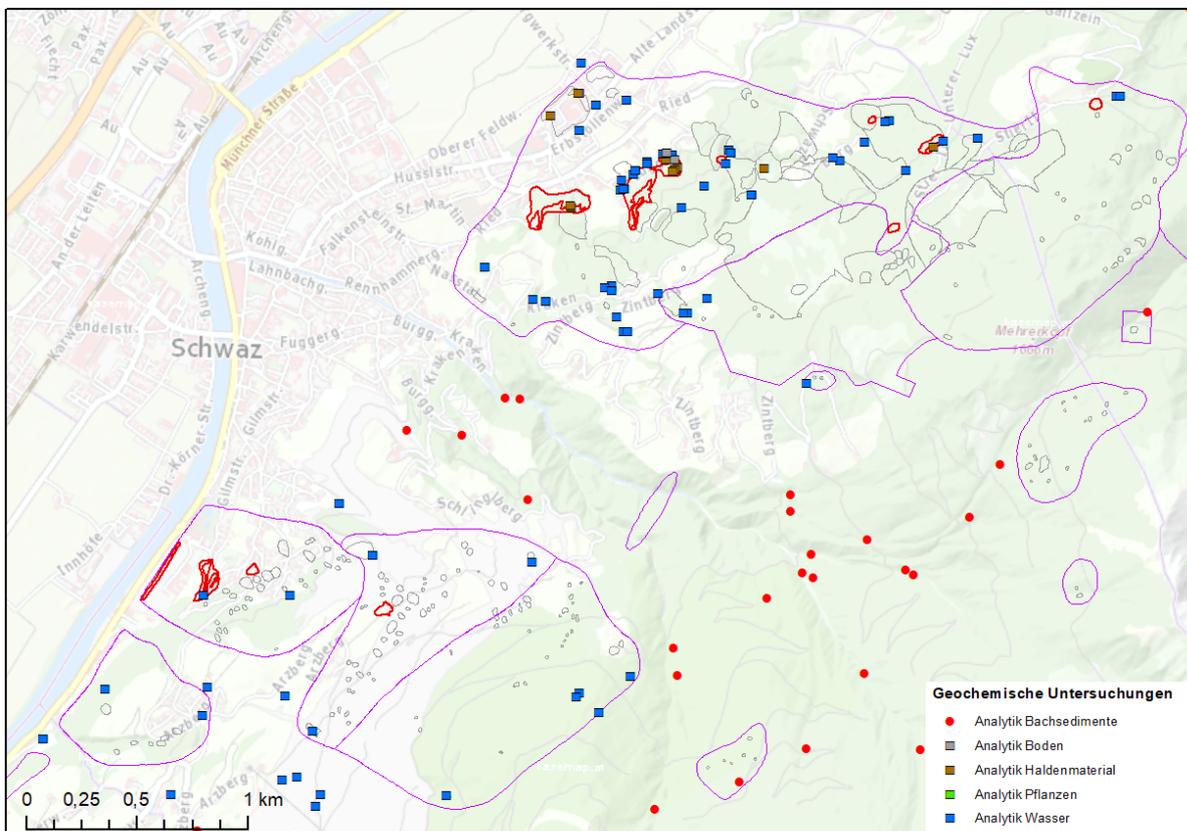


Abb. 20: Geochemieprobenpunkte unterschiedlicher Probenmedien (Bachsedimente, Halden, Boden, Pflanzen, Wasser) im Bergbaugesamt Schwaz

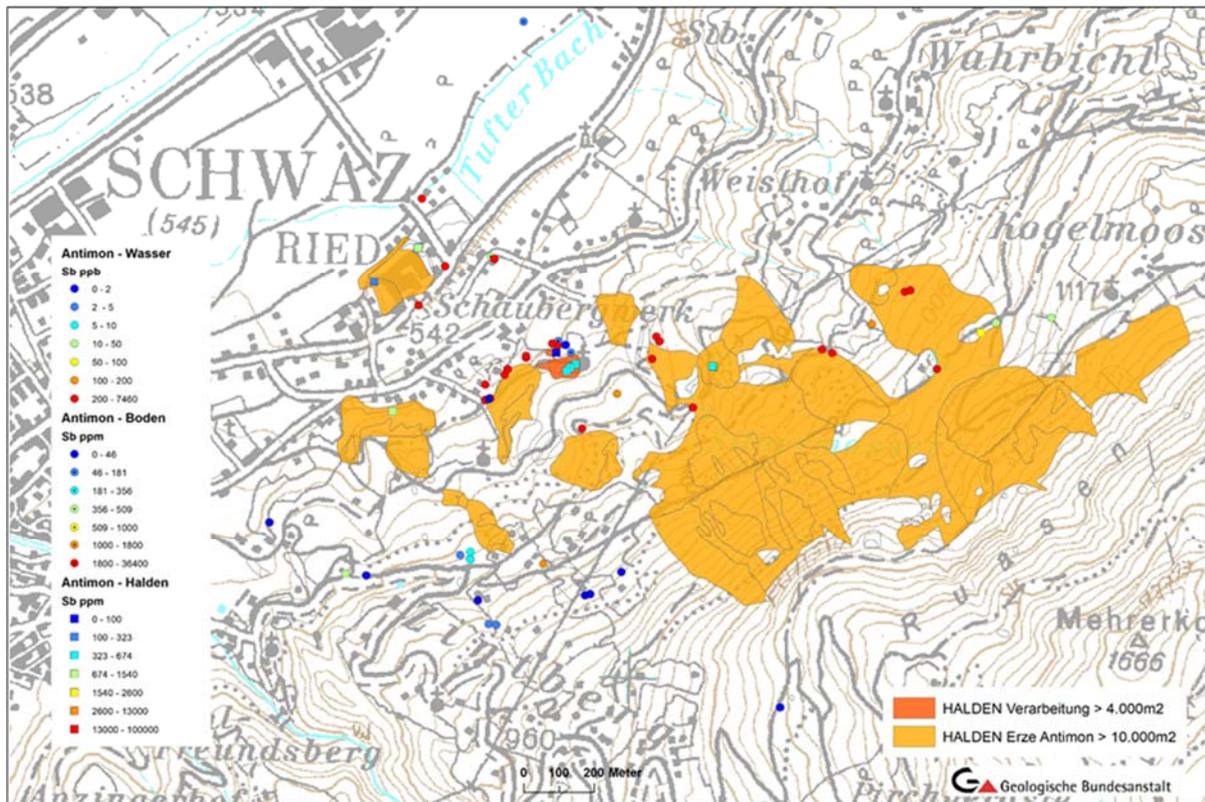


Abb. 21.: Haldenauswahl (Wertstoff Sb, > 10.000 m² Bergbauhalde, > 4.000m² Verarbeitungshalde) und regionaler Auszug aus der Analysendatenbank am Beispiel von klassifizierten Antimonanalysen in Halden, Böden und Wässern des Falkensteiner Reviers in Schwaz.

Neben den Analysen aus den unmittelbaren Haldenbereichen stehen für die Bewertung der Halden selbstverständlich auch noch die flächendeckenden Daten der bundesweiten Bachsedimentgeochemie zu Verfügung. Dieser bundesweit größte flächendeckende Multielement-Datensatz (PIRKL et. al., 2015) wird derzeit noch als gesonderter Datensatz zentral gespeichert, eine Integration mit anderen Geochemiedaten in der zentralen Geochemie-Datenbank ist ebenfalls vorgesehen. Die Daten der bundesweiten Bachsedimentgeochemie sind als ergänzende Informationsebene für den Haldenressourcenkataster durchaus von Bedeutung. Die geochemische Charakteristik der Bachsedimente widerspiegelt nämlich meist sehr gut die stoffliche Zusammensetzung von Halden im unmittelbaren Einzugsbereich von Bachsystemen. Verlässliche Wertstoffinformationen aus der Bachsedimentgeochemie sind dabei vor allem in solchen Bereichen zu erwarten, bei denen die Halden direkt im Bachbett angeschnitten sind.

4.5 Corine Land Cover 2000 - Daten

Viele andere Datenbestände aus dem Projekt ‚Haldenscreening‘ sind auch zu einer ersten Abschätzung des Rohstoffpotenzials von Bergbauhalden verwendbar. Exemplarisch sei hier auf die Informationsebene ‚Raumnutzung‘ verwiesen. Die potenzielle Nutzungsmöglichkeit von sekundären Halden-Rohstoffressourcen hängt erwartungsgemäß stark von der aktuellen Raumnutzung ab. Diesbezügliche Datensätze wurden bisher auch für die umweltrelevante Bewertung von Halden im Rahmen des Projekts ‚Haldenscreening‘ verwendet und waren bis dato aber nicht Teildatensatz des Bergbau-/Haldenkatasters. Um prinzipielle Voraussagen treffen und eine GIS-gestützte Ableitung des landschaftlichen Raumbezugs ermöglichen zu können, wurde dazu der gesamtösterreichische Datensatz für die Landnutzung (Corine Land Cover 2000, 100 m Auflösung) herangezogen (vgl. Abb. 22), der für erste Bewertungsansätze eine durchaus ausreichende Datengrundlage bildet. Da diese Verschneidung von Haldenflächen mit der Landnutzung bereits flächendeckend für Österreich durchgeführt wurde, kann diese relevante Attributtabelle

direkt aus der bestehenden Datenbank des Haldenscreening-Projekts übernommen werden. Zur Detailbewertung ausgewählter Halden muss aber auf detailgenauere Raumnutzungs-Kartengrundlagen zurückgegriffen werden. Auswahl und Implementierung dieser zusätzlichen Informationsebene ist im ersten Projektjahr des Nachfolgeprojekts ÜLG 69 geplant.

Der Datensatz Corine Land Cover 2000 (CLC2000) stellt einen frei verfügbaren GIS-Datensatz auf Vektorbasis dar, der Gesamt-Europa blattschnittfrei abdeckt. Unter Angabe des Verwendungszweck kann er bei http://www.eea.europa.eu/themes/landuse/clc-download?configfile=config_clcdownload.xml heruntergeladen werden (© EEA, Kopenhagen, 2007). CLC 2000 ist eine zweite, aktualisierte Version des 1990 fertiggestellten Corine-Projekts. Ausgehend von im Jahr 2000 akquirierten Satellitenbildern mit 100 x 100 m Auflösung, wurden die Daten nach den 44 Landnutzungsklassen der standardisierten CLC Nomenklatur (Tab. 2) klassifiziert. Die Positions-Genauigkeit beträgt 100 m, die kleinste klassifizierte Einheit beträgt 25 ha (oder 5x5 Pixel) (Büttner et al., 2002).

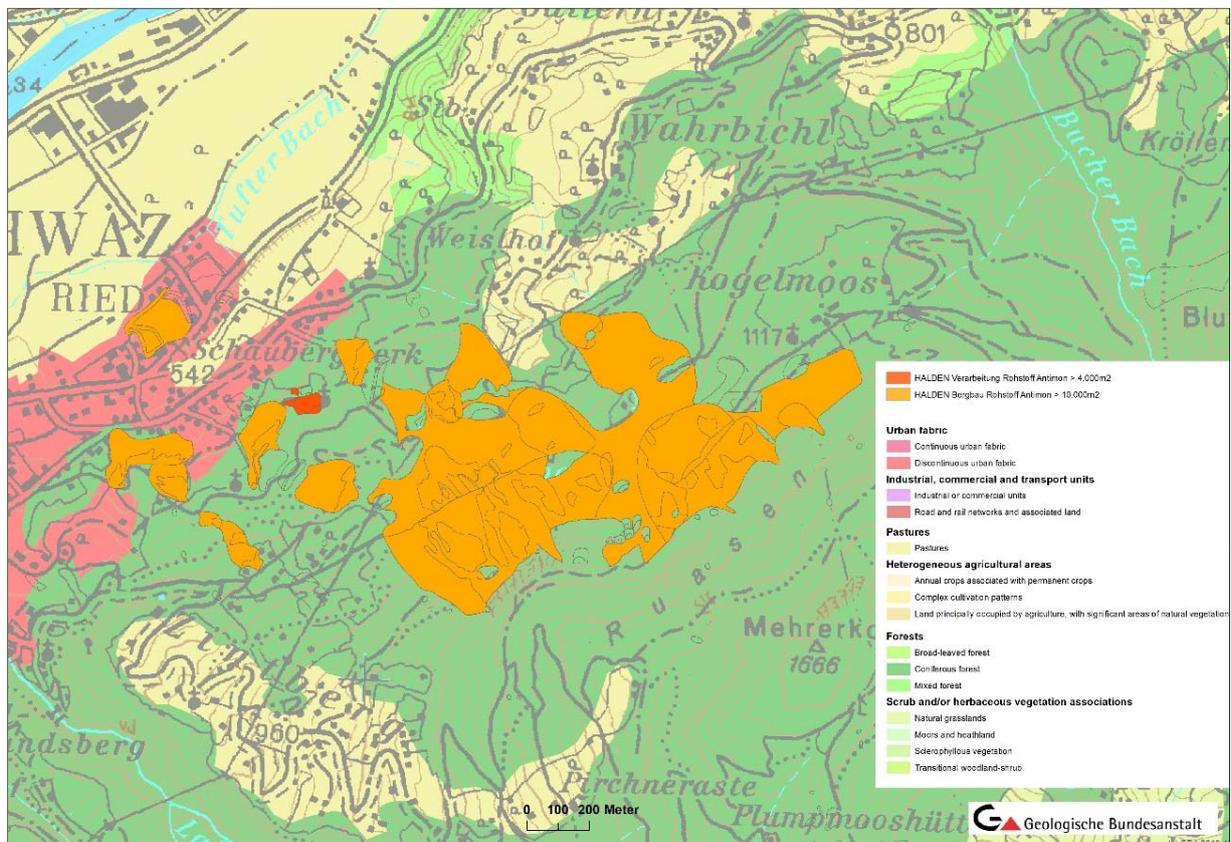


Abb. 22: Verschneidung von Haldenflächen (Wertstoff Sb, > 10.000 m² Bergbauhalde, > 4.000m² Verarbeitungs- halde) im Bergbauggebiet Schwaz mit der Landnutzung auf Basis Corine Land Cover

Tab. 2: Landnutzungsklassen des CLC2000 Datensatzes

1. Bebaute Fläche	1.1. Städtisch geprägte Flächen	1.1.1. durchgängig städtische Prägung	
		1.1.2. nicht durchgängig städtische Prägung	
	1.2. Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	1.2.1. Industrie/Gewerbeflächen	
		1.2.2. Straßen/Eisenbahnnetze, funktionell zugeordnete Flächen	
		1.2.3. Hafengebiete	
		1.2.4. Flughäfen	
	1.3. Abbauflächen, Deponien, Baustellen	1.3.1. Abbauflächen	
		1.3.2. Deponien, Abraumhalden	
		1.3.3. Baustellen	
	1.4. Künstlich angelegte nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen	1.4.1. Städtische Grünflächen	
1.4.2. Sport/Freizeitanlagen			
2. Landwirtschaft	2.1. Ackerflächen	2.1.1. Nicht bewässertes Ackerland	
		2.1.2. Regelmäßig bewässertes Ackerland	
		2.1.3. Reisfelder	
	2.2. Dauerkulturen	2.2.1. Weinbauflächen	
		2.2.2. Obst/Beerenobstbestände	
		2.2.3. Olivenhaine	
	2.3. Grünland	2.3.1. Wiesen und Weiden	
	2.4. Heterogene landwirtschaftliche Flächen	2.4.1. Einjähr. Kulturen in Verbindung mit Dauerkulturen	
		2.4.2. Komplexe Parzellenstruktur	
		2.4.3. Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation von signifikanter Größe	
		2.4.4. Land/Forstwirtschaftliche Flächen	
	3. Wälder und naturnahe Flächen	3.1. Wälder	3.1.1. Laubwälder
			3.1.2. Nadelwälder
3.1.3. Mischwälder			
3.2. Kraut/Strauchvegetation		3.2.1. Natürliches Grünland	
		3.2.2. Heiden und Moorheiden	
		3.2.3. Hartlaubbewuchs	
		3.2.4. Wald/Strauch Übergangsstadien	
3.3. Offene Flächen ohne oder mit geringer Vegetation		3.3.1. Strände, Dünen, Sandflächen	
		3.3.2. Felsflächen ohne Vegetation	
		3.3.3. Flächen mit spärlicher Vegetation	
	3.3.4. Brandflächen		
	3.3.5. Gletscher/Dauerschneegebiet		
4. Feuchtfleichen	4.1. Feuchtfleichen im Landesinneren	4.1.1. Sümpfe	
		4.1.2. Torfmoore	
	4.2. Feuchtfleichen an der Küste	4.2.1. Salzwiesen	
		4.2.2. Salinen	
		4.2.3. In der Gezeitenzone liegende Flächen	
5. Wasserflächen	5.1. Wasserflächen im Landesinneren	5.1.1. Gewässerläufe	
		5.1.2. Wasserflächen	
	5.2. Meeresgewässer	5.2.1. Lagunen	
		5.2.2. Mündungsgebiete	
		5.2.3. Meer und Ozean	

4.6 Halden-Risikobewertung aus Projekt ‚Haldenscreening‘

Im Rahmen des Projekts ‚Haldenscreening‘ wurden auf Basis eines komplexen Bewertungsverfahrens Risikobewertungen auf Bergbau- und Haldenebene durchgeführt (SCHEDL et al., 2010). Die Verrechnung des potenziellen Austrags-Risikos erfolgte dabei auf Basis definierter Bewertungskriterien sowohl auf Bergbau- als auch auf Haldenebene voll automatisiert.

Die flächigen Schutzgutsituationen wurden mit Hilfe von flächendeckenden Daten zur Landnutzung (CORINE) und zur Geologie/Lithologie und Hydrogeologie (z.B. Hydrogeologische Karte 1:500.000) beschrieben. Für die Gefährdungsabschätzung von Bergbauhalden hinsichtlich der Schutzgüter Grundwasser, Oberflächengewässer und Boden bis hin zu Tier und Mensch, wurde das aus den Mineralabfragen abgeleitete potenzielle Austragsrisiko auf Basis einer vorgegebenen Bewertungsmatrix zur Gefährdungsabschätzung in einen landschaftlichen Raumbezug gebracht. Die GIS-gestützte Verschneidung mit Landnutzung und Geologie erfolgt dabei sowohl auf Bergbau- als auch auf Haldenpolygonebene.

Grundlage für die Abfragen auf Haldenebene waren neben dem Faktor aus Austrags-Risikoziffer, Gefährdungsziffern 1 und 2 sowie die jeweilige Größe der einzelnen Haldenflächen. Das jeweilige theoretische Risiko und die Gefährdung lassen sich auf diesem Weg für sämtliche erfassten Bergbau-/Aufbereitungshalden angeben. Als Abfragefilter wurden unterschiedliche Risiko-/ Gefährdungsszenarien (höchstens 4 bzw. 3 Klassen; > 140 bzw. > 220) sowie variable Haldenflächengröße definiert. Für den finalen Bewertungsdurchlauf im Haldenscreening mit einer abschließenden Gefährdungsanalyse wurden aus der vorliegenden Gesamtbewertungsliste in einem mehrstufigen Schritt Halden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Gefährdungspotenzialziffer > 220
- Haldenflächen > 10.000 m²
- Aufbereitungshalden > 1.500 m².

Da die Risikoziffer aus dem Haldenscreening unabhängig von der Haldengröße von allen Haldenflächen vorliegt und wurde sie als ergänzendes Bewertungskriterium auch in die aktuelle Datenbank des Haldenressourcenkatasters übernommen. Einige der Halden mit hohem Risikopotenzial sind im Haldenressourcenkataster auch mit einem hohem Nachnutzungspotenzial ausgewiesen.

Für die weiteren Bewertungsschritte im Haldenressourcenkataster sollen diese Halden-Risikobewertungen im Sinne einer Risikominderung bei einer eventuellen Rohstoffnutzung ebenfalls eine wichtige Entscheidungsgrundlage bilden.

5. Datenaufbereitung, Definition von Auswahlkriterien und ausgewählte Ergebnisdarstellung zum Haldenressourcenkataster

5.1. Bestandsanalyse der Halden im Bergbau-/Haldenkataster

Sämtliche raumbezogenen Daten zu den Haldenflächen stammen aus dem bundesweiten Bergbau-/Haldenkataster und basieren im Wesentlichen auf kartenmäßigen Bestandsinventaren und nur im geringen Umfang auf Verifizierungen im Gelände. Im Bereich einiger größerer Bergbaugebiete wurden in nachfolgenden Projekten anlassbezogen Korrekturen der Haldenflächen auf Basis von DGM-Daten bzw. Orthofotos durchgeführt.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei der überwiegenden Zahl der erfassten bergbaulichen Einbauten auch entsprechende Halden zu erwarten sind. Die Analyse der bergbaulichen Einbauten und Halden zeigt jedoch eine deutliche Diskrepanz im Erfassungsgrad. Den insgesamt 4.354 im Bergbau-/Haldenkataster erfassten Bergbauen und 391 Verarbeitungsstandorten (150 Aufbereitungsstandorte, 247 Hüttenanlagen) stehen insgesamt lediglich 7.326 erfasste Halden (ausgenommen prähistorische Halden) gegenüber. Die markanten Informationslücken bei den Bergbauhalden widerspiegeln sich auch bei der großen Zahl an Bergbauen (insgesamt 3.028), bei denen überhaupt keine Halden dokumentiert sind. Im Wesentlichen handelt es sich dabei aber um Kleinstbergbaue, von denen keine Detailkartenunterlagen vorliegen, bei denen aber keine großdimensionierten Haldenflächen zu erwarten sind. Die Gruppe der Bergbaue ohne Haldennennung deckt sich weitgehend auch mit den Datenbank-Attributkategorien ‚Bergbaue mit einem Stollen‘ bzw. ‚ohne Angaben von Einbauten‘. Im Hinblick auf eine systematische Erfassung von Bergbauhalden im Haldenressourcenkataster von Relevanz sind hingegen 215 Bergbaue, bei denen eine größere Zahl von Einbauten in Grubenkarten (4-36 Stollen) dokumentiert oder deskriptiv erwähnt werden, die entsprechenden Haldenflächen aber kartenmäßig nicht erfasst sind. Diese Bergbaue finden mangels näherer Informationen im Haldenressourcenkataster aktuell noch keine Berücksichtigung.

Zur Kontrolle haldenrelevanter Informationen auf Basis bergbaulicher Einbauten wurde eine Reihe von Datenbankabfragen mit verschiedenen Kenngrößen durchgeführt (Tab. 3).

Bei rund 70 % der Bergbaue liegen keine Angaben über Halden vor, während Stollenangaben nur bei 21% der Bergbaue nicht vorhanden sind. Von den 7.111 Halden betreffen 79 % den Erzbergbau, 11 % den Abbau von Energierohstoffen und 7 % den von Industriemineralen (Abb. 23). Die Halden von Aufbereitungsanlagen und Hüttenstandorten machen rund 3 % des erfassten Gesamtbestandes aus. Die Abgänge der Rohstoffaufbereitung (Halden, Schlammteiche der Rohstoffgruppen Erze und Industriemineralen) sind relativ vollständig erfasst, während bei den Schlackendeponien aus verschiedenen Hüttenprozessen vorrangig jene der Buntmetallgewinnung erfasst wurden. Schlackendeponien aus der Eisenhüttenindustrie wurden bei der Kartierung für den Bergbau-/Haldenkataster nur in Bereichen mit großvolumigen Ablagerungen berücksichtigt (z.B. Donawitz, Eisenerz).

Tab. 3: Datenbankabfrage nach jeweiliger Anzahl an Einbauten (Stollen, Schächte, Tagbaue/-verhaue) und Halden

Abfrage	Bergbau
keine Angaben zu Einbauten, Halden	573
kein Stollen	933
1 Stollen	1330
2 Stollen	457
3-5 Stollen	645
6-10 Stollen	311
>10 Stollen	253
1 Schacht	387
2 Schächte	119
3-5 Schächte	89
6-10 Schächte	43
> 10 Schächte	36
1 Tagbau/-verhau	464
2 Tagbaue/-verhaue	187
3-5 Tagbaue/-verhaue	30
6-10 Tagbaue/-verhaue	52
>10 Tagbaue/-verhaue	71
keine Halde	3028
1 Halde	553
2 Halden	251
3-5 Halden	305
6-10 Halden	177

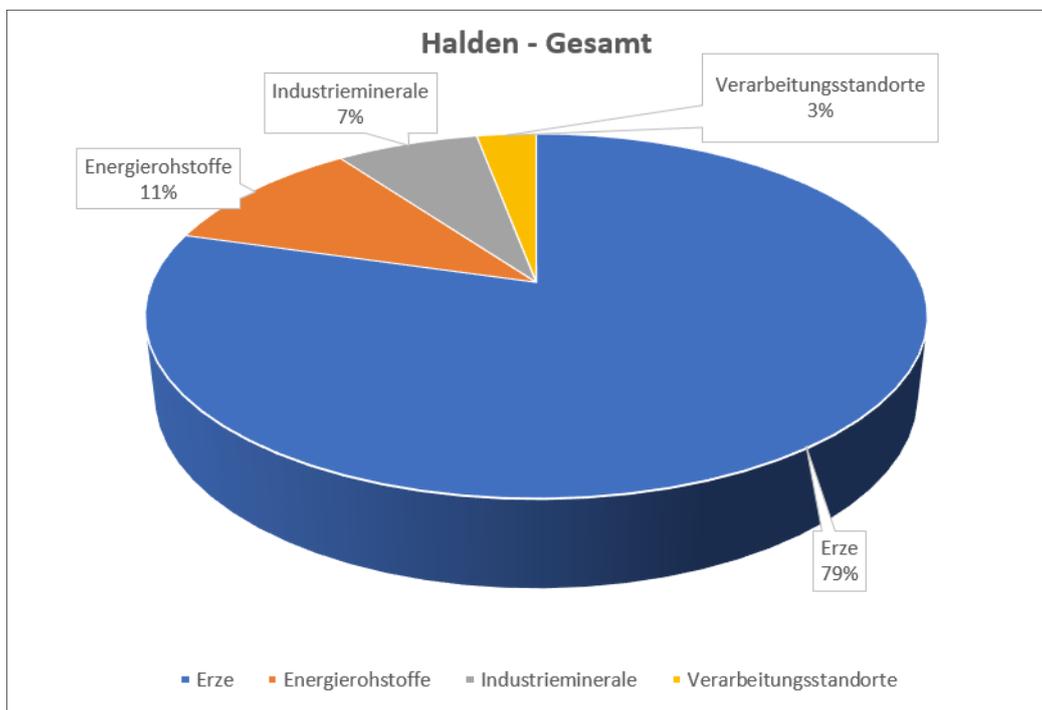


Abb. 23: Verteilung der Bergbau-/Aufbereitungshalden und Schlackendeponien im Bergbau-/Haldenkataster nach Hauptrohstoffgruppen

5.2. Analyse der Haldenflächen

Die Erfassung von Haldenvolumina liegt nur bei einer geringen Zahl (1.140) der 7.111 erfassten Bergbauhalden vor. Als einheitliche Vergleichsgröße im Haldenressourcenkataster werden daher die ausgewiesenen Haldenflächen herangezogen, wengleich die Volumina je nach morphologischer Lage der Halde bei gleicher Haldenfläche stark variieren können. Die im Bergbau-/Haldenkataster erfassten Haldenflächen zeigen ebenfalls eine ausgeprägte Akzentuierung hin zu kleindimensionierten Haldenkörpern, wie sie eigentlich für den gesamten alpinen Raum typisch sind. 918 Halden besitzen eine Gesamtfläche von unter 100 m² (Tab. 4). Lediglich 261 Halden weisen Flächen größer 10.000 m² auf, was größenordnungsmäßig etwa Gesamtkubaturen von >35.000 m³ bzw. >80.000 t entspricht. In die Kategorie der Großhalden >50.000 m² (etwa > 250.000 m³) fallen letztlich insgesamt 67 Bergbauhalden, wobei in dieser Größenkategorie mit Ausnahme einiger Großhalden des Erzbergs in Eisenerz mehrheitlich Abraumhalden des Kohlenbergbaues dominieren. Während bei den Bergbauen mit Kleinhalden die Dunkelziffer der nicht erfassten Halden sehr hoch sein dürfte, ist der Erfassungsgrad bei den für den Haldenressourcenkataster relevanten, größeren Halden im gesamten Bundesgebiet als sehr hoch einzustufen.

Tab. 4: Flächenmäßige Verteilung der Bergbauhalden im Bergbau-/Haldenkataster

Haldenflächen (m ²)	Anzahl
<100	918
100-250	1765
250-500	1468
500-1.000	1142
1.000-2.500	959
2.500-5.000	385
5.000-10.000	215
10.000-50.000	194
>50.000	67

Bei Betrachtung ausgewählter statistische Kenngrößen in den jeweiligen Rohstoffgruppen ist ersichtlich, dass die Halden der Energierohstoff- und Industriemineralbergbaue erwartungsgemäß flächenmäßig deutlich größer sind als die von Erzbergbauen (Tab. 5).

Tab.5: Statistische Daten zu den Bergbau-/Aufbereitungshalden und Schlackendeponien (ausgewählte Industriemineral-Halden ohne die Rohstoffe Asbest, Gips/Anhydrit, Salz, Talk)

	N	Mittelwert (m ²)	Median (m ²)	Minimum (m ²)	Maximum (m ²)
Erz-Halden	5802	1846	313	10	1692847
Energierohstoff-Halden	771	19077	1069	18	2679740
Industriemineral-Halden	515	7475	747	18	504746
Industriemineral-Halden (Auswahl)	318	7120	585	12	504746
Aufbereitungs-Halden	117	14683	1528	15	157772
Schlackendeponien	98	18079	2376	36	394556

Bei Gesamtbetrachtung der Haldengröße in den einzelnen Rohstoffgruppen zeigt sich, dass der überwiegende Teil der erfassten Halden eine Flächengröße < 0,5 ha aufweist (Erz 96 %, Industriemineral 83 %, Energierohstoffe 79 %) (Abb.24 bis 27).

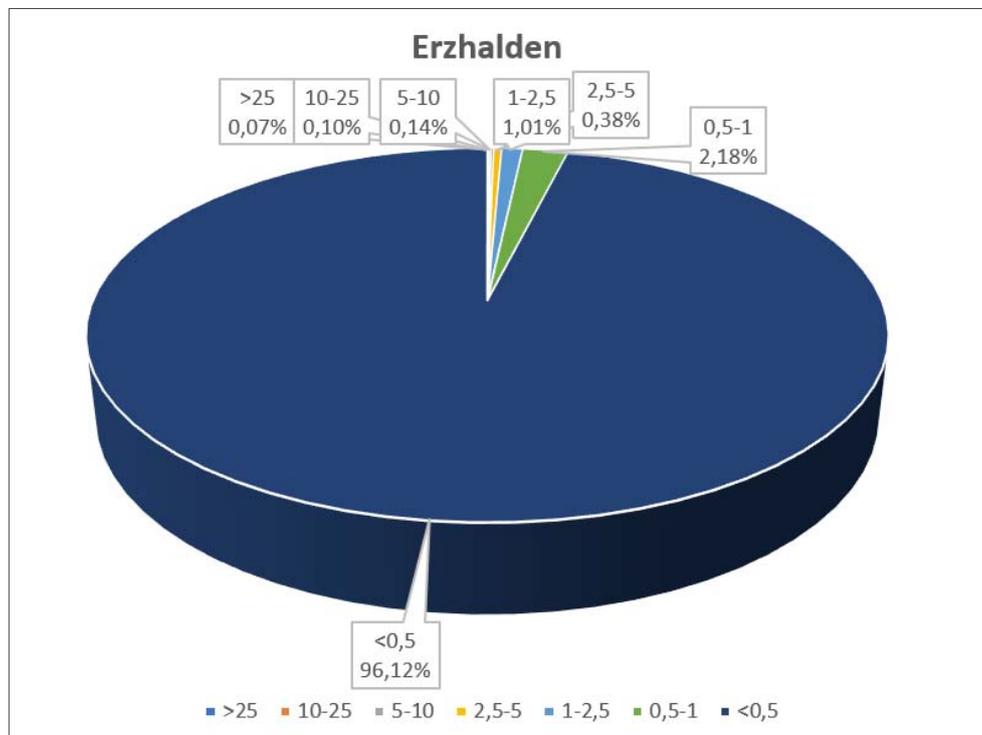


Abb.24: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Erzbergbau

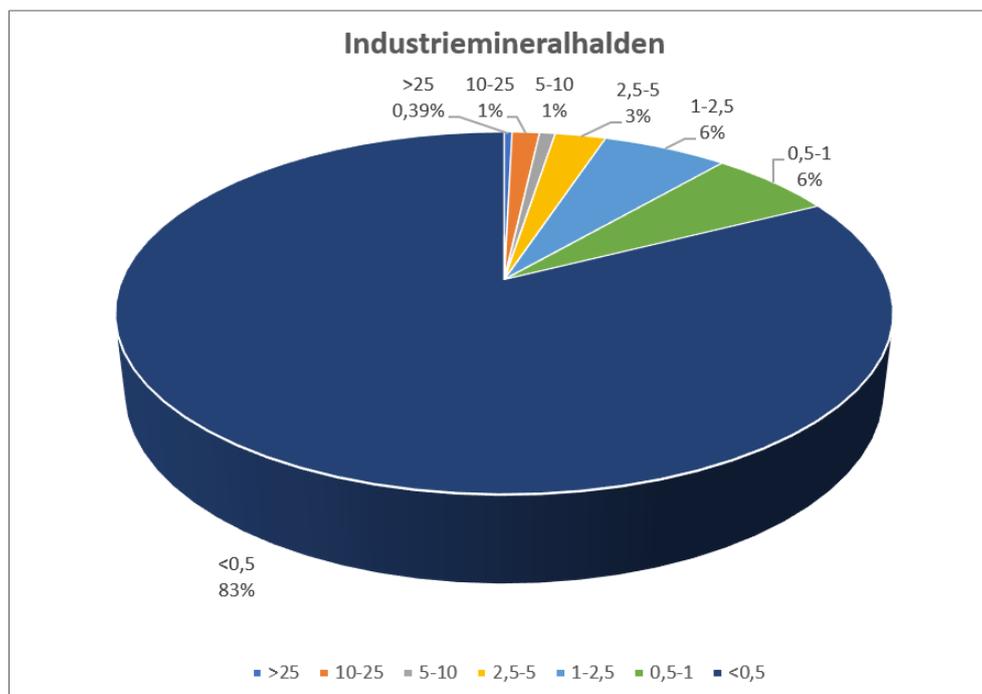


Abb. 25: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Industriemineral-Bergbau

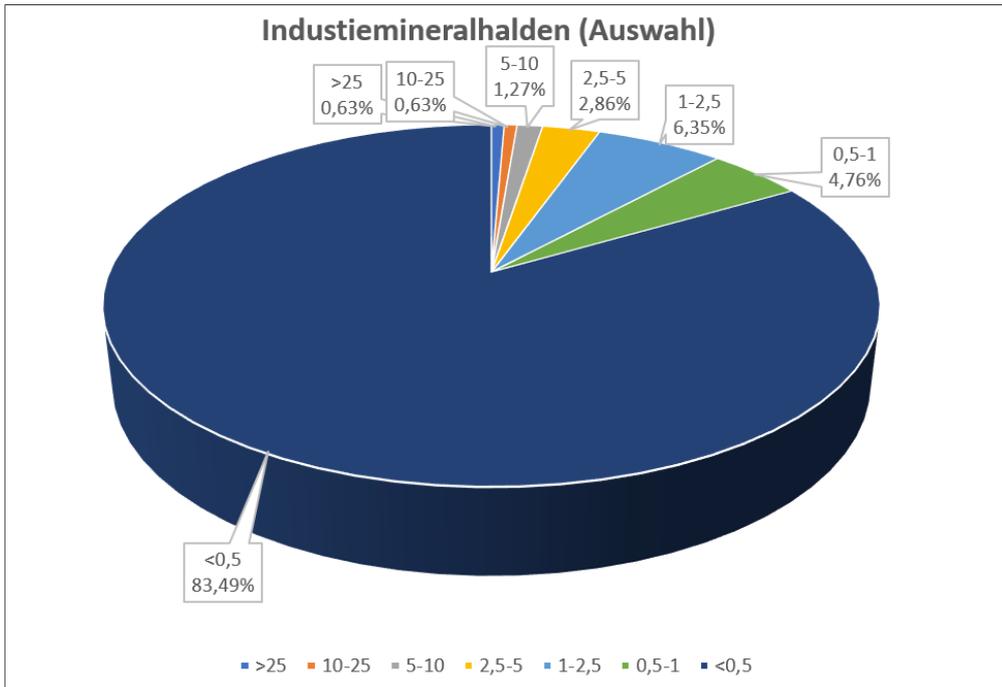


Abb. 26: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Industriemineral-Bergbau (ohne Asbest, Gips/Anhydrit, Salz, Talk)

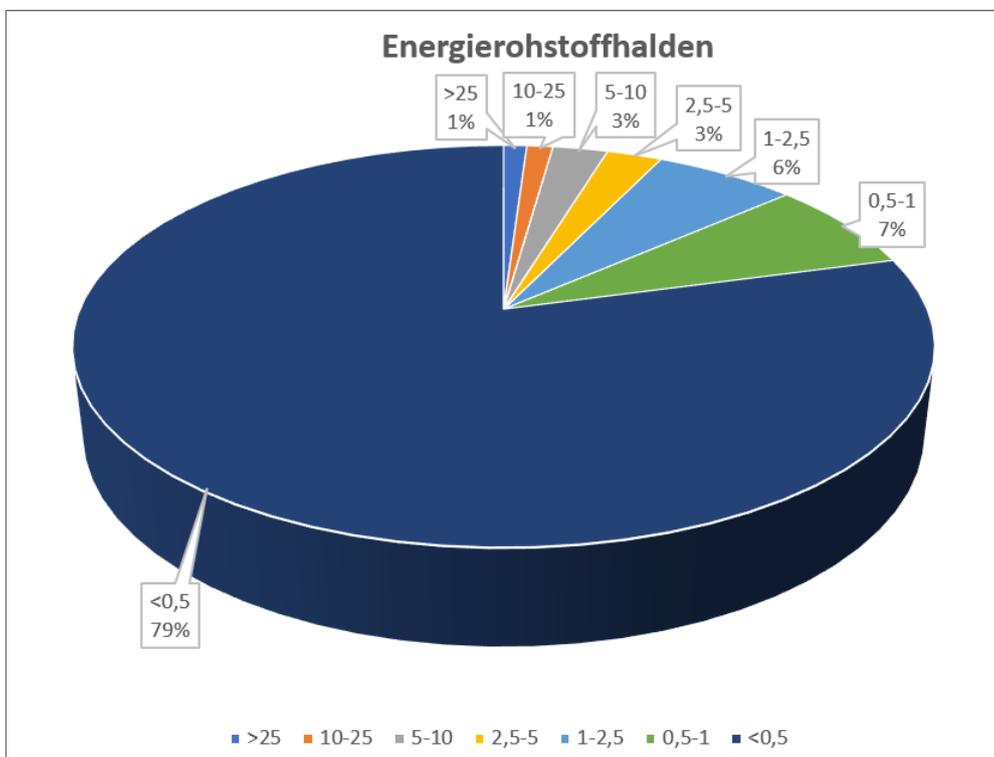


Abb. 27: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Energierohstoff-Bergbau

Die Halden der Verarbeitungsstandorte (Aufbereitung, Schmelzhütten) zeigen im Hinblick auf Flächen-
größe etwas unterschiedliche Verteilungsmuster. 34 % der Aufbereitungshalden sind größer als 4.000
m², während bei den erfassten Schlackenhalde/deponien 60 % größer als 4.000 m² sind (Abb. 28, 29).
Obwohl durch inhaltliche Vorgabe beim Bergbau-/Haldenkataster meist nur Halden von Buntmetallhütten
erfasst wurden, fallen in der statistischen Auswertung die großen Halden der Eisenhüttenindustrie im
Raum Donawitz und Eisenerz ins Gewicht, die hier im Bergbau-/Haldenkataster ausnahmsweise wegen
ihrer großen flächigen Verbreitung miterfasst wurden.

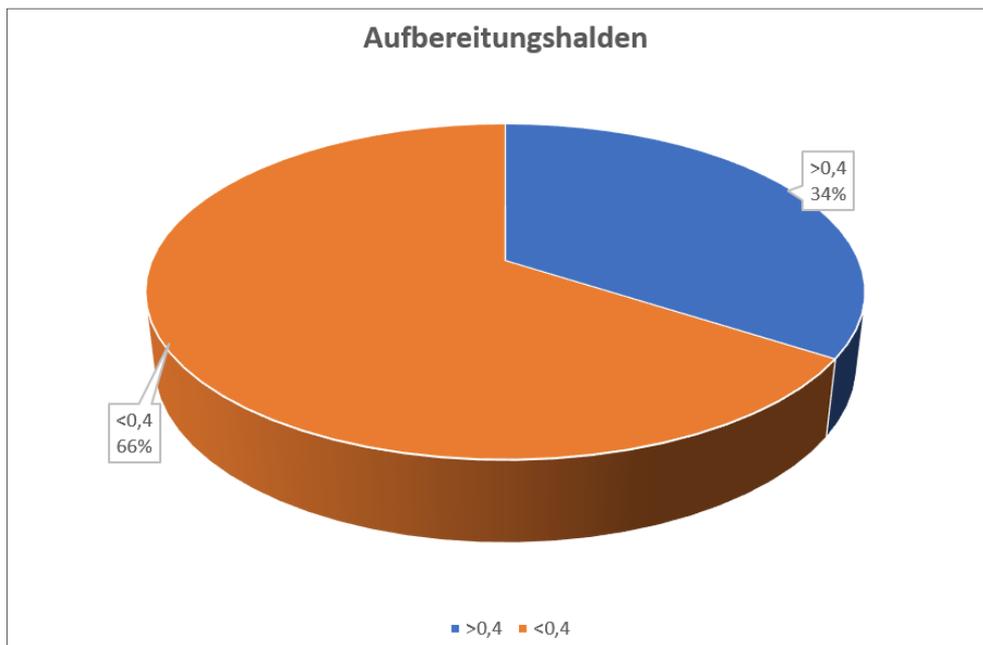


Abb. 28: Verteilung der Haldengröße (in ha) bei Aufbereitungshalden'

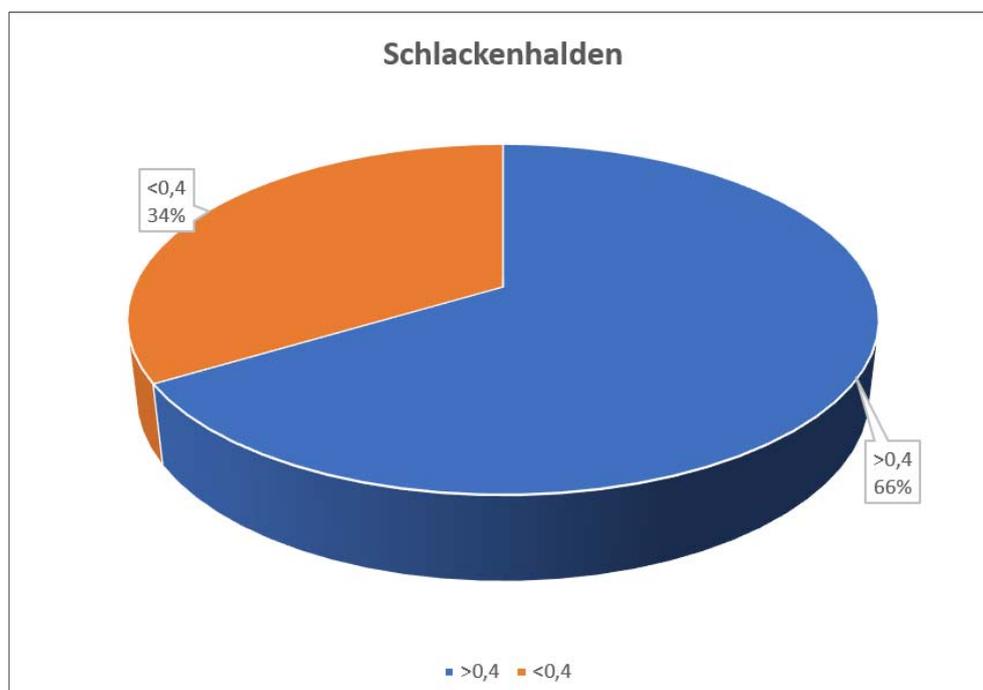


Abb. 29: Verteilung der Haldengröße (in ha) bei Schlackenhalden

5.3 Definition von Auswahlkriterien für den Haldenressourcenkataster

Basierend auf den zur Verfügung stehenden und neu aufbereiteten Datengrundlagen wurden für die Durchführung der bundesweiten Bewertungsdurchläufe im Haldenressourcenkataster in einem ersten Schritt Auswahlkriterien für ausgewählte Rohstoff-/Wertstoffgruppen und Haldengrößen vordefiniert. Die aktuelle Fokussierung des Haldenressourcenkatasters auf kritische Rohstoffe erfordert nämlich auch eine Vorauswahl nach bestimmten Rohstoffen/Wertstoffen sowie nach wirtschaftlich verwertbaren Haldenressourcen (Mindestgröße bezogen auf die Flächeneinheit). Die vordefinierten Auswahlkriterien dienen vor allem auch dazu, das Screeningverfahren für den Haldenressourcenkataster wegen der großen Zahl an Bewertungsobjekten (7.111 Bergbauhalden, 215 Halden von Verarbeitungsstandorten) auf überschaubare Bewertungseinheiten zu beschränken. Zur Bewertung des sekundären Rohstoffpotenzials wurde die speziellen Abfragestrukturen der Datenbank des Bergbau-/Haldenkatasters diesen vordefinierten Kriterien angepasst.

In einem ersten Vorfilter sollen aus dem Gesamtdatensatz jene Halden bestimmter Rohstoffgruppen herausgefiltert werden, die nicht Gegenstand des aktuellen Haldenressourcenkatasters sind. Weitere Ausnahmen für die Aufnahme in den Haldenressourcenkataster betreffen auch (historische) Halden am Standort von aktiven Bergbauunternehmen. Diese Halden im Bereich von aktiven Abbaubetrieben sind im Haldenressourcenkataster im Regelfall ausgeblendet, können bei Bedarf jederzeit mitberücksichtigt werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt sind prähistorische Bergbauhalden, die im Bodenfundkataster des Bundesdenkmalamtes einen Schutzstatus besitzen.

In einem zweiten Auswahlschritt werden alle Halden mit einem entsprechenden Potenzial an kritischen Rohstoffen nach einem vorgegebenen Kriterienkatalog (Roh-/Wertstoffe, Mineralphasen, Haupt-, Neben- und Spurenelementchemismus u.a.) ausgewählt. In der Datenbank zum Bergbau-/Haldenkataster besteht nämlich eine logische (überprüfte) Verknüpfung zwischen den Parametern Haupt-/Neben-/Spurenelemente einerseits und Mineralien andererseits. Somit kann bei Gruppierungen über Teilabfragen auf Basis des Parameters Mineralien eine Auswahl nach bestimmten kritischen Rohstoffen/-gruppen oder auch nach bestimmten Trägerphasen erstellt werden.

Ausgehend von den bisher vorhandenen Rohstoffinformationen zu den bundesweit erfassten Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden kommen in Österreich eigentlich nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile in diesen Sekundärrohstoffen in Frage. Nach der aktuellen Liste der kritischen Rohstoffe (EU-Kommission 2017) sind dies Antimon, Baryt, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Magnesium, Grafit und Wolfram, die in Vergangenheit in Österreich beschürft bzw. abgebaut wurden und teilweise auch noch gegenwärtig abgebaut werden. Einiger dieser Rohstoffe liegen auch als Begleitrohstoffe anderer Hauptwertstoffe vor (Antimon in Cu-Fahlerzen, Flussspat als Gangart von Pb-Zn-Vererzungen, Beryllium als Begleitelement von W-Vererzungen). Aus früheren und aktuellen Untersuchungen österreichischer Buntmetall- und Bauxitlagerstätten ist auch bekannt, dass einige Hochtechnologiemetalle (In, Ge, Ga, Co) als Spurenelemente in verschiedenen Sulfidphasen (Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrrhotin, Pyrit, Markasit) aber auch in Bauxiten (Ga, SEE) auftreten können. (CERNY & SCHROLL, 1995; MELCHER & ONUK, 2018a; ANGERER, 2017; SCHROLL & SAUER, 1964). Die ersten Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster beschränken sich daher im Wesentlichen auf die kritischen Rohstoffe in Haupt- und Nebengemengteilen und in den genannten möglichen Spurenelement-Trägerphasen (Cu-Fe-Sulfide).

Als Größenparameter für die Halden wird die im Bergbau-/Haldenkataster ausgewiesene Fläche verwendet, da Haldenvolumina nur von wenigen Haldenkörpern zur Verfügung stehen. Als Mindestgrößen für

die Haldenauswahl werden ähnlich den Vorgaben beim Projekt ‚Haldenscreening‘ für Bergbauhalden Polygongrößen $>10.000 \text{ m}^2$ (entspricht in etwa Haldenressourcen größer 70.000-100.000 t), für Aufbereitungs-/Schlackenhalden $>4.000 \text{ m}^2$ definiert, wodurch eine große Zahl der kleineren Halden bereits für weitere Bearbeitungsschritte ausgeschieden werden können. Im Rahmen der Rohstoffgruppenvorauswahl unberücksichtigt bleiben –wie bereits erwähnt- jene Halden von Bergbauen der Energierohstoffe bzw. einiger Industriemineralien, die aber bei Bedarf für andere Fragestellungen (z.B. Verwendung von Sekundärrohstoffen für Baurohstoffzwecke) als Rohstoffressource durchaus noch Relevanz haben können.

5.4 Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster

5.4.1 Rohstoffvorauswahl

In einem ersten Vorfilter wurden aus dem Gesamtdatensatz jene Halden bestimmter Rohstoffgruppen herausgefiltert, die nicht Gegenstand des aktuellen Haldenressourcenkatasters sind. Das betrifft insbesondere –teilweise großflächige- Bergbauhalden der Energierohstoffe (771 Halden) und ausgewählter Industriemineralien Asbest, Gips/Anhydrit, Salz und Talk (197 Halden). Weitere Ausnahmen für die Aufnahme in den Haldenressourcenkataster betreffen auch historische und aktuelle Halden am Standort von aktiven Bergbauunternehmen bzw. in Betrieb befindlichen Aufbereitungs- und Hüttenanlagen. Diese Halden im Bereich von aktiven Abbaubetrieben sind im Haldenressourcenkataster (bis auf die Rohstoffe Wolfram, Magnesit, Grafit) ausgeblendet, können bei Bedarf jederzeit mitberücksichtigt werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt sind prähistorische Bergbauhalden, die in der archäologischen Fundstellendatenbank des Bundesdenkmalamtes einen Schutzstatus besitzen. Für den Bewertungsdurchlauf wurden in weiterer Folge alle Halden mit einem entsprechenden Potenzial an kritischen Rohstoffen nach dem vorgegebenen Kriterienkatalog (Roh-/Wertstoffe, Mineralphasen, Haupt-, Neben- und Spurenelementchemismus u.a.) ausgewählt und unter Berücksichtigung des vorgegebenen Größenfilters in getrennten Durchläufen bewertet.

5.4.2 Größenauswahl

Da Haldenvolumina nur von 1.311 Haldenkörpern zur Verfügung stehen wurde als ersatzweiser Größenparameter für die Halden die im Bergbau-/Haldenkataster ausgewiesene Haldenfläche verwendet. Als Mindestgrößen für die Haldenauswahl werden ähnlich den Vorgaben beim Projekt ‚Haldenscreening‘ für Bergbauhalden Polygongrößen $>10.000 \text{ m}^2$, für Aufbereitungs-/Schlackenhalden $>4.000 \text{ m}^2$ definiert, wodurch eine große Zahl der kleineren Halden bereits für weitere Bearbeitungsschritte ausgeschieden werden können. Im Gesamtdatenbestand des Bergbau-/Haldenkatasters gibt es unter Berücksichtigung der rohstoffmäßigen Vorauswahlkriterien lediglich 137 Bergbauhalden (100 Erz-Abbaue, 37 Industriemineral-Abbaue) mit Flächen größer 10.000 m^2 (Tab. 6 und 7). Bei einem Größenfilter $> 5.000 \text{ m}^2$ erhöht sich die Gesamtzahl der Bergbauhalden der ausgewählten Rohstoffgruppen auf 278, wovon insgesamt 33 Halden noch im Betrieb befindliche Abbau betreffen.

Tab. 6: Erz-Bergbauhalden mit Flächengrößen > 10.000 m² in absteigender Reihenfolge; Bergbauhalden in aktuellen Abbaubetrieben sind kursiv hervorgehoben

BERGBAU NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN-FLÄCHE	VOLUMEN
<i>101/1008</i>	<i>01H</i>	<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>1692847</i>	<i>7000000</i>
<i>101/1008</i>	<i>02H</i>	<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>1363321</i>	<i>120000000</i>
<i>101/1008</i>	<i>03H</i>	<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>1326918</i>	<i>150000000</i>
091/1009	02H	Röhrenbühel	Cu,Ag	293471	900000
119/1010	17H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu,Ag,Sb	182027	
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	149625	
119/1018	27H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	142642	
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	131147	
<i>101/1008</i>	<i>05H</i>	<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>125737</i>	
119/1014a	11H	Ringewechsel - Burgstall / Blutskopf	Cu,Ag,Sb	101532	
118/1004	12H	Lafatsch	Zn,Pb	74840	
119/1015	09H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu,Ag,Sb	70586	
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb,Zn	68815	
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb,Zn	68774	
<i>101/1008</i>	<i>04H</i>	<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>62171</i>	
119/1015	02H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu,Ag,Sb	57917	
119/1011	28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu,Ag,Sb	55122	
119/1019	11H	Ringewechsel - Roggland	Cu,Ag,Sb	53287	
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb,Zn	49587	
119/1011	27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu,Ag,Sb	48730	
119/1011	09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu,Ag,Sb	48701	
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	47382	
091/1009	01H	Röhrenbühel	Cu,Ag	44088	
137/1009b	01H	Schlaining - Revier Kurt	Sb	41783	650000
119/1012	10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	38800	
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb,Zn	38497	
186/1100	02H	Hüttenberg - Knappenberg	Fe(Cu,Pb,Zn,As)	35870	
203/1045	01H	Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb,Zn	35851	
103/1016	01H	Tebrin - Erzberg SW	Fe	34578	
100/1008	05H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogelteinn	Fe,Cu	32321	60000
<i>152/1020</i>	<i>04H</i>	<i>Mittersill - Ostfeld - Brentling W</i>	<i>W</i>	<i>32154</i>	
203/1046	01H	Repnik - Ebriach Unterbau	Pb,Zn	31328	
122/1020	01H	Schattberg	Cu	30717	400000
186/1100	01H	Hüttenberg - Knappenberg	Fe(Cu,Pb,Zn,As)	29410	
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	29067	125000
125/1016a	05H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	28548	
128/1001	02H	Walchen	Cu,Fe,Ag,Pb,Zn	27012	250000
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	25899	
119/1017	04H	Ringewechsel - Weittal / Reichental	Cu,Ag,Sb	20071	
119/1018	31H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	25881	

Tab. 6: Fortsetzung

BERGBAU NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN-FLÄCHE	VOLUMEN
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	25292	
119/1018	30H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	24503	
119/1010	18H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu,Ag,Sb	24299	
119/1012	02H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	24237	
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb,Zn,Ag	23940	80000
120/1028a	24H	Gratlspitze / Thierberg	Cu,Ag	22624	
200/1046	39H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb,Zn	22422	
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	22270	200000
105/1015	01H	Myrthengraben - Eugenlager	Cu,As,Ag	21921	
119/1017	03H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	Cu,Ag,Sb	21187	
119/1021a	27H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	20758	
164/1002	04H	Deutsche Feistritz - Martinibau	Pb,Zn,Ag	19960	80000
119/1021a	26H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	19875	
119/1015	04H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu,Ag,Sb	19785	
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb,Zn	18986	
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb,Zn	18751	
119/1018	32H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	18715	
119/1015	03H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu,Ag,Sb	17798	
101/1008	16H	Steirischer Erzberg	Fe	17834	
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb,Zn	17088	
152/1020	01H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	16614	
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	16571	
122/1019	01H	Sinnwell	Cu,Ag	16280	90000
100/1011	07H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu,Ag	15927	50000
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au(Fe,Cu)	15760	
100/1008	03H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogeltenn	Fe,Cu	15595	5000
119/1021a	09H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	15252	
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb,Zn	15091	
119/1012	21H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	14696	
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb,Zn	14609	
187/1001	24H	Lölling	Fe(Cu,Pb,Zn,As)	14572	
158/1001d	02H	Ramingstein - Altenberg	Pb,Zn,Ag	14261	
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	14072	
154/1032	16H	Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au,Ag(As,Pb)	13651	
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb,Zn	13402	70000
180/1041a	01H	Planeck NE	Fe	13369	
154/1022	01H	Leidenfrost / Grieswiestauern SE	Au,Ag,Pb	13183	
103/1016	03H	Tebrin - Erzberg SW	Fe	13120	
119/1018	31H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	25881	
163/1002	12H	Rabenstein	Pb,Zn,Ag	13022	30000
119/1021a	12H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	12706	80000
119/1012	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	12482	
119/1012	19H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	12161	
163/1005	06H	Guggenbach S - Unteres Revier	Pb,Zn,Ag	12116	

Tab. 6: Fortsetzung

BERGBAU NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN-FLÄCHE	VOLUMEN
154/1028	03H	Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	12078	
200/1046	04H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb,Zn	12054	
119/1012	34H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	12045	
105/1005	06H	Grillenberg	Fe	11855	315000
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe,Cu,Ag,Pb	11678	41150
119/1012	06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	11507	
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu,Fe	11445	
200/1035	04H	Rubland	Pb,Zn	11205	
100/1008	07H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogeltenn	Fe,Cu	11024	50000
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb,Zn	10766	6000
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb,Zn	10738	
103/1017	05H	Tebryn - Steinkogel	Fe	10721	
091/1005	03H	Fuggerbau	Cu,Ag	10570	
137/1009b	02H	Schlaining - Revier Kurt	Sb	10527	200000
119/1021a	13H	Ringenswechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	10221	80000
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb,Zn	10111	
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10020	

Tab. 7: Industrieminerale-Bergbauhalden mit Flächengrößen > 10.000 m² in absteigender Reihenfolge; Bergbauhalden in aktuellen Abbaubetrieben sind kursiv hervorgehoben

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN-FLÄCHE	VOLUMEN
103/2004	01H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	504746	6000000
149/2001	07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	275484	
123/2002	02H	Bürglkopf (Revier Bürgl)	Mgs	140827	
122/2004	03H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>128162</i>	
130/2008	04H	Hohentauern	Mgs, Talk	88271	300000
183/2001	01H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>65525</i>	
149/2002	07H	Tux - Kristaller	Mgs	55501	
103/2004	02H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	51302	500000
122/2004	01H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>48483</i>	
122/2004	02H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>40331</i>	
103/2004	03H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	36062	500000
183/2001	02H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>31595</i>	
133/2005	01H	<i>Kaintalegg - Hohenburg</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>29593</i>	<i>100000</i>
131/2001	01H	<i>Wald am Schoberpaß</i>	<i>Mgs</i>	<i>29344</i>	<i>150000</i>
123/2001	02H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	28707	
131/2001	03H	<i>Wald am Schoberpaß</i>	<i>Mgs</i>	<i>27588</i>	<i>200000</i>
133/2006	02H	<i>Oberdorf an der Laming</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>27575</i>	<i>150000</i>
149/2002	05H	Tux - Kristaller	Mgs	24775	
134/2008	01H	<i>Breitenau</i>	<i>Mgs</i>	<i>24214</i>	<i>40000</i>
133/2005	02H	<i>Kaintalegg - Hohenburg</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>21126</i>	<i>150000</i>
183/2001	05H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>20726</i>	
105/2007	01H	Kirchnerbruch	Mgs	19936	
105/2005	01H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	17173	
123/2001	01H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	16644	
130/2008	07H	Hohentauern	Mgs, Talk	15821	
149/2001	01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	15739	
183/2001	04H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>14532</i>	

Tab. 7: Fortsetzung

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROH-STOFF	HALDEN-FLÄCHE	VOLUMEN
036/2013	16H	Weinberg (Lager I - V)	Grafit	14367	
036/2013	09H	Weinberg (Lager I - V)	Grafit	13475	
037/2010	01H	Trenning - (Heinrich-, Nikolaus)	Grafit	13057	15000
149/2001	02H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	12704	
105/2005	08H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	12290	
149/2002	06H	Tux - Kristaller	Mgs	12201	
134/2008	02H	Breitenau	Mgs	11540	20000
132/2011	21H	Kaisersberg	Grafit	10733	180000
132/2011	07H	Kaisersberg	Grafit	10454	80000
008/2008a	01H	Wollmersdorf SSW - Pfandteich	Grafit	10337	

Die Halden von Verarbeitungsstandorten (Aufbereitungs-, Schlackenalden) entstammen einer ursprünglich gesondert geführten Datenbank des Bergbau-/Haldenkatasters, die aber zumeist keine genaueren Angaben zum stofflichen Inhalt der jeweiligen Halden beinhaltet. Neben dem unterschiedlichen Haldentypen ‚Aufbereitungshalde‘ und ‚Schlackenhalde‘ weist die Datenbank lediglich eine übergeordnete Rohstoff-Attributierung auf. Von einigen dieser Halden gibt es jedoch geochemisch-mineralogische Untersuchungsergebnisse. Mit dem definierten Auswahlkriterium von > 4.000 m² sind im Bergbau-/Haldenkataster insgesamt 56 Halden (25 Aufbereitungshalden/-tailings, 32 Schlackenalden) erfasst, davon befinden sich 7 Schlackenalden und 10 Aufbereitungshalden im Bereich von noch im Betrieb befindlichen Abbau- und Industriestandorten (Tab. 8). Mit Ausnahme der Fe-Halden im Bereich der Standorte Leoben-Donawitz und Eisenerz handelt es sich bei den erfassten Halden durchwegs um Buntmetallhalden bzw. teilweise um Halden von Stahlveredlern.

Tab. 8: Halden von Verarbeitungsstandorten (Aufbereitungs-, Schmelzhalden) mit Flächengrößen > 10.000 m²; Halden in aktuellen Abbau- und Betriebsanlagen sind kursiv hervorgehoben

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	TYP	ROH-STOFF	HALDEN FLÄCHE	VOLUMEN
132/5001	01SH	<i>Leoben - Donawitz</i>	<i>Schlackenhalde</i>	<i>Fe</i>	<i>343566</i>	
122/5031	01ST	<i>Stuhlfelden I - Klärteich Wolframaufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>W</i>	<i>157772</i>	
132/5001	02SH	<i>Leoben - Donawitz</i>	<i>Schlackenhalde</i>	<i>Fe</i>	<i>155766</i>	
152/5001	01AH	<i>Felbertal - Westfeld - Klärteich Wolframaufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>W</i>	<i>134726</i>	
130/5007	01H	Trieben - Magnesitwerk	Schlackenhalde	Mgs	116849	
183/5001	01ST	<i>Radenthein</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Mgs</i>	<i>104947</i>	
101/5002	04AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>82031</i>	
101/5002	01AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>81007</i>	
103/5003	01SH	Greitbauer - Schlackenhalde / Aschenhalde	Schlackenhalde	Mgs	74454	700000
101/5001	01SH	Eisenerz - Münichtal - Schlackenbergr	Schlackenhalde	Fe	63365	1000000
101/5002	03AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>61605</i>	
137/5005	03AH	Schlaining - Revier Kurt	Aufbereitungshalde	Sb	58767	600000
101/5002	06AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>53181</i>	
101/5002	02AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>46399</i>	
200/5028	04H	Arnoldstein - Gaillitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	32551	
134/5002	01AH	<i>Breitenau - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Mgs</i>	<i>32185</i>	
101/5002	05AH	<i>Eisenerz - Aufbereitung</i>	<i>Aufbereitungshalde</i>	<i>Fe</i>	<i>29796</i>	
200/5028	10H	Arnoldstein - Gaillitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	27648	
200/5028	07H	Arnoldstein - Gaillitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	27268	
103/5004	02SH	Zöscherkreuz - Griesbachgraben - Aschenhalde	Schlackenhalde	Mgs	25597	15000

Tab. 8: Fortsetzung

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	TYP	ROH-STOFF	HALDEN FLÄCHE	VOLUMEN
132/5001	06SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	23697	
200/5028	09H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	23493	
105/5004	01AH	Eichberg - Magnesitwerk	Schlackenhalde	Mgs	21831	
115/5001	01AH	Gafleintal - Brunnwald	Aufbereitungshalde	Pb,Zn	21213	36000
132/5001	04SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	19727	
183/5001	01AH	Radenthein	Aufbereitungshalde	Mgs	19429	
154/5030	01MH	Naßfeld	Aufbereitungshalde	Au	18045	
130/5005	01SH	Oberzeiring - Schlackenhalde E	Schlackenhalde	Fe,Pb	13951	
127/5001	01SH	Weitgassau / Weitgasser	Schlackenhalde	Cu,Pb	13451	
132/5001	03SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	12541	
199/5004	02AH	Boden - Mitterberg	Aufbereitungshalde	Pb,Zn	12231	
132/5001	05SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	12015	
115/5001	02AH	Gafleintal - Brunnwald	Aufbereitungshalde	Pb,Zn	11665	6400
132/5001	08SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	10571	
149/5001	06AH	Lannersbach - Klärteich Wolframaufbereitung	Aufbereitungshalde	W,Mgs	9422	
128/5002	01AH	Walchen - Berghaus SE	Aufbereitungshalde	Cu,Fe,S	9109	
132/5001	07SH	Leoben - Donawitz	Schlackenhalde	Fe	8687	
200/5028	14H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	7820	
200/5028	11H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	7698	
200/5028	13H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	6969	
178/5002	01AH	Tessenberg	Aufbereitungshalde	Fe,Cu,S	6792	
154/5007	02SH	Bodenhaus - Astenschmiede	Schlackenhalde	Au,Cu	6420	
120/5002	01SH	Brixlegg	Schlackenhalde	Cu	6329	
119/5002	01AH	Falkenstein - Tiefere Baue, Sandpocher	Aufbereitungshalde	Cu,Sb	6142	
200/5028	02H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	5909	
198/5001	01H	Dellach im Drautal - Zinkhütte	Schlackenhalde	Zn	5821	
200/5028	15H	Arnoldstein - Gailitz	Schlackenhalde	Pb,Zn	5776	
105/5003	01AH	Aue - Magnesitsinterwerk	Schlackenhalde	Mgs	5683	
130/5003	01SH	Oberzeiring - Schlackenhalde W	Schlackenhalde	Fe,Pb,Cu	5285	
154/5030	03MH	Naßfeld	Aufbereitungshalde	Au	5626	
091/5002	01SH	Litzfelden	Schlackenhalde	Cu,Ag	5241	
134/5005	01AH	Haufenreith	Aufbereitungshalde	Pb,Zn	5112	10000
199/5004	01AH	Boden - Mitterberg	Aufbereitungshalde	Pb,Zn	4600	
154/5030	02MH	Naßfeld	Aufbereitungshalde	Au	4523	
137/5005	01AH	Schlaining - Revier Kurt	Aufbereitungshalde	Sb	4445	
103/5004	03SH	Zöscherkreuz - Griesbachgraben - Aschenhalde	Schlackenhalde	Mgs	4361	15000
128/5001	01SH	Walchen - Berghaus NW	Schlackenhalde	Cu,Fe,S	3826	15000

In einem nachfolgenden, manuell durchgeführten Arbeitsschritt wurden in Ergänzung zum automatisierten Auswahlverfahren die Halden mit vorhandenen Volumensabschätzungen und einer Fläche <10.000 m² nochmals überprüft. Halden mit ausgewiesenen Volumina > 20.000 m³ wurden in diesem Bewertungsschritt zusätzlich in den Basisdatenbestand des Haldenressourcenkatasters übernommen. Die ergänzend ausgewählten 51 Halden umfassen dabei 37 Erz-Bergbauhalden und 14 Industriemineral-Bergbauhalden (Tab. 9).

Tab. 9: Auswahl von Erz-Bergbauhalden mit Flächengrößen < 10.000 m² und Volumina > 20.000 m³

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN FLÄCHE	VOLUMEN
120/1006	37H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	9580	35000
100/1011	05H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	8790	50000
100/1010	13H	Radmer an der Hasel - Greifenberg	Cu, Ag	8648	30000
122/1023	48H	Brunnalm	Cu, Ag	8547	50000
122/1037	04H	Kupferplatte	Cu, Fe	8440	45000
152/1019	03H	Mittersill - Westfeld	W	8241	22000
152/1020	03H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	7963	20000
152/1020	05H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	7839	20000
104/1014	12H	Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	7823	65000
104/1016	01H	Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	7605	40000
118/1004	01H	Lafatsch	Zn, Pb	7604	90000
130/1002	42H	Oberzeiring - Mittleres Feld	Fe, Pb, Ag, Cu	6957	20000
116/1014	07H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	6632	45000
128/1001	04H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	6588	20000
163/1002	09H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	6031	27000
122/1023	28H	Brunnalm	Cu, Ag	5853	23500
137/1009a	02H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	5772	70000
116/1014	05H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	5524	20000
116/1001	01H	Feigenstein	Zn, Pb	5380	70000
137/1009a	01H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	5195	75000
122/1030	04H	Gebra - Lanern	Fe, Cu	5188	23000
104/1016	04H	Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	5166	25000
104/1014	13H	Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	5136	34000
116/1014	08H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	4831	24000
120/1023	03H	Großkogel	Cu, Ag	4682	20000
130/1003	40H	Oberzeiring - Nordostfeld	Fe, Pb, Ag, Cu	4327	20000
119/1021a	15H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	4165	20000
122/1040a	04H	Kelchalpe	Cu, Fe	4157	20000
145/1001	01H	Tschirgant - Frauenbrunnen	Zn, Pb	4117	20000
119/1008a	03H	Schwader Eisenstein	Fe	4080	20000
116/1014	06H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	3682	60000
137/1009a	13H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	3605	20000
120/1006	03H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	3494	21000
119/1004	20H	Schwazer Eisenstein / Arzberg	Fe	3128	45000
100/1008	01H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogeltenn	Fe, Cu	3029	20000
118/1004	02H	Lafatsch	Zn, Pb	2687	27000
119/1012	09H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	1606	20000

Tab. 9: Auswahl von Industriemineral-Bergbauhalden mit Flächengrößen < 10.000 m² und Volumina > 20.000 m³; Bergbauhalden in aktuellen Abbaubetrieben sind kursiv hervorgehoben

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROHSTOFF	HALDEN FLÄCHE	VOLUMEN
098/2008	01H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	9628	150000
098/2008	04H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	5916	20000
<i>133/2006</i>	<i>01H</i>	<i>Oberdorf an der Laming</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>5361</i>	<i>30000</i>
132/2016	01H	Augraben	Mgs	5164	25000
132/2018	12H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	5119	30000
130/2008	02H	Hohentauern	Mgs, Talk	5070	50000
<i>132/2011</i>	<i>23H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>Grafit</i>	<i>4344</i>	<i>120000</i>
130/2008	01H	Hohentauern	Mgs, Talk	3771	30000
<i>133/2005</i>	<i>03H</i>	<i>Kaintalegg - Hohenburg</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>2989</i>	<i>20000</i>
130/2008	03H	Hohentauern	Mgs, Talk	2650	20000
130/2008	05H	Hohentauern	Mgs, Talk	2594	30000
132/2018	06H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	2124	40000
<i>132/2011</i>	<i>22H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>Grafit</i>	<i>2035</i>	<i>30000</i>
132/2018	05H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	1523	25000

Bei den Halden von Verarbeitungsstandorten wurde eine Schlackenhalde im Bereich der Kupferhütte Walchen mit einer Gesamtfläche von < 4.000 m² und einem Gesamtvolumen von 15.000 m³ manuell ebenfalls in der Auswahl ergänzt.

Auf Basis der bisherigen Vorauswahlschritte wurden für die Rohstoffgruppen Erze und Industriemineralien sowie für Verarbeitungsstandorte (Aufbereitung, Hüttenbetriebe) insgesamt 245 Halden in der Datenbank des Haldenressourcenkatasters übernommen, wobei die weiteren Bewertungsschritte mit Ausnahme der Rohstoffe Wolfram, Magnesit und Grafit für Halden aufgelassener Bergbaue und Verarbeitungsstandorte (Gesamtzahl 198) durchgeführt wurden (Tab. 10).

Tab. 10: Gesamtstatistik der im Haldenressourcenkataster erfassten Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde

Haldentypus	Größenkriterium	aufgelassen	in aktuellen Abbauen und Betriebsstätten	Summe
Erze	> 10000 m ²	93	7	100
	< 10000 m ² > 20000 m ³	34	3	37
Industriemineralien	> 10000 m ²	21	16	37
	< 10000 m ² > 20000 m ³	10	4	14
Zwischensumme		158	27	185
Aufbereitungs-/ Schlackenhalden	> 4000 m ²	39	17	56
	< 4000 m ² > 8000 m ³	1	-	1
Gesamtsumme		198	47	245

Aufgrund der kleinflächigen Struktur der Halden im ostalpinen Bergbau wurden durch spezifische Abfrage im Halden-GIS-Layer ergänzend auch kumulative Haldenflächen innerhalb der einzelnen Bergbaureviere ausgewiesen (Tab. 11). In der Bewertung der Potenziale für größere Halden können damit auch kleinere

Halden im Sinne eines erweiterten Nutzungspotenzials mitberücksichtigt werden. Das Ranking widerspiegelt auch sehr gut die großen Bergbaureviere in den Ostalpen.

Tab. 11: Ranking der kumulativen Haldenflächen (> 20000 m²) in den Bergbaureviere und Kenngrößen zu den Obertagaufschlüssen; aktuelle Abbaubetriebe sind kursiv hervorgehoben

Vork Name	Rohstoff	Revierfläche m ²	Summe Haldenfläche m ²	Anzahl Halden	Anzahl Stollen	Anzahl Schächte
<i>Steirischer Erzberg</i>	<i>Fe</i>	<i>7948865</i>	<i>4698330</i>	<i>26</i>	<i>175</i>	
Röhrebühel	Cu,Ag	549668	825366	77	5	19
Falkenstein - Tiefere Baue	Cu,Ag,Sb	1743291	786446	83	55	9
Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	1035691	614966	15	15	
<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>803829</i>	<i>433950</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	
Tux - Tagbau Wiese	Mgs	532678	372501	24	4	
Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb,Zn	2401385	349971	74	228	4
Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb,Zn	2520948	340240	107	206	43
Falkenstein - Eiblschrofen	Cu,Ag,Sb	422510	336246	34	54	
Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb,Zn	1323174	276409	115	129	2
Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	2727216	239816	63	21	7
Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu,Ag,Sb	524127	239650	39	53	
Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu,Ag,Sb	986330	226206	39	63	
<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>562353</i>	<i>213906</i>	<i>9</i>	<i>3</i>	
Hüttenberg - Knappenberg	Fe(Cu,Pb,Zn,As)	1649187	193782	116	129	4
Ringenechsel - Rotenstein	Cu,Ag,Sb	521861	190832	16	24	
Lafatsch	Zn,Pb	1984536	181999	41	150	
Tux - Kristaller	Mgs	327767	155878	14	9	1
Bürglkopf (Revier Bürgl)	Mgs	542007	140826	1		
Hohentauern	Mgs,Talk	309788	125579	8	20	15
Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu,Ag,Sb	862417	123073	38	44	
Ringenechsel - Burgstall / Blutskopf	Cu,Ag,Sb	740005	118795	13	41	
Radmer an der Stube - Bucheck	Fe,Cu	473487	118711	40	26	12
Brunnalm	Cu,Ag	1270499	116228	116	52	
Gratlspitze / Thierberg	Cu,Ag	17753	115564	53	32	
<i>Mittersill - Ostfeld - Brentling W</i>	<i>W</i>	<i>497264</i>	<i>102030</i>	<i>8</i>	<i>1</i>	
Bockhart - Bauleiten - Baukarl	Au,Ag(As,Pb)	731633	99383	97	67	5
Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	263423	99021	49	2	2
Schlaining - Revier Kurt	Sb	869468	95644	14	5	1
Bleiberg - Kreuth (Reviere Max - Fuggertal)	Pb,Zn	1213265	90156	59	84	4
Kliening	Au,Ag(As,Fe,Cu)	1205881	80038	123	33	6
Silberleiten - Schachtkopf	Pb,Zn	912568	77394	22	17	1
Walchen	Cu,Fe,Ag,Pb,Zn	556956	75109	13	16	
Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	993027	74759	34	29	3
Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au,Ag(As,Pb)	1985607	74258	41	27	1
Alte Zeche	Fe,Cu,Ag,Pb	474160	71326	69	40	1
Bartholomäberg	Fe,Cu,Ag,Zn	1063450	70576	188	68	
Kolmkarscharte W - Seekopf - Bauleiten	Au,Ag(As,Pb)	322285	66211	42	13	1
Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	252595	65141	13	2	2
Schwader Eisenstein	Fe	779458	64102	76	61	
Ringenechsel - Roggland	Cu,Ag,Sb	363474	64057	17	29	

Tab. 11: Fortsetzung

Vork Name	Rohstoff	Revierfläche m ²	Summe Haldenfläche m ²	Anzahl Halden	Anzahl Stollen	Anzahl Schächte
Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb,Zn	91607	46758	3	4	
Schwazer Eisenstein / Arzberg	Fe	538031	63708	101	57	
Schattberg	Cu	542227	62559	7	5	1
Wald am Schoberpaß	Mgs	224804	60213	6	12	
Erzwies - Ecklgrubenbaue	Au,Ag(As,Pb,Zn)	582910	58719	54	37	1
Tebrin - Erzberg SW	Fe	151516	56697	6	3	
Radhausberg	Au(As)	1482179	56256	78	60	1
Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb,Zn	773671	55009	16	19	2
Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu,Fe	448781	54690	42	20	
Kaintalegg - Hohenburg	Mgs,Talk	119022	53707	3	10	
Rabenstein	Pb,Zn,Ag	228920	52365	25	7	1
Kaisersberg	Grafit	504879	52339	26	28	
Silberberg	Cu,Ag,Pb	845601	47942	110	67	
Radmer an der Hasel - Greifenberg	Cu,Ag	551126	46505	24	25	2
Ringewechsel - Weittal / Reichental	Cu,Ag,Sb	172187	45883	4	9	
Lölling	Fe(Cu,Pb,Zn,As)	980976	45642	56	81	2
Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	399529	45350	2	1	
Dirstentritt - Gafleintal - Kreuzhütte	Pb,Zn	425051	44882	5	1	
Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu,Ag	229843	44245	14	8	
Ramingstein - Dürrrain	Pb,Zn,Ag	145166	42941	47	12	
Großfragant - Moosalm	Fe,Cu(Au,Ag,Zn)	661672	42094	20	26	
Repnik - Ebriach Unterbau	Pb,Zn	113912	41975	3	2	2
Tebrin - Steinkogel	Fe	133812	40698	7	4	
Deutschfeistritz - Martinibau	Pb,Zn,Ag	69557	40593	6	3	3
Kirchnerbruch	Mgs	72941	39869	5		
Weinbergwald Neu (Lager VI, VII)	Grafit	219897	38569	27		
Mühlbach - Wennis - Brenntal / Brennwald	Fe,Cu	1077776	38145	22	19	78
Sinnwell	Cu,Ag	1227462	37390	9	17	
Hölln	Fe	814495	37308	38	27	10
<i>Breitenau</i>	<i>Mgs</i>	<i>572351</i>	<i>35753</i>	<i>2</i>	<i>20</i>	
Schrems - Josefibau	Pb,Zn,Ag	105986	34582	13	4	
Turrach - Steinbachgraben	Fe	105995	34157	2	9	
Dirstentritt - Hauptgang	Pb,Zn,Mo	533334	33300	11	5	2
<i>Oberdorf an der Laming</i>	<i>Mgs,Talk</i>	<i>160170</i>	<i>32935</i>	<i>2</i>	<i>28</i>	<i>2</i>
Grillenberg	Fe	306501	32908	16	9	1
Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	831374	32644	16	13	1
Fuggerbau	Cu,Ag	107304	32370	10	9	2
Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	276869	32128	22	11	2
Gebra - Lanern	Fe,Cu	516611	31933	34	30	
<i>Waldenstein</i>	<i>Fe</i>	<i>124877</i>	<i>31533</i>	<i>56</i>	<i>21</i>	
Gollrad	Fe	453954	31410	19	18	
Kupferplatte	Cu,Fe	450800	31054	9	4	
Schlaining - Revier Neustift	Sb	396138	30429	28	8	3
Myrthengraben - Eugenlager	Cu,As,Ag	11804	29738	8		
Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	199340	29713	20	9	1
Trenning	Grafit	128487	29622	7	12	6
Rubland	Pb,Zn	1183374	29415	37	58	6

Tab. 11: Fortsetzung

Vork Name	Rohstoff	Revierfläche m ²	Summe Haldenfläche m ²	Anzahl Halden	Anzahl Stollen	Anzahl Schächte
Nöckelberg	Ni,Co,Cu,As	327154	29262	66	31	25
Ramingstein - Kräofen	Pb,Zn,Ag	61981	28628	20	5	
<i>Mittersill - Westfeld</i>	<i>W</i>	<i>687251</i>	<i>26320</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>21</i>
Guggenbach S - Unteres Revier	Pb,Zn,Ag	184518	26165	8	10	
Eschach - Sagalm - Duisitz	Pb,Zn,Ag	215161	26069	85	42	1
Kalwang - Teichen	Cu,Fe,Au	534830	26067	11	15	1
Zettlitz - Fichtelmühle	Grafit	117170	25700	28	4	3
Knappenberg E - Rudolphshöhe	Fe	400817	25361	46	48	5
Großkogel	Cu,Ag	524746	24734	26	47	
Kelchalpe	Cu,Fe	678555	24158	14	10	
Foidling	Fe	556008	21852	28	32	
Schäferötzt	Fe	452048	21100	30	19	26

5.4.3 Systematische Abfrage nach Rohstoff, Wertstoff und Mineralphasen

Die Abfragemöglichkeiten in der Datenbank des Haldenressourcenkatasters nach unterschiedlichen Rohstoffen, Rohstoffgruppen, Wertstoffen und Mineralen sind vielfältig, da sämtliche relevanten Informationen auf Haldenebene entweder durch Geländeuntersuchungen nachgewiesen oder in Analogieschlüssen aus den jeweiligen Bergbauattributen vorliegen. Die aktuellen Abfragen und ersten Ergebnisdokumentationen in Übersichtskarten erfolgen aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich auf Basis der Haldenvorauswahl nach den vorgegebenen Rohstoff- und Größenfiltern. Die Abfragen sind aber jederzeit bei geänderten Auswahlkriterien adaptierbar.

Die bisherigen Bewertungsdurchläufe im Rahmen des Haldenressourcenkatasters verfolgen als wesentliche inhaltliche Zielsetzung die Erfassung

- Kritischer Rohstoffe als Haupt-/Nebengemengenteile in Bergbau-Aufbereitungshalden
- Kritischer Rohstoffe als Spurenelemente verschiedener sulfidischer Mineralisationen in Bergbau-/Aufbereitungshalden

Für die Fragestellung des Potenzials kritischer Rohstoffe in Sekundärrohstoffen der österreichischen Rohstoffgewinnung und Verarbeitung liegen bei vielen der kritischen Rohstoffe noch immer keine flächendeckenden Informationen vor, wenngleich sich mittlerweile die Wissensbasis im Bereich Spurenelement-Trägerphasen durch Projektschwerpunkte (VLG, MRI) in den letzten Jahren enorm erweitert hat. Im Hinblick auf valide Daten zur Haldenzusammensetzung sind als nachfolgender Bearbeitungsschritt aber ergänzende Beprobungen und Multielementanalysen zwingend erforderlich.

5.4.3.1 Ausgewählte kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengenteile von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde

Ausgehend von den bisherigen Kenntnissen zur Mineralogie der Vererzungen und vorhandenen geochemischen Analysen von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde sind nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengenteile in Sekundärrohstoffen der Rohstoffindustrie bekannt. Von den

in der aktuellen Liste (EU-KOMMISSION, 2017) als kritisch eingestuft 27 Rohstoffen kommen in Österreich lediglich die Rohstoffe Antimon, Baryt, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Magnesium, Grafit und Wolfram in primären Lagerstätten als Hauptrohstoffe bzw. Begleitrohstoffe der Hauptmineralisationen vor.

Die nachfolgende Ergebnisdarstellung in Übersichtskartenmaßstab basiert im Wesentlichen auf Abfragen nach Roh-/Wertstoffen bzw. Hauptmineralphasen in den jeweiligen Bergbauen. Bedarfsweise ergänzt werden diese Übersichtsdarstellungen mit Auszügen aus der bundesweiten Bachsedimentgeochemie und der Haldenanalytikdatenbank.

Antimon

Lagerstätten/Vorkommen mit Antimon als Hauptwertstoff kommen in den Ostalpen relativ selten vor. Primäre Antimonlagerstätten/-vorkommen mit Stibnit als Hauptmineralisation sind laut Abfrage in IRIS-Online nur in 30 Einzellokalitäten dokumentiert. Die in den Ostalpen auftretenden Antimon-Mineralisationen finden sich im Wesentlichen in den drei minerogenetischen Bezirken:

- Antimonerzbezirk Untere Penninische Decken - Rechnitzer Fenster (Schlaining),
- Antimon-(Arsen)erzbezirk Kreuzeck-Gailtaler Alpen-Decke - Michelbach-Strieden Komplex (Rabant)
- Antimon-Arsen-Gold-Erzbezirk Kreuzeck-Gailtaler Decke - Gaugen-Goldeck-Komplexes (Lengholz).

Neben diesen Antimon-Vererzungen sind Sb-reiche Fahlerzmineralisationen (Tetraedrit) im Haldenmaterial von Bergbauen der westlichen Grauwackenzone die zweitwichtigste Antimon-Quelle. In minerogenetischer Hinsicht gehören diese polymetallischen Kupfervererzungen zu den minerogenetischen Bezirken Kupfer-Fahlerzbezirk Tirolisch-Norisches Deckensystem - Glemmtal-Einheit, Fahlerzbezirk Tirolisch-Norisches-Deckensystem - Wildseeloder-Einheit (Brunalm) sowie Fahlerzbezirk Tirolisch-Norisches Deckensystem (Schwarz-Brixlegg).

Diese beiden Hauptträgerphasen für Antimon widerspiegeln sich auch sehr gut in den Verteilungsmustern der bundesweiten Bachsedimentgeochemie und der verfügbaren Analytikdaten aus Haldenuntersuchungen (Abb. 30, 31)

Im Haldenressourcenkataster können für den Rohstoff/Wertstoff Antimon und vordefinierten Haldengrößen $> 10000 \text{ m}^2$ (bzw. $> 20000 \text{ m}^3$) und $> 4000 \text{ m}^2$ für Aufbereitungshalden bundesweit in einem ersten Bewertungsdurchlauf insgesamt 45 Halden ausgewiesen werden (Abb. 32, Tab. 12). Im Bereich des Antimonbergbaus Schlaining sind dies 4 Bergbau- und 2 Aufbereitungshalden. Die Bergbauhalden in den Antimon-Bergbauen der Kreuzeck Gruppe sind hingegen meist sehr kleinflächig ausgebildet und liegen dabei durchwegs unter dem Flächenkriterium von 10000 m^2 .

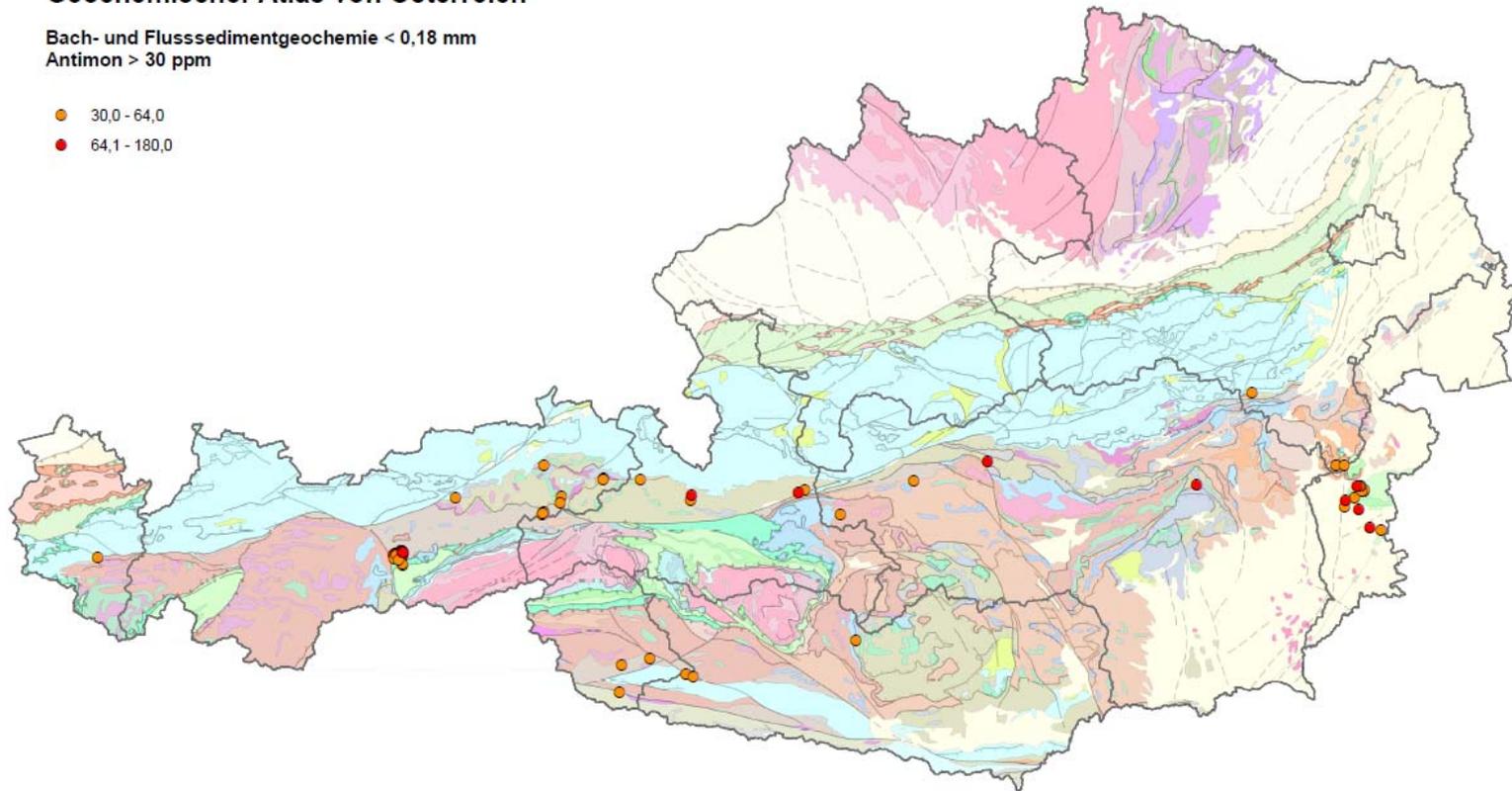
Der überwiegende Teil der im Haldenressourcenkataster erfassten Halden mit Antimon als Hauptwertstoff (38 Bergbauhalden, 1 Aufbereitungshalde) liegt im Bereich der bedeutenden Fahlerzbergbaue im Gebiet zwischen Schwarz und Kitzbühel. Die größte zusammenhängende Bergbauhalde dieser Wertstoffgruppe liegt im Bergbau Röhrerbühel mit einer Gesamtkubatur von mindestens 900000 m^3 , die damit zu den größten Erzbergbauhalden in Österreich zählt. Das ursprünglich aus mehreren Schachthalden bestandene Bergbaugelände des Röhrerbühels ist durch nachträgliche Haldenwiedergewinnungsarbeiten zu einem geschlossenen Haldengebiet zusammengewachsen. Bei einigen der flächenmäßig größten Halden im Raum Schwarz handelt es sich hingegen um sehr steilliegende Haldenkörper, bei denen häufig Bergbauhalden mit Material der Hangschuttfächer gemischt sind.

Für eine Gesamtbewertung der Antimon-Potenziale in den Sekundärrohstoffen fehlt jedoch die entsprechende Analytik bei den meisten dieser im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halden.

Geochemischer Atlas von Österreich

Bach- und Flusssedimentgeochemie < 0,18 mm
Antimon > 30 ppm

- 30,0 - 64,0
- 64,1 - 180,0



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Abb. 30: Datenauszug aus dem Geochemischen Atlas von Österreich; Antimon > 30 ppm

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Antimon

Antimon ppm

- 0 - 100
- 100 - 323
- 323 - 674
- 674 - 1540
- 1540 - 2600
- 2600 - 13000
- 13000 - 100000

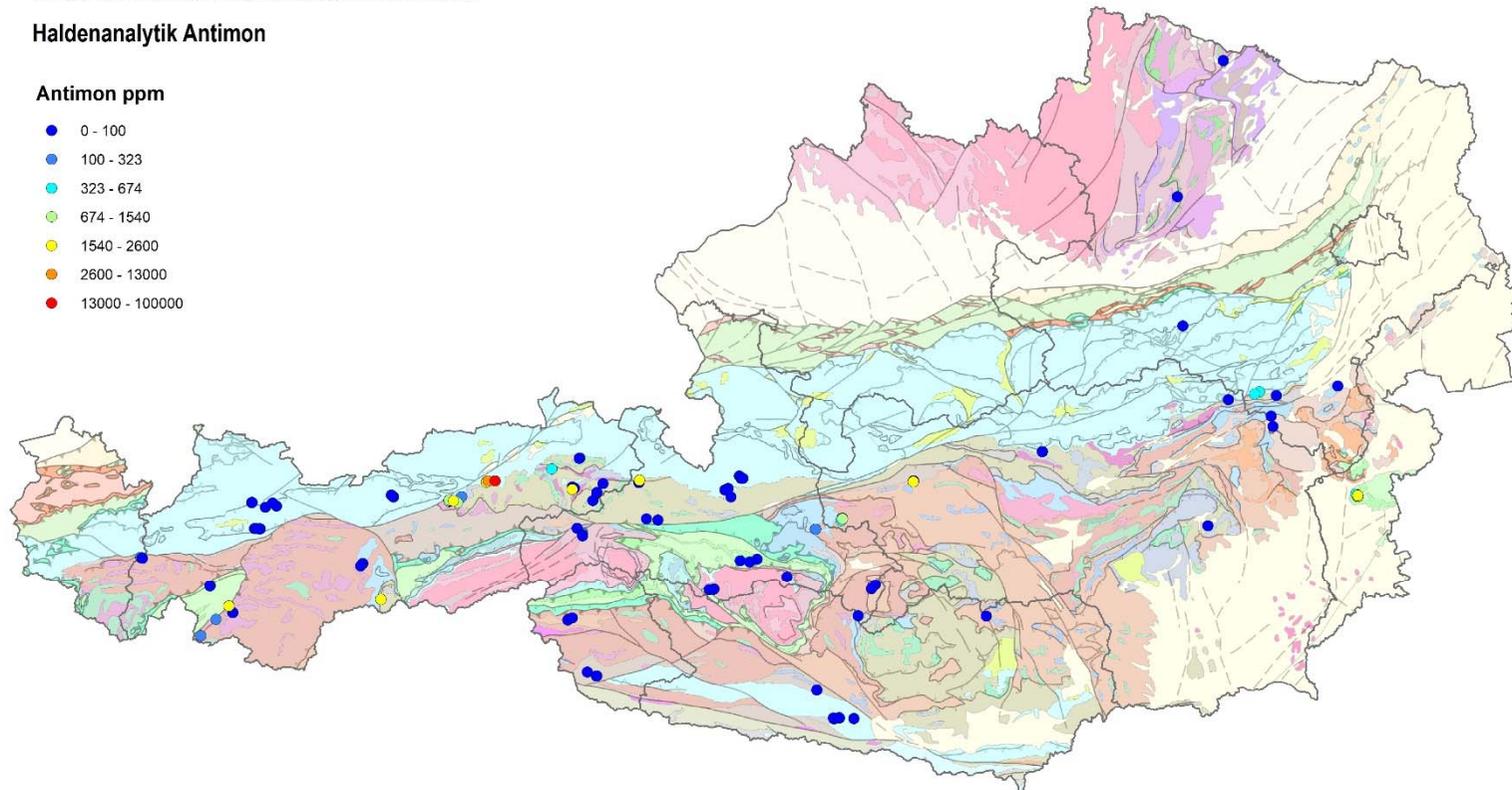


Abb. 31: Antimon-Gehalte in ausgewählten Bergbau- und Aufbereitungshalden, Quelle: Haldenanalytik-Datenbank (GBA)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Antimon

- Halde Bergbau > 10.000 m² (40 Halden)
- Halde Verarbeitungsstandort > 4.000 m² (3 Halden)

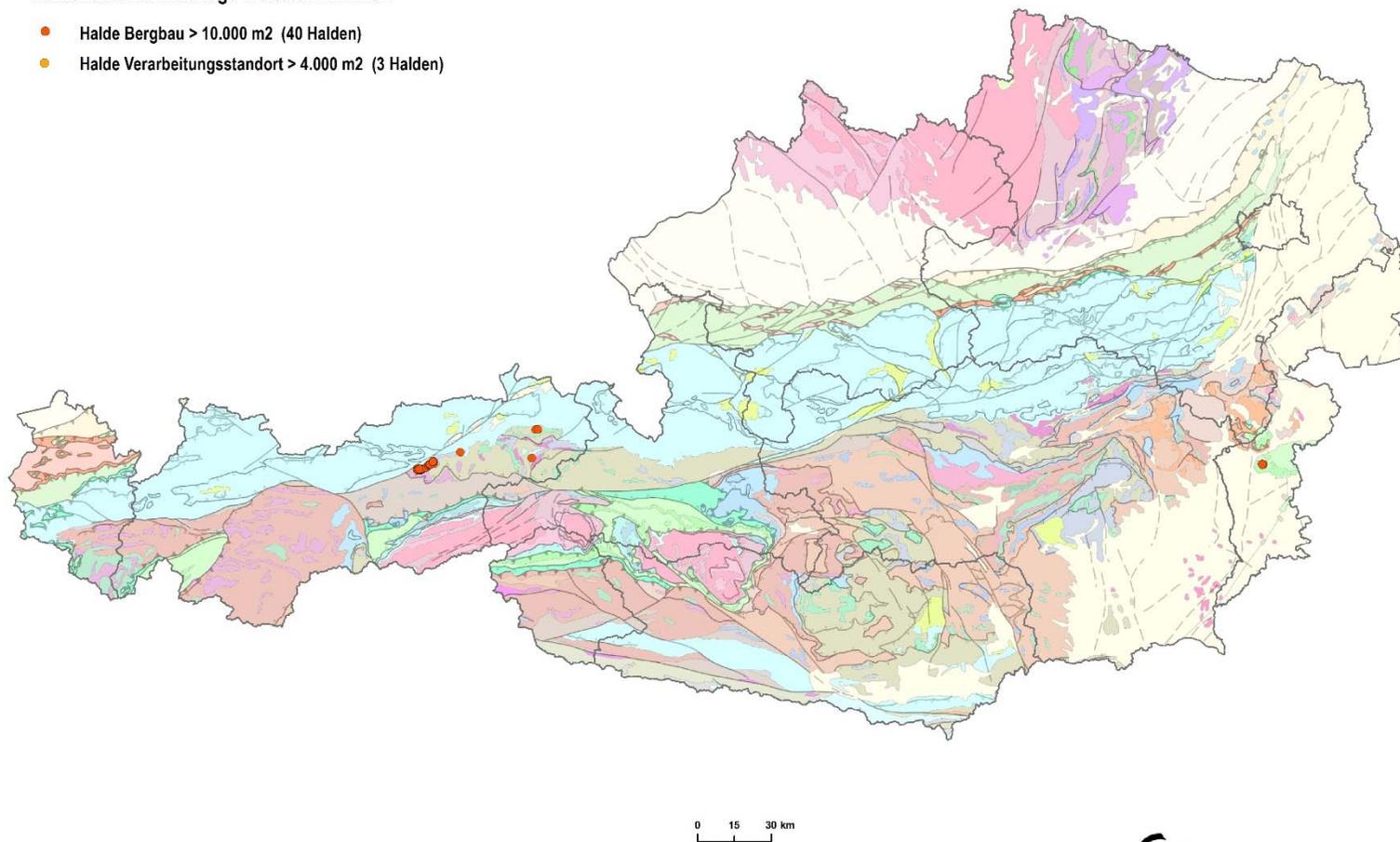


Abb. 32: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Wertstoff Antimon

Tab. 12: Auswahl von Bergbau- und Aufbereitungshalden (Wertstoff/Rohstoff Antimon) für den Haldenressourcenkataster

Nr.	Halden Nr.	Vork_Name	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
091/1009	02H	Röhrebühel	293471	900000	Cu, Sb, Ag	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (
119/1010	17H	Falkenstein - Eiblschrofen	182027		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Arsenopyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tenorit (S),Realgar (S),Auripigment (S),Chalkanthit (S),Cuprit (S),Tirolit (S),Devillin (S),Spangolith (S)
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	149625		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1018	27H	Ringenechsel - Pfaffengrube	142642		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	131147		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1014a	11H	Ringenechsel - Burgstall / Blutskopf	101532		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Jamesonit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Chalkostibit (B),Coelestin (B),Malachit (S),Azurit (S),Auripigment (S),Cuprit (S),Tenorit (S),Realgar (S)
119/1015	09H	Ringenechsel - Rotenstein	70586		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1015	02H	Ringenechsel - Rotenstein	57917		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1011	28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	55122		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1019	11H	Ringenechsel - Roggland	53287		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1011	27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	48730		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1011	09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	48701		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
091/1009	01H	Röhrebühel	44088		Cu, Sb, Ag	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (

Tab. 12: Fortsetzung

Nr.	Halden Nr.	Vork_Name	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
137/1009b	01H	Schlaining - Revier Kurt	41783	650000	Sb	Antimonit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S),Gips (S),Parasymplesit (S)
119/1012	10H	Falkenstein - Tiefere Baue	38800		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	29067	125000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1018	31H	Ringenechsel - Pfaffengrube	25881		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	25292		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1018	30H	Ringenechsel - Pfaffengrube	24503		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1010	18H	Falkenstein - Eiblschrofen	24299		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Arsenopyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tenorit (S),Realgar (S),Auripigment (S),Chalkanthit (S),Cuprit (S),Tirolit (S),Devillin (S),Spangolith (S)
119/1012	02H	Falkenstein - Tiefere Baue	24237		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	22270	200000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1017	03H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	21187		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1021a	27H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	20758		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnautit (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
119/1017	04H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	20071		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1021a	26H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	19875		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnautit (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
119/1015	04H	Ringenechsel - Rotenstein	19785		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1018	32H	Ringenechsel - Pfaffengrube	18715		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)

Tab. 12 : Fortsetzung

Nr.	Halden Nr.	Vork_Name	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
119/1015	03H	Ringenwechsel - Rotenstein	17798		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chryskoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1021a	09H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	15252		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
119/1012	21H	Falkenstein - Tiefere Baue	14696		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	12482		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1021a	12H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	12706	80000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
119/1012	19H	Falkenstein - Tiefere Baue	12161		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	34H	Falkenstein - Tiefere Baue	12045		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	06H	Falkenstein - Tiefere Baue	11507		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
137/1009b	02H	Schlaining - Revier Kurt	10527	200000	Sb	Antimonit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S),Gips (S),Parasymplesit (S)
119/1021a	13H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	10221	80000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
122/1023	48H	Brunnalm	8547	50000	Cu, Sb, Ag	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (B),Wismut (B),Boulangerit (B),Cinnabarit (B),Arsenopyrit (B),Gersdorffit (B),Bornit (B),Hämatit (B),Bournonit (B),Galenit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Digenit (B),Azurit (S),Malachit (S),Goethit (S),Covell

Tab. 12: Fortsetzung

Nr.	Halden Nr.	Vork_Name	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
122/1023	28H	Brunnalm	5853	23500	Cu, Sb, Ag	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (B),Wismut (B),Boulangerit (B),Cinnabarit (B),Arsenopyrit (B),Gersdorffit (B),Bornit (B),Hämatit (B),Bournonit (B),Galenit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Digenit (B),Azurit (S),Malachit (S),Goethit (S),Covell
137/1009a	02H	Schlaining - Revier Neustift	5772	70000	Sb	Antimonit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S)
137/1009a	01H	Schlaining - Revier Neustift	5195	75000	Sb	Antimonit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S)
137/5005	03AH	Schlaining - Revier Kurt-Aufbereitung	58767	600000	Sb	
119/5002	01AH	Falkenstein – Sandpocher	6142		Cu, Sb	
137/5005	01AH	Schlaining - Revier Kurt -Aufbereitung	4445		Sb	

Baryt

Baryt ist als Begleitmineral/Gangart in vielen ostalpinen Lagerstätten zu beobachten, findet sich aber auch in teilweise höheren Konzentrationen als Spurenelement in Bachsedimenten (Abb. 33). Die wirtschaftlich interessanteren Vorkommen treten in den Ostalpen im Wesentlichen in drei minerogenetischen Bezirken auf:

Barytbezirk Semmering-Decke (Kummerbauer Stadl), Barytbezirk Tirolisch-Norisches-Deckensystem - Wildseeloder-Einheit (Kitzbühler Horn), Blei-Zink Barytbezirk Grazer Paläozoikum - Schönberg Formation (Arzberg)

Ein größeres Einzelvorkommen liegt im Bereich der polymetallischen Lagerstätte Oberzeiring. Im Allgemeinen handelt es sich aber bei all diesen Vorkommen um kleindimensionierte Lagerstätten, die meist als Gänge bzw. Lagergänge oder seltener stratiform ausgebildet sind.

Baryt tritt aber auch in vielen faziell vergleichbaren Pb-Zn-Lagerstätten bzw. in Sideritlagerstätten als Gangart auf und lässt sich daher im Haldenmaterial dieser Bergbaue relativ häufig beobachten. Baryt ist auch in Assoziation mit den Magnesit-Mineralisationen im Raum Hochfilzen-Leogang bekannt und dort als mineralogischer Bestandteil in den Halden relativ häufig. Als Begleitphase ist Baryt in mehr als 200 Halden zu beobachten, ohne jedoch dort wirtschaftlich interessante Konzentrationen zu erreichen.

Im Bergbau-/Haldenkataster sind bundesweit insgesamt 27 Baryt-Abbaue mit insgesamt 38 Halden dokumentiert, die überwiegend Flächengrößen < 1000 m² besitzen. Aufgrund der sehr kleinen Haldengrößen wurde daher im ersten Bewertungsdurchlauf für den Haldenressourcenkataster keine Halde im Bereich von Barytbergbauen ausgewiesen.

Genauere Daten über die Barium-Gehalte in den Halden liegen nur von wenigen Bergbauhalden in den Ostalpen vor. In den bisher von der Geologischen Bundesanstalt im Zuge des Projektes ‚Haldenscreening‘ untersuchten bzw. kompilierten Haldenanalysen lassen sich aber die Schwerpunktgebiete der Barytverbreitung in den Ostalpen bereits sehr gut charakterisieren (Abb. 34).

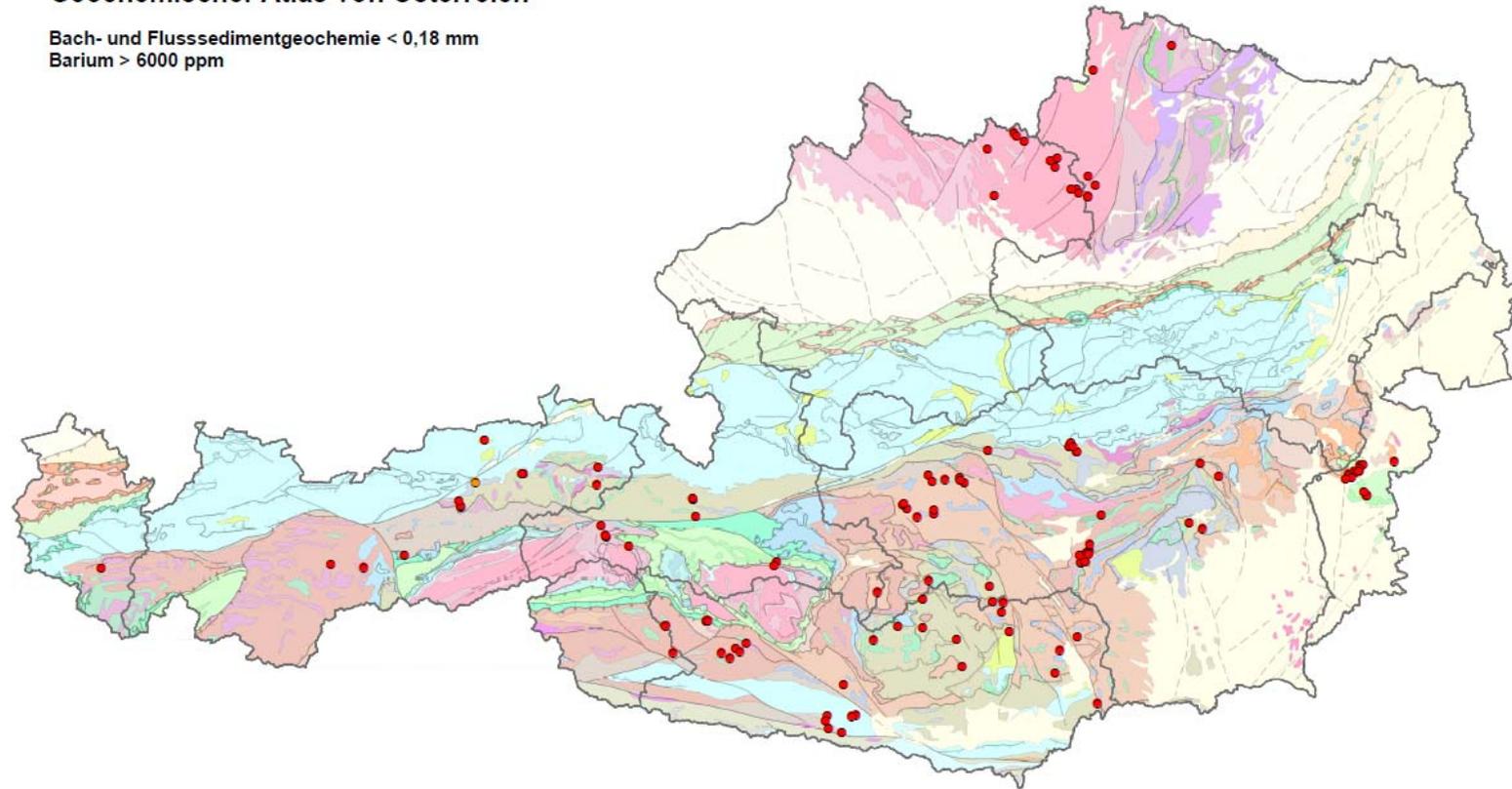
Beryllium

Berylliumminerale sind in Österreich vor allem an Pegmatite gebunden, daneben an Alpine Klüfte bzw. stratiforme Scheeliterzkörper (BM f. HANDEL, GEWERBE u. INDUSTRIE, 1979). MINDAT verzeichnet in Österreich insgesamt 214 Fundpunkte für das Mineral Beryll (48 Fundpunkte Böhmisches Massiv, 166 Fundpunkte Zentralalpen) (<https://www.mindat.org/min-819.html>) und 92 Fundpunkte für das zweitwichtigste Be-Mineral Bertrandit (21 Fundpunkte Böhmisches Massiv, 71 Fundpunkte Zentralalpen) (<https://www.mindat.org/min-642.html>). Wirtschaftlich bedeutende Vorkommen treten in Österreich aber nicht auf. Das einzige bemerkenswerte Berylliumvorkommen in Österreich befindet sich im Habachtal (Leckbachscharte, Seidl). Das Vorkommen steht seit Jahrzehnten -zumindest periodisch- zur untertägigen Gewinnung von Schmucksteinen und Mineralstufen im Abbau. Die Abraumhalden des Beryllabbaus sind nicht im Bergbau-/Haldenkataster erfasst, deren Größe liegt aber durchwegs unter 10000 m².

Für die beibehaltenden Berylliumerze in Scheelitvorkommen der Ostalpen wurde in der Vergangenheit durchaus ein gewisses Be-Potenzial als Beiprodukt der Scheelitgewinnung vermutet (BM f. HANDEL, GEWERBE u. INDUSTRIE, 1979). Die bekannte Beryllführung der Scheelitvererzung in Mittersill war letztlich doch zu gering, dass sich eine eigene Abtrennung und Gewinnung als Beiprodukt von Scheelit lohnen würde. Im Rahmen des Projektes ÜLG 67 ‚Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe‘ wurden auch die Aufbereitungsabgänge aus der Wolframingewinnung in Mittersill bzw. Tux-Lannersbach mit untersucht (SCHEDL et al., 2015). Die gemessenen durchschnittlichen Be-Gehalte in Mitter-

Geochemischer Atlas von Österreich

Bach- und Flusssedimentgeochemie < 0,18 mm
Barium > 6000 ppm



ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Barium

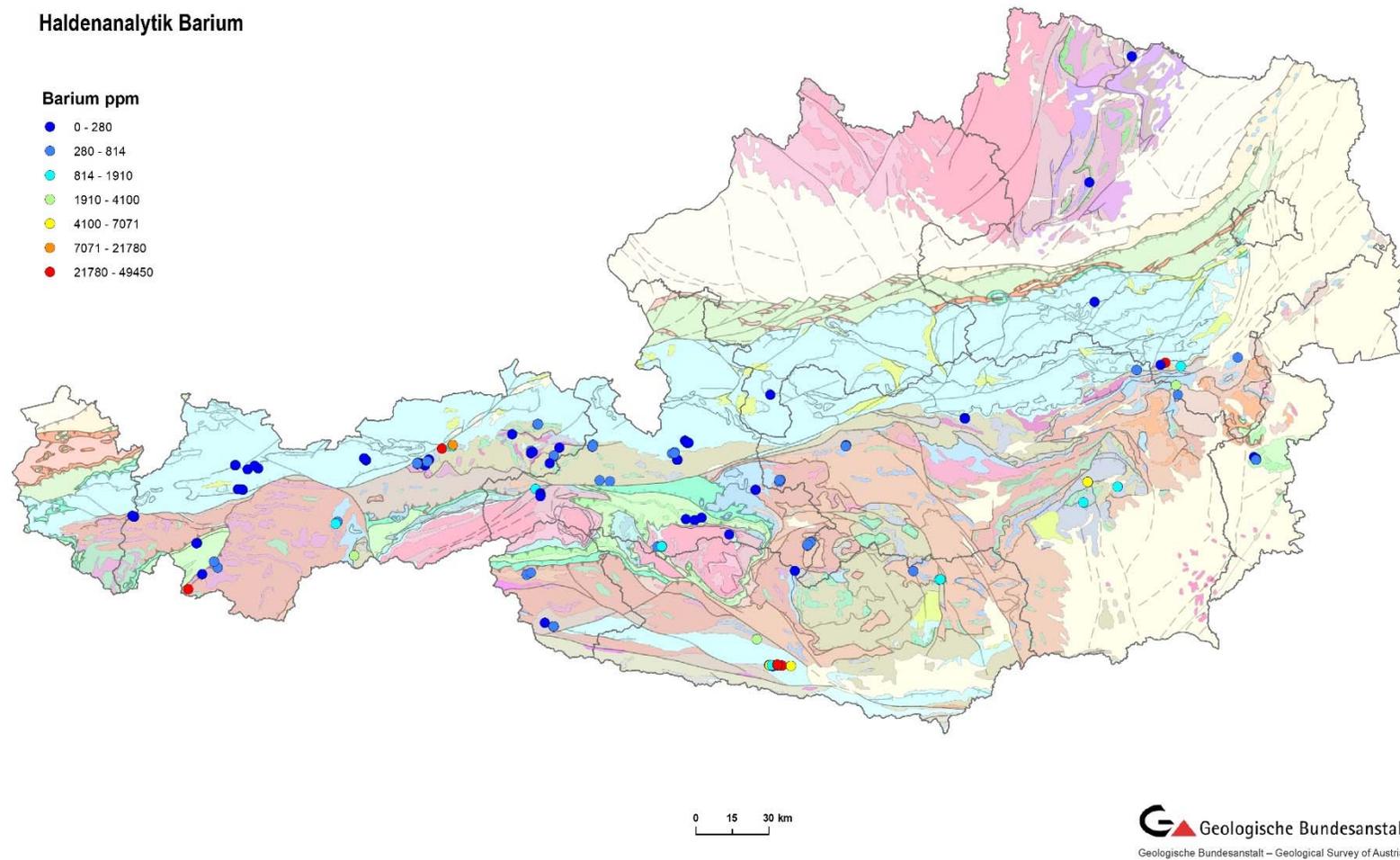


Abb. 34: Barium-Gehalte in ausgewählten Bergbau- und Aufbereitungshalden, Quelle: Haldenanalytik-Datenbank (GBA)

sill liegen bei 14 ppm, die in den Klärschlammersedimenten der Scheelitaufbereitung von Tux-Lannersbach bei lediglich 2 ppm. Die Be-Gehalte in den Aufbereitungsabgängen entsprechen sehr gut den erhöhten Werten (13-16 ppm) in einzelnen Randzonen der Zentralgneiskerne bzw. in der Habach-Gruppe (THALMANN et al., 1989). Die großen Klärschlammteiche der Scheelitaufbereitung in Mittersill bzw. Tux-Lannersbach werden im Haldenressourcenkataster daher lediglich als Wolfram-Ressource und nicht als Beryllium-Ressource geführt.

Kobalt

Obwohl Kobaltmineralisationen in einer großen Anzahl von Lagerstättentypen der Ostalpen vorkommen, konzentrieren sich die relevanten Vererzungen im Wesentlichen auf 4 Lagerstättentypen:

Arsenidische Co-Ni-Bi-Ag-Lagerstätten vom Typus Zinkwand-Vetternspitze, Polymetallische Kupferkies-Fahlerzlagerstätten der Nördlichen Grauwackenzone vom Typus Mitterberg und Nöckelberg (Leogang), Alpine Kieslager vom Typus Großarl, ultramafische Gesteine (Dunite, Serpentine etc.).

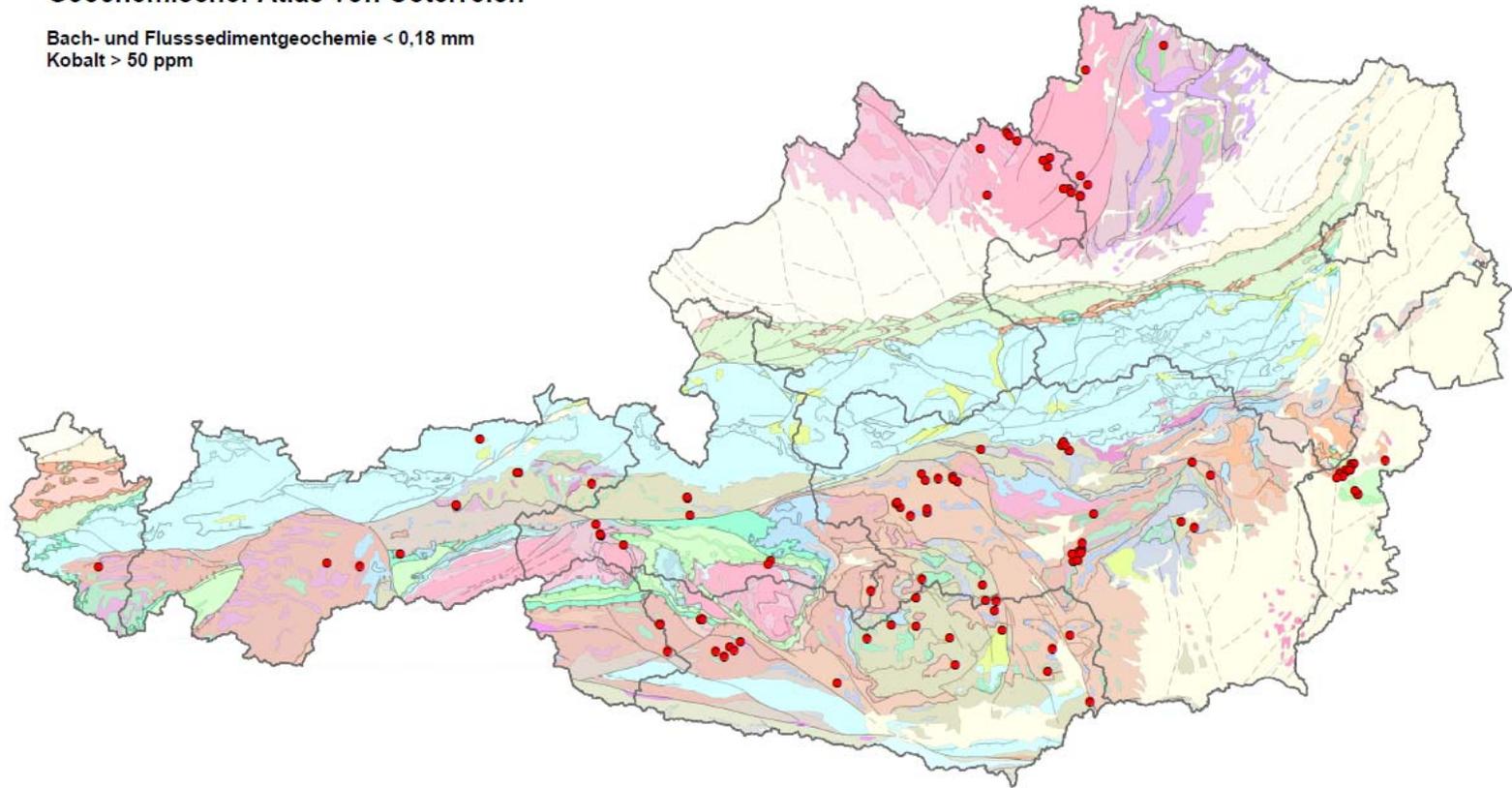
Die Co-Verteilung in der Bachsedimentgeochemie (> 50 ppm) markiert sehr gut diese unterschiedlichen Lagerstättentypen (Abb. 35). Kobalterze wurden in Österreich in der Vergangenheit lediglich im Bereich Zinkwand-Vetternspitze sowie Nöckelberg abgebaut. Die Halden dieser Bergbau sind relativ kleinflächig strukturiert und liegen flächenmäßig durchwegs deutlich unter 10000 m². Die Untersuchungen von Haldenmaterial im Zuge des Bergbau-/Haldenkatasters bzw. des Projekts ‚Haldenscreening‘ ergaben zum Teil doch höhere Co-Konzentrationen im Haldenmaterial einiger Bergbaue (Abb. 36). Mit 2400 ppm wurde in einer Halde des Bergbaus Nöckelberg die höchste Co-Konzentration im gesamten Haldenanalytikprogramm gemessen. Ebenfalls sehr hoch sind die Co-Gehalte (801-1848 ppm) in Reicherzhalden des Kupferkies-Fahlerzbergbaus Silberberg. Im ersten Bewertungsdurchlauf (Halden >10000 m²) für den Haldenressourcenkataster wurden diese Kleinhalden aufgrund des geringen Rohstoffpotenzials von einer weiteren Bewertung ausgeschieden und sind daher auch im Haldenressourcenkataster nicht berücksichtigt. Im Sinne eines integrierten Nutzungskonzepts mit anderer Begleitrohstoffen (Ni, Bi, Cu etc.) könnten diese Kleinhalden als sekundäre Rohstoffressource aber durchaus von lokalem Interesse sein.

Flussspat

Österreich verfügt über 170 Flussspatvorkommen, die aber zumeist nur mineralogische Bedeutung und kein wirtschaftliches Potenzial besitzen. IRIS Online verzeichnet lediglich zwei minerogenetische Bezirke: Fluoritbezirk Helvetikum Vorarlberg (Hirschbergsattel), Uran-(Fluorit)erzbezirk Bezirk Süd-Böhmischer Batholith (Oberlembach). Bei den Vorkommen im Waldviertel handelt es sich kleinräumige klufförmige Flussspatmineralisationen. Die anisichen Gutensteiner Kalke sind wegen ihrer diskreten Flussspatführung bekannt. Die höchsten Anreicherungen von Flussspat befinden sich jedoch in den kalkalpinen Pb-Zn-Vererzungen der Nördlichen Kalkalpen und des Drauzuges. Aufgrund der stark absetzigen und bisweilen regellosen Flussspatführung war hier während des Pb-Zn-Bergbaus jedoch keine wirtschaftliche Nutzung möglich. In den späten 80-er Jahren waren in dem in Bleiberg geförderten Erzen ca. 10.000 t, in früheren Jahren sogar bis zu 20000 t Flussspat enthalten (WAGNER, 1997). Eine selektive Gewinnung

Geochemischer Atlas von Österreich

Bach- und Flusssedimentgeochemie < 0,18 mm
Kobalt > 50 ppm



0 15 30 km

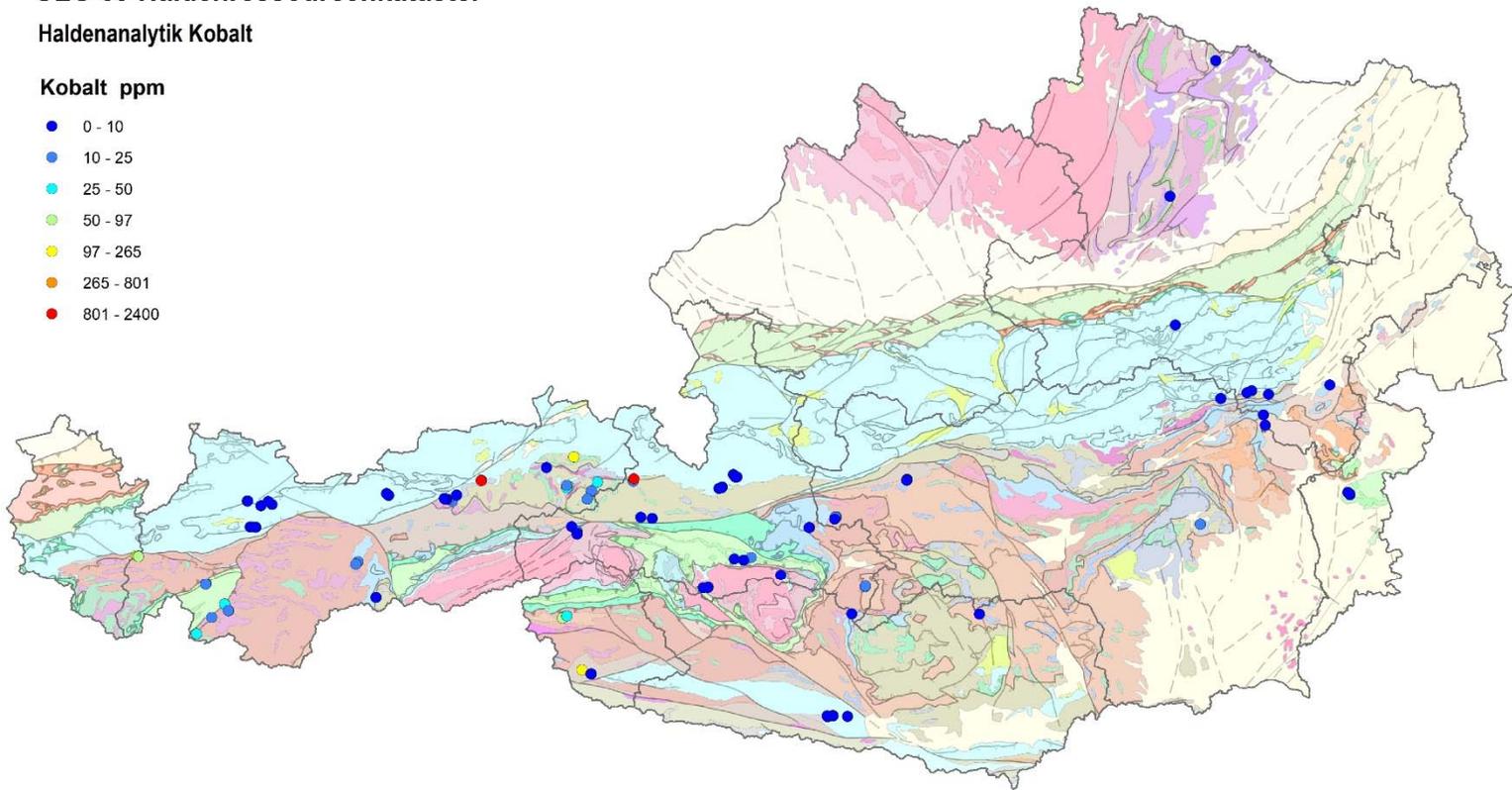
 Geologische Bundesanstalt

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Kobalt

Kobalt ppm

- 0 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 97
- 97 - 265
- 265 - 801
- 801 - 2400



war aus logistischen und aufbereitungstechnischen Gründen (aufgrund des intensiven Verwachsungsgrades) nicht möglich. Im Bergbau Bleiberg-Kreuth wurden daher die flussspatführenden Waschberge und Flotationsabgänge des Bergbaus auf Halden verürzt. Eine im Zuge des Projekts Haldenscreening untersuchte Probe aus dem Bereich der Seilbahnhalde weist mit 2,95 % einen relativ hohen F-Gehalt auf (SCHEDL et al. 2012). In früheren Studien wurde das gesamte Haldenpotenzial von Bleiberg-Kreuth bei Gehalten bis zu 12 % CaF₂ auf schätzungsweise 3 Mio t eingestuft (AUSTROMINERAL, 1973).

Die massivste Anreicherung von gangförmigem Flussspat befindet sich im Bereich des ehemaligen Pb-Zn-Bergbaus auf der Achselalm im Hollersbachtal. Das Lagerstättenpotenzial dieses Vorkommens im Hinblick auf Flussspat wurde 1975 in einer umfangreichen Studie auf Basis bergmännischer Aufschlussarbeiten auf 50.000 t CaF₂ geschätzt (BM F. HANDEL, GEWERBE U. INDUSTRIE, 1979). Die im Gebiet des Bergbau Achselalm vorhandenen Bergbauhalden kommen aufgrund ihrer kleinen Dimensionierung als sekundäre Rohstoffressource für Flussspat ebenfalls nicht in Frage.

Grafit

Grafit tritt in Österreich einerseits im Bereich der Veitscher Decke, andererseits in der Bunten Serie des Moldanubikums auf. Diese Vorkommen lassen sich im Wesentlichen drei minerogenetischen Bezirken zuordnen: Grafitbezirk Drosendorf-Deckensystem - Bunte Serie (Trandorf), Grafitbezirk Moldanubikum (Bavarikum) - Mühlviertel (Herzogsdorf) und Grafitbezirk Veitsch-Decke (Kaisersberg).

Der historisch in Österreich vor allem im 20.Jh. intensiv betriebene Grafitabbau beschränkt sich aktuell nur mehr auf den Abbau in Kaisersberg. Der überwiegende Teil der im Bergbau-/Haldenkataster erfassten Halden im Bereich der Grafitabbau sind Kleinhalden. Lediglich 6 Bergbauhalden besitzen eine Größe > 10000 m² bzw. 2 kleinere Halden ein Volumen > 20000 m³ (Abb. 37, Tab. 13). Die drei größten Halden befinden sich in den Grafitbergbauen im Bereich Mühlviertel (Amstall, Trenning), eine Halde im Umfeld des Abbaus Zettlitz-Wollmersdorf. Die drei anderen Halden liegen im Bereich des noch im Betrieb befindlichen Grafitbergbaus in Österreich in Kaisersberg.

Über die Qualität der Haldenressourcen liegen keine verlässlichen Untersuchungen vor. Im Bereich Amstall und Zettlitz umfassen die Halden neben Nebengesteinskomponenten reichlich grafitreiche Berge, die hier vor allem aus unverwittertem, sulfidreichen Grafitmaterial bestehen. Bei dem seinerzeitigen Abbau konnte dieses unverwitterte Material aufgrund von Qualitätsvorgaben hinsichtlich von Sulfidbeimengungen nicht verwertet werden.

Tab. 13: Auswahl von Bergbau- und Aufbereitungshalden (Wertstoff/Rohstoff Grafit) für den Haldenressourcenkataster (kursiv aktuelle Abbaubetriebe)

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	FLÄCHE	VOLUMEN
036/2013	16H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	14367	
036/2013	09H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	13475	
037/2010	01H	Trenning - (Heinrich-, Nikolaus-Grubenmaß, Tagbau)	13057	15000
<i>132/2011</i>	<i>21H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>10733</i>	<i>180000</i>
<i>132/2011</i>	<i>07H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>10454</i>	<i>80000</i>
008/2008a	01H	Wollmersdorf SSW - Pfandlteich	10337	
<i>132/2011</i>	<i>23H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>4344</i>	<i>120000</i>
<i>132/2011</i>	<i>22H</i>	<i>Kaisersberg</i>	<i>2035</i>	<i>30000</i>

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Grafit

- Halde Bergbau > 10.000 m² (6 Halden)

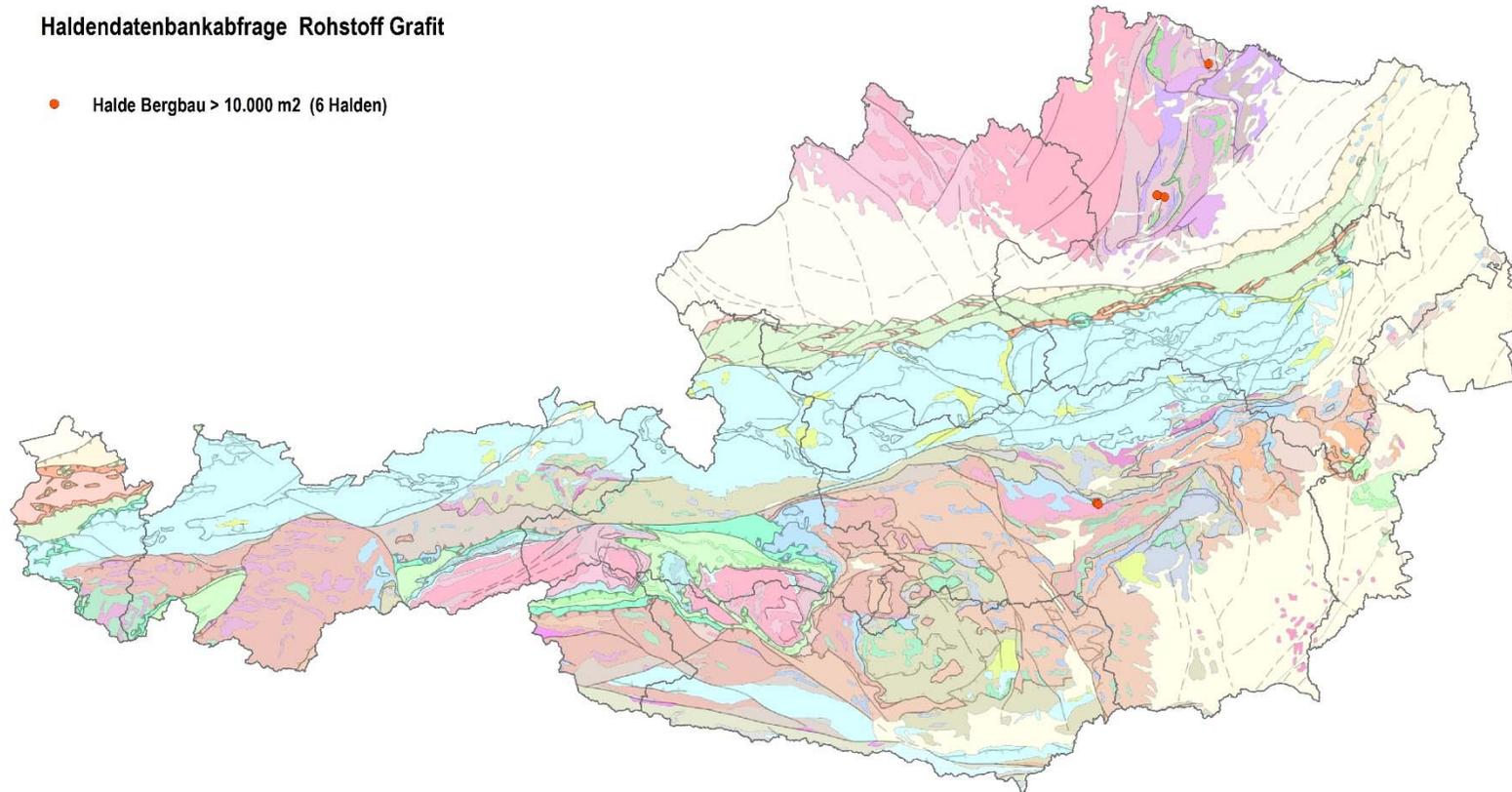


Abb. 37: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Wertstoff Grafit

Aussagen zur Verwertbarkeit des grafitreichen Haldenmaterials sind aufgrund einiger einschränkender Qualitätsparameter (hoher Sulfidgehalt) derzeit noch nicht möglich. Dazu wären erst gezielte aufbereitungstechnische Untersuchungen erforderlich.

Magnesium

Die weltweit wichtigsten Minerale zur Darstellung von Magnesium (i.e. Magnesiumoxid) sind Dolomit, Magnesit und Carnallit. Der in Österreich gewonnenen Magnesit wird hingegen vor allem für die Herstellung von Feuerfestprodukten verwendet. Magnesit ist einer der wenigen Rohstoffe in Österreich, dem eine weltwirtschaftliche Relevanz zukommt. Im Bergbau-/Haldenkataster sind über 100, meist historische Abbaubetriebe erfasst, von denen aktuell noch 7 Bergbaue in Betrieb sind und im Tagebau und Untertagebau gewonnen werden.

In IRIS Online sind die meisten der österreichischen Magnesit-Vorkommen insgesamt 9 minerogentischen Bezirken zugeordnet:

- Magnesit-(Eisenkarbonat-)bezirk Tirolisch-Norisches-Deckensystem (Dienten)
- Magnesitbezirk Tirolisch-Norisches-Deckensystem - Wildseeloder-Einheit (Weissenstein)
- Magnesit-(Talk-)bezirk Veitsch-Decke (Veitsch)
- Magnesitbezirk Grazer Paläozoikum (Breitenau)
- Magnesit Koralpe-Wölz Deckensystem - Radenthein-Komplex (Millstätter Alpe)
- Magnesit-(Scheelit-)bezirk Stolzalpen-Decke (Mallnock)
- Magnesitbezirk Gföhl-Deckensystem - Dunkelsteiner Wald (Mitterbachgraben)
- Magnesit-Scheelitbezirk Innsbrucker-Quarzphyllit-Decke (Tux)
- Chromit-Asbest-(Magnesit-)bezirk Speik Komplex (Kraubath)

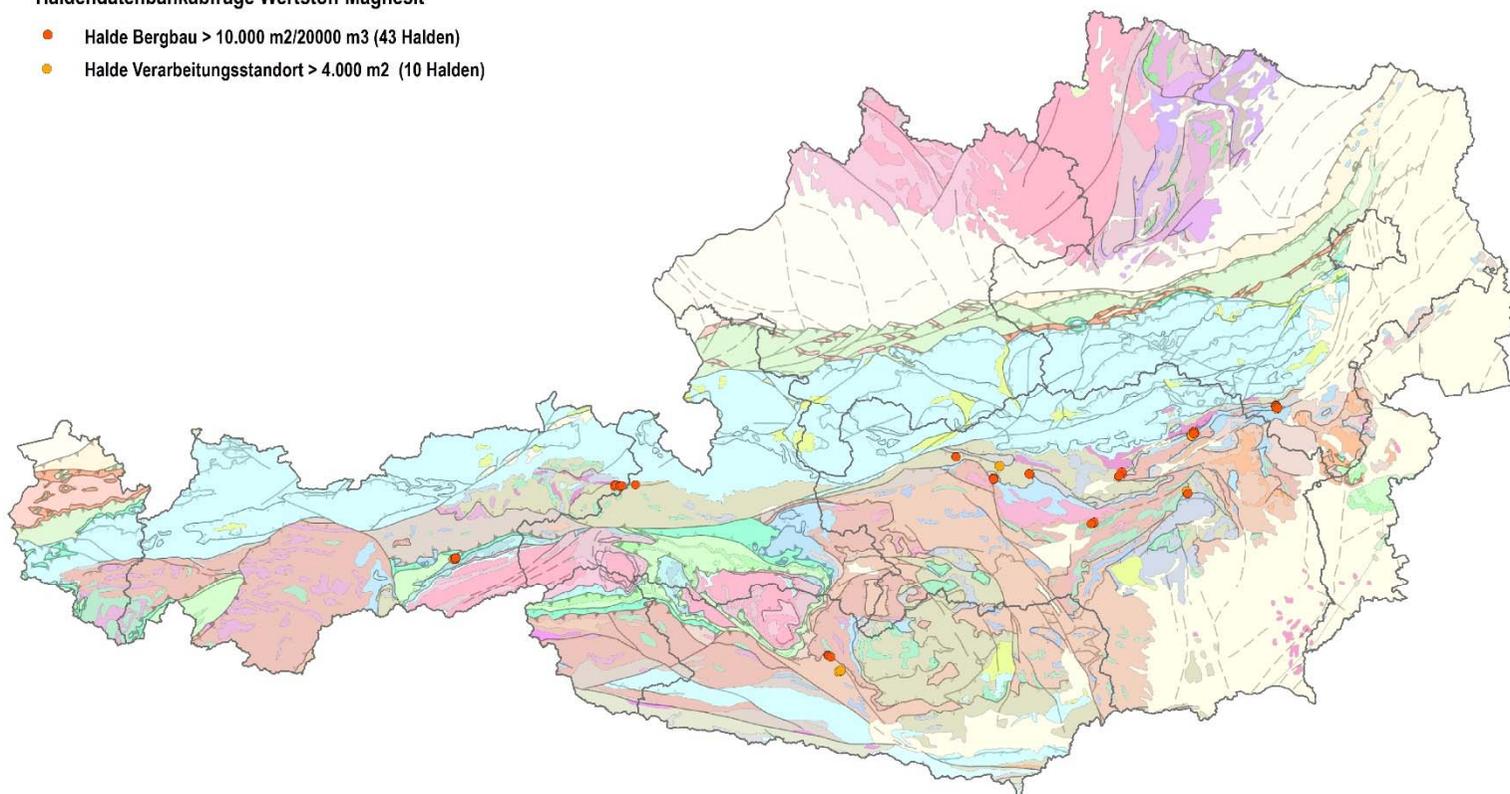
Der überwiegende Teil der ostalpinen Magnesite ist an oberostalpine paläozoische Karbonatkomplexe gebunden. Die Spatmagnesite der östlichen Grauwackenzone treten im Oberkarbon (Typus ‚Veitsch‘) auf, während die Magnesite im Raum Breitenau, Dienten und Hochfilzen an altpaläozoische Gesteinsabfolgen gebunden sind. Die Spatmagnesitlagerstätte Millstätteralpe ist ein an Kalkmarmorzügen des Radenthein-Komplexes gebundenes Einzelvorkommen. In auffälliger Assoziation mit Scheelit treten Magnesite im Bereich der Stolzalpen-Decke (Mallnock) und der Innsbrucker Quarzphyllit-Decke (Tux-Lannersbach) auf. Kryptokristalline Magnesite sind hingegen an ultrabasische Gesteine der Raabser Serie des Moldanubikums bzw. des zentralalpiner Kristallins der Ostalpen gebunden. Die Magnesitbergbaue in Österreich zählen zu den größten Rohstoffabbaubetrieben in Österreich. Dementsprechend groß sind auch die anfallenden Bergbauabfälle. Sofern das Bergematerial nicht für Versatzzwecke verwendet wurde, wurden das Restmaterial in relativ große Haldenanlagen deponiert. Im Haldenressourcenkataster sind insgesamt 31 Halden mit Gesamtflächen > 10.000 m² dokumentiert, wobei Haldengrößen bis über 500.000 m² (Veitsch-Sattlerkogel) erreicht werden (Abb. 38). 12 Halden < 10.000 m² weisen Gesamtvolumina > 20.000 m³ auf. Da die Aufbereitung der Magnesite ebenfalls in Abbaunähe und auch die Weiterverarbeitung in direkt angeschlossenen Hüttenwerken erfolgte, wurden im aktuellen Bewertungsdurchlauf für den Haldenressourcenkataster ergänzend 3 Aufbereitungshalden sowie 7 Schlacken- und Aschenhalden (ohne genaue Spezifikation der Haldeninhalte) mitberücksichtigt

In der tabellarischen Zusammenstellung sind auch 19 Halden enthalten, die sich im Bereich aktueller Abbaubetriebe befinden (Tab. 14). Die großen Halden im Bereich des aufgelassenen Bergbaus Veitsch-Sattlerkogel werden aktuell für die Herstellung von Feuerfestprodukten mit niedrigen Spezifikationen wie

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Magnesit

- Halde Bergbau > 10.000 m²/20000 m³ (43 Halden)
- Halde Verarbeitungsstandort > 4.000 m² (10 Halden)



dergewonnen. Da die Vorgaben der Magnesitindustrie bisher auf höchstwertige Rohstoffe für Feuerfestprodukte ausgelegt war, besteht für die Verwendung von deponierten Haldenmaterial für ein geringerwertiges Feuerfestprodukt durchaus ein interessantes Haldenressourcenpotenzial

Tab. 14: Auswahl von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde (Wertstoff/Rohstoff Magnesit) für den Haldenressourcenkataster (kursiv aktuelle Abbaubetriebe)

Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Halden Fläche	Volumen
01H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	504746	6000000
07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	275484	
02H	Bürglkopf (Revier Bürgl)	Mgs	140827	
03H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>128162</i>	
04H	Hohentauern	Mgs, Talk	88271	300000
01H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>65525</i>	
07H	Tux - Kristaller	Mgs	55501	
02H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	51302	500000
01H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>48483</i>	
02H	<i>Weißenstein</i>	<i>Mgs</i>	<i>40331</i>	
03H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	36062	500000
02H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>31595</i>	
01H	<i>Kaintalegg - Hohenburg</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>29593</i>	<i>100000</i>
01H	<i>Wald am Schoberpaß</i>	<i>Mgs</i>	<i>29344</i>	<i>150000</i>
02H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	28707	
03H	<i>Wald am Schoberpaß</i>	<i>Mgs</i>	<i>27588</i>	<i>200000</i>
02H	<i>Oberdorf an der Laming</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>27575</i>	<i>150000</i>
05H	Tux - Kristaller	Mgs	24775	
01H	<i>Breitenau</i>	<i>Mgs</i>	<i>24214</i>	<i>40000</i>
02H	<i>Kaintalegg - Hohenburg</i>	<i>Mgs, Talk</i>	<i>21126</i>	<i>150000</i>
05H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>20726</i>	
01H	Kirchnerbruch	Mgs	19936	
01H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	17173	
01H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	16644	
07H	Hohentauern	Mgs, Talk	15821	
01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	15739	
04H	<i>Millstätter Alpe</i>	<i>Mgs</i>	<i>14532</i>	
02H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	12704	
08H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	12290	
06H	Tux - Kristaller	Mgs	12201	
02H	Breitenau	Mgs	11540	20000
01H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	9628	150000
04H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	5916	20000
01H	Oberdorf an der Laming	Mgs, Talk	5361	30000
01H	Augraben	Mgs	5164	25000
12H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	5119	30000
02H	Hohentauern	Mgs, Talk	5070	50000
01H	Hohentauern	Mgs, Talk	3771	30000
03H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	2989	20000

Tab. 14: Fortsetzung

Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Halden Fläche	Volumen
03H	Hohentauern	Mgs, Talk	2650	20000
05H	Hohentauern	Mgs, Talk	2594	30000
06H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	2124	40000
05H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	1523	25000
01AH	Breitenau - Aufbereitung	Mgs	32185	
01AH	Radenthein - Aufbereitung	Mgs	19429	
06AH	Lannersbach Aufbereitung	Mgs, W	9422	
01H	Trieben - Magnesitwerk/Schlackenhalde	Mgs	116849	
01SH	Greitbauer - Schlackenhalde / Aschenhalde	Mgs	74454	
02SH	Zöscherkreuz - Griesbachgraben - Aschenhalde	Mgs	25597	
01AH	Eichberg - Magnesitwerk/Schlackenhalde	Mgs	21831	
01AH	Eichberg - Magnesitwerk/Schlackenhalde	Mgs	21831	
01AH	Aue - Magnesitsinterwerk	Mgs	5683	
03SH	Zöscherkreuz - Griesbachgraben - Aschenhalde	Mgs	4361	15000

Vanadium

Vanadium ist 2017 erstmals in die aktualisierte Liste der kritischen Rohstoffe übernommen worden (EU-KOMMISSION 2017). Für die verarbeitende Industrie in Österreich hat Vanadium eine große Bedeutung Österreich importiert und verarbeitet >1 % der Weltproduktion an Vanadium und ist ein wichtiger internationaler Lieferant und Exporteur von Ferrovandium (LUIDOLD, 2013).

Vanadium ist in Österreich als Spurenelement in Amphibolen, Pyroxenen und Glimmern mit basischen und ultrabasischen Gesteinsserien mineralogisch-geochemisch verknüpft (PIRKL et al., 2015). Die Verbreitungsgebiete dieser Gesteinsserien sind in den Vanadium-Verteilungsmustern des Geochemischen Atlas von Österreich daher auch deutlich hervorgehoben (Abb. 39). In diesen Bereichen korrelieren die V-Gehalte auch sehr gut mit den erhöhten Gehalten von Fe, Mn, Cr, Sc, Co, Ni und Ti (THALMANN, 1989). Die Gehalte in den Kristallinbereichen der Zentralzone (Median 112 ppm) sind dabei deutlich gegenüber der Böhmisches Masse (Median 50 ppm) erhöht.

In Österreich sind keine primären Vanadium-Lagerstätten/Vorkommen bekannt. Vanadium tritt in Österreich vor allem in Form der Sekundärphasen Vanadinit und Descloizit in den Oxidationszonen von Blei-Zinklagerstätten, aber z.T. auch in Talklagerstätten auf. Diese mineralogischen Vorkommen erreichen jedoch keine wirtschaftliche Dimension und wurden auch historisch in Österreich nicht gewonnen. MIN-DAT weist für Österreich lediglich 24 Fundorte für Vanadinit bzw. 35 für Descloizit auf (<https://www.mindat.org/min-4139.html>, <https://www.mindat.org/min-1267.html>). Dazu kommen noch 7 Fundstellen von Titanomagnetiten, die ebenfalls Vanadium im Gitter eingebaut haben können

Der Haldenressourcenkataster weist bei einem Größenfilter (> 10.000 m²) insgesamt 15 Bergbauhalden aus, bei denen Vanadinit und/oder Descloizit als Sekundärphasen auftreten. 9 Halden liegen im Bereich von Pb-Zn-Bergbauen, 6 im Bereich des Talkbergbaus Rabenwald (Abb. 40, Tab. 15).

In den bisher untersuchten Bergbauhalden und aus Literaturdaten sind auch im Bereich der großen Halden im Bergbaugesamt Bleiberg keine signifikant erhöhten V-Gehalte dokumentiert (Abb.41). Im Rahmen des Projekts ‚Haldenscreening‘ (SCHEDL et. Al. 2012) wurden die höchsten V-Gehalte in Bergbauhalden der Pb-Zn-Bergbaue Schrems-Josefibau (300 ppm) und Deutschfeistritz-Martinibau (287 ppm) gemessen.

Aus derzeitiger Sicht sind auch unter Berücksichtigung integrierter Nutzungskonzepte keinerlei Vanadium-Potenziale in österreichischen Haldenressourcen zu erwarten.

Nicht unerwähnt bleiben sollen einige unbedeutende Vanadium-Quellen anderer mineralischer Rohstoffen in Österreich (Bauxit, Kohle, Ölschiefer, Ton). Gezielte geochemische Untersuchungen an entsprechendem Haldenmaterial fehlen hier jedoch gänzlich. Erhöhte V-Gehalte (442-596 ppm) finden sich beispielsweise in den Bauxiten von Unterlaussa, während die V-Gehalte bei den anderen Bauxiten in Österreich deutlich geringer sind (SCHEDL et al. 2018). In der Weichbraunkohle von Trimmelkam wurden V-Maximaltgehalte von 2875 ppm gemessen (AUGUSTIN-GYURITS & SCHROLL, 1992). Auch Ölschiefer können bis zu 0,2 % V (Seefeld) enthalten (BRANDENSTEIN et al., 1960). Tone in Österreich zeigen ein heterogenes Bild bei den V-Gehalten. Die Tonvorkommen im Grazer Beckens zeigen aber infolge ihrer Liefergebiete meist deutlich höhere V-Gehalte als Tonvorkommen in der NÖ- und OÖ-Molassezone.

Wolfram

In Österreich gibt es auf Basis der Informationen aus der VOEST-W-Mo-Prospektion 1978-1989 und mineralogischer Fundmeldungen über 190 Mineralfundstellen von Scheelit. Eine wirtschaftliche Nutzung von Scheelit in Österreich erfolgte bzw. erfolgt lediglich im Bereich der Magnesit-Scheelitlagerstätte Tux-Lannersbach und der Scheelitlagerstätte Mittersill (Ostfeld – ehemaliger Tagbau, Westfeld-aktueller Untertagebau). Im Bereich der Lagerstätte Tux-Lannersbach wurde in überlappenden Zeiträumen sowohl Magnesit als auch Scheelit abgebaut. Die dort auftretenden Bergbauhalden sind im Wesentlichen Ablagerungen aus dem Magnesitabbau mit untergeordneten Scheelitbeimengungen. Bei den Klärschlammsedimenten der Scheelit-Aufbereitung handelt es sich hingegen ausschließlich um Material aus der Scheelitgewinnung.

Der ursprüngliche Scheelit-Abbau in Mittersill (Tagebau Ostfeld) erfolgte in den Jahren 1975 bis 1986, wobei hier rund 2,3 Mio t Abraum umgelagert wurden, die auf 6 Haldenflächen deponiert wurden. Zwischen 2006 und 2008 wurden erneut Schurfarbeiten im Bereich der ehemaligen Halden angesetzt und ein Teil der Halden großtechnisch beprobt (Haldenpotenzial 26.950 t Erz). Bei den Schurfarbeiten konnten in den beprobten Halden Erzgehalte zwischen 0,22 und 0,4 % WO_3 festgestellt werden. 2010 wurde auf Basis eines auf 5 Jahre befristeten Gewinnungsplanes mit Abbauarbeiten begonnen, die aber über den Status von Schurfarbeiten nicht hinausgingen. Im Zuge dieser Schurfarbeiten wurde zusätzlich eine weitere Großhalde repräsentativ beprobt (11.300 t) und aufbereitungstechnisch untersucht. Die Erzgehalte dieser Halde lagen mit durchschnittlich 0,18 % WO_3 unter den Erwartungen der optischen Bemusterung.

Da die Untersuchungsergebnisse der Schurfphase 2006-2008 bzw. der Schurfarbeiten 2010 gezeigt haben, dass die Erzgehalte in den Halden teilweise geringer als erwartet waren und vor allem vorhandene Haldenverunreinigungen (hoher Humusanteil) zu Problemen bei der Erzkonzentration führten, wurde die Umsetzung des Haldenabbauprogrammes 2012 wiedereingestellt.

Im modernen Abbau im Westfeld fallen keine obertägigen Bergematerialien an, da diese für Versatzarbeiten im Grubengebäude verwendet werden. Der Feinabgang aus der Aufbereitung muss hingegen in obertägigen Schlammteichen deponiert werden (Felbertal, Stuhlfelden).

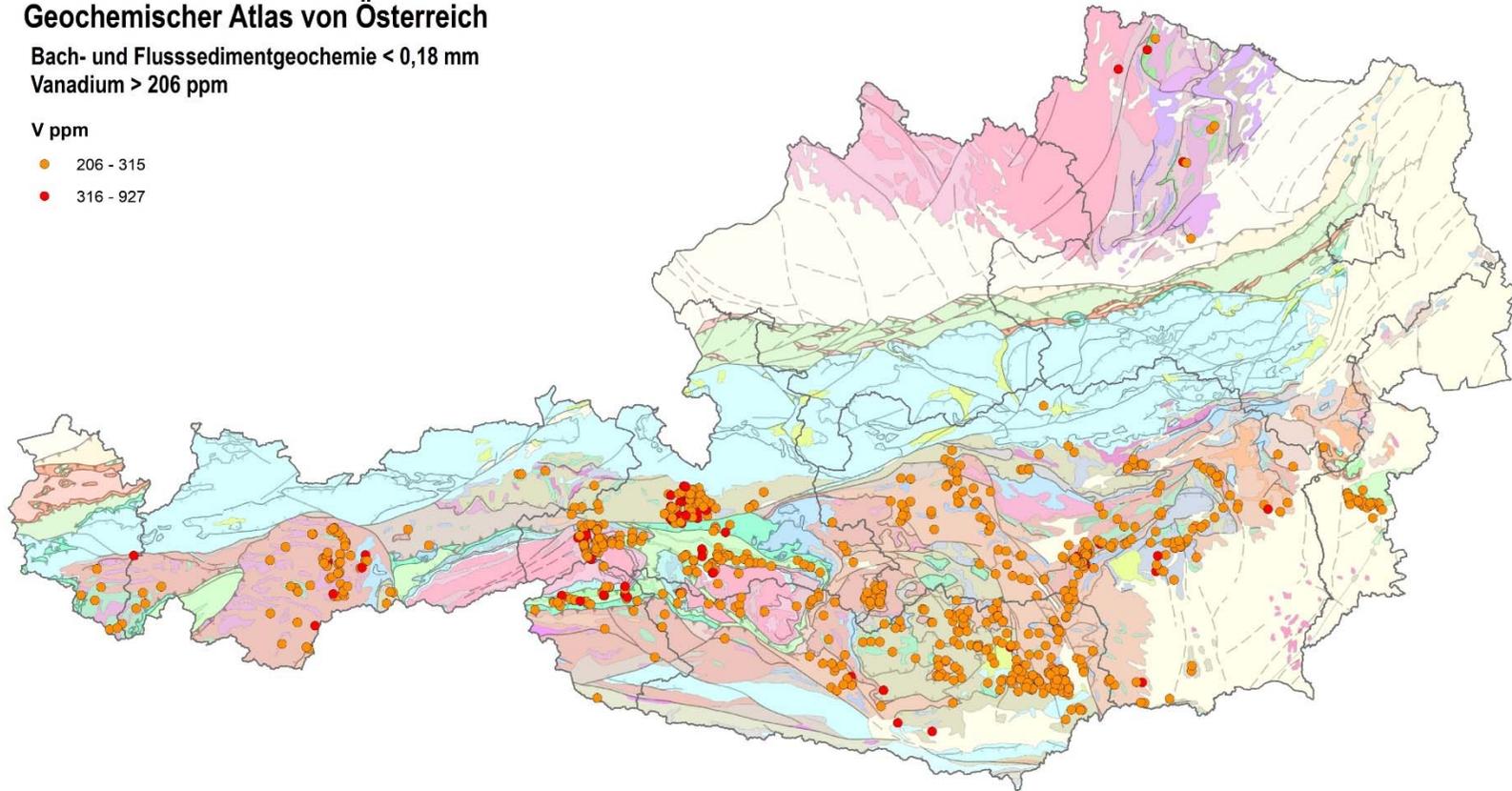
Im aktuellen Haldenressourcenkataster sind sowohl die Halden des aufgelassen Bergbaus Tux-Lannersbach, des eingestellten Abbaubetriebs Mittersill Ostfeld als auch die Schlammteiche der Aufbereitung in Mittersill berücksichtigt (Abb. 42, Tab. 16).

Geochemischer Atlas von Österreich

Bach- und Flusssedimentgeochemie < 0,18 mm
Vanadium > 206 ppm

V ppm

- 206 - 315
- 316 - 927



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Abb.39: Datenauszug aus dem Geochemischen Atlas von Österreich; Vanadium > 206 ppm

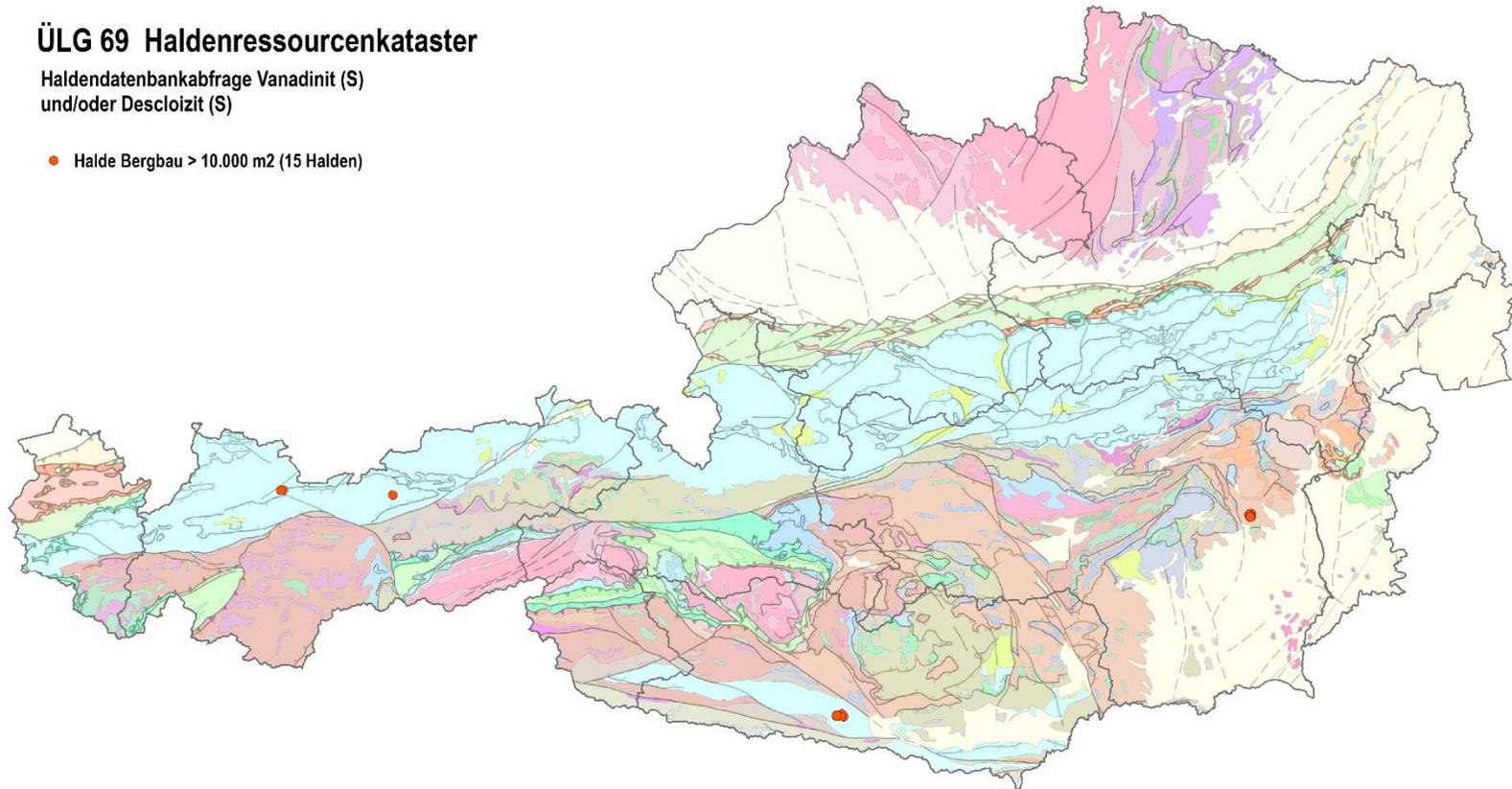
Tab. 15: Auswahl von Bergbaushalden (Wertstoff Vanadium) für den Haldenressourcenkataster (kursiv aktuelle Abbaubetriebe)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Flaeche	Wertstoff	Minerale
135/2006	01H	Rabenwald	212879	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
135/2006	02H	Rabenwald	138846	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
135/2006	03H	Rabenwald	105650	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
135/2006	07H	Rabenwald	104654	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
118/1004	12H	Lafatsch	74840	Zink, Blei, Fluorit	Sphalerit (H), Galenit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Fahlerz (B), Hydrozinkit (S), Smithsonit (S), Goethit (S), Greenockit (S), Cerussit (S), Descloizit (S), Loseyit (S), Wulfenit (S), Limonit (S)
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	68774	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	18986	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	18751	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
135/2006	05H	Rabenwald	16960	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	15091	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Wurtzit (B), Cerussit (S), Vanadinit (S), Manganit (S), Hemimorphit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Fraipontit (S), Descloizit (S), Chromatit (S)
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	14609	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Wurtzit (B), Cerussit (S), Vanadinit (S), Manganit (S), Hemimorphit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Fraipontit (S), Descloizit (S), Chromatit (S)
135/2006	06H	Rabenwald	14009	Talk	<i>Talk (H), Pyrrhotin (B), Pyrit (B), Magnesit (B), Breunnerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Siderit (B), Hämatit (B), Goethit (S), Vanadinit (S), Xenotim (S), Pyromorphit (S), Melanterit (S), Schwefel, gediegen (S)</i>
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	13402	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Minium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorp
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	10766	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Minium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorp
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	10738	Blei, Zink	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Vanadinit (S)
und/oder Descloizit (S)

● Halde Bergbau > 10.000 m² (15 Halden)

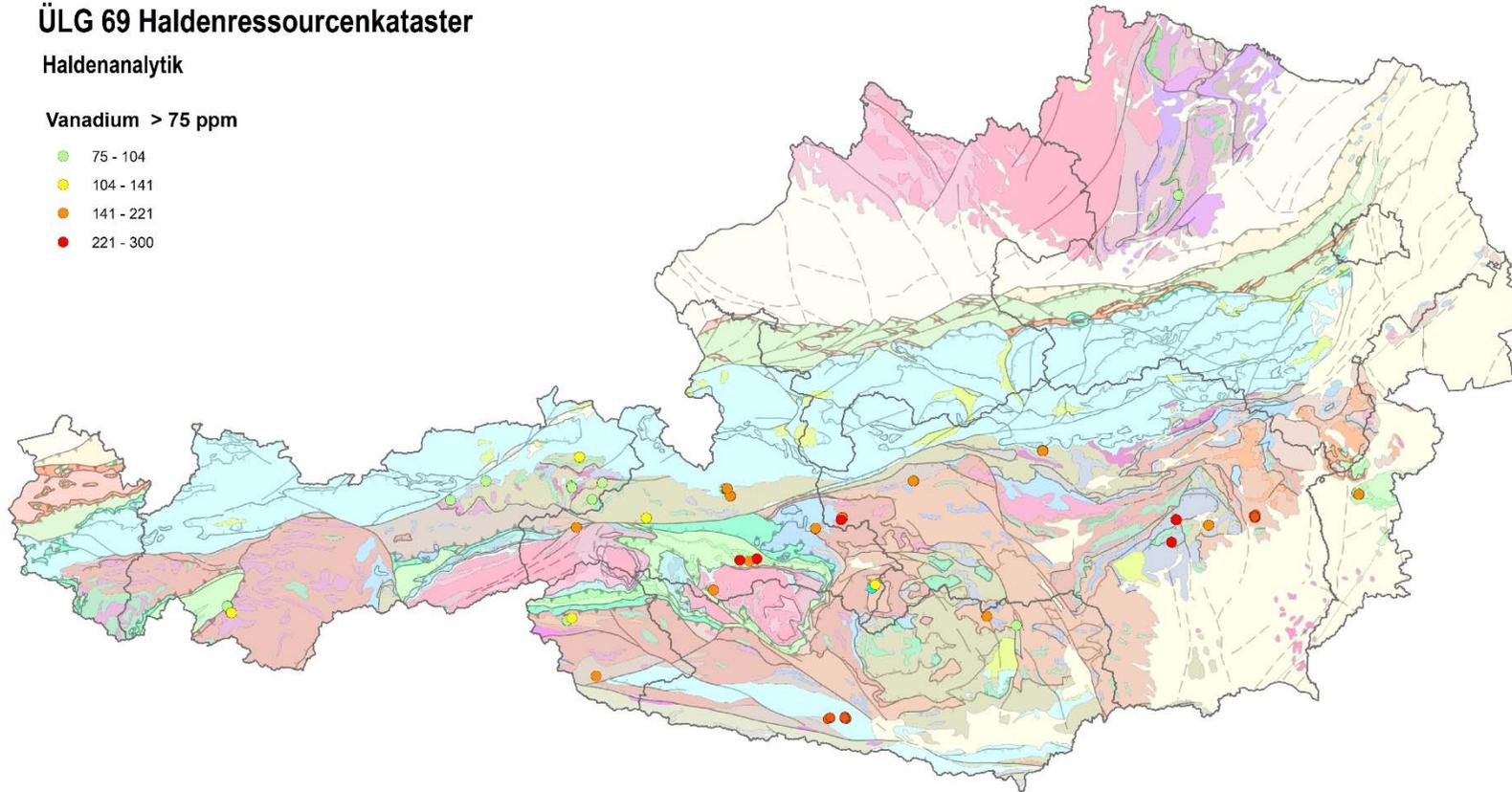


ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik

Vanadium > 75 ppm

- 75 - 104
- 104 - 141
- 141 - 221
- 221 - 300

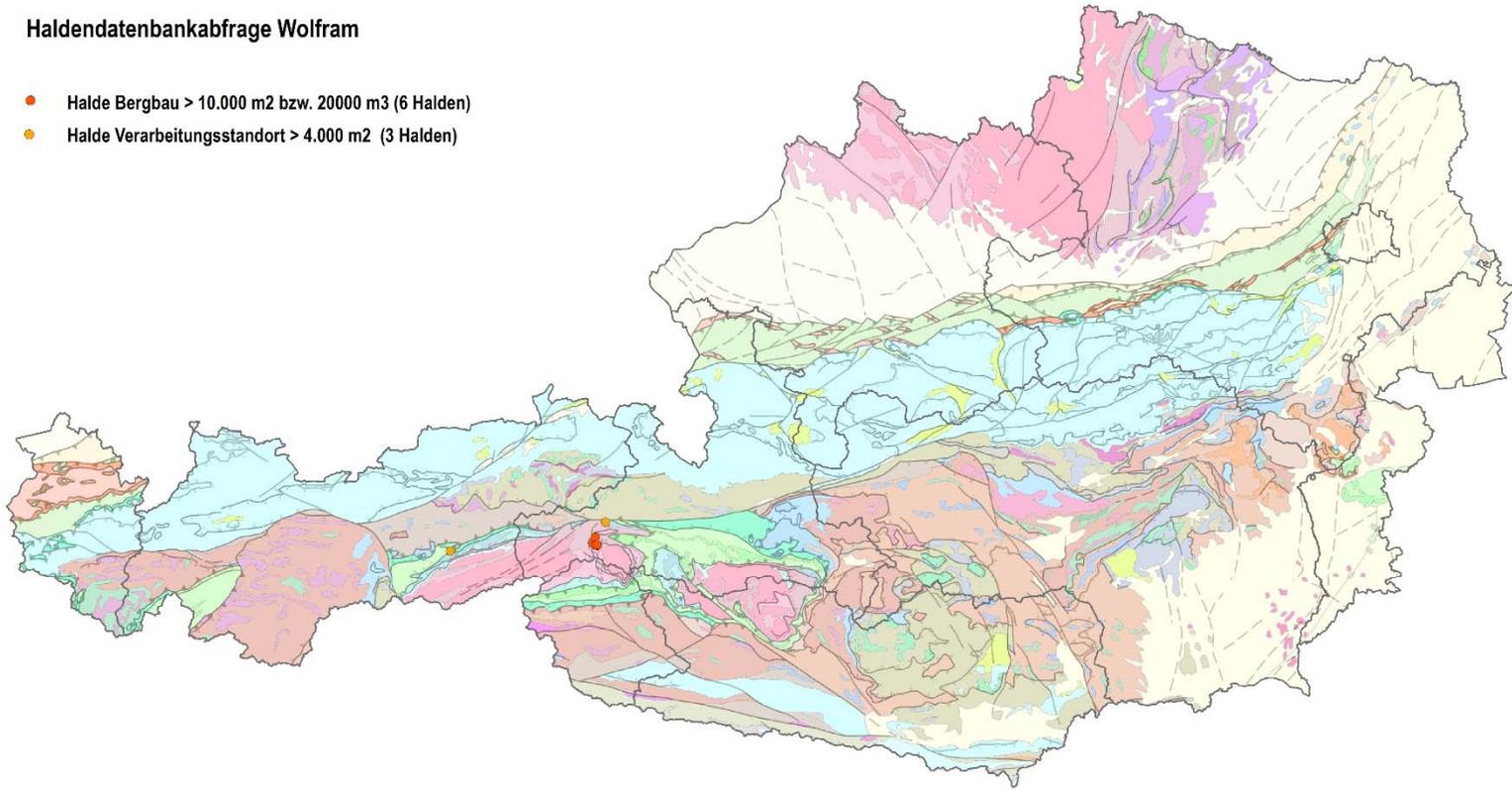


0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster Haldendatenbankabfrage Wolfram

- Halde Bergbau > 10.000 m² bzw. 20000 m³ (6 Halden)
- Halde Verarbeitungsstandort > 4.000 m² (3 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Tab. 16: Auswahl von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden (Wertstoff/Rohstoff Wolfram) für den Haldenressourcenkataster (kursiv aktuelle Abbaubetriebe)

NR	HALDEN NR	VORK_NAME	ROH-STOFF	HALDEN FLÄCHE	VOLUMEN
152/1020	04H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	32154	
152/1020	01H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	16614	
<i>152/1020</i>	<i>01H</i>	<i>Mittersill - Ostfeld - Brentling W</i>	<i>W</i>	<i>16614</i>	
<i>152/1019</i>	<i>03H</i>	<i>Mittersill - Westfeld</i>	<i>W</i>	<i>8241</i>	<i>22000</i>
152/1020	03H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	7963	20000
152/1020	05H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	7839	20000
122/5031	01ST	<i>Stuhlfelden I - Klärteich Aufbereitung</i>	<i>W</i>	<i>157772</i>	
152/5001	01AH	<i>Felbertal - Westfeld N - Klärteich Aufbereitung</i>	<i>W</i>	<i>134726</i>	
149/5001	06AH	Lannersbach - Klärteich Scheelitaufbereitung	W,Mgs	9422	

5.4.3.2 Kritische Rohstoffe als Spurenelemente verschiedener sulfidischer Mineralisationen

Eine Reihe kritischer Rohstoffe tritt in Österreich mangels geeigneter geologisch-minerogener Rahmenbedingungen überhaupt nicht in Primärlagerstätten auf. Die Lagerstättengeologische Situation kann hingegen für einige Hochtechnologie-Metalle als Spurenelemente in anderen Trägerphasen als durchaus günstig eingestuft werden.

Bereits seit den 1950-er Jahren wurden in Österreich auch Spurenelemente in verschiedenen Sulfidphasen untersucht. Ein besonderes Interesse galt dabei vor allem den an Pb-Zn-Erze gebundenen Anreicherungen an Spezialmetallen Ga, In, Tl, Ge, Se, Te und Cd. Von globaler wirtschaftlicher Bedeutung im globalen Maßstab war in Folge dieser frühen Untersuchungen vor allem die Gewinnung von Germanium als Begleitprodukt der Zinkelektrolyse in Arnoldstein (174 t Germanium in 34 Betriebsjahren). Die ersten systematischen Untersuchungen zu Hochtechnologie-Metallen wurden in Österreich im Rahmen des Projekts ‚Rohstoffe für Zukunftstechnologien‘ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften begonnen (CERNY & SCHROLL, 1991, 1992, 1994, 1995; STERK, 1994) begonnen und aktuell durch neuere Untersuchungen im Rahmen der GBA-Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe fortgesetzt (MELCHER & ONUK, 2018a, b; ANGERER, 2019).

Im erst jüngst abgeschlossenen MRI-Forschungsprojekt „Hochtechnologiemetallvorkommen in Österreich“ wurden mit Schwerpunkt auf die kritischen Rohstoffe Germanium, Indium und Gallium verfeinerte Spurenelementanalysen an Zinkblenden aus zahlreichen österreichischen Buntmetall-Lagerstätten mit Schwerpunkten in Kärnten, Steiermark und Salzburg durchgeführt. Im Rahmen der Analysen wurden Konzentrationen bis zu 3.700 ppm Ge, 660 ppm Ga, 370 ppm In und 1.400 ppm Co in Zinkblenden detektiert (MELCHER & ONUK, 2018a). In der regionalen Betrachtung sind die Sphalerite in der ladinischen und karnischen Stufe des Drauzug-Gurktal-Deckensystems (Typus Bleiberg) und des Südalpins durchaus ähnlich und unterscheiden sich lediglich in der Magnitude ihrer Elementanreicherungen. In den mesozoischen Vererzungen des Drauzuges und der Nördlichen Kalkalpen sind die Spurenelemente Ge, As, Tl und Cd signifikant erhöht, wobei die Ge-Konzentrationen bis >500 ppm erreicht werden können (MELCHER & ONUK, 2018a). Vorkommen in den Nördlichen Kalkalpen sind demgegenüber an Ag (Median 43ppm) angereichert. Sphalerite in höher metamorphen anisichen Gesteinen des Brennermesozoikums sind hingegen auffallend arm an Spurenelementen. Sphalerite aus paläozoischen Vorkommen weisen eine hohe Variabilität bei den meisten Spurenelementen auf. Die paläozoischen Vorkommen sind gegenüber den mesozoischen an Co-, Ag- und teilweise an Ga- und In-Gehalten angereichert. Die stratiformen

Erzlager des Grazer Paläozoikums und im Drauzug-Gurktal-Deckensystem weisen generell Fe-reichere Sphalerite auf, die meist nur gering an Co, Ag, Ga, Sb und In angereichert, sowie sehr arm an Ge sind.

Die untersuchten Ganglagerstätten zeichnen sich durch erhöhte Co-, Ga- und Sn-Konzentrationen aus. Die Ganglagerstätte Vellach-Metnitz in der Muraudecke weist als isoliertes Vorkommen eine ungewöhnliche Elementassoziationen Ge-Sb-Co in den untersuchten Sphaleriten auf. In der Kieslagerstätte Walchen (Ennstaler Quarzphyllitdecke) und in der karbonatgebundenen Lagerstätte Leogang treten Fe-In-Co-Cu reiche Sphalerite neben In-reichem Chalkopyrit auf (MELCHER & ONUK, 2018a).

Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse der Spurenelementgehalte in Sphaleriten wurde im Rahmen des Projekts auch eine erste Abschätzung der Restpotenziale für wichtige Hochtechnologiemetalle in österreichischen Erzlagerstätten und deren bergbaulichen, aufbereitungstechnischen und metallurgischen Reststoffen durchgeführt. Unter der Annahme, dass die Verteilung der wichtigen Hochtechnologie-Metalle wesentlich durch Sphalerit kontrolliert wird, zeigt Germanium das höchste Potenzial in den mesozoischen karbonatgebundenen Vererzungen vom Alpenen Typ (Median verschiedener Lagerstätten 41–845 ppm Ge), in denen auch noch die größten Reserven vermutet werden (MELCHER & ONUK, 2018a). Gallium-Konzentrationen sind in einigen Ganglagerstätten erhöht (Median > 20 ppm), während Indium in den Vorkommen von Leogang und Walchen (dort auch gemeinsam mit Chalkopyrit) angereichert ist (Median > 100 ppm). Mit den gewonnenen Spurenelementdaten kann in den ostalpinen Zn-Pb(-Cu)-Erzen eine klare Affinität von Mn, Fe, Co, In, Sn und Sb zu hochtemperierten, und von Ge, As, Tl und Pb zu niedrigtemperierten Lagerstätten aufgezeigt werden.

Parallel zum Leobener MRI-Forschungsprojekt wurde an der Universität Innsbruck ein weiteres MRI-Projekt („Hochtechnologiemetalle im Ötztal-Stubai-Kristallin“, ANGERER, 2019) durchgeführt, welches mit der gleichen Methode Sphalerite aus Erzvorkommen in ostalpinen Kristallineinheiten Tirols analysierte, so dass bundesweit nunmehr ein umfangreiches modernes Datenset über Spurengehalte in Sphaleriten zur Verfügung steht. Die Vorkommen und Lagerstätten in der südlichen Pb-Zn-Domäne des Ötztal-Stubai-Kristallins sind im Vergleich zu anderen ostalpinen Zn-Pb-Lagerstätten, angereichert an In, Ag, Ga und Co, und abgereichert an As. Die Elemente Cd, Hg, und In partitionieren bevorzugt in Sphalerit, Co gleichermaßen in Pyrrhotin und Sphalerit, Sn, Ge (Ag), bevorzugt in Chalkopyrit, Sb, Bi, As, (Ag) in Sulfosalzen, Ga in Silikaten, und Mn in Karbonaten und Silikaten (ANGERER, 2019).

Die bisher vorliegenden Untersuchungen beider Projektteams zeigen, dass die Hochtechnologiemetalle in vielen Vorkommen vor allem an Zinkblende gebunden sind, andere Sulfidphasen aber ebenfalls als Quelle in Frage kommen. Die Montanuniversität Leoben führt daher in Fortsetzung zu ihrem Sphalerit-Projekt derzeit ein ergänzendes MRI-Projekt durch, das sich speziell den Spurenelementen in Fe- und Cu-Sulfiden widmet. Der Fokus dieser Untersuchungen liegt dabei auf den Cu- und Fe-Sulfide Chalkopyrit, Pyrit, Markasit und Pyrrhotin. Aufgrund von Laser Ablation-ICP-Massenspektrometrie-Untersuchungen in den letzten Jahren hat sich nämlich gezeigt, dass diese Trägerphasen signifikante Konzentrationen von Begleitelementen (u.a. auch von Hochtechnologiemetallen) enthalten können. Die bisher im Rahmen des aktuellen Projekts ermittelten chemischen Daten von Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin lassen, unabhängig vom Lagerstättentyp, Alter oder geologischer Einheit jedoch kein Potenzial für Gallium und Germanium erkennen. Für Indium und Zinn gibt es ein Potenzial in Chalkopyrit (z.B.: Walchen, In bis 550 ppm, Sn bis max. 1.8 %), des Weiteren ist Chalkopyrit reich an Silber (bis 3.000 ppm in Meiselding). Chalkopyrit ist nach derzeitigem Erkenntnisstand nahezu frei an V, Cr, Co, Ni, Ga, Ge, As, Se, Mo, Au, Tl und Bi (MELCHER & ONUK, 2018b). Der höchste Kobalt-Gehalt mit 2.3 % wurde in Pyrit von Arzberg gemessen. Nickel-Gehalte in Pyrit zeigen eine Abhängigkeit vom Lagerstättentyp, wobei die höchsten Ni Gehalte derzeit mit 1500 ppm im Vorkommen Leogang gefunden wurden. Alle bis dato gemessenen Pyrite sind nahezu frei von V, Cr, Ga, Ge, Mo, Cd, In, Au, Tl und Bi. Für Pyrrhotin sind höhere Ni und

niedrigere Co-Gehalte als in Pyrit charakteristisch, jedoch lässt sich auch hier noch kein eindeutiger Trend erkennen.

Die laufenden Untersuchungen der Begleitminerale Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin vergrößern aufgrund der bisher ermittelten Spurenelementgehalten das vorhandene Potenzial zumindest bei einigen kritischen Rohstoffelementen. Entsprechend aufbereitete Sulfiderzkonzentrate könnten dann durch Anwendung moderner metallurgischer Verfahren für die Extraktion von Nebenmetallen in Frage kommen.

Mit den drei aktuell durchgeführten Untersuchungsprogrammen lässt sich das Hochtechnologiemetall-Potenzial österreichischer Zn-Pb-Cu-(Fe-Ag) - Erzvorkommen bereits wesentlich besser abschätzen. Für eine abschließende Bewertung dieser Potenziale in Österreich sind hingegen noch moderne Untersuchungen der Spurenelementgehalten in Galenit und Fahlerzen ausständig. Bisherige Analysen von Galenit erlauben lediglich Aussagen über die Spurenelementgehalten von Ag, Cu, As, Sb, Bi, Sn, Tl und Te (SCHOLL, 1997). Die höheren Gehalte an Cd, Ge und In sind bei den früheren Untersuchungen wahrscheinlich auf Verwachsungen mit Sphalerit zurückzuführen, die analysentechnisch früher nicht differenzierbar waren. Die Galenite der kalkalpinen Trias sind wie die Sphalerite durch stratigraphische und regionale Unterschiede gekennzeichnet. Die Galenite aus dem Anis tendieren eher zu höheren Gehalten an Ag. In Bleierzen einzelner anisischer Vorkommen sind auch merkliche Spurengehalte an Bi, wie von St. Veit (Heiterwand), oder sogar Te, wie im Basisdolomit des Brennermesozoikums gefunden worden (MELCHER & KROIS, 1992). Die Galenite des Drauzuges sind mit Ausnahme von As als spurenarm zu bezeichnen. Die Ag-Gehalte in den Nördlichen Kalkalpen sind höher als im Drauzug und gehen auch mit höheren Sb-Gehalten konform. Für die meisten Galenite aus dem Paläozoikum sind höhere Ag- und Sb-Gehalte typisch. Die Galenite in den Goldvererzungen zeigen zudem variable Bi-Gehalte, wobei diese im Pennikum am höchsten sind. Die Galenite in den diversen minerogenetischen Bezirken der Kreuzeck- bzw. Goldeckgruppe zeigen gegenüber Bi meist eine deutliche Dominanz von Sb. Bezüglich der Gehalte an Cd, Ge, Ga und In gibt es aufgrund der bisherigen messtechnischen Schwierigkeiten leider noch keine validen Daten.

Über die Spurenelementzusammensetzung von Fahlerzen in den Ostalpen gibt es es bereits umfangreiche Untersuchungen, wobei aber aufgrund teilweise älterer Daten auch hier eine Reihe von Hochtechnologiemetallen fehlt (AZER, 1957; SCHROLL & AZER, 1961). Altpaläozoische, schichtgebundene Mineralisationen führen Cu-Sb-Hg-Fahlerze, alpidische Strukturen monomineralische Fahlerzmineralisationen mit Tennantit (LENGAUER, 1988). In den Ostalpen überwiegt aber das Vorkommen von Tetraedrit. Germanium findet sich in manchen Tennantiten angereichert, wie beispielsweise in Nöckelberg-Leogang (70-80 ppm Ge) (SCHROLL, 1997). As-reiche Tetraedrite von Grabanz-Finkenstein (470 ppm), Schwaz und Brixlegg (bis 170 ppm) erreichen noch höhere Ge-Gehalte. Sehr hohe Sb-Gehalte (24-30% Sb) weisen die Tetraedrite und Freibergite in den minerogenetischen Bezirken Antimon-Arsen-Gold-Erzbezirk Kreuzeck-Gailtaler Decke - Gaugen-Goldeck-Komplexes (Lengholz) und Antimon-(Arsen)erzbezirk Kreuzeck-Gailtaler Alpen-Decke - Michelbach-Strieden Komplex (Rabant) auf. Die Tetraedrite des Polymetallischen Kieserzbezirks Tirolisch Norisches Deckensystem - Glemmtal-Einheit sowie des Kupfererzbezirks Tirolisch-Norisches Deckensystem (Mitterberg-Mühlbach-Larzenbach) zeichnen sich ebenfalls durch Sb-Gehalte zwischen 27 und 30 % aus.

Aufgrund der hohen Sb-Gehalte werden die Tetraedrit-reichen Bergbauhalden im Haldenressourcenkataster auch als potenzielle Sb-Ressource geführt.

Im aktuellen Bewertungsdurchlauf zum Haldenressourcenkataster sind vor allem die aktuellen neuen Detailuntersuchungen der Spurenelementgehalten in verschiedenen Trägerphasen österreichischer Erzlag-

gerstätten noch nicht berücksichtigt. Nach der ersten Abfrage nach Rohstoffen/Wertstoffen wurden in einem weiteren Arbeitsschritt für den Haldenressourcenkataster auch spezifische Abfragen im Hinblick auf relevanten Trägerphasen für Hochtechnologiemetalle durchgeführt.

In den nachfolgenden Übersichtsdarstellungen und zusammenfassenden Tabellen wird ein erster Überblick über die wesentlichen Trägerphasen in den vorausgewählten Bergbauhalden > 10.000 m² gegeben (Abb. 43 bis 48, Tab. 17 bis 22). Eine Verknüpfung mit Detailergebnissen Phasenanalytik und Analytikerergebnissen der geplanten Haldenbeprobungen ist für die nächsten Untersuchungsphasen des Haldenressourcenkatasters vorgesehen.

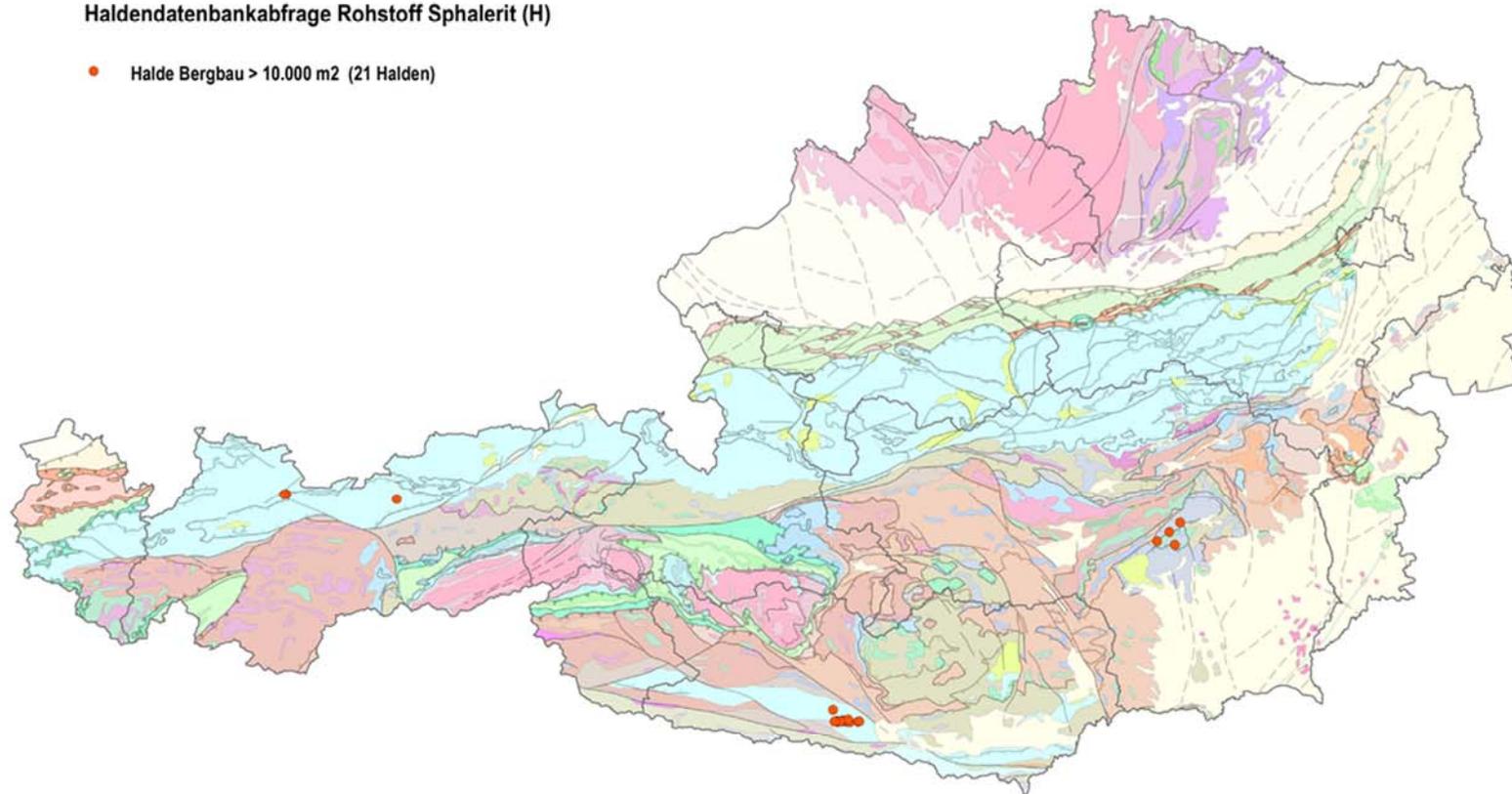
Basierend auf die Flächenvorwahl sind in der nachfolgenden Ergebniszusammenstellung des Haldenressourcenkatasters folgende Mineralphasen berücksichtigt: Galenit, Sphalerit, Fahlerz/Tetraedrit, Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin.

Mit dem vordefinierten Flächenfilter (> 10.000 m²) und den definierten Sulfidphasen (Hauptmineralphasen der jeweiligen Vererzung) konnten in einem ersten Auswahlsschritt relativ überschaubare Auswahllisten für den Haldenressourcenkataster zur weiteren Bearbeitung erstellt werden (Galenit – 26 Halden, Sphalerit - 21 Halden, Fahlerz/Tetraedrit – 42 Halden, Chalkopyrit – 27 Halden, Pyrit – 31 Halden, Pyrrhotin – 3 Halden).

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Sphalerit (H)

● Halde Bergbau > 10.000 m² (21 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Abb. 43: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Sphalerit (H)

Tab. 17: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkatalog (Mineralabfrage Sphalerit)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Fläche	Minerale
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	74840	Sphalerit (H), Galenit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Fahlerz (B), Hydrozinkit (S), Smithsonit (S), Goethit (S), Greenockit (S), Cerussit (S), Descloizit (S), Loseyit (S), Wulfenit (S), Limonit (S)
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	68815	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	68774	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Ep-somit (S)
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	49587	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	38497	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
134/1030	03H	Schrems - Josefbau	Pb, Zn, Ag	23940	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Goethit (S), Hydrozinkit (S), Cerussit (S), Anglesit (S), Malachit (S), Aurichalcit (S), Brochantit (S), Lanarkit (S)
200/1046	39H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	22422	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
164/1002	04H	Deutschefeistritz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	19960	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Linneit (B), Witherit (B), Limonit (S), Galmei (S), Malachit (S), Cerussit (S), Wulfenit (S), Pyromorphit (S), Anglesit (S), Greenockit (S), Hemi
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18986	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Ep-somit (S)
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18751	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Ep-somit (S)
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	17088	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	15091	Galenit (H), Sphalerit (H), Wurtzit (B), Cerussit (S), Vanadinit (S), Manganit (S), Hemimorphit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Fraipontit (S), Descloizit (S), Chromatit (S)
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	14609	Galenit (H), Sphalerit (H), Wurtzit (B), Cerussit (S), Vanadinit (S), Manganit (S), Hemimorphit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Fraipontit (S), Descloizit (S), Chromatit (S)
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	13402	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Mni-mium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorph
163/1002	12H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	13022	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Freibergit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Proustt (B), Polybasit (B), Limonit (S), Galmei (S), Malachit (S), Covellin (S)

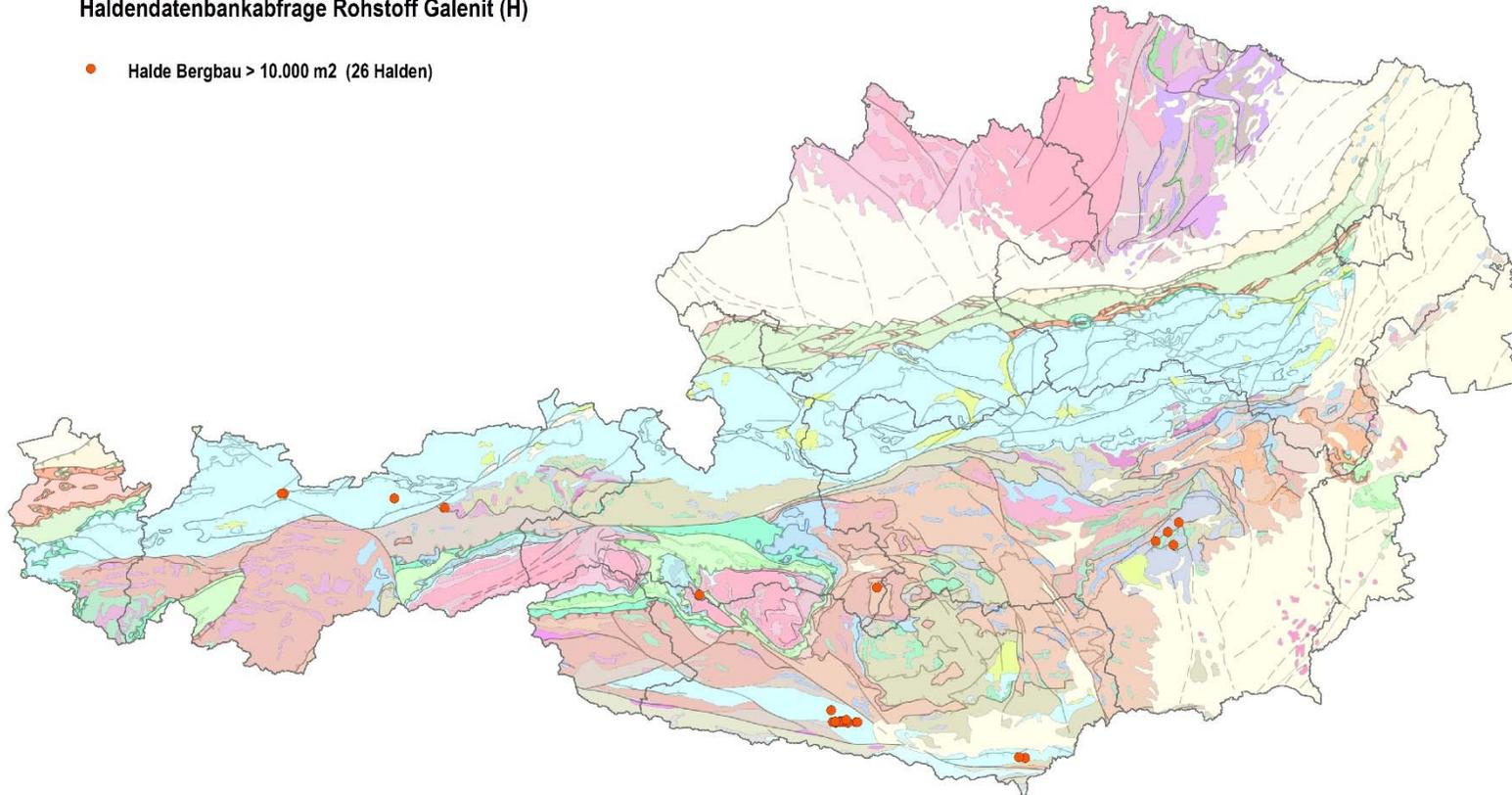
Tab. 17: Fortsetzung

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Fläche	Minerale
163/1005	06H	Guggenbach S - Unteres Revier	Pb, Zn, Ag	12116	Sphalerit (H), Galenit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Limonit (S), Galmei (S), Malachit (S)
200/1035	04H	Rubland	Pb, Zn	11205	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Galmei (S), Wulfenit (S), Ilsemanit (S), Asphaltit (S)
200/1046	04H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	12054	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10766	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Minium (S), Limonit (S), Ilsemanit (S), Strontianit (S), Pyromorph
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10738	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemanit (S), Melantherit (S), Epsonit (S)
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb, Zn	10111	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Galenit (H)

- Halde Bergbau > 10.000 m² (26 Halden)



0 15 30 km

Abb. 44: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Galenit (H)

Tab. 18: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkataster (Mineralabfrage Galenit)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	74840	Sphalerit (H),Galenit (H),Markasit (B),Pyrit (B),Fahlerz (B),Hydrozinkit (S),Smithsonit (S),Goethit (S),Greenockit (S),Cerussit (S),Descloizit (S),Loseyit (S),Wulfenit (S),Limonit (S)
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	68815	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	68774	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Jordisit (B),Descloizit (S),Ilsemanit (S),Melantherit (S),Epsomit (S)
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	49587	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	38497	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
203/1045	01H	Trobewände N - Türkenkopftollen	Pb, Zn	35851	Galenit (H),Sphalerit (B),Cerussit (S),Hydrozinkit (S)
203/1046	01H	Repnik - Ebriach Unterbau	Pb, Zn	31328	Galenit (H),Sphalerit (B),Cerussit (S),Hydrozinkit (S)
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	23940	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Magnetit (B),Pyrrhotin (B),Hämatit (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B),Goethit (S),Hydrozinkit (S),Cerussit (S),Anglesit (S),Malachit (S),Aurichalcit (S),Brochantit (S),Lanarkit (S)
200/1046	39H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	22422	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
164/1002	04H	Deutscheistriz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	19960	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Magnetit (B),Pyrrhotin (B),Hämatit (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B),Linneit (B),Witherit (B),Limonit (S),Galmei (S),Malachit (S),Cerussit (S),Wulfenit (S),Pyromorphit (S),Anglesit (S),Greenockit (S),Hemi
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18986	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Jordisit (B),Descloizit (S),Ilsemanit (S),Melantherit (S),Epsomit (S)
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18751	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Jordisit (B),Descloizit (S),Ilsemanit (S),Melantherit (S),Epsomit (S)
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	17088	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	15091	Galenit (H),Sphalerit (H),Wurtzit (B),Cerussit (S),Vanadinit (S),Manganit (S),Hemimorphit (S),Hydrozinkit (S),Wulfenit (S),Fraipontit (S),Descloizit (S),Chromatit (S)
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	14609	Galenit (H),Sphalerit (H),Wurtzit (B),Cerussit (S),Vanadinit (S),Manganit (S),Hemimorphit (S),Hydrozinkit (S),Wulfenit (S),Fraipontit (S),Descloizit (S),Chromatit (S)

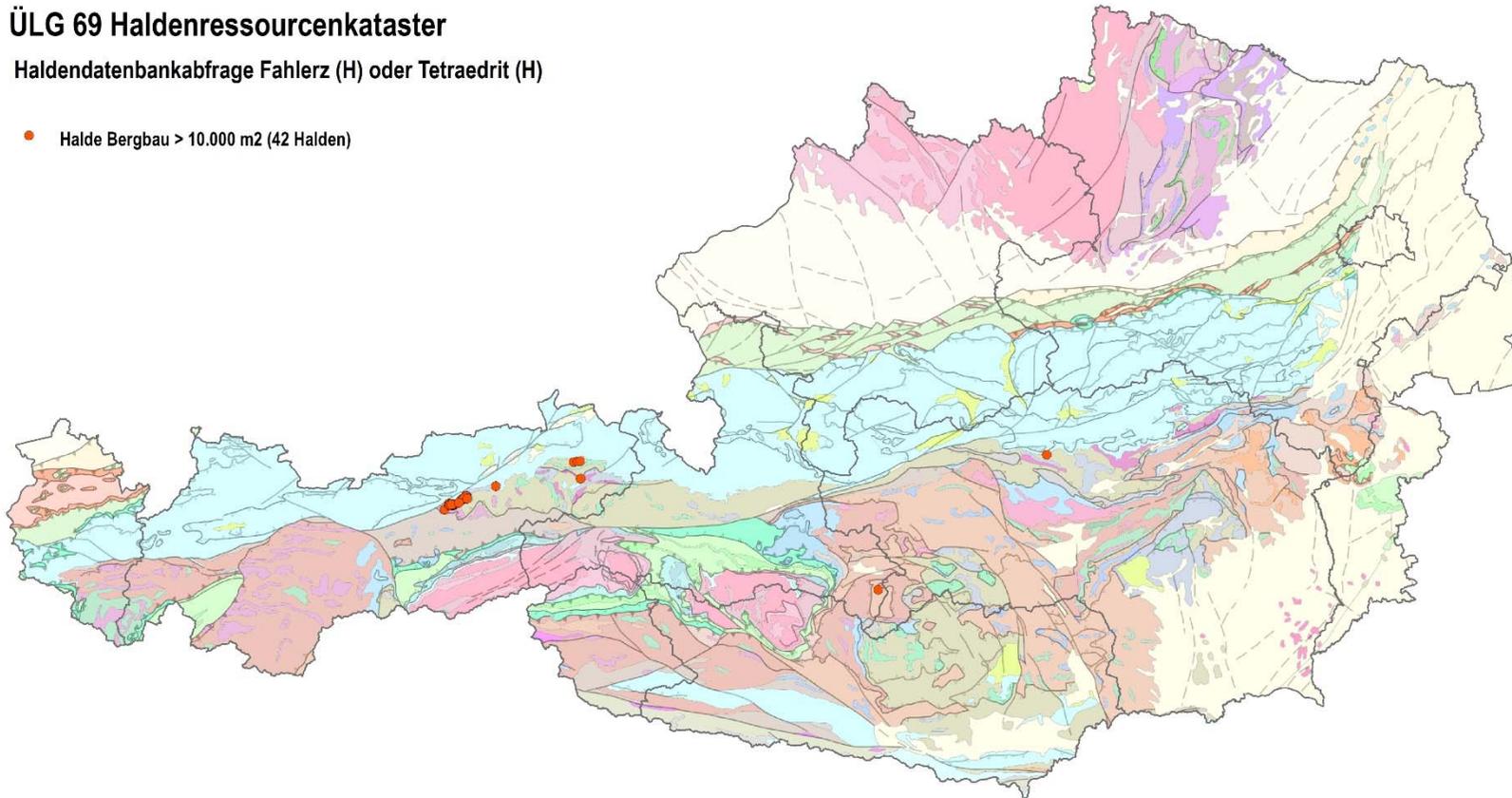
Tab. 18: Fortsetzung

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
158/1001d	02H	Ramingstein - Altenberg	Pb, Zn, Ag	14261	Galenit (H), Fahlerz (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Sphalerit (B), Akanthit (B), Tetraedrit (B), Arsenopyrit (B), Pyrrhotin (B), Markasit (B), Ilmenit (B), Rutil (B), Limonit (S), Cerussit (S)
154/1022	01H	Leidenfrost / Grieswiestauern SE	Au, Ag, Pb	13183	Galenit (H), Chalkopyrit (H), Sphalerit (B), Pyrit (B), Arsenopyrit (B), Gold (B), Scheelit (B), Fahlerz (B), Polybasit (B), Pyrargyrit (B), Famatinit (B), Chalkosin (B), Covellin (B), Goethit (S), Malachit (S), Azurit (S), Cerussit (S), Hemimorphit (S), Aurichalcit (S), Li
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	13402	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Minium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorph
163/1005	06H	Guggenbach S - Unteres Revier	Pb, Zn, Ag	12116	Sphalerit (H), Galenit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Limonit (S), Galmei (S), Malachit (S)
200/1046	04H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	12054	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	11678	Siderit (H), Tetraedrit (H), Galenit (H), Chalkopyrit (B), Pyrit (B), Proustit (B), Pyrargyrit (B), Akanthit (B), Cobaltit (B), Arsenopyrit (B), Annabergit (S)
200/1035	04H	Rubland	Pb, Zn	11205	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Galmei (S), Wulfenit (S), Ilsemannit (S), Asphaltit (S)
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10766	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Coelestin (B), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Descloizit (S), Anglesit (S), Minium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorph
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10738	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßbenbau)	Pb, Zn	10111	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Fahlerz (H) oder Tetraedrit (H)

- Halde Bergbau > 10.000 m² (42 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Abb. 45: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Fahlerz (H) oder Tetraedrit (H)

Tab. 19: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkatalog (Mineralabfrage Fahlerz bzw. Tetraedrit)

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
02H	Röhrebühel	Kupfer,Pyrit,Silber, Antimon	293471	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips
17H	Falkenstein - Eiblschrofen	Kupfer,Antimon,Silber	182027	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Arsenopyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tenorit (S),Realgar (S),Auripigment (S),Chalkanthis (S),Cuprit (S),Tirolit (S),Devillin (S),Spangolith (S)
30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	149625	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
27H	Ringenwechsel - Pfaffengrube	Kupfer,Silber,Antimon	142642	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	131147	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
11H	Ringenwechsel - Burgstall / Blutskopf	Kupfer,Antimon	101532	Fahlerz (H),Jamesonit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Chalkostibit (B),Coelestin (B),Malachit (S),Azurit (S),Auripigment (S),Cuprit (S),Tenorit (S),Realgar (S)
09H	Ringenwechsel - Rotenstein	Kupfer,Antimon	70586	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
02H	Ringenwechsel - Rotenstein	Kupfer,Antimon	57917	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S), Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Kupfer,Antimon	55122	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
11H	Ringenwechsel - Roggland	Kupfer,Silber,Antimon	53287	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Kupfer,Antimon	48730	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Kupfer,Antimon	48701	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
01H	Röhrebühel	Kupfer,Pyrit,Silber, Antimon	44088	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips

Tab. 19: Fortsetzung

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	38800	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
14H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	29067	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
31H	Ringenwechsel - Pfaffengrube	Kupfer,Silber,Antimon	25881	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	25292	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
30H	Ringenwechsel - Pfaffengrube	Kupfer,Silber,Antimon	24503	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
18H	Falkenstein - Eiblschrofen	Kupfer,Antimon,Silber	24299	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Arsenopyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tenorit (S),Realgar (S),Auripigment (S),Chalkanthit (S),Cuprit (S),Tirolit (S),Devillin (S),Spangolith (S)
02H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	24237	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
24H	Gratlspitze / Thierberg	Kupfer,Antimon	22624	Fahlerz (H),Enargit (B),Luzonit (B),Famatinit (B),Stibiolumonit (B),Pyrit (B),Sphalerit (B),Co-Ni-Erze (B),Cinnabarit (B),Bornit (B), Antimonit (B),Arsenopyrit (B),Malachit (S),Azurit (S),Chalkosin (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Tirolit (S),Nesquehonit
13H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	22270	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
03H	Ringenwechsel - Weittal / Reichental	Kupfer,Blei,Zink,Silber,Antimon	21187	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
27H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	20758	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
04H	Ringenwechsel - Weittal / Reichental	Kupfer,Blei,Zink,Silber,Antimon	20071	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
26H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	19875	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
04H	Ringenwechsel - Rotenstein	Kupfer,Antimon	19785	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)

Tab. 19: Fortsetzung

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
32H	Ringenwechsel - Pfaffengrube	Kupfer,Silber,Antimon	18715	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
03H	Ringenwechsel - Rotenstein	Kupfer,Antimon	17798	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
01H	Sinnwell	Kupfer,Pyrit	16280	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Co-Erze (B),Quecksilber ged. (B),Gersdorffit (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
07H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Kupfer,Silber	15927	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Cinnabarit (B),Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pentlandit (B),Pyrrhotin (B),Millerit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Limonit (S),Cuprit (S),Chalkosin (S),Goethit (S)
09H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	15252	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
21H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	14696	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
02H	Ramingstein - Altenberg	Blei,Zink,Kupfer,Silber	14261	Galenit (H),Fahlerz (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Akanthit (B),Tetraedrit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Ilmenit (B),Rutil (B),Limonit (S),Cerussit (S)
12H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	12706	Fahlerz (H),Pyrit (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Tirolit (S),Stibiconit (S),Adamin (S),Aurichalcit (S),Parnaut (S),Schulenbergit (S),Theisit (S),Realgar (S)
11H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	12482	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
19H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	12161	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
34H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	12045	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
05H	Alte Zeche	Eisenkarbonate,Kupfer	11678	Siderit (H),Tetraedrit (H),Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Proustit (B),Pyrrargyrit (B),Akanthit (B),Cobaltit (B),Arsenopyrit (B),Annabergit (S)

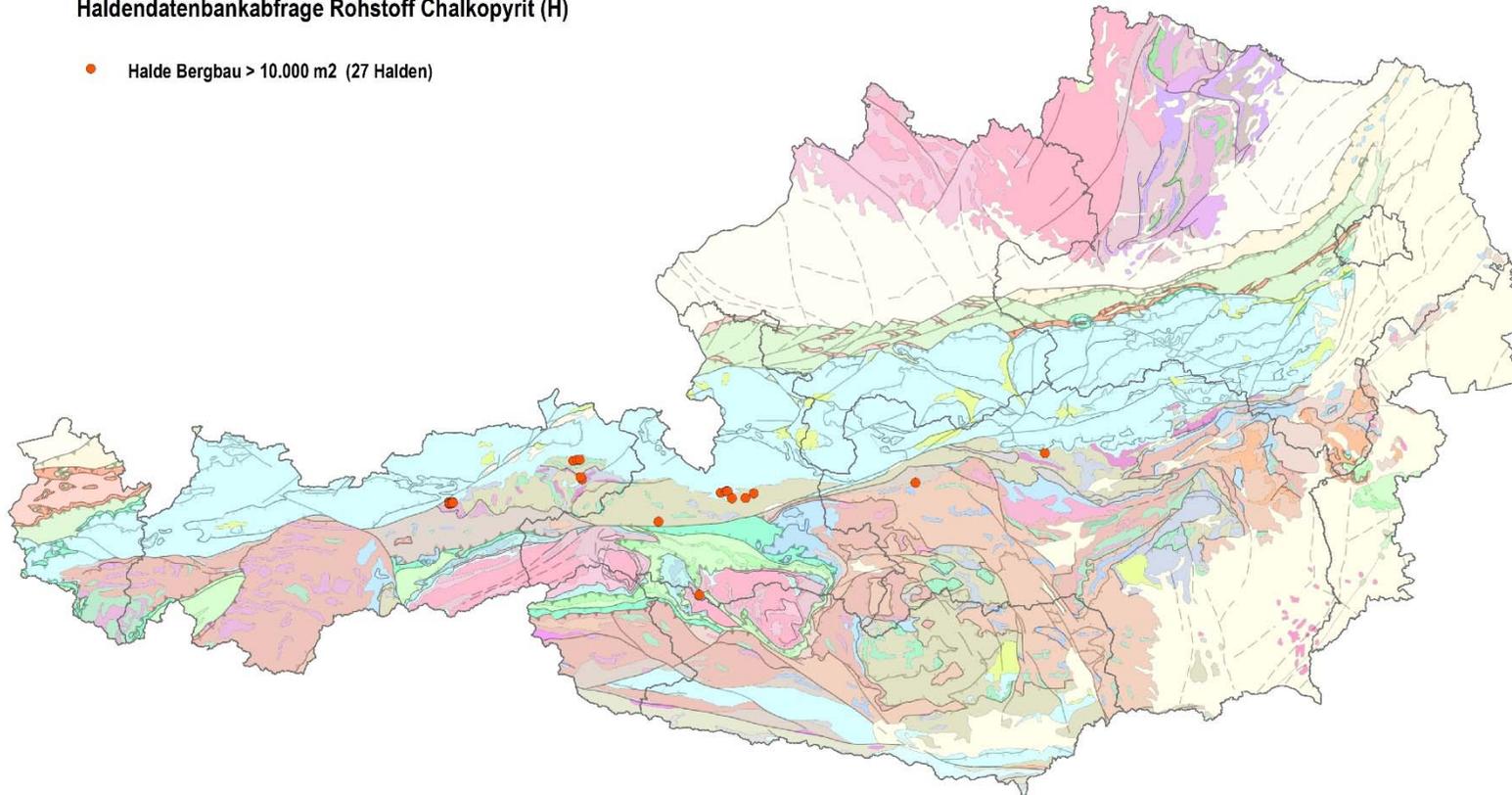
Tab. 19: Fortsetzung

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer, Antimon, Silber	11507	Fahlerz (H), Chalkopyrit (H), Chloanthit (B), Antimonit (B), Quecksilber ged. (B), Chalkostibit (B), Covellin (B), Cinnabarit (B), Malachit (S), Azurit (S), Devillin (S), Spangolith (S), Realgar (S), Tirolit (S)
03H	Fuggerbau	Kupfer, Pyrit, Antimon	10570	Chalkopyrit (H), Fahlerz (H), Pyrit (B)
13H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Kupfer, Pyrit, Antimon	10221	Fahlerz (H), Pyrit (B), Cinnabarit (B), Malachit (S), Azurit (S), Tirolit (S), Stibiconit (S), Adamin (S), Aurichalcit (S), Parnautit (S), Schulenbergit (S), Theisit (S), Realgar (S)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Chalkopyrit (H)

● Halde Bergbau > 10.000 m² (27 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Abb. 46: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Chalkopyrit (H)

Tab. 20: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkatalog (Mineralabfrage Chalkopyrit)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
091/1009	02H	Röhrebühel	Cu, Ag	293471	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	149625	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	131147	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	47382	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
091/1009	01H	Röhrebühel	Cu, Ag	44088	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (
119/1012	10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	38800	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
122/1020	01H	Schattberg	Cu	30717	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Baryt (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	29067	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
125/1016a	05H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	28548	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	27012	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Sphalerit (B),Galenit (B),Arsenopyrit (B),Gudmundit (B),Boulangerit (B),Bourbonit (B),Bornit (B),Chalkosin (B),Covellin (B),Cubanit (B),Tetraedrit (B),Wismut (B),Stannit (B),Freibergit (B),Pyrargyrit (B),Stibiconit
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	25292	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	02H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	24237	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	22270	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)

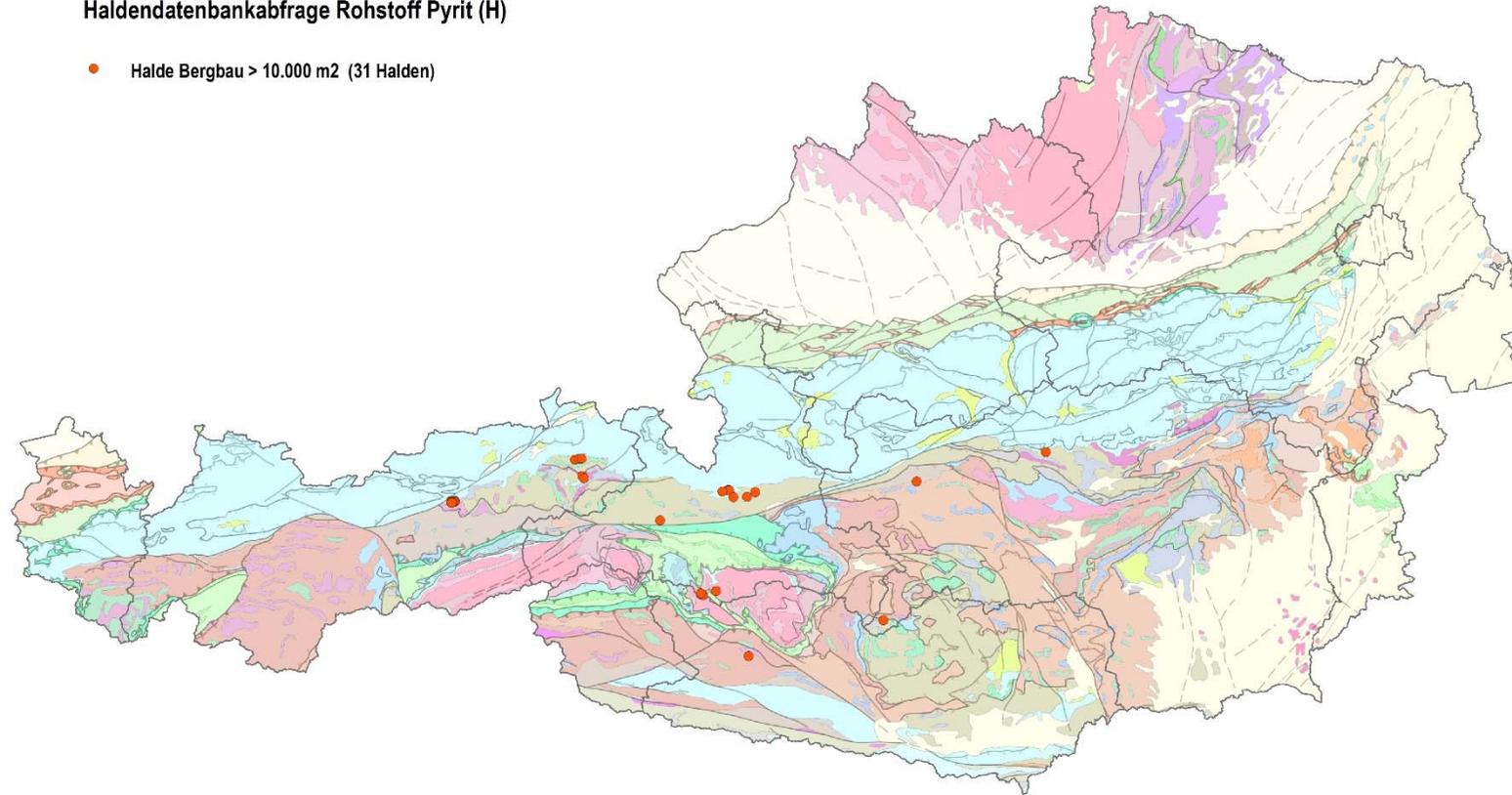
Tab. 20: Fortsetzung

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	16571	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
122/1019	01H	Sinnwell	Cu, Ag	16280	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Co-Erze (B),Quecksilber ged. (B),Gersdorffit (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
100/1011	07H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	15927	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Cinnabarit (B),Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pentlandit (B),Pyrrhotin (B),Millerit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Limonit (S),Cuprit (S),Chalkosin (S),Goethit (S),Lep
119/1012	21H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	14696	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	14072	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Gersdorffit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
154/1022	01H	Leidenfrost / Grieswiestauern SE	Au, Ag, Pb	13183	Galenit (H),Chalkopyrit (H),Sphalerit (B),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Gold (B),Scheelit (B),Fahlerz (B),Polybasit (B),Pyrrargyrit (B),Famatinit (B),Chalkosin (B),Covellin (B),Goethit (S),Malachit (S),Azurit (S),Cerussit (S),Hemimorphit (S),Aurichalcit (S),Li
119/1012	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	12482	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	19H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	12161	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1012	34H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	12045	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	11678	Siderit (H),Tetraedrit (H),Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Proustite (B),Pyrrargyrit (B),Akanthit (B),Cobaltit (B),Arsenopyrit (B),Annabergit (S)
119/1012	06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	11507	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	11445	Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrrhotin (B),Fahlerz (B),Nickelin (B),Cubanit (B),Vallerit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Kupfer, gediegen (B),Chalkosin (B),Arsenopyrit (B),Bi-Sulfosalze (B),Limonit (S)
091/1005	03H	Fuggerbau	Cu, Ag	10570	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (B)
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10020	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Pyrit (H)

● Halde Bergbau > 10.000 m² (31 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Tab. 21: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkataster (Mineralabfrage Pyrit)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
091/1009	02H	Röhrebüchel	Cu, Ag	293471	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (S)
149/2001	07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	275484	Magnesit (H),Scheelit (H),Pyrit (B),Talk (B),Bournonit (B),Boulangerit (B),Antimonit (B)
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	47382	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
091/1009	01H	Röhrebüchel	Cu, Ag	44088	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (S)
122/1020	01H	Schattberg	Cu	30717	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Baryt (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	27012	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Sphalerit (B),Galenit (B),Arsenopyrit (B),Gudmundit (B),Boulangerit (B),Bournonit (B),Bornit (B),Chalkosin (B),Covellin (B),Cubanit (B),Tetraedrit (B),Wismut (B),Stannit (B),Freibergit (B),Pyrrargyrit (B),Stibiconit
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	25899	Limonit (H),Siderit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (H),Galenit (B),Hämatit (B),Chalkopyrit (B),Magnetit (B),Todorkit (S),Gips (S),Wulfenit (S)
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	16571	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
122/1019	01H	Sinnwell	Cu, Ag	16280	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Co-Erze (B),Quecksilber ged. (B),Gersdorffit (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au (Fe, Cu)	15760	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (B)
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	14072	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Gersdorffit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly
154/1032	16H	Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au, Ag (As,Pb)	13651	Pyrit (H),Arsenopyrit (H),Pyrrhotin (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Gold (B),Cosalit (B),Gustavit (B),Vikingit (B),Heyrovskyt (B),Fahlerz (B),Polybasit (B),Pyrrargyrit (B),Magnetit (B),Bismuthinit (B),Cobaltit (B),Löllingit (B),Kupfer, gedie

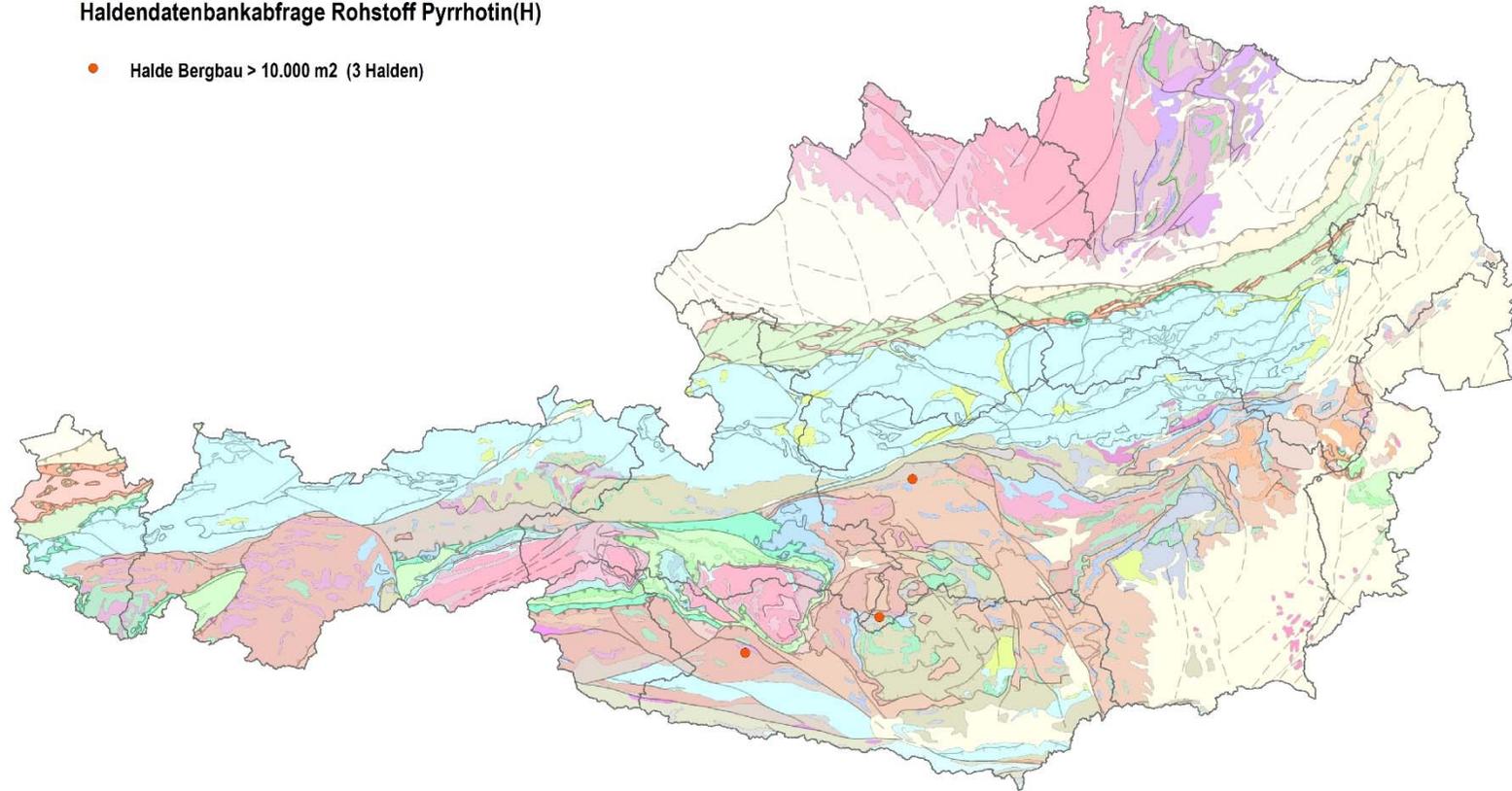
Tab. 21: Fortsetzung

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
154/1028	03H	Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	12078	Pyrit (H),Arsenopyrit (B),Chalkopyrit (B),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Tetraedrit (B),Tetradymit (B),Argentit (B),Chlorargyrit (B),Dyskrasit (B),Polybasit (B),Pyrrargyrit (B),Akanthit (B),Diaphorit (B),Gold (B),Elektrum (B),Küstelit (B),Eskimoit
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	11445	Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrrhotin (B),Fahlerz (B),Nickelin (B),Cubanit (B),Vallerit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Kupfer, gediegen (B),Chalkosin (B),Arsenopyrit (B),Bi-Sulfosalze (B),Limonit (S)
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10020	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pentlandit (B),Bravoit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),Nickelin (B),Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Moly

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Pyrrhotin(H)

- Halde Bergbau > 10.000 m² (3 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Tab. 22: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkataster (Mineralabfrage Pyrrhotin)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	27012	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Sphalerit (B),Galenit (B),Arsenopyrit (B),Gudmundit (B),Boulangerit (B),Bourmonit (B),Bornit (B),Chalkosin (B),Covellin (B),Cubanit (B),Tetraedrit (B),Wismut (B),Stannit (B),Freibergit (B),Pyrargyrit (B),Stibiconit
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	25899	Limonit (H),Siderit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (H),Galenit (B),Hämatit (B),Chalkopyrit (B),Magnetit (B),Todorokit (S),Gips (S),Wulfenit (S)
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au (Fe, Cu)	15760	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (B)

6. Test von geoelektrischen Untersuchungsmethoden im Bereich von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde – Testgebiet Klärschlammteich Antimonbergbau Schlaining

6.1 Ausgangssituation

Für die begleitenden geophysikalischen Untersuchungen im Rahmen des Projekts ÜLG-69 (Haldenressourcenkataster) wurde als methodisches Testgebiet eine sekundäre Rohstoffressource im Bereich des Antimon-Bergbaus Schlaining ausgewählt. Ein Teilarbeitsschwerpunkt im Projekt Ü-LG-67-2014 (Potenziale kritischer Rohstoffe II) (SCHEDL et al. 2015) galt bereits der Untersuchung von Flotationsabgängen aus der letzten Betriebsphase des Antimonbergbaus Schlaining (1941-1991), in denen in unterschiedlichem Ausmaß noch Restpotenziale des kritischen Rohstoffs Antimon zu erwarten waren. In realistischer Abschätzung der vorhandenen Gesamtpotenziale war vor allem das größte dieser Absetzbecken, der sogenannte ‚Kläerteich III‘, von untersuchungswürdigem rohstoffwirtschaftlichen Interesse. Die bisher bekannten Daten über die räumliche Verteilung des Klärteichs stammen aus frühen Untersuchungen von HEISS (1991), HEIS et al. (1991), INTERGEO (2000a, b). Die relativ gute Datenausgangslage zum Standort war auch ein Grund für die Gebietsauswahl dieses geophysikalischen Methodentests. Um detailliertere Informationen über den Untergrund des Klärteichs zu erhalten, wurden im Rahmen des aktuellen Projekts ‚Haldenressourcenkataster‘ geoelektrische Profile gemessen, die vor allem auch als methodischer Test zur Untersuchung weiterer sekundärer Rohstoffressourcen konzipiert waren.

Trotz der gut an der Oberfläche eingrenzbarer Konfiguration des ehemaligen Klärschlammteiches ergeben sich für die Vertikalauflösung des Klärschlammbeckens einige einengende Faktoren. Die Klärschlamm-sedimente sind seit dem Ende der Flotationsbetriebs 1991 in einem teilkonsolidierten Zustand. Bei der Untersuchung durch INTERGEO (2000a) zeigen die Klärschlamm-sedimente ab einer Teufe von 5-6 m noch eine Wassersättigung (GW 1‘), die die doch sehr langsam stattfindenden Entwässerungsprozesse im ehemaligen Klärteich belegen. Dadurch sind auch geringere Unterschiede im geoelektrischen Widerstand der Klärschlamm-sedimente zu den Untergrundsedimenten im GW-Begleitstrom des Tauchenbachs zu erwarten. Unklar war auch, inwieweit sich die variable Einleitung der Flotationsabgänge, baulichen Maßnahmen bei der sukzessiven Erweiterung des Klärteichs sowie die Maßnahmen bei der nachfolgenden Abdeckung des Klärteichs mit unterschiedlichen Materialien (1990, 2010/2011) auf die Messergebnisse auswirken würden. Nur bedingte Aussagekraft der geoelektrischen Messungen war auch im Hinblick auf die Interpretation der Wertstoffgehalte in den Klärschlamm-sedimenten zu erwarten, da die Schwermetallgehalte (meist an Sulfide bzw. Hydroxide gebunden) mit 0,35-0,8% relativ gering sind.

Zum besseren Verständnis der aktuellen geophysikalischen Untersuchungen sind im Folgenden nochmals Auszüge bisheriger Untersuchungsergebnisse aus dem Bereich des Klärschlammteichs III zusammengefasst.

6.2 Zur Entstehungsgeschichte des Klärteichs III im Bereich der Aufbereitung im Antimon-Bergbau Schlaining Kurt-Revier

Die moderne Flotationsanlage im Bereich des Kurt-Reviers wurde 1941/42 mit einem Tagesdurchsatz von 80-100 t errichtet, ging aber kriegsbedingt erst 1945 in den Vollbetrieb. Neben der Aufbereitung von Roherzen war die Gewinnung und Wiederaufbereitung von älteren Erzhalde über Jahrzehnte ein Teilprogramm des Bergbaus und der Aufbereitung.

Die Aufbereitung im Bergbau Schlaining bestand im Wesentlichen aus einer vorgeschalteten Brecheranlage und einer Flotationsanlage. In Letzterer erfolgte die flotative Anreicherung der Roherze mit einem Durchschnittsgehalt von 2,8% Sb (2,5-3,9%) auf einen durchschnittlichen Konzentratgehalt von etwa 67% Sb. Die Ausbringung erreichte im Regelbetrieb Werte von etwas über 90%. Mit einem Nachflotierungsschritt konnte die Ausbringung versuchsweise auf über 95% verbessert werden. Zur Ableitung der Flotationsabgänge wurden ab 1942 insgesamt 4 Klärteiche angelegt (Abb. 49). Die bei weitem größte dieser Klärteiche ist der nunmehr testmäßig untersuchte Klärteich III, der bis zur Schließung der Aufbereitung 1991 in Betrieb stand und sich in mehreren Erweiterungs- und Umbauphasen bis zur aktuellen Konfiguration entwickelt hat.

Der Klärteich III wurde Ende der 40-er/Anfang der 50-er Jahre ursprünglich in einer natürlichen Senke des Tauchentals unmittelbar östlich der Landestraße angelegt. Das Absetzbecken war am West- und Südrand durch Dammschüttungen begrenzt, am Ostrand bestand eine natürliche morphologische Hangbegrenzung. Für die Dammschüttungen wurden Abraummateriale des Bergbaus verwendet. Kapazitätsprobleme bei der weiteren Deponierung der Flotationsabgänge führten 1970/71 schließlich zu einer erheblichen Vergrößerung des Klärteichs III, wobei sowohl der Tauchenbach (bis zu 80 m) als auch die Landestraße (bis zu 160 m) in westlicher Richtung verlegt werden mussten. Die Dammschüttung im Bereich der ehemaligen Landestraße blieb dabei als Schwellen im Klärteichbecken erhalten. Mit der Erweiterung des Klärteichbeckens konnte auch die Füllhöhe des Absetzbeckens durch mehrmalige Erhöhung der Dammschüttung (zuletzt 1984) sukzessive auf den nunmehr vorliegenden Letztzustand des Klärteichs erweitert werden.

Die Einleitung der Flotationsabgänge erfolgte in der ersten Phase des Klärteichs III vom Südosten her. In der erweiterten Konfiguration nach Verlegung der Landestraße und des Tauchenbachs bestanden verschiedene Einleitungsbereiche entlang der Westseite des Dammes, wobei die Einbringung unter Ausnutzung des natürlichen Gefälles über eine eigens eingerichtete Ringleitung (vgl. Abb. 50) in Richtung Osten

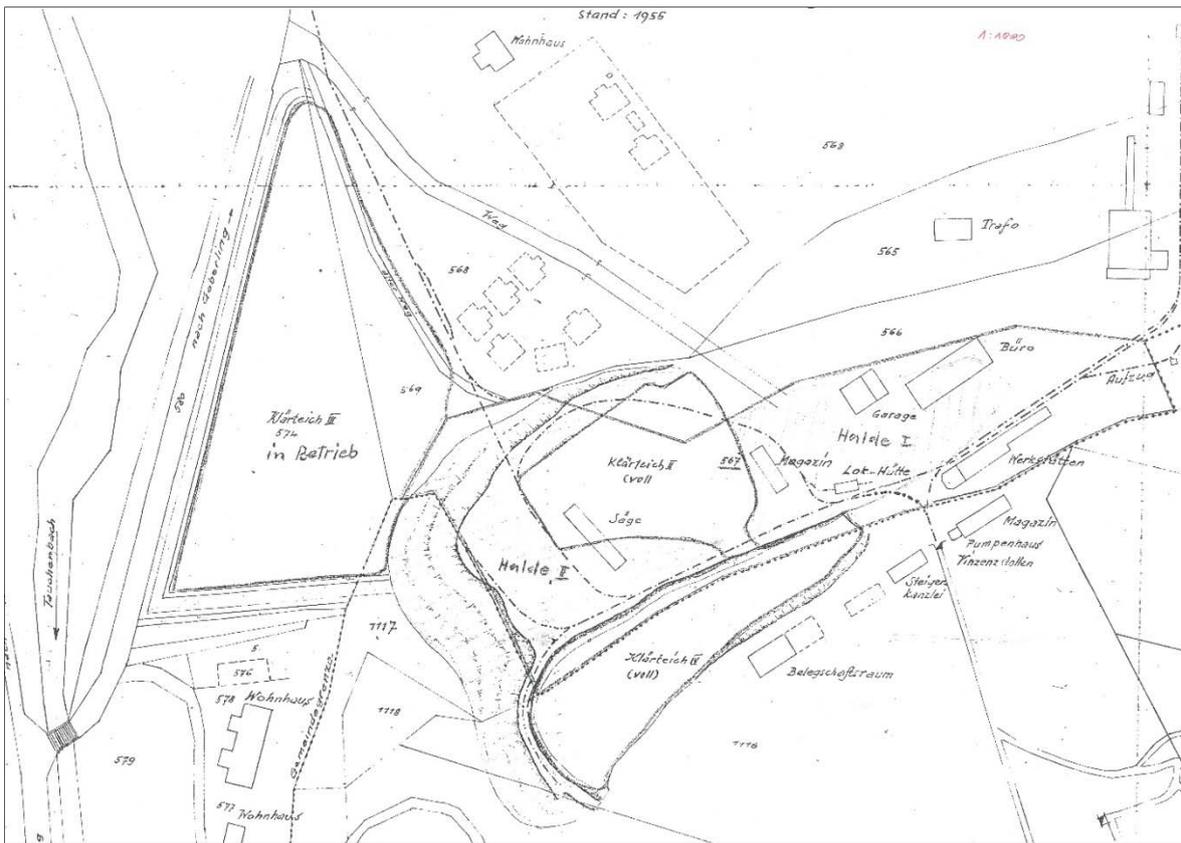


Abb. 49: Antimonaufbereitung Schläining mit den historischen Klärteichen II und IV bzw. dem damals im Betrieb befindlichen Klärteich III (Lageplan –Revier Kurth –Halden und Klärteiche, 1955; Lagerstättenarchiv GBA).



Abb. 50: Klärteich III mit den Einlaufabschnitten im Bereich der westlichen Dammbegrenzung (um 1970) (Quelle: http://www.bergbauverein-bad-bleiberg.at/linpha/actions/image_resized_view.php?imgid=783&wh=1600x1079)

vorgenommen wurde. Im konsolidierten Zustand des Klärteiches bestand ein Niveauunterschied im Osten von 1,5-2 m gegenüber dem Westrand auf. Im Zuge des behördlichen Abschlussbetriebsplanes wurde die Oberfläche des Klärteiches mit mindestens 30 cm Haldenmaterial sowie einer abschließenden mineralischen Dichtschicht mit einer Mindeststärke von 30 cm abgedeckt. 2010 und 2011 erfolgten zum Ausgleich des bestehenden E-W-Niveauunterschieds im Zuge eines mittlerweile abgebrochenen Bauprojekts die weitere Einbringung von Inertmaterial, Halden- bzw. Klärschlammmaterial auf die Klärteichoberfläche (bis zu 1 m).

Über die Gesamtmenge der abgelagerten Flotationsabgänge im Klärteich III gibt es leider keine validen Betriebs-Angaben. Im Zuge des Projekts ÜLG 67 (SCHEDL et al, 2015) wurde daher das Volumen unter Zugrundelegung von 7 Rammkernsondierungen (INTERGEO, 2000a) geschätzt (vgl. Abb. 51). Die maximale Mächtigkeit des Klärschlammes wurde demnach in der Sondierung RKS 1 mit 11,5 m erreicht, die geringste Mächtigkeit in RKS 3 mit 5,15 m. Die Beckentiefe in der ersten Ausbauphase des Klärteichs III vor 1970 liegt zwischen 5 und 10m. Die damalige Überlagerung des Klärteichs mit Abraum aus dem Bergbau und einer lehmigen Deckschicht schwankt zwischen 0,95 und 1,7 m (behördliche Maßnahmen Stand 1991). Die Gesamtfläche des Klärteichs beträgt in etwa 60.000 m², wobei am westlichen Rand als Begrenzung für die Flächenberechnung die Dammkrone von 1974 verwendet wurde. Im Zuge der Erhöhung der Dammkrone kommt es hier zu einer Verzahnung von Klärschlamm- und Schüttmaterial des Dammes, wobei die Klärteichbegrenzung im Untergrund unter der jeweiligen Dammkrone der darauffolgenden Jahre zum Liegen kommt (vgl. Abb. 52). Der genaue Verlauf des Beckenuntergrundes lässt sich aus den zur Verfügung stehenden Untersuchungsergebnissen nicht mehr genau rekonstruieren. Bei der Volumetrieung wurde die Beckenuntiefe (alte Dammschüttung) am damaligen Westrand des alten Klärteichs III (Stand 1955) sowie dessen geringere Füllhöhe berücksichtigt. Als Durchschnittsmächtigkeiten wurden im Hauptbecken 9 m, im Bereich des alten Beckens (vor 1955) 6 m angenommen. Unter Berücksichtigung der Teilbereiche mit unterschiedlicher Sedimentmächtigkeit des Klärschlammes errechnet sich bei einer Gesamtfläche des Klärteichs III von etwa 60.000 m² ein ungefähres Gesamtvolumen von etwa 480.000 m³. Bei einer spezifischen Dichte des vorwiegend tonig-schluffigen Sediments von etwa 1,8 t/m³ wären dies rund 860.000 t Klärschlamm- und Sedimente.

6.2.1 Sedimentologische Untersuchungen

Untersuchungen zur sedimentologischen Zusammensetzung des Klärschlammes liegen nur aus der bereits erwähnten INTERGEO-Studie (INTERGEO, 2000a) vor. Zur Korngrößenbestimmungen und zu allen weiteren Untersuchungen wurden zwei Mischproben RKS 1, 2, 5, 7 (Klärschlamm I') und RKS 3, 4, 6 (Klärschlamm II') herangezogen. Auf Basis der vorliegenden Korngrößenuntersuchungen kann der Klärschlamm sedimentpetrographisch als toniger, stark feinsandiger Schluff angesprochen werden. Die Klärteichsedimente zeigen intern einen ausgeprägten Lagenbau mit stofflich unterschiedlicher Zusammensetzung und Gradierungen in der Korngröße, die die unterschiedlichen Prozessabläufe in der Flotation sowie die Korngrößenfraktionierung während der Einbringungsprozesse sehr gut widerspiegeln. Unter dem GW I (5,50 m) waren zum Beobachtungszeitpunkt 2000 die Sedimente durchwegs noch wassergesättigt.

Durch den Schüttvorgang von West Richtung Ost ist auch eine Fraktionierung in der Korngröße der Flotationsabgänge in horizontaler Richtung zu beobachten (INTERGEO, 2000a). In Nähe der Einlaufstellen am Westrand des Klärteichs ist der Anteil der Sandkomponente (43,4 %) deutlich höher, während in den

entfernteren Bereich im Osten die Schluffkomponente (66,7 %) eindeutig dominiert. Auch der Anteil der Tonfraktion ist am Ostrand (12,4 %) doppelt so hoch wie im Bereich der Einlaufstellen im Westen (INTERGEO, 2000a). Mit dem sukzessiven Wechsel in der Konfiguration des Klärschlammbeckens und der Variation der Einleitungsstellen von SE bis W zeigt der Klärschlammteich auch in der Korngrößenzusammensetzung der Flotationsabgänge ein relativ heterogenes Bild mit Korngrößenfraktionierungen von Grobkorn zu Feinkorn mit Abstand zur Einleitung.

6.2.2 Mineralogisch-mikrochemische Untersuchungen

Eine Gesamtmineralogie der Klärteichsedimente liegt auf Basis einer Mischprobe RKS 1-7 (Fraktion <0,4 mm) in der bereits erwähnten Studie der INTERGEO (2000a) vor. Neuere mineralogische, rohstoffrelevante Fragestellungen zur Zusammensetzung des Klärschlammmaterials wurden auch im Rahmen der ÜLG-Projekte ‚Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich‘ (SCHEDL et al., 2011, 2012) sowie ‚Potenzial kritischer Rohstoffe II‘ (SCHEDL et al., 2015) bearbeitet.

Die mineralogisch-petrographische Zusammensetzung des Klärschlammes widerspiegelt bereits sehr gut die lithologische Zusammensetzung der Nebengesteine (Kalkschiefer, -phyllite, Grünschiefer) und der Gangart (Calzit, Quarz, Ankerit). In der Gesamtmineralogie der Sedimente dominieren Quarz (38 %), Karbonat (35 %) und Glimmer (22 %) (INTERGEO, 2000a). Neuere Untersuchungen der Geologischen Bundesanstalt (SCHEDL et al., 2010, 2011, 2012, 2015) konnte den optisch bestimmbaren, akzessorischen Schwermineralanteil (0,5-1% des Klärschlammes) näher charakterisieren. In der nichtmagnetischen Fraktion sind Stibnit, Arsenopyrit, Pyrit (+Melnikovit-Pyrit) und Markasit die dominanten Erzphasen, im untergeordneten Ausmaß auch Chalkopyrit, Fahlerz, Galenit und Sphalerit zu beobachten. Die primären Erzphasen zeigen meist deutliche Verwitterungseinflüsse. Als Verwitterungsprodukte treten dabei vor allem Eisenhydroxide, Stibiconit und (As, Sb, Fe)-Hydroxide auf. Neben Stibnit und dessen Oxidationsprodukt Kermesit sind vor allem (As, Sb, Fe)-Hydroxide (bis 13,4% Sb) die Hauptträgerphasen für Antimon. Antimon kann aber auch in Spuren in einer Reihe von anderen Sulfiden eingebaut sein (Pyrit bis 0,1%, Arsenopyrit bis 1,3 %, Melnikovit-Pyrit bis 0,24 %) (SCHEDL et al., 2015).

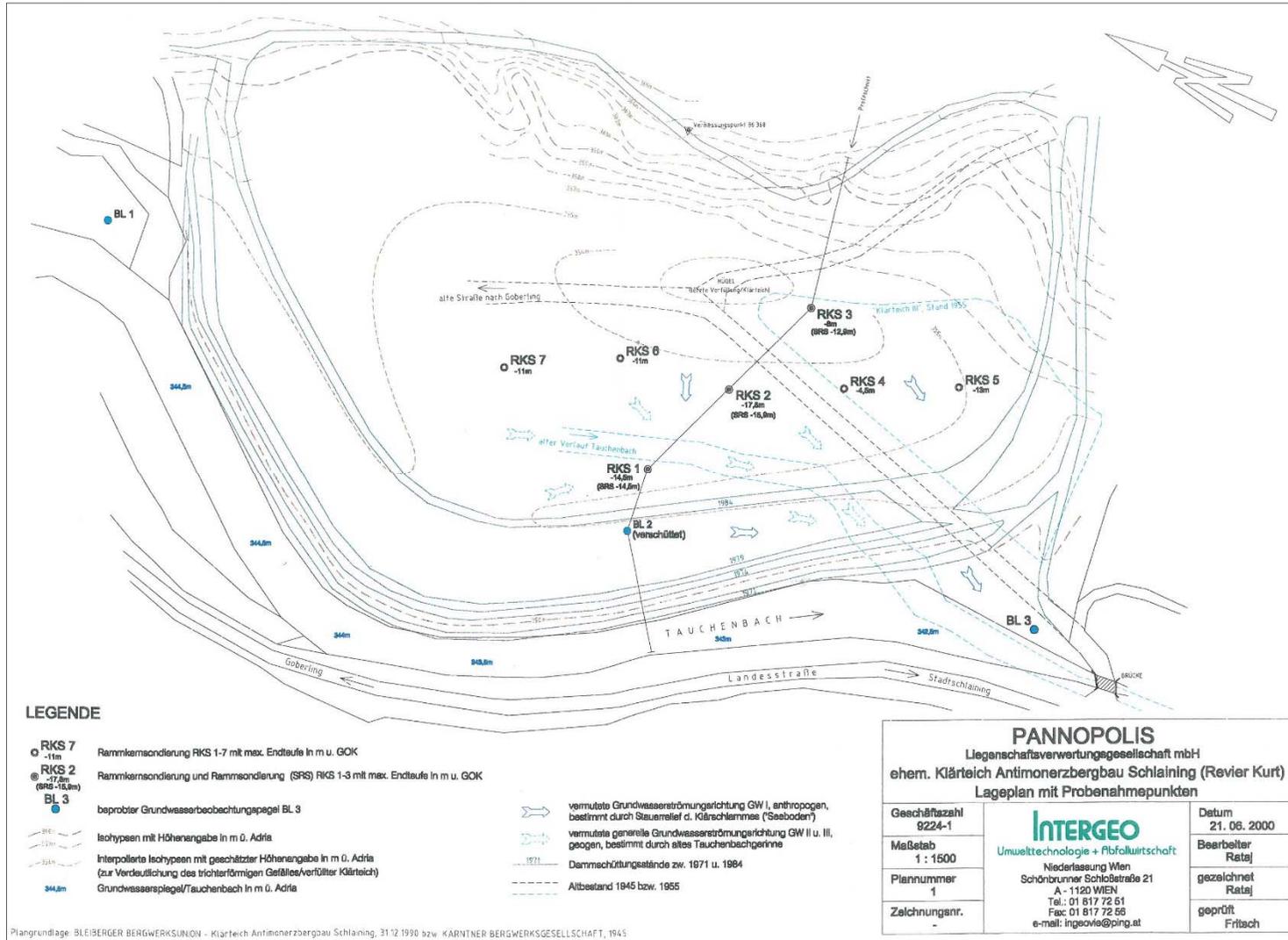


Abb. 51: Klärteich III - Antimonerzbergbau Schläining - Lageplan der Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 7 (INTERGEO, 2000a).

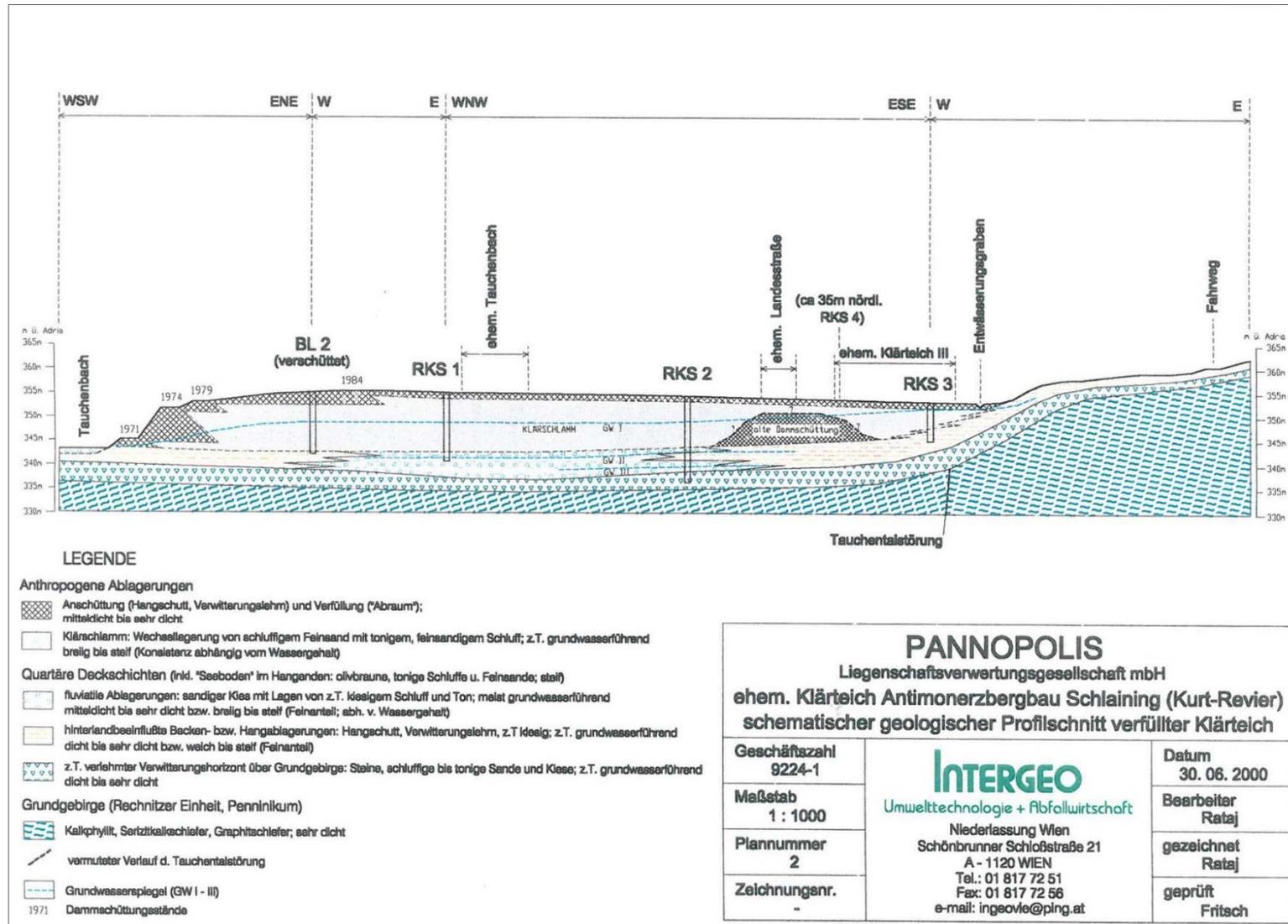


Abb. 52: Klärteich III - Antimonerzbergbau Schläining – Profilschnitt durch den Klärteich mit den Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 2 und RKS 3 (INTERGEO, 2000a).

6.2.4. Chemische Untersuchungen

Über die Zusammensetzung der Klärschlammssedimente gibt es seit 2000 aus verschiedenen Untersuchungsprogrammen eine Reihe geochemischer Analysen. Entsprechend der unterschiedlichen Aufgabenstellung umfassen diese Untersuchungen Haupt- und Spurenelementanalytik, z.T. aber auch nur ausgewählte Spurenelementgehalte. Die meisten dieser Proben stammen aus seichten Aufschlüssen (oberste 70 cm der Klärschlammssedimente). Durchaus repräsentativen Charakter haben hingegen die beiden Mischproben der Rammkernsondierungen aus 2000, die sehr gut das Gesamtprofil der Klärschlammssedimente im Klärteich III abdecken (INTERGEO, 2000a). Die Sb-Gehalte in den Großproben der Rammkernsondierungen variieren zwischen 2320 und 3440 ppm, wobei der höhere Gehalt im größeren Beckenbereich entlang der Dammschüttung mit vorwiegend schluffig-feinsandigen Klärschlammssedimenten, der niedrige im Teilbereich mit schluffig-tonigen Sedimenten gemessen wurde. Die Arsengehalte liegen -konform dem mineralogischen Befund- sehr hoch, in den beiden Großproben immerhin bei 2340 und 4720 ppm. Die Bandbreite bei den von der GBA untersuchten Proben aus oberflächennahen Bereichen liegt bei Sb zwischen 1887 und 3440 ppm, bei Arsen zwischen 1035 und 1182 ppm (SCHEDL et al., 2015). Die zur Verfügung stehenden Analysenergebnisse zeigen neben Antimon keine weiteren kritischen Rohstoffelemente mit signifikant erhöhten Gehalten.

6.3 Geoelektrische Messungen im Rahmen begleitender Methodentests für das Projekt ÜLG 69 - Haldenressourcenkataster

6.3.1 Einleitung

In Zusammenarbeit mit der FA Rohstoffgeologie wurden von der FA Geophysik insgesamt 3 geoelektrische Profile im August 2018 im Bereich des ehemaligen Klärschlammteichs III nördlich von Stadtschlaining (Bgl.) vermessen, die methodischen Testcharakter hatten.

Die Details zu den geoelektrischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle 23 angegeben.

Tab. 23: Spezifikation der Geoelektrikprofile Stadtschlaining (Bgl.)

Geoelektrikprofil	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Profil 1	2.5	230	SSE-NNW
Profil 2	2.0	184	WSW-ENE
Profil 3	1.0	92	WSW-ENE

6.3.2 Methodik Geoelektrik

Bei der geoelektrischen Messmethode wird die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund gemessen. Die gängigsten geoelektrischen Feldmessungen bedienen sich meist einer linearen, symmetrischen Elektrodenkonfiguration in sog. 4 Punktanordnung, wobei die Außenelektroden den Strom einspeisen und die Innenelektroden die Potentialdifferenz messen. Das Prinzip einer herkömmlichen geoelektrischen Tiefensondierung besteht darin, durch Variation des Außenelektrodenabstandes verschiedene Tiefen zu erfassen.

Um zweidimensionale Aufnahme des Untergrundes zu ermöglichen, wurden Mitte der 90-er Jahre Multielektrodenanordnungen entwickelt, die aus einer Messeinheit mit einer Vielzahl von steuerbaren Elektroden bestehen. In der Folge werden von einer Steuereinheit automatisch durch Zusammenschalten der entsprechenden Tiefensondierungen bis zum maximal möglichen Außenelektrodenabstand gemessen (Skizze siehe Abb. 53). Die gegenständlichen Messungen wurden mit dem von der FA Geophysik der GBA entwickelten Messgerät GEOMON4D mit 93 steuerbaren Elektroden durchgeführt.

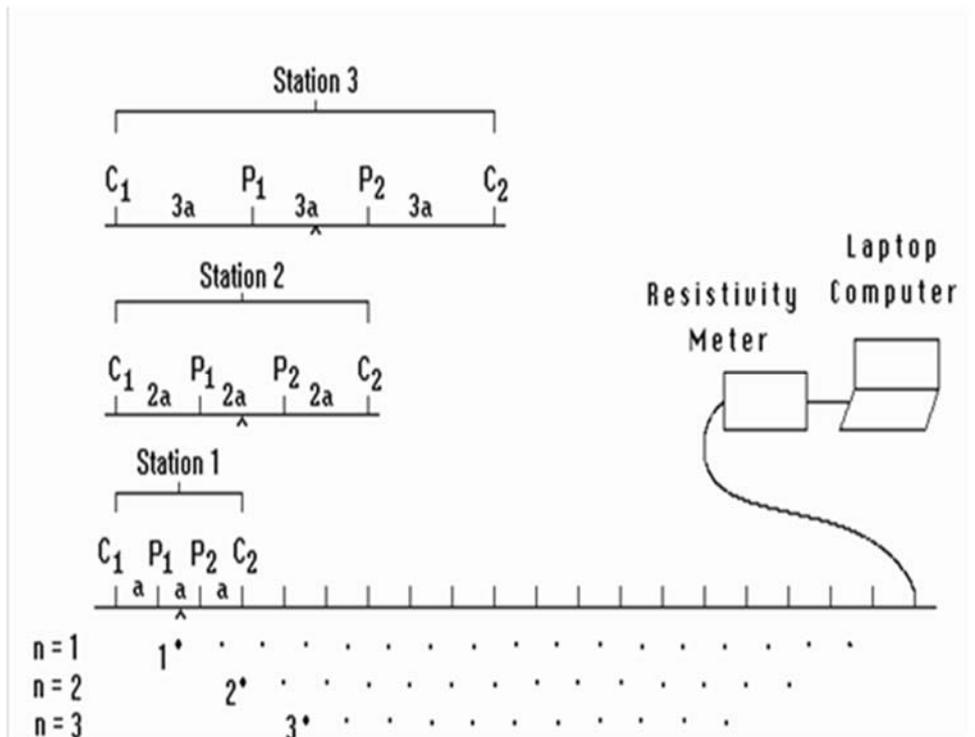


Abb. 53: Messprinzip der Multielektroden Geoelektrik

Die Messergebnisse selbst werden zur Qualitätskontrolle in Form einer sog. „Pseudosektion“ dargestellt, wobei die gemessenen scheinbaren Widerstände gegen den jeweiligen Elektrodenabstand („Pseudotiefe“) aufgetragen werden. Als Auswertung wird eine zweidimensionale Inversion nach der Methode der finiten Differenzen durchgeführt, wobei der Untergrund in rechteckige Blöcke aufgeteilt wird, welchen durch einen Algorithmus die zu den Messwerten bestmöglich passenden Widerstandswerte zugewiesen werden. Aus den Pseudowiderständen wird mit einem Inversionsverfahren ein Modell der Widerstands-Tiefenverteilung berechnet. So erhält man die Verteilung des elektrischen Widerstandes des Untergrundes (Skizze siehe Abb. 54). Das Ergebnis sind Profilschnitte, wobei die Darstellung der Topographie entlang der Profile berücksichtigt werden kann.

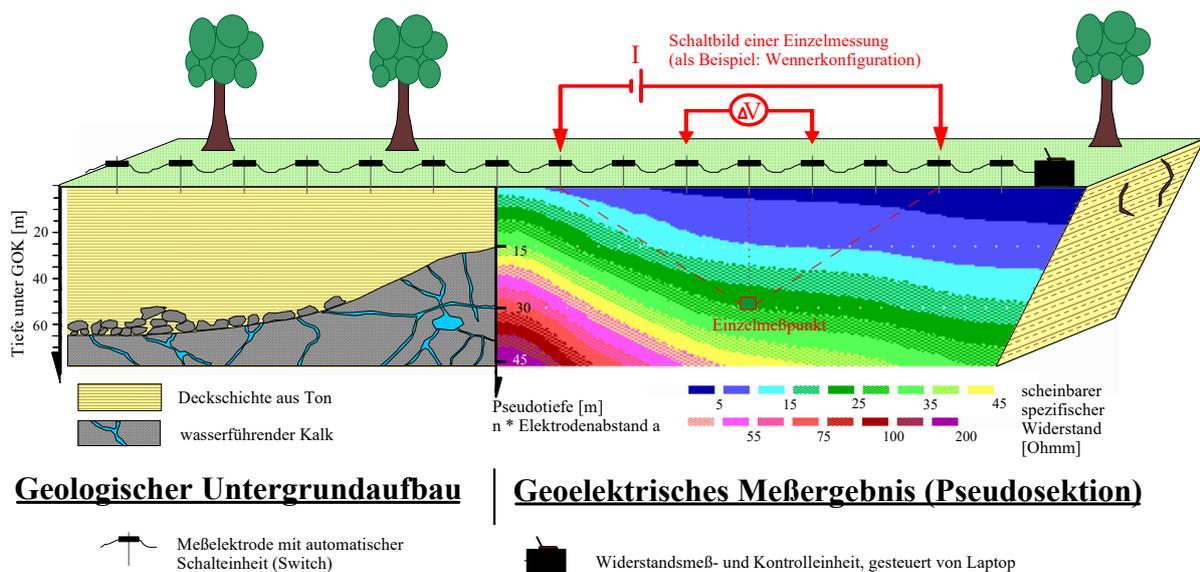


Abb. 54: Prinzip einer zweidimensionalen Aufnahme mit einem Multielektrodensystem

6.3.3 Ergebnisse Geoelektrik

Abb. 55 zeigt die Lage des Untersuchungsgebietes. In Abb. 56 sind die genauen Profillagen auf einem Orthofoto (Quelle: Geoland) übertragen.

Die Ergebnisse der Inversionsrechnung für die 3 Profile sind in den Abbildungen 57, 58, 59 und 60 dargestellt, wobei Abbildung 57 zur Vergleichbarkeit der Profile eine Darstellung mit gleichem Farbverlauf gewählt wurde. In den Abbildungen 58, 59, 60 sind die jeweiligen Profile gemäß ihrem individuellen Dynamikbereich der elektr. Widerstände abgebildet.

Zusätzlich sind die auf dem Areal durchgeführten Bohrungen (INTERGEO, 2000a) in der jeweiligen Lage zum Profil (bei entsprechendem Abstand normal auf das Profil projiziert) dargestellt. Legende dazu siehe Abb. 58.

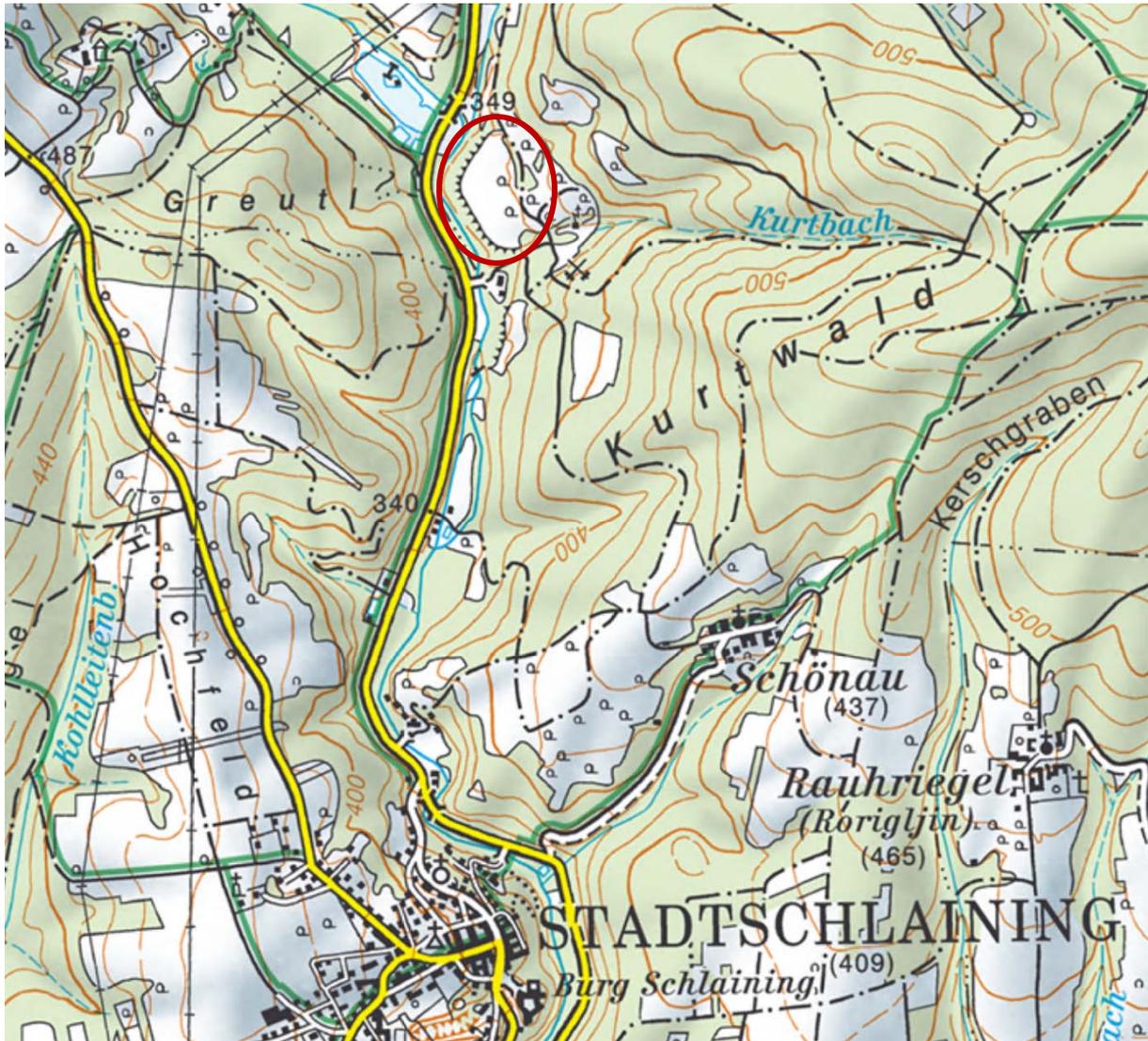


Abb. 55: Lage des Messgebietes auf ÖK 1:50.000 BEV (© AMAP) – Klärschlammteich (rot umrandet)



Abb. 56: Lage der geoelektrischen Profile im Messgebiet Schlaining sowie der Bohrungen auf Orthofoto (Quelle: Geoland)

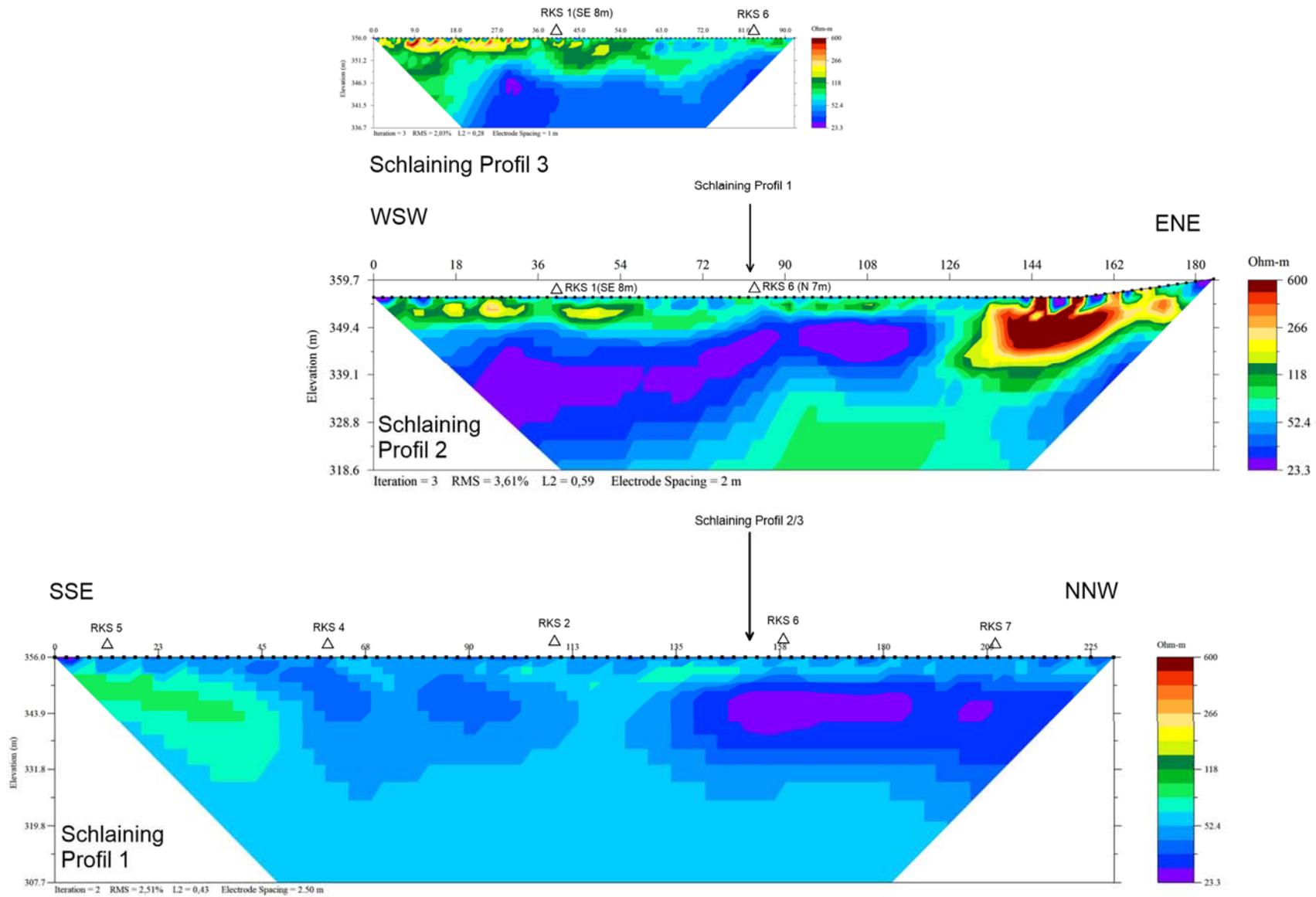


Abb. 57: Ergebnis der geoelektrischen Profile im Messgebiet Schlaining und der Bohrungen (gleicher Maßstab, gleicher Farbbalken)

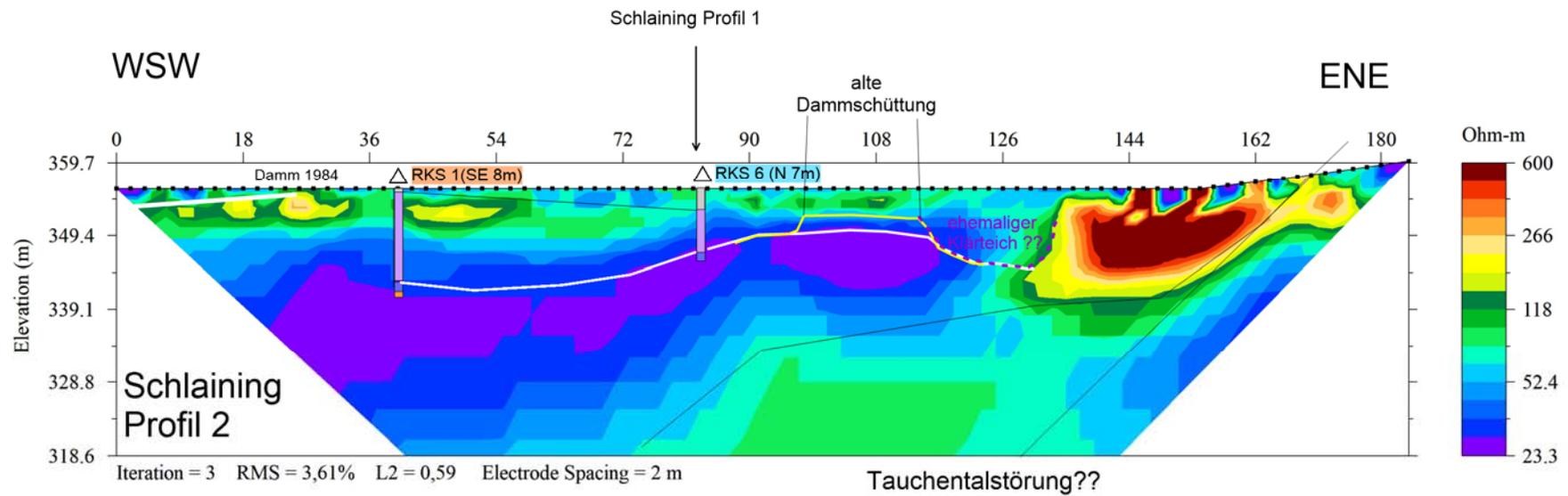


Abb. 58: Ergebnis Geoelektrik Profil 2, Legende zu den Bohrungen (INTERGEO, 2000a)

	Anschüttung, Verwitterunglehm
	Verfüllung, Klärschlamm "Abraum"-Gesteinsbruch, Sand
	Seeboden
	Wechsellagerung Schluff/Sand
	Aufler in fluvialen Sedimenten (Kies, Sand)
	Verwitterungsgrus

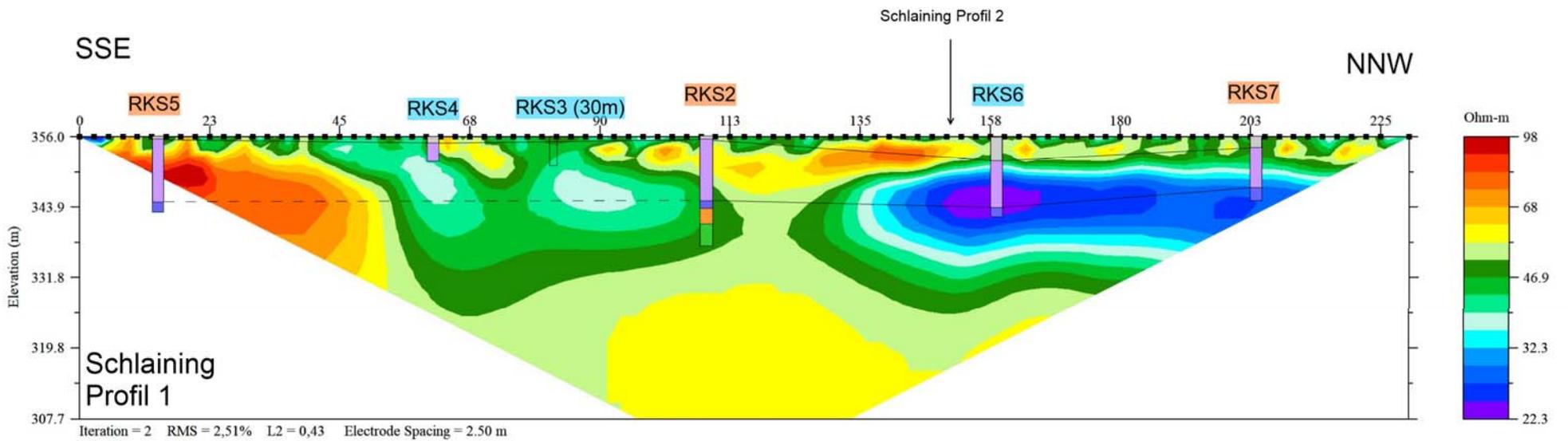


Abb. 59: Ergebnis Geoelektrik Profil 1, anderer Farbbalken!!!

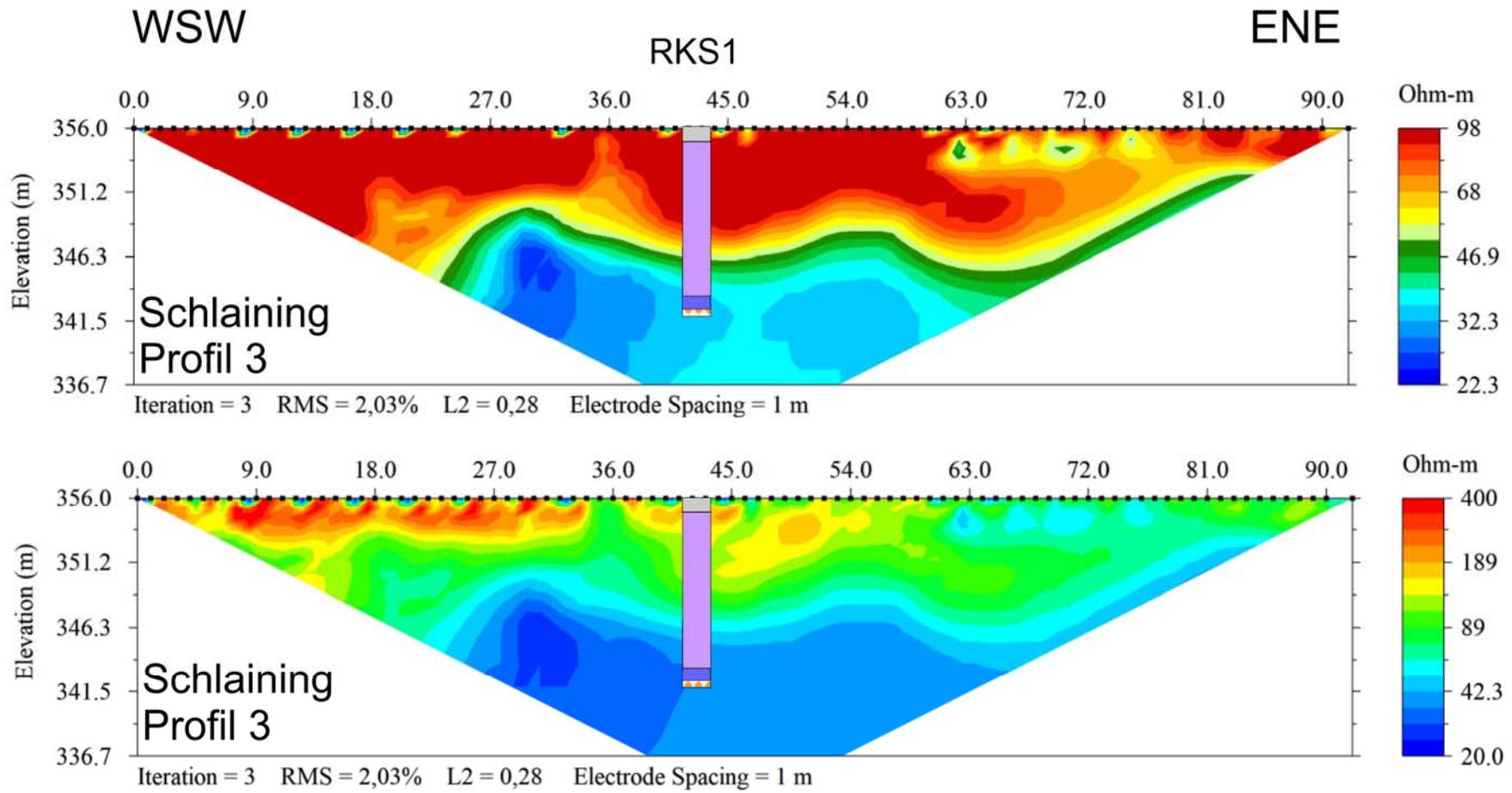


Abb. 60: Ergebnis Geoelektrik Profil 3 mit Elektrodenabstand 1m, andere Farbbalken!!!

6.3.4 Interpretation der Geoelektrik-Ergebnisse

Auf Basis der vorliegenden Berichte (BVFA, 1991, INTERGEO, 2000a) wurde versucht, speziell mit den Ergebnissen der Bohrungen aus den INTERGEO-Untersuchungen, eine Interpretation der geoelektrischen Profile vorzunehmen. Zu diesem Zweck wurden die Bohrbeschreibungen gemäß ihrer (projizierten) Lage in den Profilen eingetragen.

Grundsätzlich zeigt der Vergleich (gleicher Farbbalken) der Geoelektrikprofile Schlaining 1,2 und 3 (Abb. 9) ein durch geringe elektrische Widerstände (bis 100/120 Ohmm) dominiertes Bild. Auffallend ist in diesem Zusammenhang eine höherohmige Anomalie am Ende des Geoelektrikprofils 2, die einige hundert (600-800 Ohmm) erreicht. In Abb. 10 sind für das Geoelektrikprofil 2 die aus den Bohrungen ersichtlichen Schichtaufbaue und aus den Lageplänen erkennbaren Merkmale im Profilschnitt eingetragen. Deutlich kann die Verfüllungs-Unterkante des Klärschlammes bzw. die Oberkante der Talbodensedimente (violetter Bereich) im Verlauf nachgezeichnet werden. Der Bereich, mit dem die Verfüllung mit Klärschlamm (max. 10-12m) als Wechsellagerung von Schluff/Sand beschrieben ist, zeigt in den elektrischen Widerständen, trotz der zu erwartenden niedrigen elektrischen Widerstände durchaus eine laterale als auch vertikale Differenzierung. Im obersten Abschnitt, der in den Bohrprofilen als Anschüttung bezeichnet wird, scheinen ebenfalls heterogene elektrische Widerstandsverhältnisse vorzuliegen. Das hängt wohl damit zusammen, dass bei der im Zuge des Abschlussbetriebsplanes vorgenommene Abdeckung des Klärteichs unterschiedliche Schüttmaterialien (Verwitterungslehm, grobstückiges Haldenmaterial) zum Einsatz kamen.

Horizontal sind die Unterschiede eher zwischen grobkörnigerem Material (höhere elektrische Widerstände, gelb) und feinkörnigerem Material (niedrige elektrische Widerstände (hellblau bis grüner Bereich) zu interpretieren. Das entspricht auch sehr gut der durch die Bohrungen festgestellten horizontalen Korngrößenabnahme von West nach Ost. Durch die Einleitung der Flotationsabgänge von der Westseite her ist nämlich eine markante Fraktionierung der Korngrößen in den Klärschlammablagerungen zu beobachten. In Nähe der Einlaufstellen am Westrand des Klärteichs ist der Anteil der Sandkomponente deutlich höher, während in den entfernteren Bereich im Osten die Schluffkomponente eindeutig dominiert. Auch der Anteil der Tonfraktion ist am Ostrand doppelt so hoch wie im Bereich der Einlaufstellen im Westen (INTERGEO, 2000a). Da die Einleitung an verschiedenen Stellen des Klärteich-Westrandes erfolgte, sind dadurch auch verschiedene überlappende Sedimentfächer im Westbereich des Klärteichs zu erwarten.

Die vertikale Feinlaminierung der Schlammersedimente im cm- bis dm-Bereich liegt natürlich unter dem Auflösungsbereich des eingesetzten geoelektrischen Messverfahrens. Gut in den WSW-ENE-Profilen zu beobachten ist hingegen eine Abnahme des elektrischen Widerstandes im liegenden der Klärschlammersedimente. In vertikaler Richtung dürfte diese Abnahme des elektrischen Widerstandes durch den Einfluss des obersten Grundwasserhorizonts bedingt sein, der sich über dem Grundwasserbegleitstrom des Tauchenbaches an der Basis des Klärteichs befindet. Die erst teilkonsolidierten Klärschlammersedimente sind im liegenden Abschnitt derzeit wahrscheinlich noch immer wassergesättigt. Ebenfalls gut sind die Abschnitte der Dammerhöhungen vom Tauchenbach (speziell Dammerhöhung 1984) in Richtung Osten im Profil gut zu erkennen. Sehr gut im Untergrund erfasst wird auch die alte Dammschüttung im Ostbereich des Klärteiches. Diese Dammschüttung war bis 1970 die Westbegrenzung des ursprünglichen Klärteichs III und bis dahin auch die Trasse der Landstraße nach Goberling. Gegen Osten schließt der deutlich kleinere und seichtere Klärteich III (5-10m) im Nutzungszustand bis 1970 an.

Der bereits erwähnte hochohmige Körper am Ende des Profils scheint geogenen Ursprungs zu sein (Hangschutt, Baumaßnahmen/Böschungsschüttung), liegt aber schon außerhalb des eigentlichen Klärteichbeckens. Im Liegenden und am Randbereich des Profils scheint das Grundgebirge nach WSW einfallend und eventuell durch die Tauchentalstörung gegen die Talmitte versetzt vorzuliegen. Eine exakte Interpretation dieses markanten hochohmigen Körpers in diesem Randabschnitt zum Klärteich ist ohne ergänzende Aufschlüsse derzeit noch nicht möglich.

Während die E-W-Profile gut mit den bekannten Bohrerergebnissen korrelieren, zeigen die Messergebnisse entlang des annähernd N-S-verlaufenden Profils 1 (Abb. 11) keine einheitlichen Muster im Profiluntergrund. Das kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, diese sind im Detail beim derzeitigen Wissensstand leider noch nicht voll interpretierbar. Zur Informationsvertiefung wären hier noch ergänzende geophysikalische Messungen notwendig. Eine genaue Abgrenzung des Klärteichuntergrunds ist in dem Längsprofil leider nicht möglich, da sich im gewählten Profilschnitt offensichtlich mehrere Einflussfaktoren schleifend überlagern. Auffallend ist beispielsweise die ab der Profilmitte nach NNW in einer Tiefe von ca. 6 m verlaufende niederohmige Anomalie. Das Profil schneidet hier wahrscheinlich in einem Teilabschnitt den bevorzugten Bereich der Entwässerung im Sedimentkörpers des Klärteichs sowie des Taluntergrundes an, der auch schon bei früheren elektromagnetische Widerstandskartierungen erfasst wurde (HEISS, 1991). Morphologisch folgt diese axiale Entwässerungsrichtung in etwa dem ursprünglichen Verlauf des verlegten Tauchenbaches. Der Liegendabschnitt des Klärschlammteiches ist hier offensichtlich noch immer wassergesättigt. Die höheren elektrischen Widerstände im mittleren Abschnitt des Profils korrelieren möglicherweise mit einem gröberkörnigeren Schüttkörper, der sich im Nahbereich der Einleitung von Flotationsabgängen am Westrand des Klärteichs als Folge einer Korngrößenfraktionierung unmittelbar nach der Einleitung gebildet hat. Möglicherweise stehen die höherohmigen Bereich am Südrand des Profils ebenfalls in Zusammenhang mit Korngrößenfraktionierungen am Südrand des ältesten Klärteichabschnitts (1950-1970). Die Einbringung der Flotationsabgänge erfolgte hier in den Anfängen unter anderem auch von SE her.

Ein heterogenes Bild vermitteln auch die späteren Aufschüttungen auf der Oberfläche des Klärteiches (vgl. RKS 5, 7 und 2). Die Aufschüttungen bestehen hier aus zwei Schüttgenerationen (Maßnahmen im Zuge des Abschlussbetriebsplans 1990, Baumaßnahmen 2010/11) und umfassen dabei sehr unterschiedliche Schüttmaterialien (Halden, Aufbereitungsabgänge, Schluff/Lehm), die offensichtlich auch die kleinräumigen, verschiedenohmigen Bereiche in der geoelektrischen Widerstandskartierung widerspiegeln.

Die unterschiedlichen Bereiche in den Klärschlamm-sedimenten lassen sich somit sowohl lateral als auch vertikal am deutlichsten im annähernd W-E verlaufenden Geoelektrikprofil 2 (Abb. 10) differenzieren. Um dieses Profil auch in besserer Auflösung zu vermessen, wurde zum methodischen Vergleich der W-Teil des Profils 2 nochmals mit halben Elektrodenabstand (1 m) gemessen (Profil 3; Abb. 12). Die unterschiedlichen Abschnitte der Dammerhöhungen, die Korngrößenfraktionierung von West (gröberkörnig) nach Ost (feinkörnig), aber auch die wassergesättigten Abschnitte im Klärschlammbecken bilden sich bei diesem geoelektrischen Messprofil wesentlich besser ab als mit dem Elektrodenabstand 2 m.

Bei den doch sehr heterogenen Rahmenbedingungen im Klärschlammteich III erscheint eine geoelektrische Kartierung mit kleineren Elektrodenabständen trotz des höheren Messaufwandes für künftige Messkampagnen die sinnvollere Untersuchungsvariante. Zur methodischen Optimierung wären aber noch ergänzende geophysikalische Untersuchungen am Teststandort Schlaining notwendig.

7. Literatur

- ANGER, TH.: Das Pb-Zn-Cu-Fe-Metallsystem im Ötztal-Stubai-Kristallin: Untersuchungen zu Herkunft und Anreicherung von Hochtechnologie-Metallen mit einer Abschätzung der Sicherungswürdigkeit. - Unveröff. Endbericht MRI-Projekt, 94 S., 4 Anh., Innsbruck, 2019
- AZER, I. N.: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. Teil 1, Teil 2. - TMPM, III.F., 6, (3), S. 226-245, Wien, 1957.
- AUGUSTIN-GYURITS, K. & SCHROLL, E.: Beitrag zur geochemischen Charakterisierung österreichischer Kohlen. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 38, 195–211, Wien, 1992.
- AUSTROMINERAL: Erforschung optimaler Möglichkeiten der mineralischen Rohstoffversorgung von Österreich. Teil II. Grundsätze der mittel- und langfristigen Bedeckungsmöglichkeiten des Rohstoffbedarfs Österreichs durch heimischen Bergbau. - 94 S., Wien, 1973
- BM F. HANDEL, GEWERBE U. INDUSTRIE: Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe in Österreich und ihre Bedeutung. - Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 2, 53 S., 6 Ktn., Wien, 1979.
- BRANDENSTEIN, M., JANDA, I. & SCHROLL, E.: Seltene Elemente in österreichischen Kohlen- und Bitumengesteinen. - TMPM, III.F., 7, 260–285, Wien, 1960.
- CERNY, I. & SCHROLL, E.: Erfassung heimischer Vorräte an hochtechnologisch interessanten Spezialmetallen (vor allem Ga, In, Tl, Ge, Se, Te, Cd) in Erzen. Endbericht zum Forschungsprojekt ÜLG 13/87. - Unveröff. Ber. (Bibl. d. Geol. B.-A. Wiss. Arch.), 37 Bl., 1 Anl., Bad Bleiberg, 1991.
- CERNY, I. & SCHROLL, E.: Auszüge aus dem Endbericht zum Forschungsprojekt ÜLG 13: Erfassung heimischer Vorräte an technologisch interessanten Spezialmetallen (v.a. Ga, In, Tl, Ge, Se, Te, Cd) in Erzen (Cerny & Schroll, 1991). - Unveröff. Ber. (Rohstoffe u. Zukunftstechnologien - Teilschritt II, Ber. 3, Anl. 1), Wien, 1992
- CERNY, I. & SCHROLL, E.: Blei-Zink-Rohstoffe sowie die mit diesen assoziierten Nebenelemente (Spezialmetalle) in Österreich. - In: STERK, G. (Ed.): Rohstoffe für neue Technologien. - Schriftenreihe d. erdwiss. Komm., ÖAW, 11, S. 65-69, Wien, 1994.
- CERNY, I. & SCHROLL, E.: Heimische Vorräte an Spezialmetallen (Ga, In, Tl, Ge, Se, Te und Cd) in Blei-Zink- und anderen Erzen. - Austrian Resource Potential of Specialty Metals (Ga, In, Tl, Se, Te, Cd) in Lead-Zinc and Other Ores. - Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 18, S. 5-33, 3 Abb., 15 Tab., Wien, 1995.
- EUROPEAN COMMISSION: Study on the review of the list of Critical Raw Materials - Final Report. - 91 S., Brüssel, 2017
- HEISS, G.: Hydrogeologische Oberflächenkartierung und Elektromagnetische Widerstandskartierung im Bereich des Klärteiches des ehem. Antimonbergwerkes Schlaining. - Unveröff. Bericht BVFA Arsenal, 6 S., 4 Beil., Wien, 1991.
- HEISS, G., HACKER, P. & SAUER, D.: Endbericht über die geophysikalisch-hydrogeologischen Untersuchungen im Bereich des Klärteiches des ehemaligen Antimonerzbergwerkes Schlaining. Bericht 13.007/10/91. - Unveröff. Bericht BVFA Arsenal, 17 S., Tab., Ktn., Anh., Wien, 1991.
- INTERGEO: Gutachterlicher Bericht über weiterführende Untersuchungen Bezüglich Rohstoffeignung des Klärschlammes aus dem verfüllten Klärteich auf dem ehemaligen Bergbaugelände Antimonerzbergbau Schlaining (Kurt - Revier) A -7461 Stadtschlaining Bei Oberwart/Burgenland. - Unveröff. Gutachten, 15 S., 2 Anhänge, 2 Beil., Wien, 2000a.
- INTERGEO: Gutachterlicher Bericht über weiterführende Untersuchungen Bezüglich Rohstoffeignung des Klärschlammes aus dem verfüllten Klärteich auf dem ehemaligen Bergbaugelände Antimonerzbergbau Schlaining (Kurt - Revier) A -7461 Stadtschlaining Bei Oberwart/Burgenland. - Unveröff. Gutachten, 4 S., 10 Anhänge, 20 Beil., Wien, 2000b.
- LENGAUER, C.L.: Geologie und Erzmineralogie der Lagerstätte Leogang, Salzburg.- Unveröff. Diss. Univ. Salzburg, 164 S, Salzburg, 1988.
- LUIDOLD, S.: Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologie in Österreich. - Unveröff. Ber. MUL, 350 S., 94 Abb., 118 Tab., Leoben, 2013.
- MELCHER, F. & KROIS, P.: Syngenetic and diagenetic formation of ore deposits in the metamorphosed sediments of the basal Brenner Mesozoic (Stubai Valley, Austria). - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 4, S. 207-220, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1992.

- MELCHER, F. & ONUK, P.: Identifikation und Klassifizierung potenzieller Hochtechnologie-Metall Ressourcen in ostalpinen Blei-Zinklagerstätten. – Unveröff. Endbericht MRI-Projekt, 48 S., Leoben, 2018a
- MELCHER, F. & ONUK, P.: Spurenelemente In Eisen- und Kupfersulfiden. Unveröff. Zwischenbericht MRI-Projekt, 2 S., Leoben, 2018b
- PIRKL, H., SCHEDL, A. & PFLEIDERER, S.: Geochemischer Atlas von Österreich - Bundesweite Bach- und Flusssedimentgeochemie (1978-2010). - Archiv für Lagerstättenforschung, 28, 288 S., Wien
- RÖMER, A., BENOLD, CH.; REITNER, H., FLORES-OROZCO, A.; SCHEDL, A. & NEINAVAIE, H.: (2018): Geophysikalische Prospektionsmethoden zur stofflichen Charakterisierung von Bergbauhalden im Hinblick auf eine potenzielle Rohstoffnutzung mit begleitender Evaluierung von Haldeninhalten mittels geochemischer-mineralogischer Stoffflussanalysen. – Unveröff. Endbericht (MRI-Projekt POTHAL), 46 S., 35 Abb., 4 Tab., 2 Anh., Wien, 2018a
- RÖMER, A.; OTTOWITZ, D.; KATONA, T.; BENOLD, CH. & SCHEDL, A.: Projekt EXPLOGRAF: Einsatz moderner geophysikalischer Untersuchungsmethoden in der Exploration von Grafitlagerstätten an ausgewählten Lagerstättenbeispielen der Bunten Serie (NÖ). - Unveröff. Jahresbericht 2018 (MRI-Projekt EXPPLOGRAF), 9 S., 6 Abb., Wien, 2018b
- SCHEDL, A., PIRKL, H., LIPIARSKI, P., PFLEIDERER, S., MAURACHER, J. & ATZENHOFER, B.: Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich hinsichtlich Umweltgefährdung im Rahmen der nationalen Umsetzung der EU-Bergbauabfallrichtlinie 2006/21/EG. - Unveröff. Jahresbericht Geol. B.-A., Projekt ÜLG 55, 78 S., 63 Abb., 10 Tab., 24 Beil., 3 Anh., Wien, 2010.
- SCHEDL, A., PIRKL, H., LIPIARSKI, P., PFLEIDERER, S., MAURACHER, J., BENOLD, CH., AT-ZENHOFER, B. & HOBIGER, G.: Bewertung von Stoffflüssen im Bereich ausgewählter Bergbauhaldenstandorte – Methodisches Ergänzungsprogramm zum VLG-Projekt „Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich“. – Endbericht 2010. - Unveröff. Bericht Geol. B.-A., 142 S., 123 Abb., 25 Tab., 2 Beil., 8 Anh., Wien, 2011.
- SCHEDL, A., PIRKL, H., NEINAVAIE, H., LIPIARSKI, P., BENOLD, CH., HOBIGER, G., PFLEIDERER, S. & MAURACHER, J.: Bewertung von Stoffflüssen im Bereich ausgewählter Bergbauhaldenstandorte. - Methodisches Ergänzungsprogramm zum VLG-Projekt „Screening und Risikoabschätzung von Bergbauhalden in Österreich“. - Unveröff. Endbericht Geol. B.-A., Projekt ÜLG 61, 72 S., 53 Abb., 12 Tab., 1 Beil., 5 Anh., Wien, 2012.
- SCHEDL, A., LIPIARSKI, P., NEINAVAIE, H., BENOLD, CH., PFLEIDERER, S. & BIEBER, G.: Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe gemäß der Kommissionsstudie, Kritische Rohstoffe für die EU (2010) – Datenaufbereitung betreffend Böhmisches Erz, Ergebnissevaluierung als fachliche Basis zukünftiger Projektplanungen. – Unveröff. Bericht Geol. B.-A., 128 S., Wien, 2013.
- SCHEDL, A., NEINAVAIE, H., BENOLD, CH., HOBIGER, G., PFLEIDERER, S. & WIMMER-FREY, I.: Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe (Potenziale Kritischer Rohstoffe II) – Jahresendbericht Proj. Ü-LG 67. - Unveröff. Bericht Geol. B.-A., 167 S., 57 Abb., 16 Tab., 4 Anh., 1 Beil., Wien, 2014.
- SCHEDL, A., BENOLD, C., NEINAVAIE, H., LIPIARSKI, P. & HOBIGER, G.: Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe – Potenziale kritischer Rohstoffe III (SEE-Potenziale ausgewählter Kaolin-, Ton-, Leukophyllit- und Grafitvorkommen in Niederösterreich und Oberösterreich. – Unveröff. Bericht Geol. B.-A., 82 S., 40 Abb., 12 Tab., 1 Anh., Wien., 2016.
- SCHEDL, A.; LIPIARSKI, P.; BENOLD, C.; HOBIGER, G. & AUER, C.: Bundesweite Erfassung von Rohstoffpotenzialen für kritische Rohstoffe: (Potenziale kritischer Rohstoffe III): Synthese, Statusbericht und ausgewählte kritische Rohstoffe in österreichischen Bauxitvorkommen. - Unveröff. Jahresendbericht (Ü-LG-067/2016-2017), 98, 25 Abb., 9 Tab., Wien, 2018
- SCHROLL, E.: Spurenelemente in heimischen Rohstoffen für Hochtechnologien. - Berg- u. Hüttenm. Mh., 131, S. 110-115, Wien, 1986.
- SCHROLL, E.: Geochemische und geochronologische Daten und Erläuterungen. - In: (WEBER, ed.) Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. 19/IV, 395-542.
- SCHROLL, E. & AZER, I., N.: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. Teil III. Geochemische Untersuchungen ostalpiner Fahlerze. - TPM, III.F., 7, (1-2), S. 70-105, Wien, 1961.

- SCHROLL, E. & SAUER, D.: Ein Beitrag zur Geochemie der Seltenen Elemente in Bauxiten. – Acad. Yougosl. Sciences et Arts (Symposium sur les Bauxites, Oxydes et Hydroxydes d'Aluminium), Zagreb 1963, I, S. 201–225, Zagreb, 1964.
- STERK, G.: Rohstoffe für neue Technologien. - ÖAW Schriftenreihe Erdwiss. Kom.; 11, 95 S., Wien, 1994.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1 :1,000.000. - Geol. B.-A., Wien, 141 S., 47 Abb., 5 Tab., 6 Taf., Wien, 1989b.
- THALMANN, F.: Rohstoffe für Zukunftstechnologien: Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Legierungs- und seltene Erdenmetalle: Beurteilung der Verfügbarkeit von Lagerstätten bzw. Vorkommen von mineralischen Rohstoffen in Österreich mit Ausnahme von Pb-Zn-Rohstoffen und den mit diesen assoziierten Nebenelementen sowie von Steinen, Erden und Industriemineralen im Hinblick auf neue Anwendungsbereiche und neue Technologien. – Unveröff. Ber. Projekt Ü-032/88, 67 S., Eisenerz, 1992.