

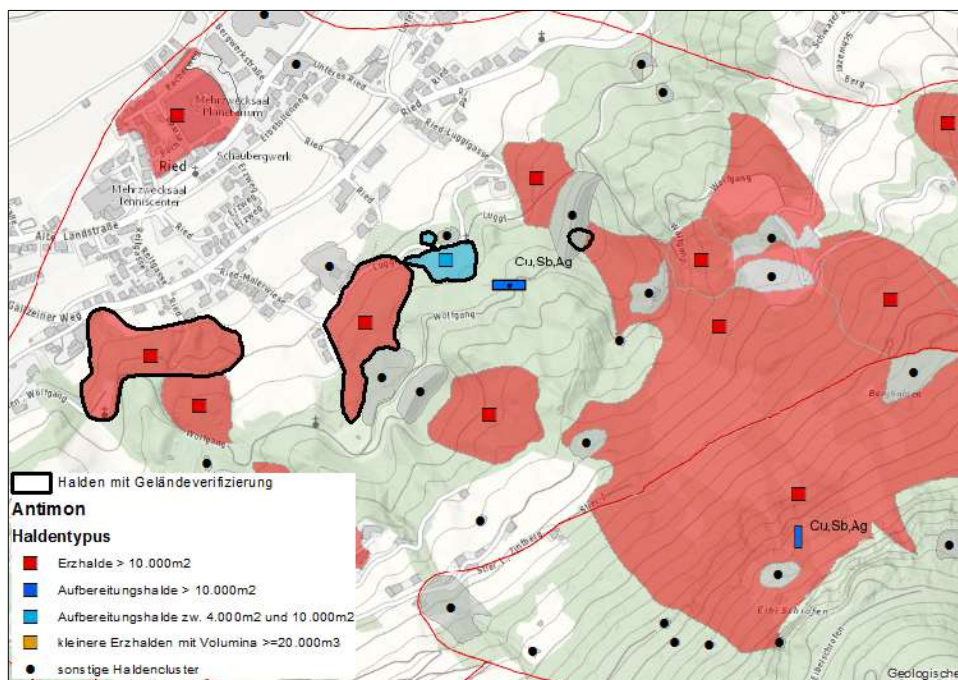


Projekt Ü-LG-69_2020

Bundesweiter Ressourcenkataster für Sekundärrohstoffe aus der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung (Bergbau-, Aufbereitungshalden)
,Haldenressourcenkataster'

Abschlussdokumentation, Datenlieferung

Jahresbericht 2020



von

A.SCHEDL & P. LIPIARSKI

109 Seiten, 52 Abb., 26 Tab.

Wien, März 2021

Projektleiter

A. SCHEDL

Mitarbeiter

P. LIPIARSKI

Allen Mitarbeitern und beratenden Kollegen der FA Rohstoffgeologie, FA Geochemie und FA Geophysik sei für deren Mitarbeit am Gesamtprojekt 2017-2020 an dieser Stelle herzlichst gedankt!

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

Inhalt

Zusammenfassung	i
1. Einleitung und Zielsetzung	1
2. Durchgeführte Arbeiten im Berichtsjahr 2020	4
3. Datenausgangslage und methodischer Zugang	5
4. Datenbank- und GIS-Struktur des Haldenressourcenkatasters	8
4.1. Allgemeine Grundstruktur	8
4.2. Datenbank ‚Bergbau-/Haldenkataster‘ und harmonisierte Datenbank ‚IRIS Online‘	11
4.3. Minerale Datenbank	20
4.4. Analysendatenbank	21
4.5. Halden-Risikobewertung aus Projekt ‚Haldenscreening‘	25
4.6	
5. Definition von Auswahlkriterien für den Haldenressourcenkataster	26
5.1 Analyse der Haldenflächen	30
6. Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster	34
6.1 Rohstoffvorauswahl	34
6.2 Größenauswahl	34
6.3 Auswahl kritischer Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden	43
6.3.1 Antimon	43
6.3.2 Baryt	53
6.3.3 Bauxit	53
6.3.4 Beryllium	57
6.3.5 Kobalt	58
6.3.6 Flussspat	58
6.3.7 Grafit	61
6.3.8 Magnesium	63
6.3.9 Vanadium	67
6.3.10 Wolfram	68
6.3.11 Seltene Erden-Elemente	77
6.4 Kritische Rohstoffe als Spurenelemente verschiedener sulfidischer Mineralisationen	78
7. Literatur	106

Zusammenfassung

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. Zu diesen sekundären Rohstoffquellen zählen auch alle Arten von Restrohstoffablagerungen aus dem Abbau, der Aufbereitung und Verhüttung von mineralischen Rohstoffen. Im Gegensatz zu den Rohstoffen aus Primärlagerstätten und den Sekundärrohstoffen aus dem industriellen/gewerblichen Bereich bzw. aus dem Altstoffrecycling fehlen bis dato eine systematische Evaluierung und Dokumentation der sekundären Rohstoffpotenziale aus der Mineralrohstoffgewinnung/-verarbeitung in Österreich. Das gegenständliche Projektvorhaben zur Erstellung eines Haldenressourcenkatasters stellt einen ersten Beitrag zur bundesweiten Abschätzung dieser spezifischen sekundären Rohstoffpotenziale dar, wobei hier der Hauptfokus vor allem auf die Rohstoffpotenziale der von der EU-Kommission 2020 als kritisch eingestuft Rohstoffe gelegt wurde. Aufgrund des Fehlens von Primärlagerstätten bei den meisten kritischen Rohstoffen in Österreich sind vor allem auch jene Sekundärrohstoffe aus der Mineralrohstoffindustrie von Interesse, bei denen diese als Begleitphasen anderer Hauptmineralisationen auftreten. Bei der Suche nach kritischen Mineralrohstoffen in Österreich gibt es nämlich trotz erster Übersichtsstudien auf nationaler Ebene (Primär- und Sekundärrohstoffpotenziale) und gezielten Förderprogrammen im Rahmen der Österreichischen Mineralrohstoffinitiative weiterhin noch erhebliche Informationsdefizite und damit einen erhöhten Forschungsbedarf. Viele dieser Rohstoffe waren bis dato zudem noch nicht Ziel von Prospektionstätigkeiten oder der Wiedergewinnung aus Sekundärrohstoffen der Mineralrohstoffgewinnung – und -verarbeitung. Aufgrund fehlender geologischer Rahmenbedingungen muss aber davon ausgegangen werden, dass für eine Reihe von kritischen Rohstoffen in Österreich auch im Bereich der Sekundärrohstoffe keine wirtschaftlich interessanten Ressourcen zu erwarten sein werden.

In Vorbereitung des orientierenden Bewertungsdurchlauf und der finalen Datenlieferung an die Montanbehörde wurden die Datenbank- und GIS-Struktur des Haldenressourcenkatasters nochmals modifiziert und an die neuen Service-Strukturen von IRIS Online angepasst. Im Hinblick auf die 2020 veröffentlichte EU-Liste 'Kritische Rohstoffe' sind im Haldenressourcenkataster ergänzend auch neu auf die Liste gekommenen kritische Rohstoffe berücksichtigt, die in Österreich schon Gegenstand der Rohstoffgewinnung waren (z.B. Bauxit). Gegenständlicher Endbericht enthält im Sinne eines Manuals neben der Ergebnisdokumentation auch eine modifizierte Beschreibung der GIS-gestützten Bewertungs-Datenbankstruktur bzw. -inhalte.

Zum besseren Verständnis der Struktur von Bergbauhalden in Österreich sind auch wieder die statistischen Kennzahlen zu den Haldengrößen wiedergegeben. 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 etwa Gesamtkubaturen von > 35.000 m³ bzw. > 80.000 t entspricht. In die Kategorie der Großhalden > 50.000 m² (etwa > 250.000 m³) fallen insgesamt lediglich 67 Bergbauhalden, wobei in dieser Größenkategorie mit Ausnahme einiger Großhalden des Erzbergs in Eisenerz mehrheitlich Abraumhalden des Kohlenbergbaus 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 können damit auch kleinere Halden im Sinne eines erweiterten Nutzungspotenzials mitberücksichtigt werden.

Der Bewertungsdurchlauf für den Haldenressourcenkataster erfolgt auf Basis unterschiedlicher Auswahlkriterien nach aufbauenden Entscheidungsschritten. In einem ersten Vorfilter wurden aus dem Gesamtdatensatz jene Halden bestimmter Rohstoffgruppen (Energierohstoffe, ausgewählte Industriemineralien) herausgefiltert, die nicht Gegenstand des aktuellen Haldenressourcenkatasters sind.

Basierend auf einem vorgegebenen Kriterienkatalog (Roh-/Wertstoffe, Mineralphasen, Haupt-, Neben- und Spurenelementchemismus u.a.) wurden in einem nachfolgenden Auswahlsschritt alle Halden mit einem entsprechenden Potenzial an kritischen Rohstoffen gemäß der aktuellen Liste (2020) der EU-Kommission ausgewählt. Ausgehend von den bisher bekannten Rohstoffinformationen zu den bundesweit erfassten Sekundärrohstoffen aus der Gewinnung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe kommen in Österreich nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile dieser Ressourcen in Frage. Nach der aktuellen EU-Liste sind dies Antimon, Baryt, Bauxit, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Lithium, Magnesium, Grafit und Wolfram, die in Vergangenheit in Österreich beschürft bzw. abgebaut wurden und teilweise auch noch gegenwärtig abgebaut werden. Die Gewinnung von Lithium ist erst in einem explorativen Stadium, wodurch Abbauhalden bisher fehlen. Einige dieser kritischen Rohstoffe liegen auch als Begleitrohstoffe anderer Hauptwertstoffe vor (z.B. Antimon in Cu-Fahlerzen, Flussspat als Gangart in Pb-Zn-Vererzungen, Beryllium als Begleitelement von W-Vererzungen). Aus aktuellen Untersuchungen ausgewählter Mineralphasen in österreichischen 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 Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster in der aktuellen Version beschränkten sich im Wesentlichen auf die ausgewählten kritischen Rohstoffe und den genannten sulfidischen Spurenelement-Trägerphasen.

Als ein wesentliches Auswahlkriterium für den bundesweiten Bewertungsdurchlauf 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. In einem nachfolgenden durchgeführten Arbeitsschritt wurden in Ergänzung zum automatisierten Auswahlverfahren die Halden mit vorhandenen Volumenschätzungen ($> 20.000 \text{ m}^3$) und einer Fläche $< 10.000 \text{ m}^2$ zusätzlich in den Basisdatenbestand des Haldenressourcenkatasters übernommen.

Auf Basis der bisherigen Vorauswahlschritte wurden für die Rohstoffgruppen Erze (inkl. Fe), ausgewählte Industrieminerale sowie für Verarbeitungsstandorte (Aufbereitung, Hüttenbetriebe – inkl. Fe) insgesamt 248 Halden (Erze: 139, Industrieminerale: 51; Verarbeitungsstandorte: 58) mit verschiedenen Bewertungskriterien in die Datenbank des Haldenressourcenkatasters übernommen. In einem weiteren Auswahlsschritt wurden die Halden der Fe-Bergbaue und Fe-Schlackendeponien vorläufig aus dem aktuellen Bewertungsverfahren exkludiert, da hier das erwartbare Potenzial an kritischen Rohstoffen auf Basis des derzeitigen Wissensstands als gering einzustufen ist (verbleibende Gesamthaldenzahl: 209, Erze:114, Industrieminerale: 51; Verarbeitungsstandorte: 26 Schlackenhalden und 18 Aufbereitungshalden).

Die wertstoffbezogenen Bewertungsdurchläufe im Rahmen des Haldenressourcenkatasters folgten zweier unterschiedlicher Zielsetzungen. Das Hauptziel dabei galt kritischen Rohstoffen als Haupt-/Nebengemengteile in den ausgewählten Halden aus dem Vorauswahlverfahren. In einem zweiten Schritt wurden schließlich kritische Rohstoffe als Spurenelemente in verschiedenen sulfidischen Mineralphasen in den ausgewählten Bergbau-/Aufbereitungshalden bewertet.

Bergbau-/Aufbereitungshalden mit kritischen Rohstoffen als Hauptrohstoff und Flächengrößen $> 10.000 \text{ m}^2$ finden sich bundesweit lediglich bei Abbau-/Aufbereitungsbetrieben der Rohstoffe Antimon, Grafit, Magnesit, SEE und Wolfram. Bei allen anderen in Österreich vorkommenden kritischen Rohstoffen liegen aufgrund der kleindimensionierten Haldenstrukturen keine wirtschaftlich gewinnbaren Sekundärressourcen vor. Für den Rohstoff Antimon werden im Haldenressourcenkataster bundesweit insgesamt 45 Halden (Antimon-, Fahlerz-Bergbaue) ausgewiesen. Bei Grafit besitzen lediglich 6 Bergbauhalden eine Größe $> 10.000 \text{ m}^2$ bzw. 2 kleinere Halden ein Volumen $> 20.000 \text{ m}^3$. Beim Rohstoff Magnesit wurden insgesamt 31 Halden 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 im Bereich von Magnesitabbauen 3 Aufbereitungshalden sowie 7 Schlacken-

und Aschenhalden im Haldenressourcenkataster mitberücksichtigt. 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 W-Aufbereitung in Stuhlfelden sowie auf den Klärteich des aufgelassenen Scheelitbergbaus Tux-Lannersbach. Als einziges SEE-Sekundärrohstoffpotenzial ist der Schwermineral-angereicherte Klärschlammteich der ehemaligen Quarzsandflotation in Zelking in den Haldenressourcenkataster mit übernommen worden, da er mit einem Gesamtvolumen von 165.000 t Schwerminerale ein auf Basis von geochemischen Analysen geschätztes, doch beachtliches SEE-Gesamtpotenzial (295 t Ce, 162 t La, 132 t Nd, 90 t Y) und zusätzlich 21 t Nb aufweist.

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. Nach der ersten Abfrage bezüglich Haupt-Rohstoffen/-Wertstoffen wurden in einem weiteren Arbeitsschritt für den Haldenressourcenkataster auch spezifische GIS-basierte Abfragen (Sulfide in der Kategorie Hauptmineralphasen) im Hinblick auf mögliche Trägerphasen für Hochtechnologiemetalle durchgeführt. Die Darstellung dieser Abfrageergebnisse im Haldenressourcenkataster liegt für sechs Sulfidmineralphasen im Übersichtsmaßstab und in Tabellenform vor. Diese Ergebnislisten umfassen für Galenit 26 Halden, Sphalerit 21 Halden, Fahlerz/Tetraedrit 42 Halden, Chalkopyrit 27 Halden, Pyrit 16 Halden sowie für Pyrrhotin 3 Halden. Eine weitere Verfeinerung dieser Abfragen ist aber erst dann möglich, wenn von den betreffenden Bergbauhalden auch belastbare Angaben zur mineralogischen Zusammensetzung sowie zu haldenspezifischen Spurenelementgehalten der jeweiligen Sulfidphasen vorliegen. Die vorliegenden ersten Auswahllisten für den Haldenressourcenkataster dienen daher vor allem als Entscheidungshilfen für weitere Detailbearbeitungen

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 Centroide) bzw. in Detailausschnitten auf Haldenebene. 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 in Bergbau-/Aufbereitungshalden ist weiterhin aber erst durch begleitende Detailerkundungsprogramme (Detailkartierung, Bohrungen, Geochemie, Mineralogie, Geophysik) möglich. Als kostengünstige Alternative zu diesen aufwendigen Untersuchungsprogrammen werden international verstärkt integrierte Methodenkombinationen (Geophysik, Geochemie, Mineralogie) eingesetzt. Aufbauend auf Untersuchungen in Vorgängerprojekten wurden daher im Rahmen des gegenständlichen Projektes auch begleitende methodische Tests (Geophysik, Geochemie, Mineralogie) an ausgewählten Halden-Typsituationen (Schlaining, Deutscheisritz, Haufenreith) durchgeführt. Damit wurde der Routineeinsatz geophysikalischer und geochemischer Messverfahren (z.B. IP, SP, MP, mobile XRF) im Gelände und ergänzende mineralogisch-mikrochemische Laboruntersuchungen getestet und optimiert. Abhängig von der räumlichen Konfiguration der Reststoffablagerungen und deren Wertstoffinhalten lassen sich damit sowohl die räumliche Ausdehnung der Ablagerungen als auch die Haldeninhalten bereits deutlich präziser charakterisieren. Die Ergebnisse dieser begleitenden Untersuchungen sind ausführlich in den Jahresberichten für 2017/18 und 2019 dokumentiert.

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. Mit der Diskussion von innovativen Technologien für Recycling und Ressourceneffizienz im Rahmen der Europäischen Rohstoffinitiative und den laufend aktualisierten Kommissionsstudien ‚Kritische Rohstoffe für die EU‘ hat der Themenbereich der Rohstoffsuche kritischer Mineralrohstoffe sowie die Rohstoffgewinnung aus Sekundärrohstoffen wichtige Impulse erfahren, die auch in Österreich zu entsprechenden Umsetzungsstrategien und Forschungsprogrammen geführt haben. Die Forschung zur Wiedergewinnung von Sekundärrohstoffen war bisher in Österreich vorrangig auf den industriellen und gewerblichen Bereich sowie das Altstoffrecycling von Spezialabfällen fokussiert. Vor allem der Sektor Aufbereitungstechnik und Abfallwirtschaft hat sich in den letzten 15 Jahren doch sehr intensiv mit der Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und der Quantifizierung kritischer Rohstoffe in ausgewählten Sekundärrohstoffströmen in Österreich beschäftigt. Während also das Recycling verschiedener Metalle aus anthropogenen Abfällen in Österreich – insbesondere auch von kritischen Rohstoffelementen- bereits gut untersucht und teilweise auch umgesetzt wird, ist der Themenbereich der Wiederverwertung bergbaulicher Abfälle (Halden, Tailings etc.) als potenzielle sekundäre Rohstoffquellen hingegen 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.

Für Österreich sind diese sekundären Rohstoffressourcen aus der Rohstoffgewinnung aber durchaus von wirtschaftlichem Interesse. Österreich verfügt nämlich aufgrund der spezifischen minerogenetischen Situation in den Ostalpen und der damit verbundenen langen historischen Bergbautradition über eine große Zahl (>> 7.000 Halden) solcher Reststoffablagerungen aus der Mineralrohstoffgewinnung. Da die überwiegende Zahl der bergbaulichen Gewinnungsstätten in den Ostalpen eher kleinstrukturiert ist, fehlen hier jedoch großdimensionierte Haldenressourcen, wie sie aus anderen klassischen europäischen Erzbergbaugebieten bekannt sind. Die Verwertung von Sekundärrohstoffen lässt sich in Österreich historisch sehr weit zurückverfolgen. Wiederverwertung historischer Bergbau- und Pochhalden gab es vor allem nach dem Niedergang des alpinen Bergbaus im 16.-18.Jh. verschiedentlich im Bereich der klassischen ostalpinen Edelmetallbergbaue (z.B. Schwaz/Brixlegg, Röhrerbühel). Durch den Einsatz verbesserter Aufbereitungstechnologien konnte nämlich der Ausbringungsgrad in den erzeichen Abbauhalden nämlich erheblich erhöht werden, wodurch diese Restwertstoffe wieder interessant wurden. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren die Restwertstoffgehalte in Halden (Bergbau, Aufbereitung) Gegenstand eines ergänzenden Explorationsprogramms in einigen österreichischen Bergbaugebieten. Die Gewinnung von Wertstoffen aus Halden des Bleiberger Gebietes entwickelte sich dabei zu einer wesentlichen wirtschaftlichen Strategie, die beginnend von der Wiederverarbeitung Mo-reicher Halden in den 40-er Jahren bis zu den großtechnischen Haldenwiedergewinnungen (Zink und Blei) in der letzten Betriebsphase (80-er Jahre) des Bergbaus in Bleiberg reicht. Ebenso wurden einige Jahre ältere Schlackendeponien der Zinkelektrolyse in Arnoldstein im Hinblick auf die Wertstoffgewinnung von Germanium genutzt. In den 70-er und 80-er Jahren waren Initiativen zur Haldengewinnung im Schwazer Raum auch Teil des Prospektionsprogrammes der Montanwerke Brixlegg. Solche Überlegungen zur Nutzung von Altbergbauhalden spielten in dieser Zeit auch bei verschiedenen alpinen Kleinbergbaukonzepten eine maßgebliche Rolle. Nach Abschluss des Scheelitbergbaus in der Wolfram/Magnesitlagerstätte Tux im Jahr 1972 wurden im Rahmen von Explorationsarbeiten auch die Aufbereitungsabgänge im Klärteich nochmals im Hinblick auf die Scheelitführung untersucht. Eine wirtschaftliche Verwertung der rund 100.000 t Feinabgänge kam

aber nicht mehr zustande. Verwertungsüberlegungen bestanden auch kurzfristig für die Feinabgänge der Aufbereitung im Antimonbergbau Schlaining, wobei hier vor allem die Eignung als Zuschlagstoff im Vordergrund stand und nicht die darin enthaltenen Wertstoffkomponenten. In jüngerer Zeit gab es auch Überlegungen zur Gewinnung von Restwertstoffen aus den ehemaligen Tagbauhalden des Scheelitbergbaus Mittersill-Ostfeld, die aber aufgrund der zu geringen Substanzmenge nicht weiterverfolgt wurden. Seit einigen Jahren werden die Aufbereitungsabgänge der ehemaligen Magnesit-Flotation im Hüttenbetrieb Hochfilzen (RHI AG) wiedergewonnen und dem gegenwärtigen Produktionsprozess beigemischt. Dadurch können die primären Magnesitressourcen in der Lagerstätte geschont werden und die Lebensdauer des Hüttenbetrieb in Hochfilzen nachhaltig verlängert werden. Im Bereich des ehemaligen Magnesitbergbaus Veitsch-Sattlerkogel besteht aktuell ebenfalls ein Abbau ehemaliger Bergbauhalden, wobei das Material aber vorwiegend als Baurohstoffe genutzt wird.

Aus rohstoffwirtschaftlicher Sicht kommt zum aktuellen Wissensstand den meisten dieser Sekundärrohstoffen aus der klassischen historischen Mineralrohstoffgewinnung eine eher untergeordnete wirtschaftliche Bedeutung zu. Aktuelle Zielrohstoffe bei den Sekundärrohstoffen sind nämlich vor allem solche Rohstoffe, die als kritische Rohstoffe im Sinne der EU-Kommission ausgewiesen sind, insbesondere die in der Hochtechnologie benötigten Sonder- und Spurenmetalle (EUROPEAN COMMISSION, 2020). Aufgrund des Fehlens von Primärlagerstätten bei den meisten der kritischen Rohstoffe in Österreich sind vor allem jene Sekundärrohstoffe aus der Mineralrohstoffindustrie von Interesse, bei denen diese als Begleitphasen der Hauptmineralisationen auftreten. Bei der Suche nach kritischen Mineralrohstoffen in Österreich gibt es trotz erster Übersichtsstudien auf nationaler Ebene (Primär- und Sekundärrohstoffpotenziale) und gezielten Förderprogrammen im Rahmen der Österreichischen Mineralrohstoffinitiative 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 muss aber davon ausgegangen werden, dass für eine Reihe von kritischen Rohstoffen in Österreich aufgrund fehlender geologischer Rahmenbedingungen auch im Bereich der Sekundärrohstoffe keine wirtschaftlich interessanten Ressourcen zu erwarten sein werden.

Ansätze für erste orientierende Untersuchungen dieser Sekundärrohstoffpotenziale wurden in Nachfolge zum Bergbau-/Haldenkataster im Rahmen von weiteren VLG-Projekten (SCHEDL et al., 2013, 2014, 2015, 2018) verfolgt. Damit konnten bereits eine Reihe von Wissensdefizite über Sekundärrohstoffe aus der Mineralrohstoffgewinnung und -verarbeitung beseitigt werden. Ablagerungen von historischen Bergbauhalden, Aufbereitungsabgänge aus der Rohstoffaufbereitung und Schlackenmaterial aus der Verhüttung mineralischer Rohstoffe können aus aktueller Sicht nicht nur zukünftige Wertstoffpotenziale für kritischer Rohstoffe darstellen, sondern bergen häufig auch ein von diesen Altablagerungen ausgehendes Umweltrisiko. Eine gesamtheitliche Bewertung dieser Sekundärressourcen im Hinblick auf eine wirtschaftliche Nutzung ist auch in internationalen Pilotprojekten ein wesentliches Entscheidungskriterium

Im Rahmen der Initiative „Forschungspartnerschaften Mineralrohstoffe (MRI)“ konnte in den letzten Jahren aber der Wissenstand über die Verbreitung ausgewählter kritischer Rohstoffe (Hochtechnologiemetalle) als Begleitrohstoffe in österreichischen Buntmetallagerstätten enorm erweitert werden (MELCHER & ONUK, 2018; 2019; ANGERER et al., 2019). Diese Detailuntersuchungen wurden bundesweit an verschiedenen Sulfidphasen durchgeführt und die Restpotenziale dieser kritischen Rohstoffe auf die jeweiligen Lagerstättenbereiche umgelegt. Nicht bewertet wurden bisher die Sekundärrohstoffpotenziale in den untersuchten Bergbaugebieten. Die Ergebnisse dieser Mineralphasenanalytik und bereits vorhandene

Hauptwertstoffbestimmungen in den Halden erlauben aber auch hier schon erste orientierende Aussagen für den gegenständlichen Haldenressourcenkataster.

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 erste Orientierungshilfe für weiterführende Detailuntersuchungen der sekundären Rohstoffressourcen in Halden (Bergbau-, Aufbereitungshalden, Schlackendeponien) liefern. Begleitend zur Gesamtdokumentation der Rohstoffpotenziale sollen daneben auch spezifische Untersuchungsmethoden an ausgewählten Typsituationen getestet werden.

Das in den Jahren 2017-2020 durchgeführte Projekt verfolgte 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, 2020)
- Erstellung eines GIS-gestützten raumbezogenen Haldenressourcenkatasters für ausgewählte Rohstoffe und Potenzial-Bewertung einer möglichen Wiedergewinnung von Sekundärrohstoffen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit
- Begleitende Aufbereitung und Verfügbarmachung der Lagerstättensammlung der Geologischen Bundesanstalt für ergänzende, orientierende Rohstoffuntersuchungen (Multielement-, Mineralphasenanalytik)
- Zur Verfügungstellung eines GIS-gestützten Fachtool für die Nutzung durch externe Entscheidungsträger in der Montanbehörde

Das Projekt ‚Haldenressourcenkataster‘ ist aber auch Teil umfassender rohstoffpolitischer und -strategischer Zielsetzungen in Österreich bzw. im europäischen Kontext und verfolgt damit als übergeordnete Aufgaben

- Aufsuchung und Bewertung von sekundären Mineralrohstoffen aus Bergbau-, Aufbereitungs- und (Buntmetall-) Schlackenhalde als wichtiger thematischer Ergänzungsteil zu bisherigen Rohstoffpotenzialuntersuchungen in Österreich
- Teil der Katalogisierung und Spezifizierung von sekundären Rohstoffreserven
- Erweiterung der Wissensbasis über Wertstoffpotenziale von Sekundärrohstoffen (der Rohstoffindustrie)
- Wichtige ergänzende Datengrundlage für die Fortschreibung des Österreichischen Rohstoffplans
- Wichtiger Beitrag zu einer gesamtösterreichischen Rohstoffstrategie
- Beitrag zu einem nachhaltigen Umweltmanagement von Bergbauabfällen in Österreich
- Verbesserung der Informationsgrundlage für politische Entscheidungsträger und Rohstoffinvestoren

2. Durchgeführte Arbeiten im Berichtsjahr 2020

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 wurde. COVID-bedingt mussten im letzten Projektjahr leider einige Programmänderungen vorgenommen werden, die insbesondere ergänzende Gelände- und Laboruntersuchungen in ausgewählten Testgebieten betroffen hat. Die im letzten Projektjahr durchgeführten Arbeiten umfassen folgende Arbeitsschritte:

- Ergänzende integrative Zusammenstellung, Auswertung und Neuinterpretation der vorhandenen Basisdaten (Haldeanalytik, Bachsedimentgeochemie, Mineralogie, Bergbau-/Haldekataster) über Halderohstoffe in einem GIS-gestützten Fachinformationssystem auf Haldebene unter Berücksichtigung aktueller Datenebenen von IRIS Online
- Weitere Adaptierung der Datenbanken zum Halderessourcenkataster unter Berücksichtigung neuer Möglichkeiten auf Basis der zentralen IRIS Online-Services
- Neue Wertstoff-Attributierung der Halde auf Basis ausgewählter Haupt-/Begleitwertstoffen unter Vorgabe definierter Flächenfilter
- regionale Überarbeitung/Korrektur der Flächeninformationen zu den ausgewiesenen Haldeflächen auf Basis hochauflösender DGM-Daten
- Aktualisierter Bewertungsdurchlauf und Ausweisung von potenziellen sekundären Rohstoffressourcen (Altbergbauhalde, Aufbereitungsabgänge, Hüttenschlacken) in einem GIS-gestützten Halderessourcenkataster (auf Basis aller verfügbaren Informationen mit dem Hauptfokus auf kritische Rohstoff-Potenziale)
- Abschlussdokumentation und Datenübergabe des Halderessourcenkatasters in einer kompatiblen Datenbankformat für die Montanbehörde

Die Ergebnisse der begleitenden methodischen Tests (Geochemie, Mineralogie, Geophysik) werden im gegenständlichen Endbericht nicht mehr dargestellt. Diese wurden bereits in den beiden Jahresberichten 2018 (SCHEDL et al., 2019) und 2019 (SCHEDL et al., 2020) ausführlich diskutiert und dokumentiert.

3. Datenausgangslage und methodischer Zugang

Zentrale Datenbasis für die bundesweite Bearbeitung bergbaubedingter sekundärer Rohstoffressourcen in Österreich ist der bundesweite Bergbau-/Haldenkataster der Geologischen Bundesanstalt, der ein flächendeckendes GIS-gestütztes Informations- und Dokumentationssystem für Bergbau- und Aufbereitungshalden klassischer mineralischer Rohstoffe (Erze, Industriemineralien, 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 den 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 Umweltrisikopotenziale 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 im Hinblick 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 Untersuchungen vor allem von Rückständen aus der Rohstoffgewinnung und –aufbereitung (Halden, Tailings etc.) geschlossen. Synergien zum Kenntnisstand über Hochtechnologiemetalle in österreichischen Buntmetallagerstätten ergeben sich auch aus bereits abgeschlossenen 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 Bergbau-/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; Bergbauggebiete, 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 Bergbauartenverzeichnis 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, Hütten-schlackendeponien)
- 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 Hütten-schlacken
- Repräsentative großtechnische Beprobungen von Halden liegen nur von wenigen ausgewählten Bergbaustandorten im Buntmetallbergbau (z.B. Bleiberg, Tux) 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 (Minerale, Haupt-, Neben- und Spurenelemente) abgeleitet. Diese systematische Attributierung wurde durch Adaptierung der Datenbanken bereits für alle Bergbauhalden der Rohstoffgruppen Erze und ausgewählte Industrieminerale 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.

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 erster konkreter Test dieser Untersuchungsmethoden wurde im Rahmen des MRI-Projekts POTHAL (RÖMER et al., 2018a) im Bereich eines Haldengebietes (Aufbereitungshalde, Bergbauhalde) des Fahlerzbergbaues Falkenstein/Schwaz sowie in weiterer Folge beim MRI-Projekt EXPLOGRAF (RÖMER et al., 2020) im Bereich der Grafitlagerstätten Amstall/Weinberg und Zettlitz durchgeführt. Aufbauend auf diesen Voruntersuchungen wurden im Rahmen des gegenständlichen Projektes auch begleitende methodische Tests (Geophysik, Geochemie, Mineralogie) an ausgewählten Halden-Typsituationen (Schlaining, Deutschfeistritz, Haufenreith) durchgeführt. Damit wurde der Routineeinsatz geophysikalischer und geochemischer Messverfahren (z.B. IP, SP, MP, mobile XRF) im Gelände und ergänzende mineralogisch-mikrochemische Laboruntersuchungen getestet und optimiert. Abhängig von der räumlichen Konfiguration der Reststoffablagerungen und deren Wertstoffinhalten lassen sich mit diesen begleitenden Untersuchungsmethoden sowohl die räumliche Ausdehnung der Ablagerungen als auch die Haldeninhalten auch in der Screeningphase bereits deutlich präziser charakterisieren.

4. Datenbank- und GIS-Struktur des Haldenressourcenkatasters

4.1. Allgemeine Grundstruktur

Die Grundstruktur des Haldenressourcenkatasters baut auf dem Datenbankmodell des bundesweiten ‚Bergbau-/Haldenkatasters‘ auf. Die Erstellung des ‚Bergbau-/Haldenkatasters‘ basiert dabei auf einer relationalen Datenbank mit GIS-Schnittstelle, basierend auf der Auswertung der vorhandenen Archiv- und Literaturunterlagen sowie auf ergänzenden Geländeverifizierungen in ausgewählten Bergbaugebieten. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenquellen umspannen die raumbezogenen Daten zu den Bergbauen dadurch zeitlich sehr heterogene Informationsstände.

Dieser Datenpool der ‚Bergbau-/Haldenkatasters‘ 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 (SCHEDL et al. 2010, 2011, 2012). 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 (SCHEDL et al., 2013, 2014, 2015, 2016). Die Datenbasis und die Datenbankinhalte wurden anlassbezogen in den letzten Jahren im Rahmen von Projekten (IRIS Online) und externen Datenlieferungen 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 DHM-Daten)
- Formalisierung der mineralogischen Begriffe in der Datenbank vor allem nach geochemischen Gesichtspunkten. Damit wurden Abfrageroutinen nach Rohstoffen, Einzelmineralen, Mineralgruppen und Haupt- und Spurenelementen 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.
- Gesamtarstellung der bundesweiten Bachsedimentgeochemie in Atlasform und als Informationsslayer in IRIS Online.

Im Zuge der Harmonisierung der Datenbanken des Bergbau-/Haldenkatasters und IRIS für die aktuelle Version von IRIS Online hat sich zur normalen Datenbankeinpfege 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 Endbericht und die abschließende Datenlieferung werden diese zusätzlichen Datenmodule des Haldenressourcenkatasters in Manualform nochmals zusammenfassende dargestellt.

Die zentrale 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 konzipiert wurde und bei der mehrere 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)
- Minerale Datenbank die mit dem GBA Thesaurus verknüpft ist
- Analysendatenbanken (Bachsedimente-, Boden-, Wasser-, Pflanzen- und Haldenanalytik)
- Geochemie Datenbank bundesweite Bachsedimentgeochemie
- Bewertungsdatenbank - Tabellen mit Kriterien und Parametern (diverse Risiken) für die ausgewählten Halden

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.

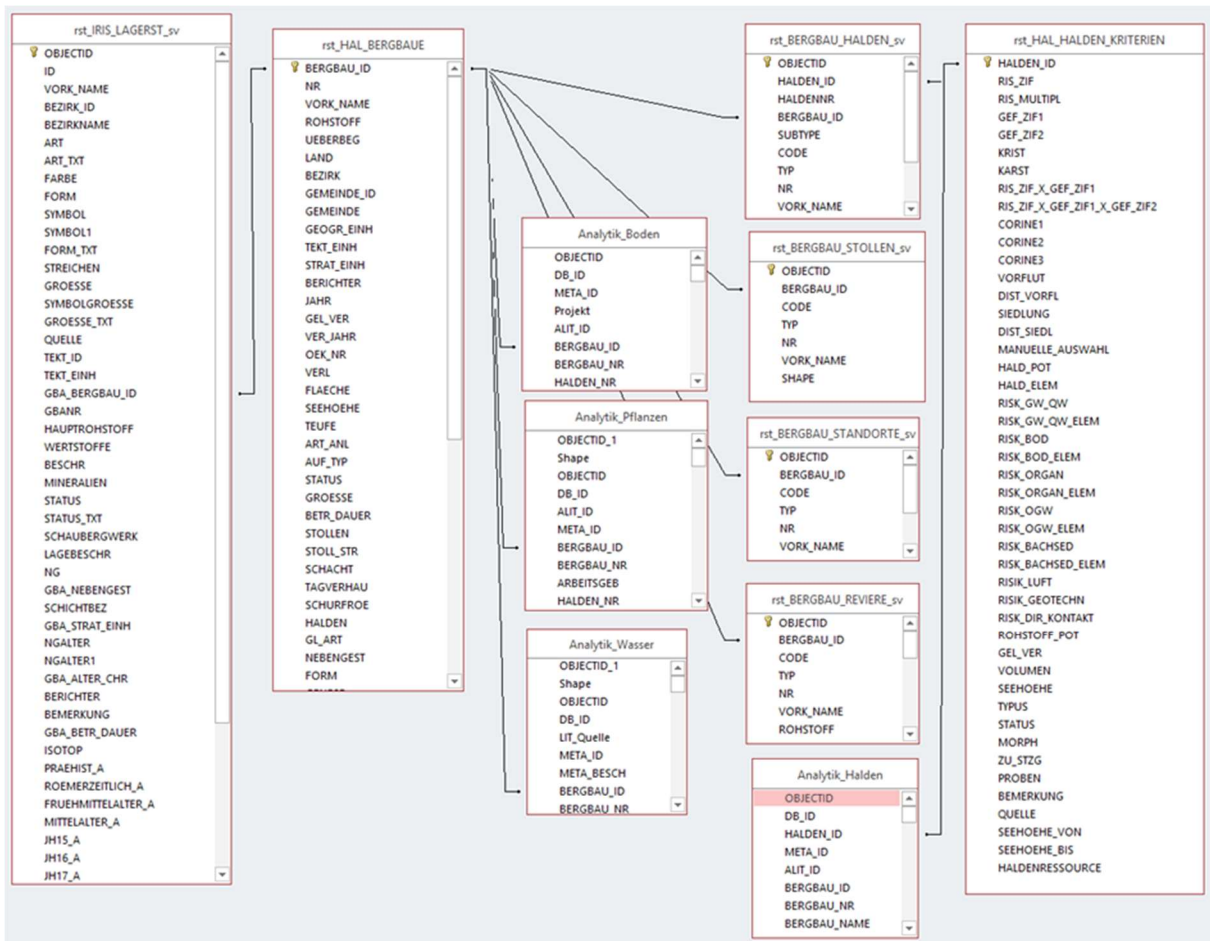


Abb. 1: Beziehungen der Datenbankmodule „Haldenressourcenkataster“. Die Tabellen mit „_sv“-Endung sind ESRI Spatial Views die auf Geometrie Layers basieren. Über IRIS_ID lassen sich die Polygone der Re-viere mit den Lagerstättenpunkten der IRIS Online verknüpfen.

Die Datenbankstruktur ist so überarbeitet worden, dass 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 Attributtabelle und erlauben diese gemeinsam darzustellen und abzufragen.

Die grundlegenden Datenbankstrukturen wurden in den zentralen Teilen bereits in den Vorprojekten 'Haldenscreening' (ÜLG 55, ÜLG 58; SCHEDL et al. 2010, 2011, 2012) 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' vielfältige neue Abfrage- und Attributierungsmöglichkeiten.

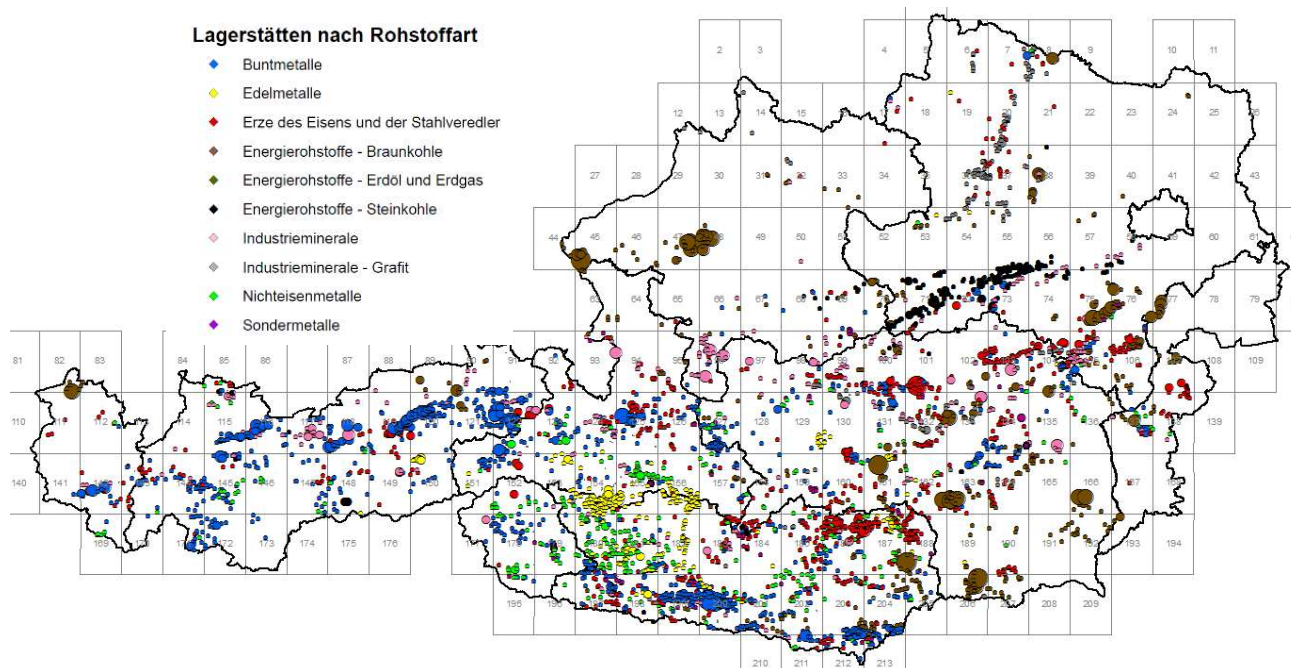


Abb. 2: Darstellung der Bergbaureviere als Centroide (Mittelpunkte des Polygons) mit der Symbolisierung nach Rohstoffart (über die Verknüpfung mit IRIS Online) und Gesamtfläche des Reviers.

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_DATUM,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“.

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.

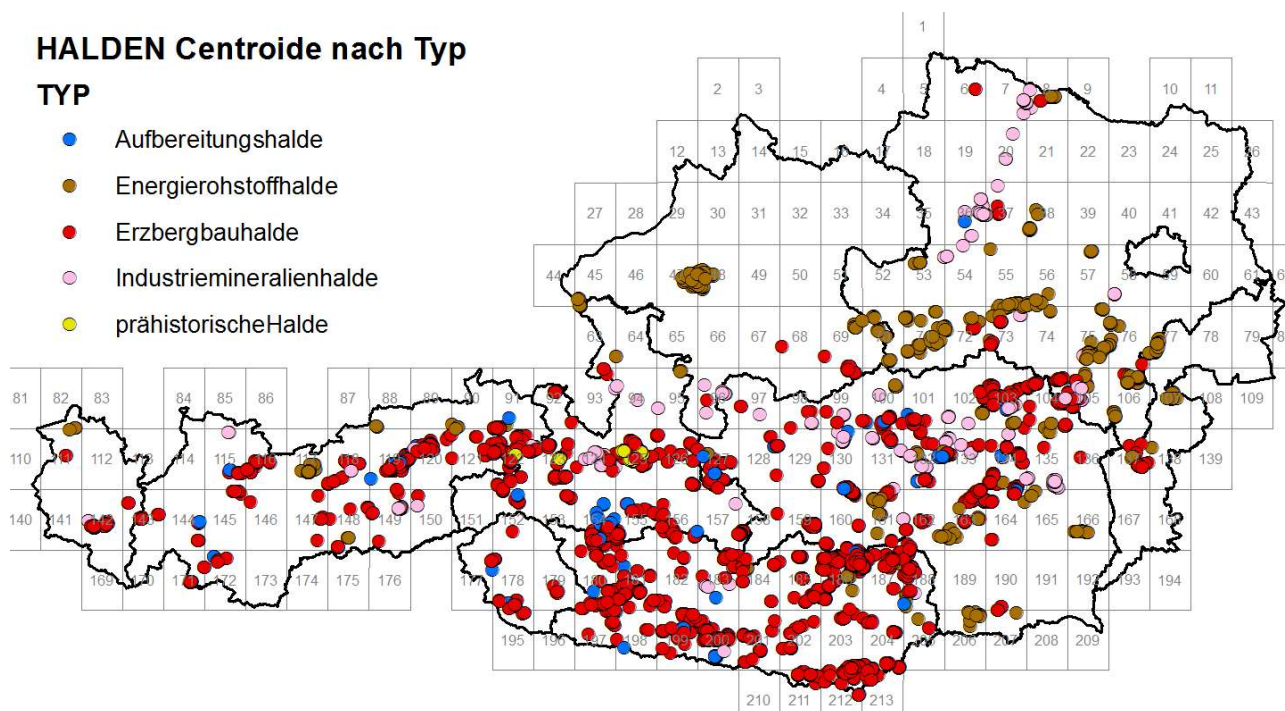


Abb. 3: Darstellung der Haldenpolygone als Centroiden (Mittelpunkte des Polygons) mit der Symbolisierung nach Haldentyp.

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, 7.594 Halden (inkl. 274 prähistorischer Halden) und 17.000 Archiv- und Literaturzitaten, 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: 10.09.2020)

Objekttyp	Anzahl Objekte
Bergbaureviere	
Bergbau	852
prähistorischer Bergbau	45
Schurf	2131
Schurfgebiet	1432
Tagbau	56
Bergbauhalden	
Aufbereitungshalde	81
Bauschutthalde	4
Energierohstoffhalde (3001)	774
Erzbergbauhalde (1001)	5825
Industriemineralienhalde (2001)	458
Mischhalde	54
planierte Halde	20
prähistorische Aufbereitungshalde	26
prähistorische Halden	248
Schlackenhalde	96
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/Schweelofen	8
Stollen	
Stollen	12746
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. Bergbauhalden sind in historischen Bergbaukartenwerken nicht gesondert ausgewiesen. Haldenkörper weisen bei kontinuierlichen mehrjährigen Abbautätigkeiten relativ große zeitliche Schwankungen auf. Die zur Verfügung stehenden Kartenunterlagen repräsentieren daher nur die jeweiligen Haldenflächen zum Erhebungszeitpunkt.

Der tatsächliche Gesamtbestand an Bergbauhalden in Österreich ist aus diesem Grund auch größer als im GIS-Datensatz des Bergbau-/Haldenkatasters bisher flächenmäßig erfasst. Die meist kleinstrukturierten Bergbauhalden historischer Klein- und Kleinstbergbauen weisen die größten Informationslücken im Bergbau-/Haldenkataster auf. Häufig ist bei diesen lediglich die ungefähre Lage des Bergbaus ohne Detailinformationen zur Haldensituation bekannt. 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 -wie bereits erwähnt- zumeist auf den zur Verfügung stehenden historischen Bergbauunterlagen und sind bisher nur zum Teil durch ergänzende Geländebefunde bzw. Orthofoto-/DHM-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. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ergibt sich durch eventuelle nachträgliche Veränderungen in Haldenbereichen. Historisch dokumentierte Halden können durch Wiederverwertung von Haldenmaterial im Zuge des Abbaus (Aufbereitung, Nutzung für Versatzzwecke etc.) starke Veränderungen erfahren. Teilweise wurde das Haldenmaterial auch als Schüttmaterial für den Wegebau verwendet. In talnahen Bereichen wurden Halden zum Teil auch im Zuge von Großbauvorhaben (Straßenbau, Kraftwerksbau, Umwidmungen etc.) abgetragen bzw. planiert. Die ursprüngliche Konfiguration der Halden ist aber zur vollständigen Dokumentation im Bergbau-/Haldenkataster noch berücksichtigt.

Fehlende Informationen über die Mineralogie und den Wertstoffinhalt von Halden können in einem ersten Schritt einer räumlichen Ausweisung der Potenziale über Analogieschlüsse aus den Bergbau-Attributen (Haupt-, Begleit-, Sekundärminerale) überbrückt werden. Angaben zu den Erzgehalten (von Taubhalde bis Reicherzhalde) liegen nur bei einem geringen Teil der ausgewiesenen Halden vor. Genauere Angaben über die Haldeninhalte sind nur bei jenen Halden vorhanden, bei denen Geländebegehungen durchgeführt wurden bzw. geochemischen bzw. mineralogisch-mikrochemische Detailuntersuchungen vorliegen.

Als weiterführender Schritt wurde im Rahmen des Projektes "IRIS Online" schließlich die bestehenden Datenbankstrukturen des Bergbau-/Haldenkatasters und von IRIS nochmals 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 hingegen -aufgrund der inhaltlichen Vorgaben- nicht Bestandteil von IRIS Online. Für den Haldenressourcenkataster bleiben daher Teildatenbanken des Bergbau-/Haldenkatasters noch immer die relevanten Bewertungsgrundlagen.

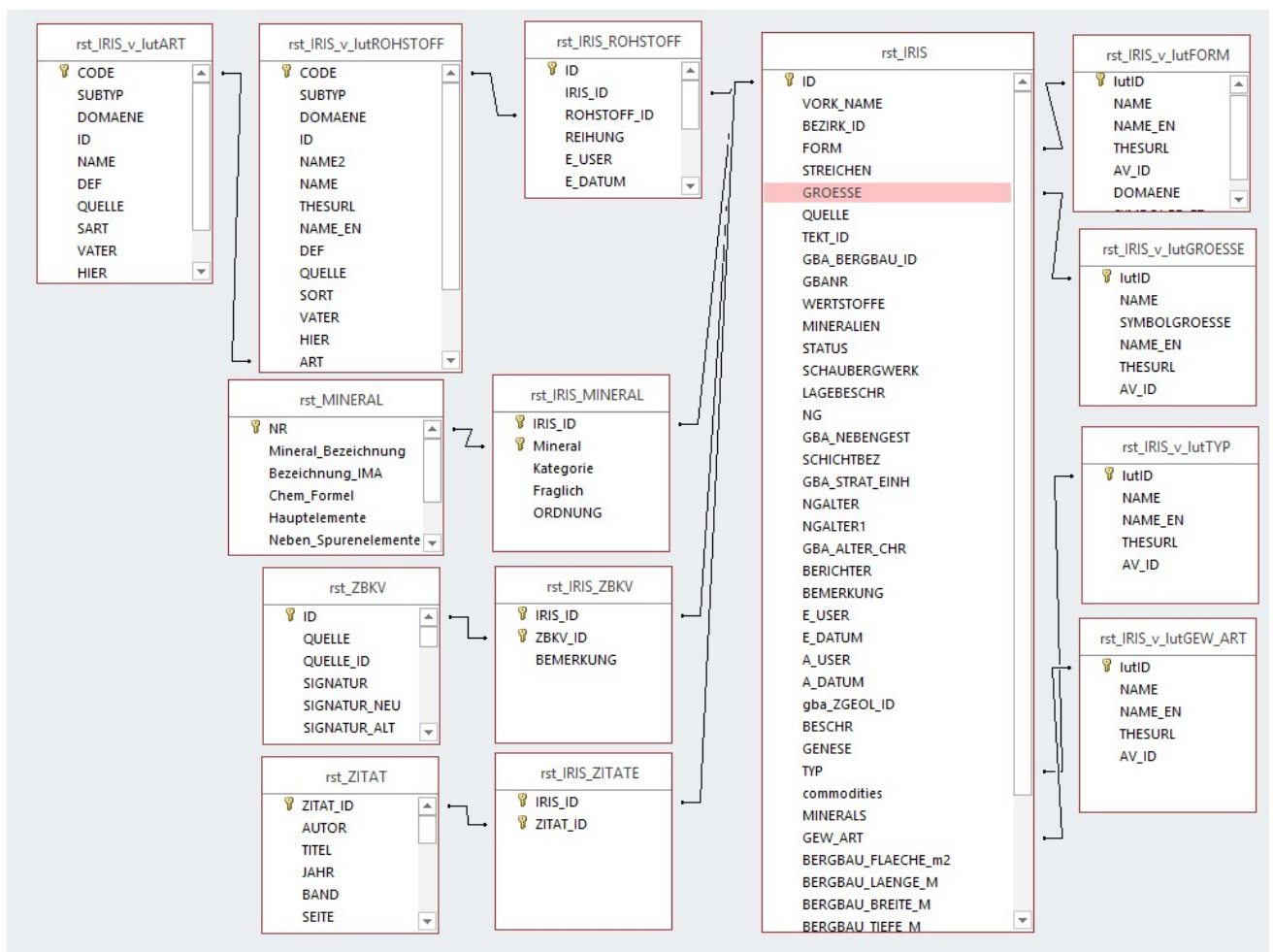


Abb. 4: Beziehungen der Datenbank IRIS (Interaktives Rohstoff-Informationssystem) mit Modulen „Rohstoff“, „Mineral“, „Literatur“ (ZITAT) und „Bergbauarten“ (ZBKV). IRIS wird als SpatialView (Räumliche Abfrage) „IRIS_LAGERST_sv“ die alle Module beinhaltet, in diesem Bericht weiter zitiert (siehe Abb. 1).

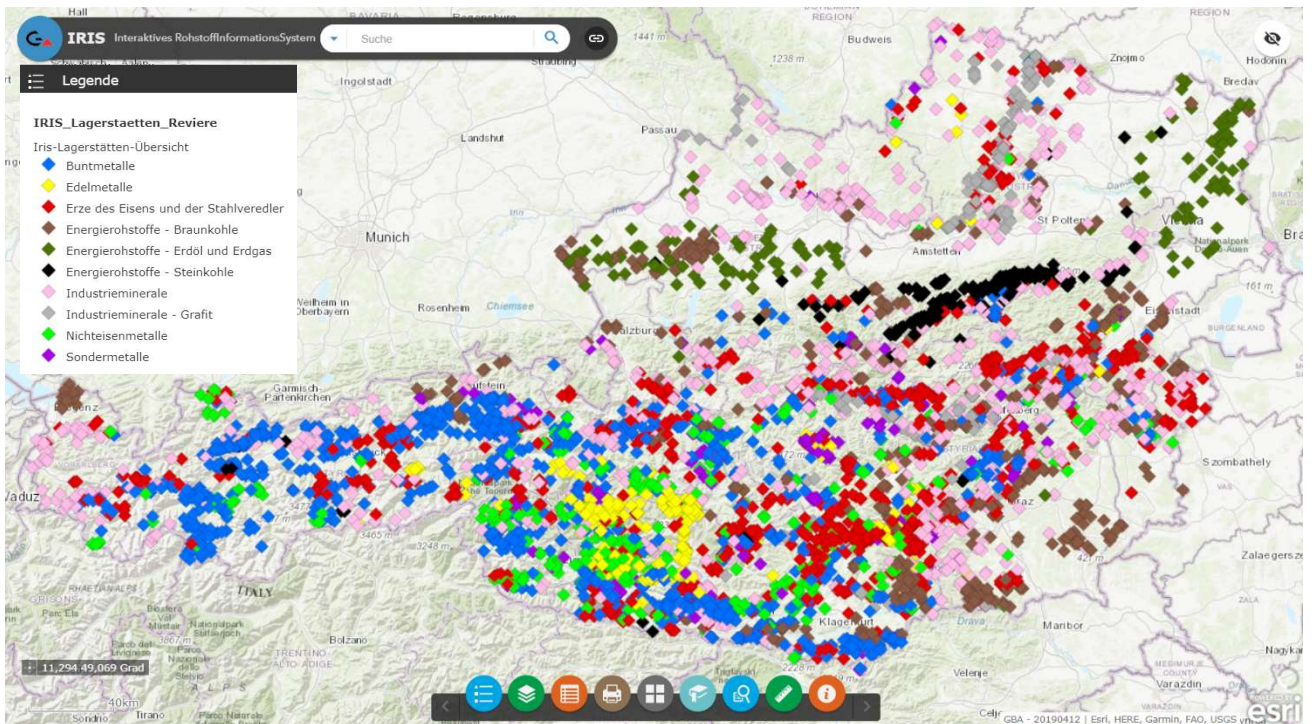


Abb. 5: Applikation IRIS-Online – Übersichtsdarstellung der Vorkommen symbolisiert nach Rohstoffart

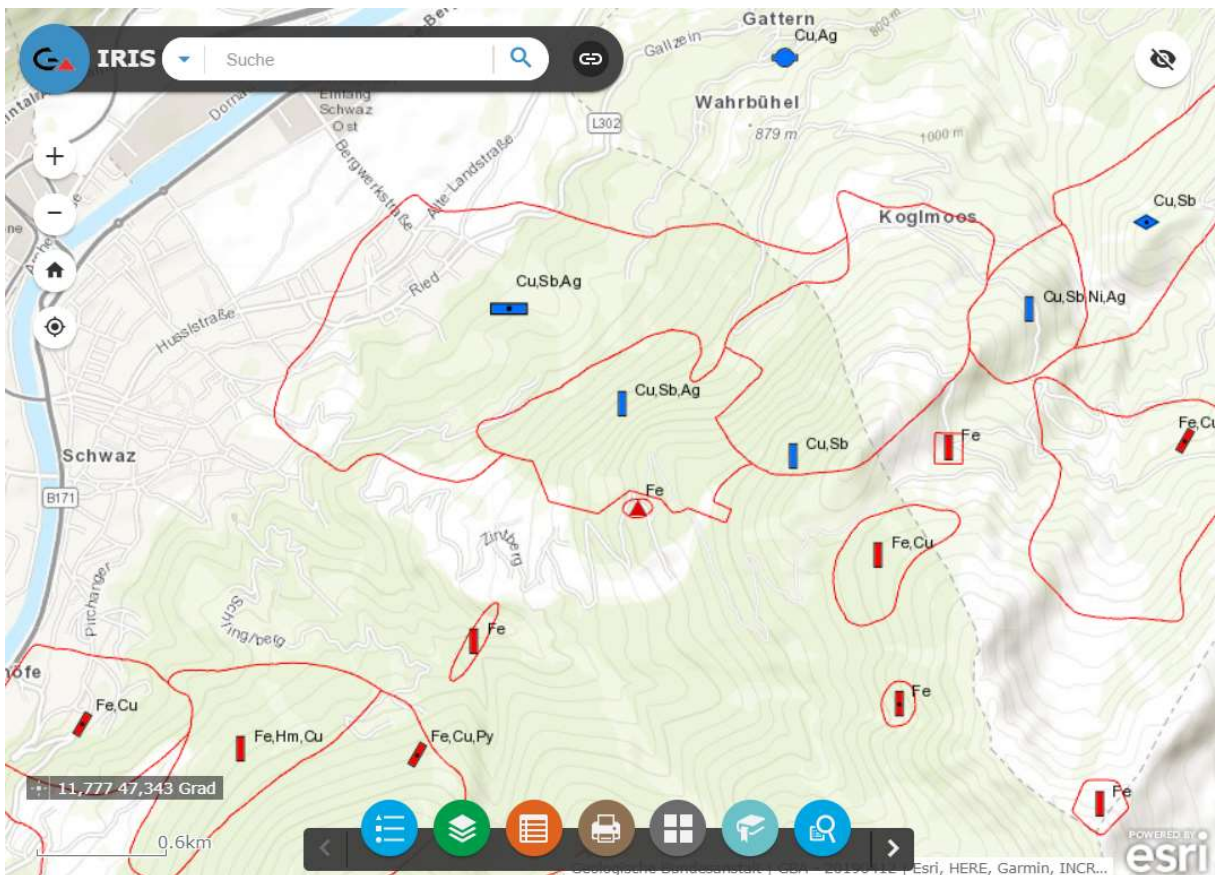


Abb. 6: Detaildarstellung der Reviere in der IRIS-Online. Sichtbar sind die Reviergrenzen aus Bergbau-/Haldenkataster und die Symbole der IRIS-Lagerstätten.

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).

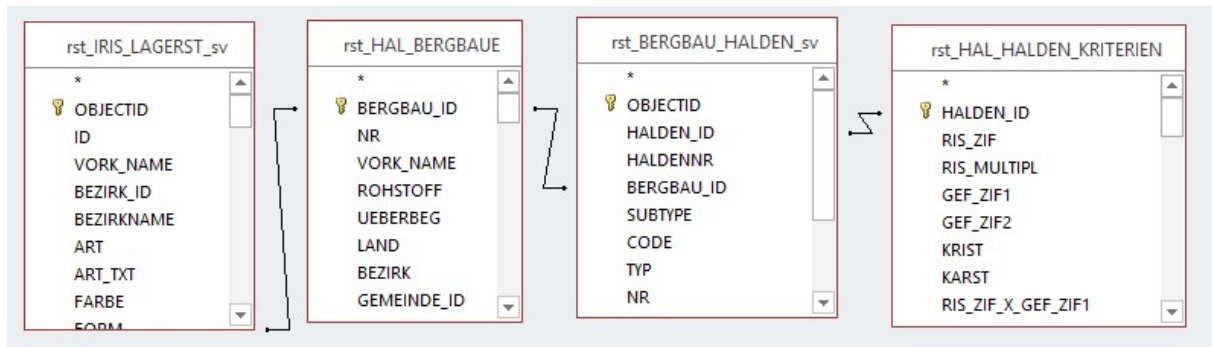


Abb. 7: Abfrage Halden (FeatureClass trst_BERGBAU_HALDEN) über IRIS-Rohstoff. Ein Abfrageergebnis für Antimon ist in Abb. 8 ersichtlich.

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 Auswahlergebnisse 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 Bergbauggebiet 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.

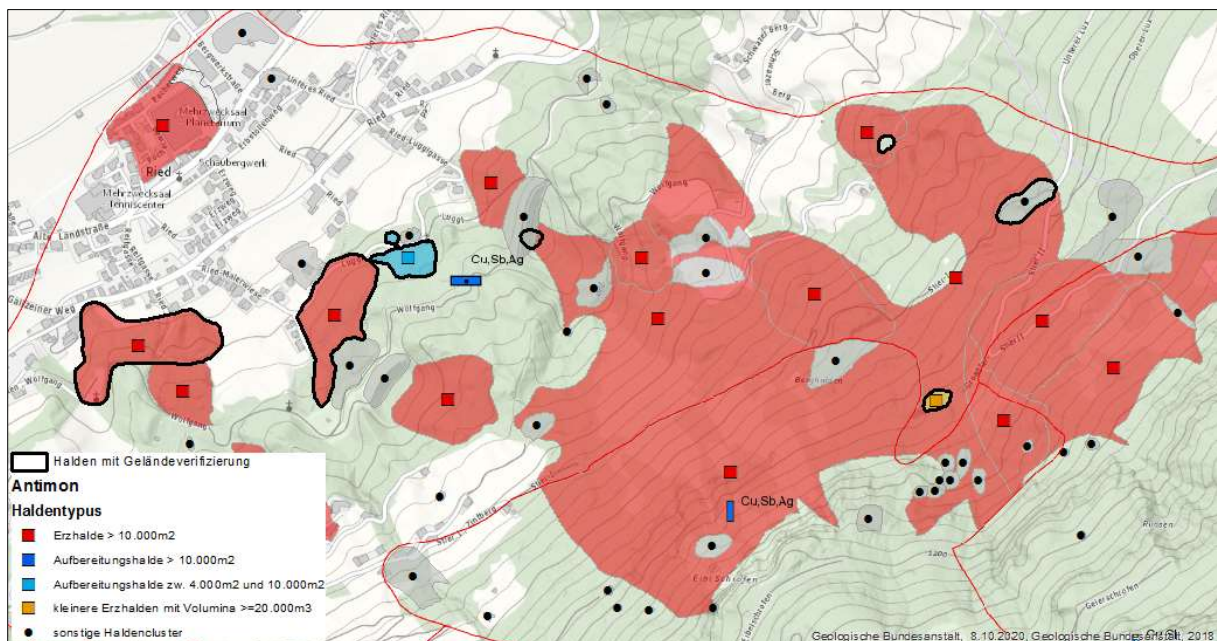


Abb. 8: Abfrage Halden über IRIS-Wertstoff (Sb). Die Halden mit fetter schwarzer Umrandung verfügen bereits über im Gelände verifizierte Informationen; blaue Symbol-Balken mit Rohstoffbeschreibung stammen aus dem IRIS Online Service.

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 $> 10.000 \text{ m}^2$, bei den Aufbereitungshalden und Schlackendeponien Flächen $> 4.000 \text{ m}^2$. 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.

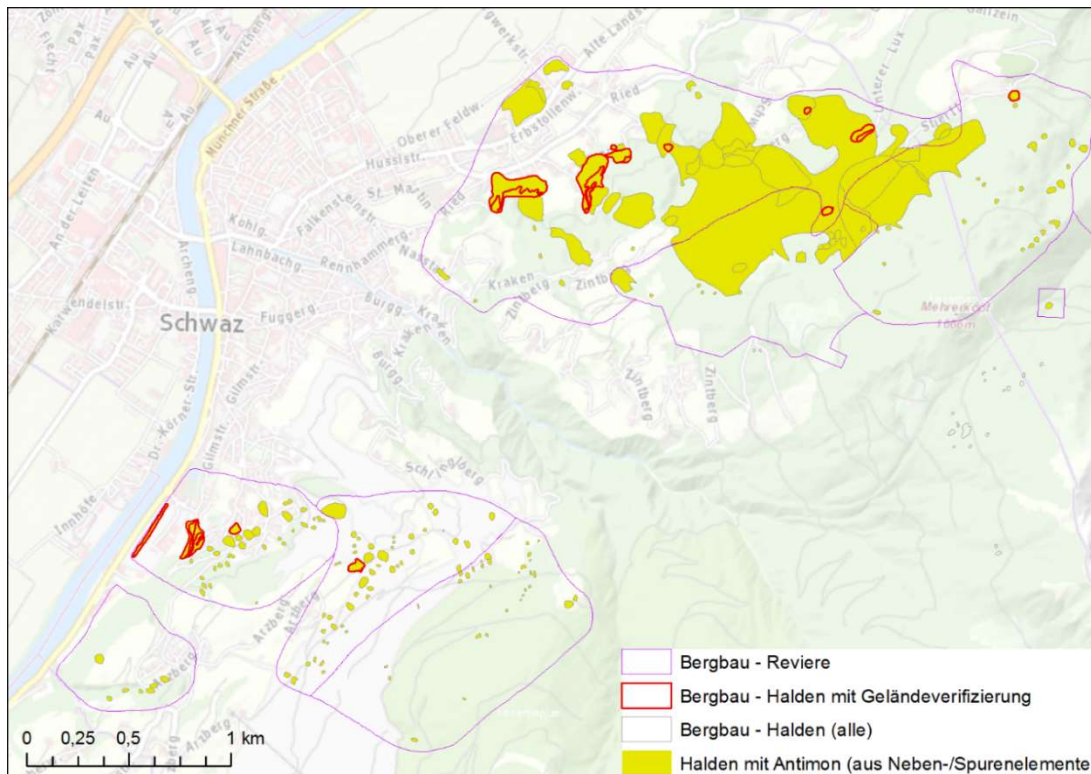


Abb.9: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle Neben-/Spurenelemente. (G01.RST.BERG-BAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERG-BAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE '%Sb%')

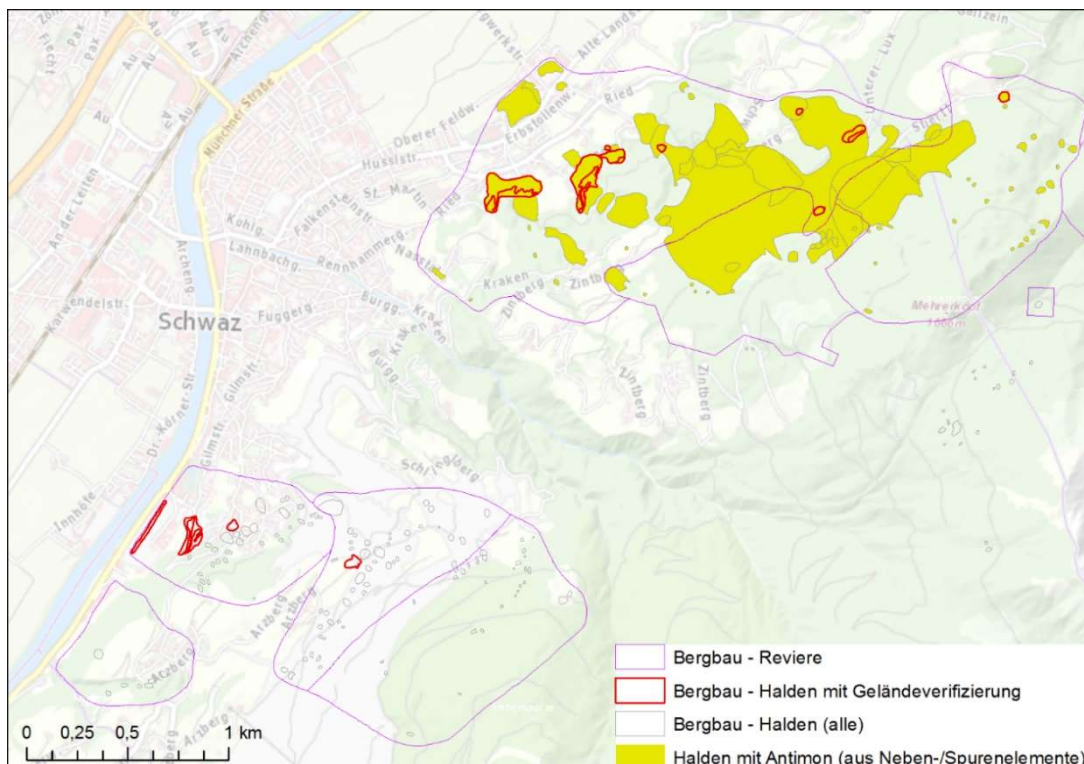


Abb. 10: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle Neben-/Spurenelemente (mit Sb als erst-gereihtes Nebenelement). (G01.RST.BERG-BAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERG-BAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE 'Sb%')

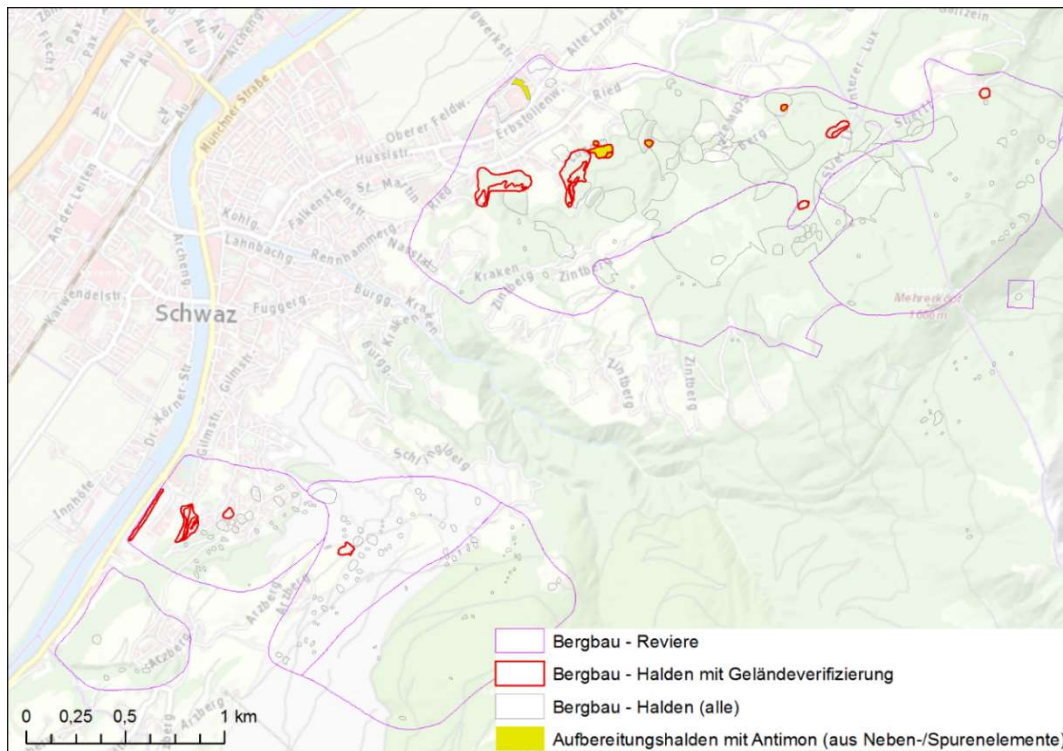


Abb. 11: Auswahlabfrage Antimon in Halden aus Haldenattributtabelle – nur Aufbereitungshalden mit Code = 23,52 (mit Sb als erstgereihtes Nebenelement). (G01.RST.BERGBAU_HALDEN.SUBTYPE =100 AND G01.rst.HAL_BERGBAUE.NEBEN_SPURENELEM LIKE 'Sb%' AND G01.RST.BERGBAU_HALDEN.CODE in (23,52))

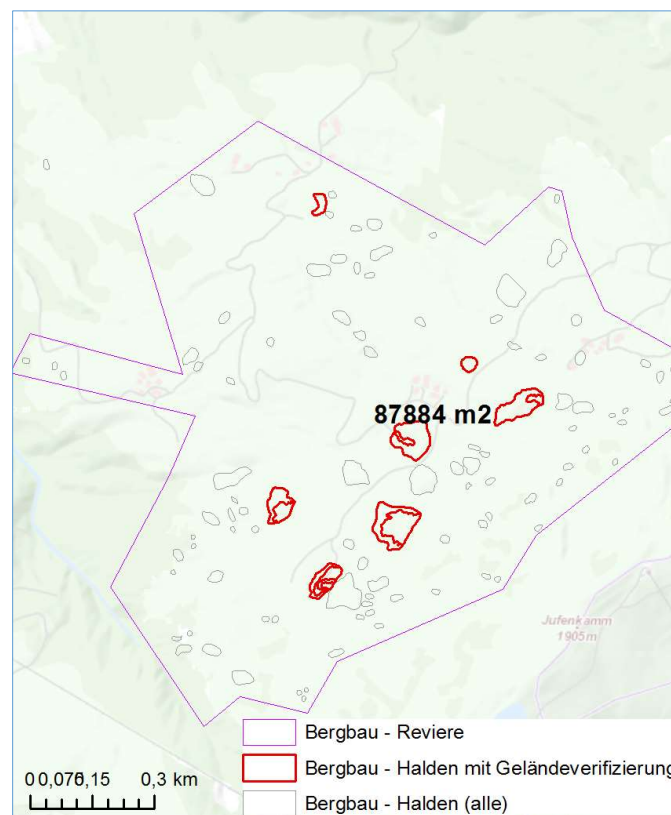


Abb. 12: Sb-Fahlerz-Bergbau Brunnalm mit keinfächigen Einzel-Haldenpolygonen (102 Halden mit Einzelflächen-durchwegs < 10.000 m²) und einer kumulativen Haldenfläche von 87.884 m² in einem relativ kleinräumigen Bergbaurevier

4.3 Mineraledatenbank

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	Hexahydrit	Hexahydrit	Mg5O4 • 6H2O	Mg		Sulfate (H)
Hey	Heyrovskyt	Heyrovskyt	Pb10AgBi5S18	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	Mag, 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	Ilsemanit	Ilsemanit	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_BERG-BAUE_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).

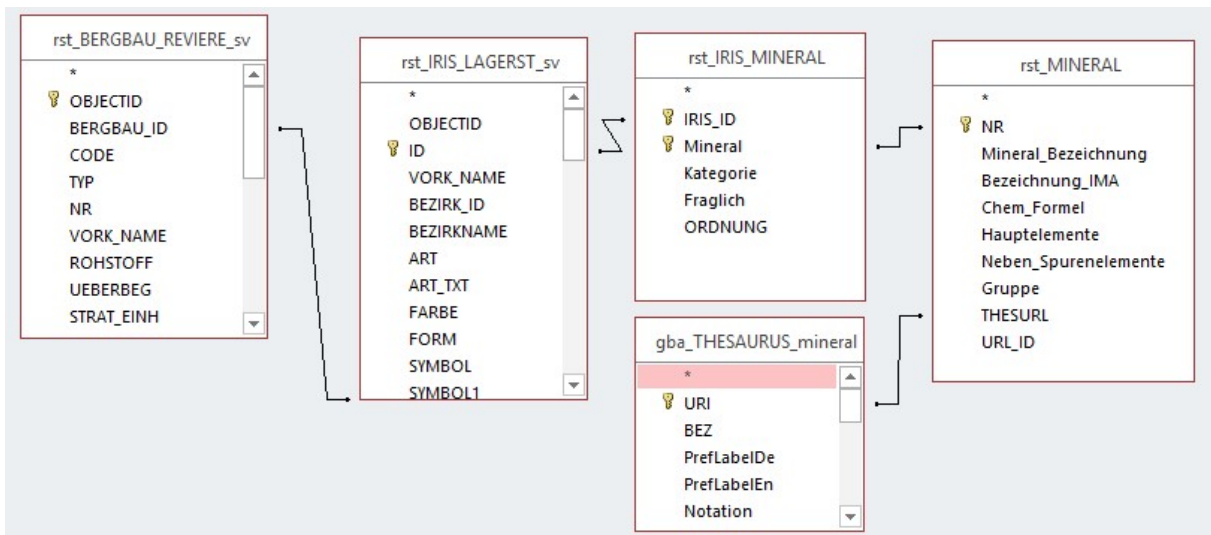


Abb. 14: Auszug aus dem Datenmodell „Bergbau-/Haldenkataster“ für das Modul Mineralogie. Über THESURL sind Mineraleinträge mit GBA Thesaurus verknüpfbar und abfragbar.

IRIS_ID	NR	VORK_NAME	Mineral	Mineral_Bez	Kategorie	ORDNUNG	THESURL
7319 181/1074	Arzbödenle - Falkkofel	Ar	Aragonit	S	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/26	
7319 181/1074	Arzbödenle - Falkkofel	Cpy	Chalkopyrit	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/48	
7319 181/1074	Arzbödenle - Falkkofel	Gn	Galenit	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/91	
7319 181/1074	Arzbödenle - Falkkofel	Küst	Küstelit	B	3	http://resource.geolba.ac.at/mineral/375	
7319 181/1074	Arzbödenle - Falkkofel	Py	Pyrit	B	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Aspy	Arsenopyrit	H	3	http://resource.geolba.ac.at/mineral/28	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Fhl	Fahlerz	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/703	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Gn	Galenit	B	3	http://resource.geolba.ac.at/mineral/91	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Py	Pyrit	H	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Pyh	Pyrrhotin	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/218	
6383 181/1056	Draßnitz - Tonelekammer	Sp	Sphalerit	B	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/241	
6004 154/1046	Mesenatten	Au	Gold	B	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/371	
6004 154/1046	Mesenatten	Gn	Galenit	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/91	
6004 154/1046	Mesenatten	Py	Pyrit	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
5041 181/1090	Flattachberg E - Keuscher Öden	Aspy	Arsenopyrit	B	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/28	
5041 181/1090	Flattachberg E - Keuscher Öden	Gn	Galenit	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/91	
5041 181/1090	Flattachberg E - Keuscher Öden	Py	Pyrit	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
2653 188/1038	St. Johann (Weißenbachgraben)	Aspy	Arsenopyrit	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/28	
2653 188/1038	St. Johann (Weißenbachgraben)	Mal	Malachit	S	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/427	
2653 188/1038	St. Johann (Weißenbachgraben)	Py	Pyrit	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
1555 180/1037	Tresdorf (Lobetschaital)	Gn	Galenit	H	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/91	
1555 180/1037	Tresdorf (Lobetschaital)	Lim	Limonit	S	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/157	
1555 180/1037	Tresdorf (Lobetschaital)	Py	Pyrit	B	1	http://resource.geolba.ac.at/mineral/211	
1555 180/1037	Tresdorf (Lobetschaital)	Pyh	Pyrrhotin	B	2	http://resource.geolba.ac.at/mineral/218	

Abb. 15: Auszug aus der Tabelle „Bergbaue_Min“ (Kategorie: H = Hauptmineral, B = Begleitmineral, S = Sekundärmineral)

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 Analysenergebnis 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 kompilierten 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.18, 19). 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 Erzproben.

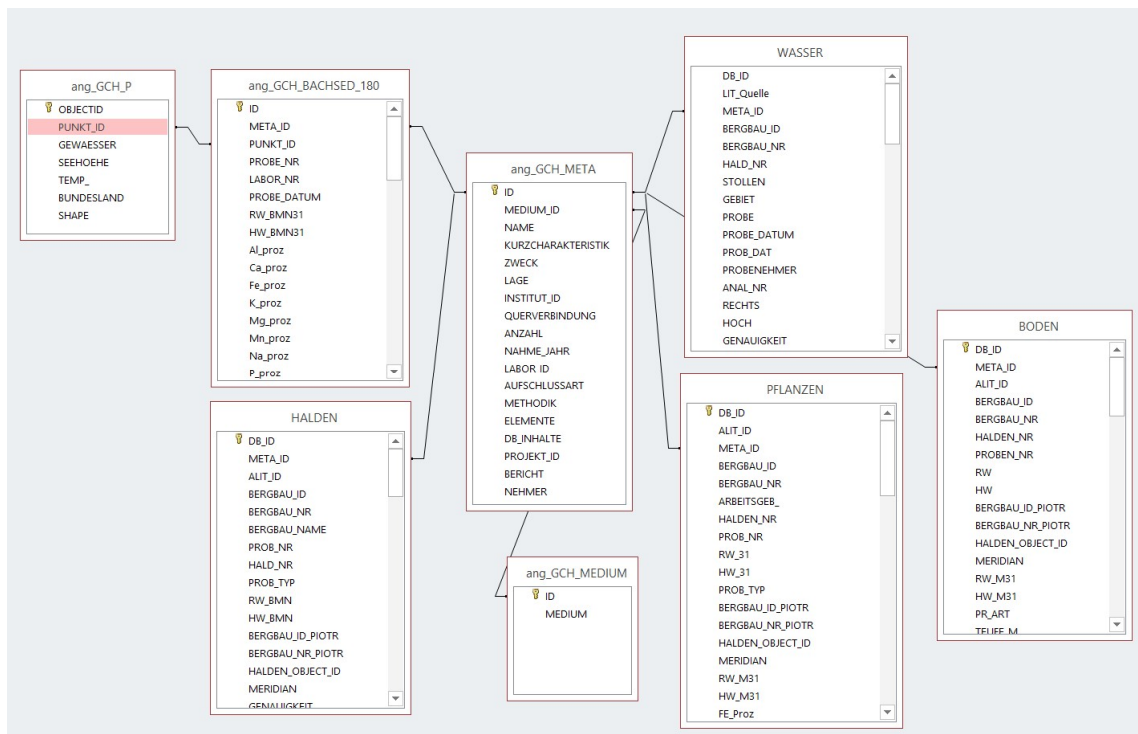


Abb. 16: Struktur des Datenbankmoduls „Analysen“. Die Tabellen mit Analyseergebnissen (BODEN, HALDEN, PFLANZEN, WASSER, BACHSED_180) sind mit der zentralen SQL-Server Tabelle „ang_GCH_META“ verknüpft.

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
3	57	949	037/1006	Mieslingtal - Atzberg bei Spitz	17		17	32	15	15
4	57	950	073/1002	Schwarzenberg	22		22	-10	5	-5
5	57	951	104/1001	Hirschwang	40		40	250	30100	30100
6	57	952	104/1003	Schendleck	-10		5	49	49	15
7	57	953	105/1005	Grillenberg	-10		5	-10	5	1590
8	57	954	105/1010	Erzkogel	-10		5	376	376	3550
9	57	955	105/1012	Trattenbach	-10		5	38	38	295
10	57	956	106/1002	Pitten	-10		5	15	15	505
11	57	887	115/1002	Gafleintal	-10		5	-20	10	3
12	57	888	115/1005	St.Veit	-10		5	185	185	28
13	57		115/5002	St. Veit	-10		5	630	630	8

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

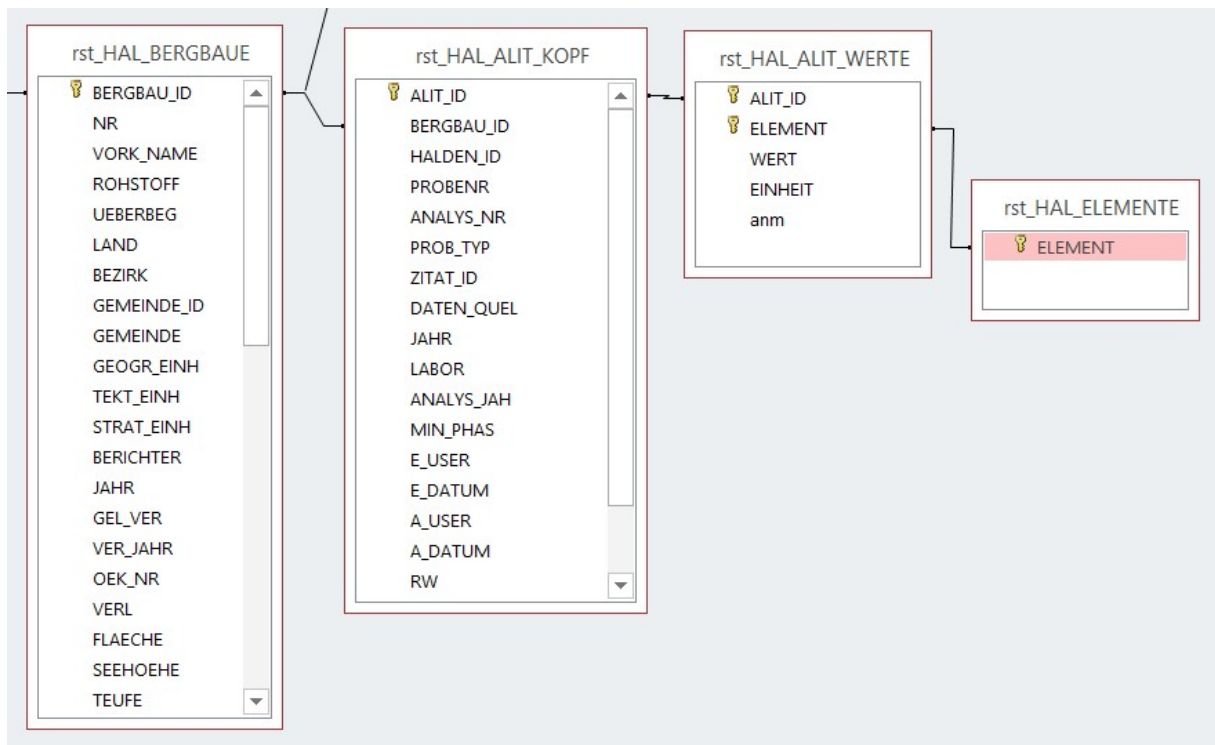


Abb. 18: Auszug aus dem Datenmodell des "Bergbau-/Haldenkataster" – Analysen aus Literatur.

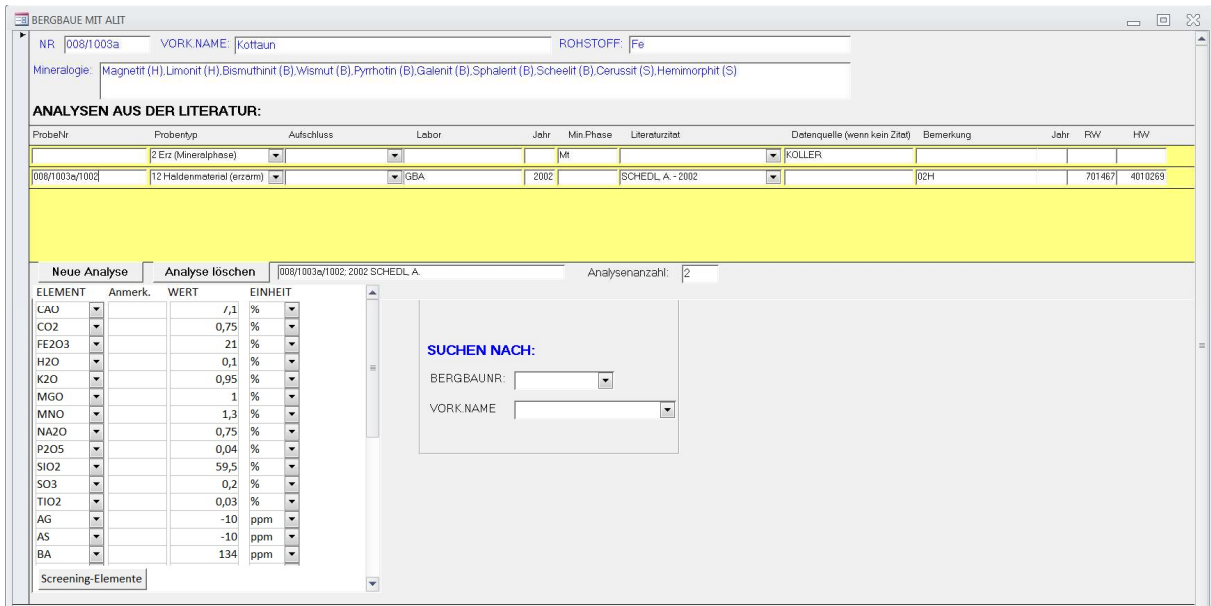


Abb. 19: ALIT – Eingabemaske. Die Haldenanalysen sind in der Bergbau-/Haldendatenbank dem jeweils betreffenden Bergbaurevier zugeordnet.

Die Analyseergebnisse der Wasser-, Pflanzen-, Boden-, und Haldenanalytik liegen ebenfalls als „Event themes“ (aus Koordinaten erstellte Layer) vor (Abb. 20). Die Analyseergebnisse 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)).

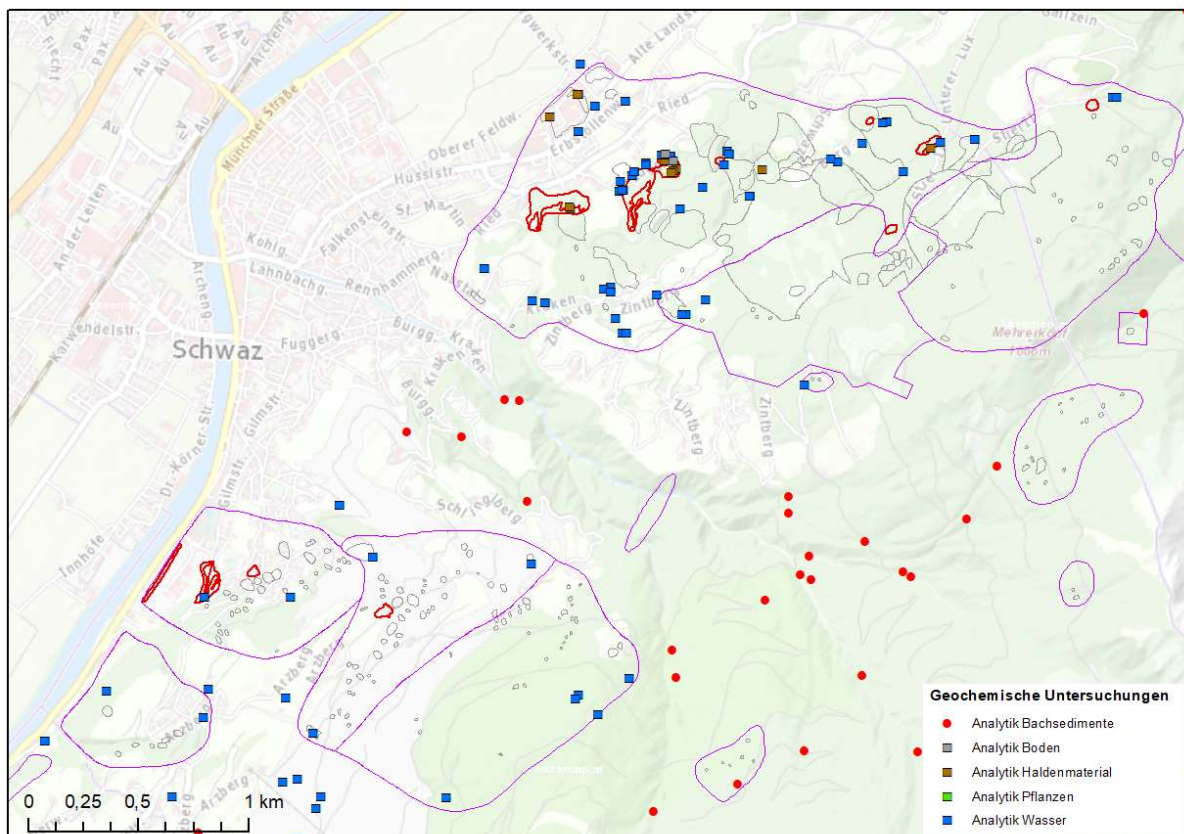


Abb. 20: Geochemieprobenpunkte unterschiedlicher Probenmedien (Bachsedimente, Halden, Boden, Pflanzen, Wasser) im Bergbauggebiet Schwaz

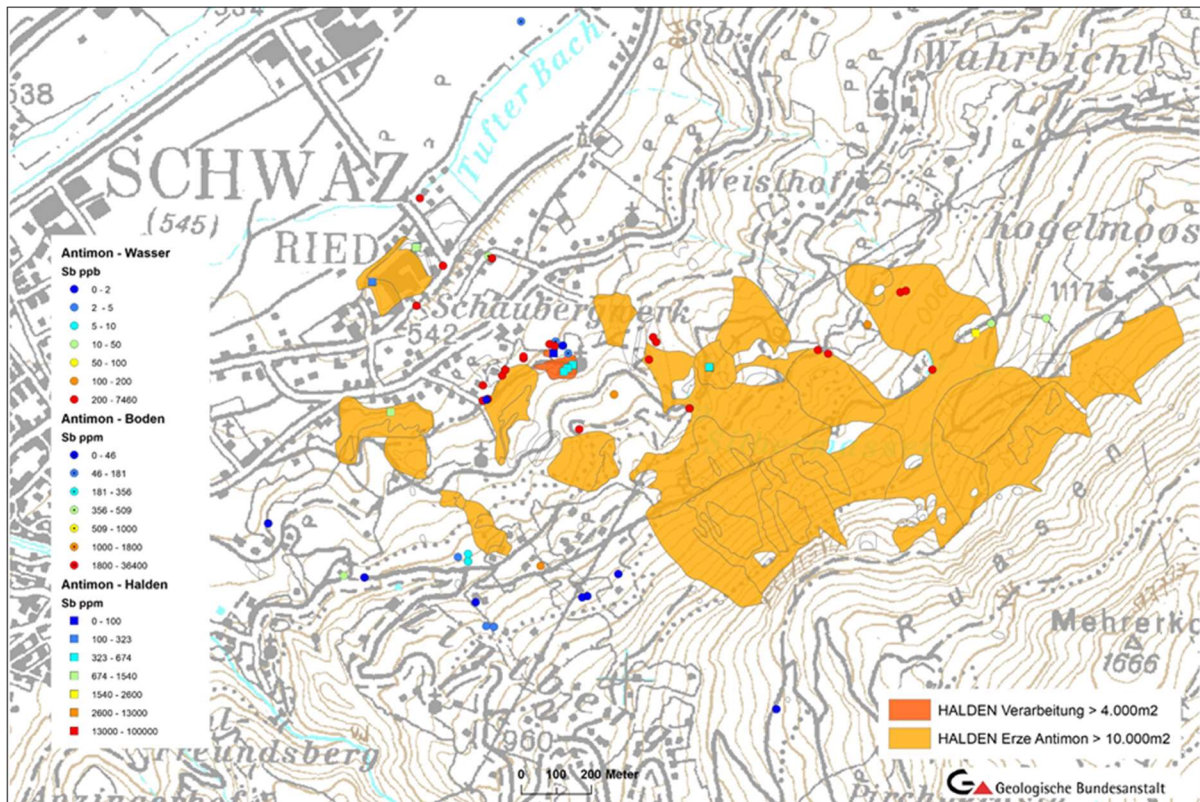


Abb. 21.: Haldenauswahl (Wertstoff Sb, > 10.000 m² Bergbauhalde, > 4.000m² Verarbeitungshalde) und regionaler Auszug aus der Analysendatenbank am Beispiel von klassifizierten Antimonanalysen in Halden, Böden und Wässern des Falkensteiner Reviers in Schwaz.

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 jedoch vorgesehen. Der Datensatz in der letztgültigen Form im ‚Geochemischen Atlas‘ (PIRKL et al., 2015) wird auch als Datenlayer in IRIS Online verwendet. Für den Haldenressourcenkataster sind die Daten der bundesweiten Bachsedimentgeochemie als ergänzende Informationsebene 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 Halden-Risikobewertung aus Projekt ‚Haldenscreening‘

Im Rahmen des Projekts ‚Haldenscreening‘ wurden auf Basis eine komplexen Bewertungsverfahrens Risikobewertungen auf Bergbau- und Haldenebene durchgeführt (SCHEDL et al., 2010, 2011, 2012). Die Verrechnung des potenziellen Austrags-Risikos erfolgte dabei auf Basis definierter Bewertungskriterien sowohl auf Bergbau- als auch auf Haldenebene voll automatisiert. In der Tabelle „rst_HAL_HALDEN_KRITERIEN“ sind die Ergebnisse der Risikoabschätzung/-bewertung samt aller Parameter dokumentiert.

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, Gefährdungsziffern¹ 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 (höchsten 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 nachfolgende Kriterien ausgewählt:

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

Da die Gefährdungspotenzialziffer aus dem Haldenscreening unabhängig von der Haldengröße von allen Haldenflächen vorliegt und wurde sie als wichtiges ergänzendes Bewertungskriterium auch in die aktuelle Datenbank des Haldenressourcenkatasters übernommen. Für jede im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Haldenflächen kann somit auch die ermittelte Gefährdungspotenzialziffer aus dem Haldenscreening angegeben werden. In der überwiegenden Zahl der im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halden besteht ein geringes Risikopotenzial (Gefährdungspotenzialziffer < 220). Einige der Halden mit hohem Risikopotenzial sind aber im Haldenressourcenkataster auch mit einem hohem Nachnutzungspotenzial ausgewiesen.

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

5. 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 (7.594 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 wurden aus dem Gesamtdatensatz jene Halden bestimmter Rohstoffgruppen herausgefiltert, die nicht Gegenstand des aktuellen Haldenressourcenkatasters sind. Dabei handelt es sich vor allem um Bergbauhalden der Rohstoffgruppe Energierohstoffe und der klassischen Industriemineralien. 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 besonderen Schutzstatus besitzen.

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. 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.

Für den Abschlussbericht wurde die Liste der kritischen Rohstoffe für die EU nochmals im Hinblick auf die aktuelle Studie 2020 überarbeitet und ergänzt. Die Kommission überprüft die Liste der kritischen Rohstoffe für die EU nämlich alle drei Jahre. Sie veröffentlichte die erste Liste 2011 und aktualisierte sie 2014 bzw. 2017. Die bisherigen Auswahlkriterien für den Haldenressourcenkataster basierten auf der Liste 2017 (EUROPEAN COMMISSION, 2017). Die Liste für die EU 2020 führt nun 30 kritische Rohstoffe auf, gegenüber 14 im Jahr 2011, 20 im Jahr 2014 und 27 im Jahr 2017 (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

Neu auf die Liste gekommen sind Bauxit, Lithium, Titan und Strontium, während Helium wieder von der Liste gestrichen wurde (Abb. 22).

2020 Critical Raw Materials (30)			
Antimony	Fluorspar	Magnesium	Silicon Metal
Baryte	Gallium	Natural Graphite	Tantalum
Bauxite	Germanium	Natural Rubber	Titanium
Beryllium	Hafnium	Niobium	Vanadium
Bismuth	HREEs	PGMs	Tungsten
Borates	Indium	Phosphate rock	Strontium
Cobalt	Lithium	Phosphorus	
Coking Coal	LREEs	Scandium	

Abb.22: Liste der kritischen Rohstoffe für die EU 2020 (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

Ausgehend von den bisher vorhandenen Rohstoffinformationen zu den bundesweit erfassten Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden kommen in Österreich aufgrund der lagerstättenspezifischen Situation nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile in diesen Sekundärrohstoffen in Frage. Nach der aktuellen Liste der kritischen Rohstoffe (30 Rohstoffe; EU-Kommission 2020) sind dies Antimon, Baryt, Bauxit, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Lithium, Magnesium, Grafit und Wolfram, die in Vergangenheit in Österreich beschürft bzw. abgebaut wurden und teilweise auch noch gegenwärtig abgebaut werden. Die Gewinnung von Lithium ist erst in einem explorativen Stadium, Abbauhalden fehlen daher bei diesem Rohstoff noch. Einige dieser kritischen 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 könnten.

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. 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 7.131 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. 2).

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 Industriemineralien (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 Industriemineralien) 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. 2: 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	464
2 Tagbaue	187
3-5 Tagbaue	30
6-10 Tagbaue	52
>10 Tagbaue	71
keine Halde	3028
1 Halde	553
2 Halden	251
3-5 Halden	305
6-10 Halden	177

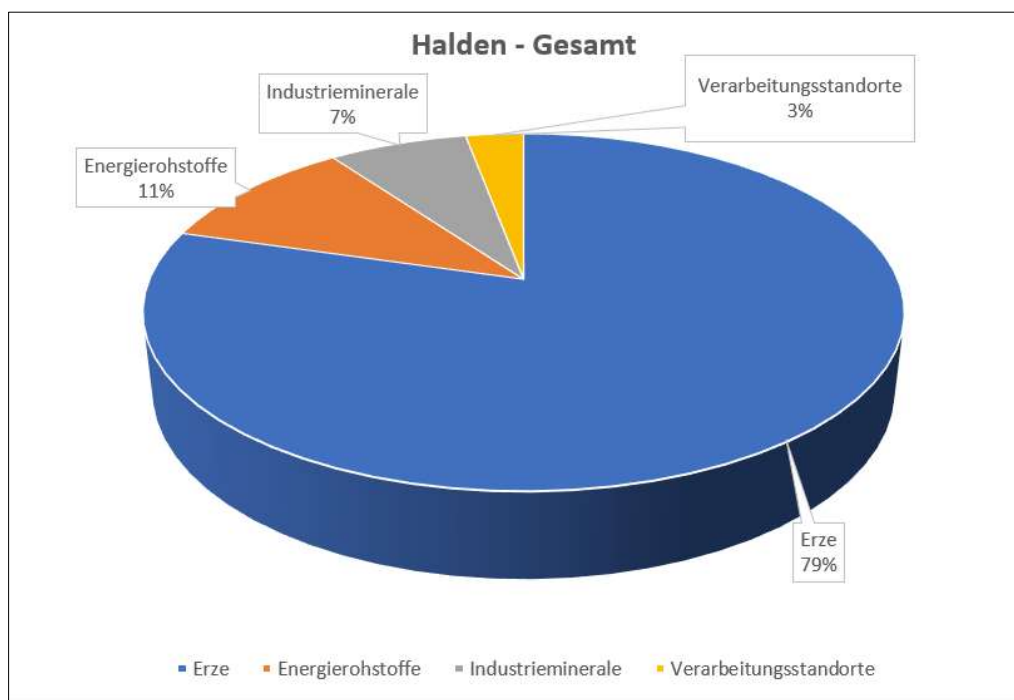


Abb. 23: Verteilung der Bergbau-/Aufbereitungshalden und Schlackendeponien im Bergbau-/Haldenkataster nach Hauptrohstoffgruppen

5.1. Analyse der Haldenflächen

Die Erfassung von Haldenvolumina liegt nur bei einer geringen Zahl (1.143) der 7.131 erfassten Bergbauhalden vor. Als einheitliche Vergleichsgröße im Haldenressourcenkataster werden daher die ausgewiesenen Haldenflächen herangezogen, wenngleich 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. 3). 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. 3: 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. 4).

Tab.4: 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).

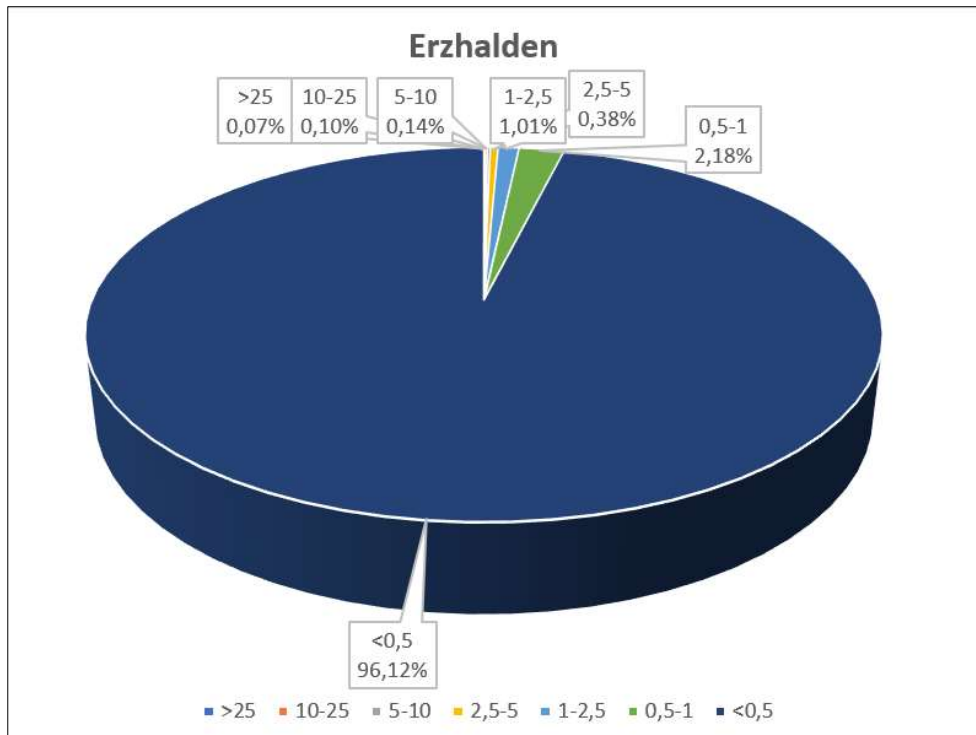


Abb.24: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Erzbergbau

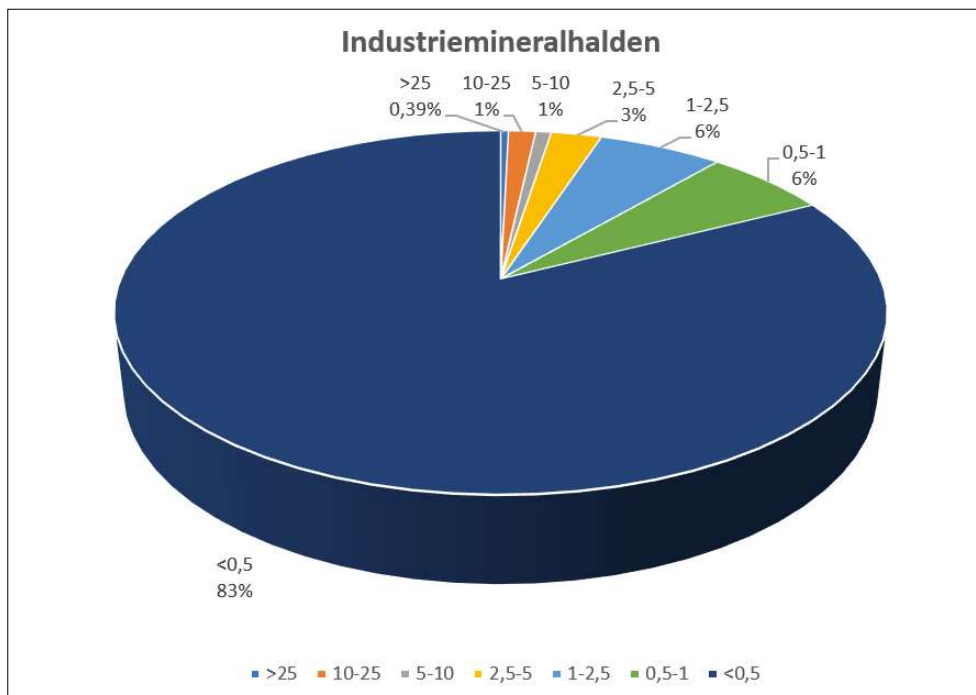


Abb. 25: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Industriemineral-Bergbau

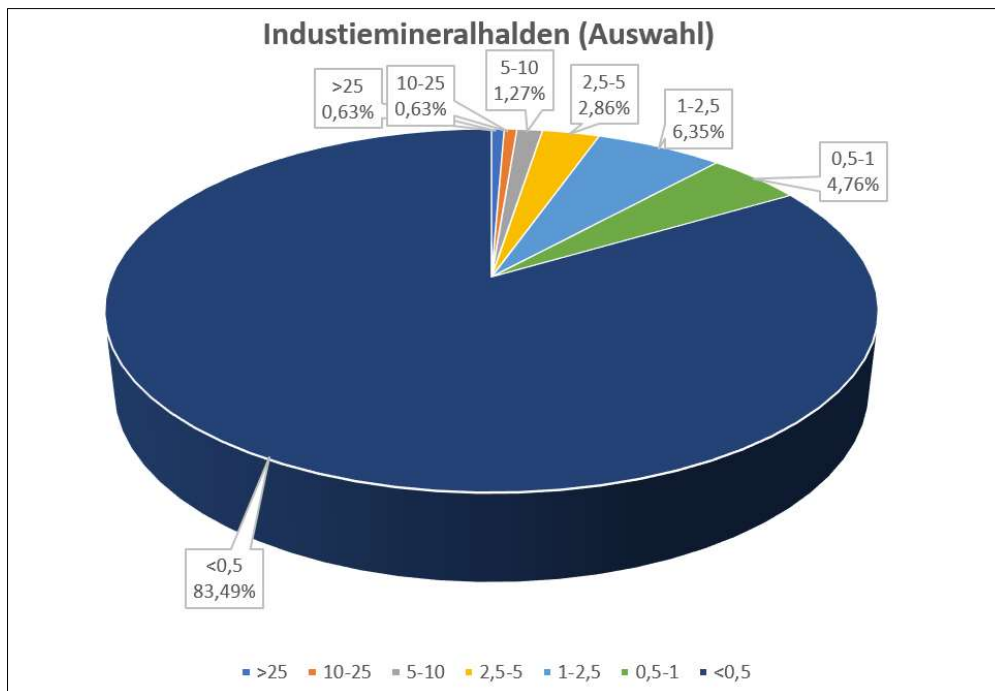


Abb. 26: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Industriemineral-Bergbau (ohne Asbest, Gips/Anhydrit, Salz, Talk)

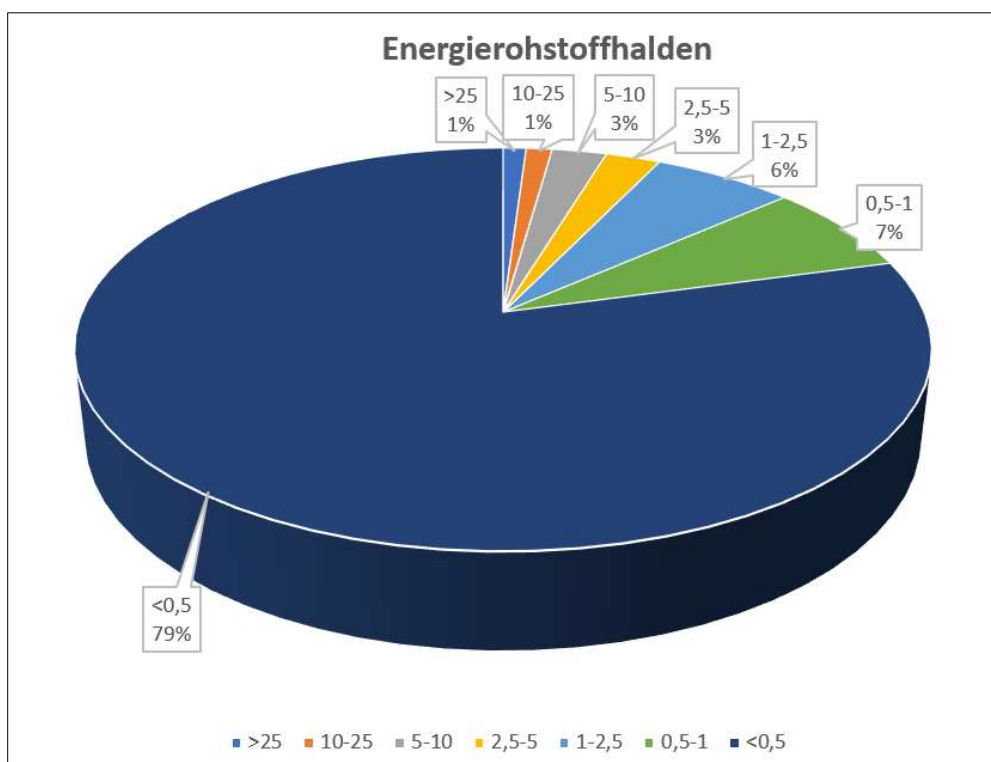


Abb. 27: Verteilung der Haldengröße (in ha) im Energierohstoff-Bergbau

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 Schlackenhalden/-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.

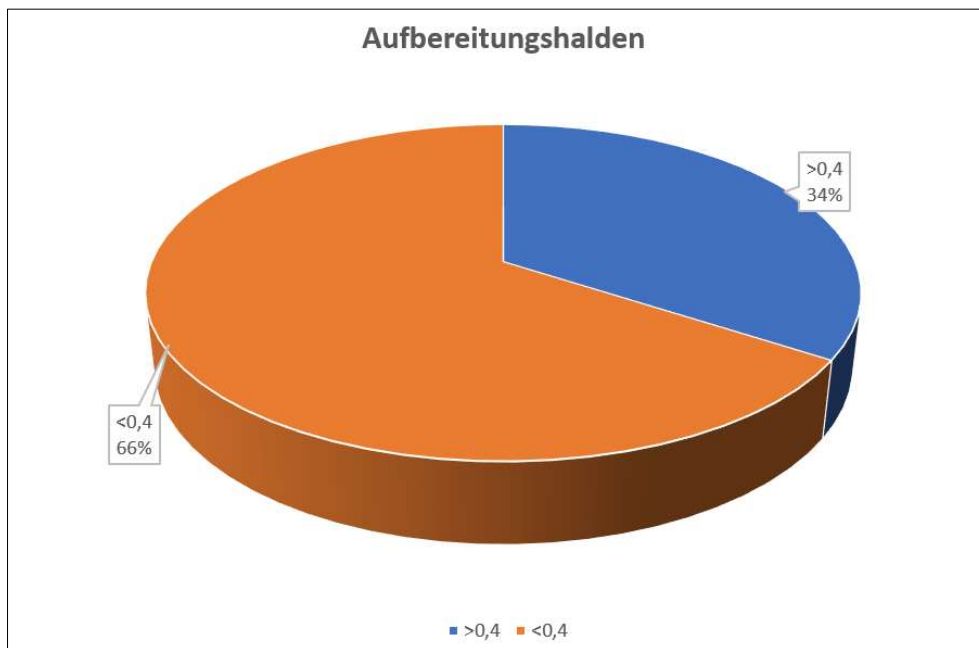


Abb. 28: Verteilung der Haldengröße (in ha) bei Aufbereitungshalden

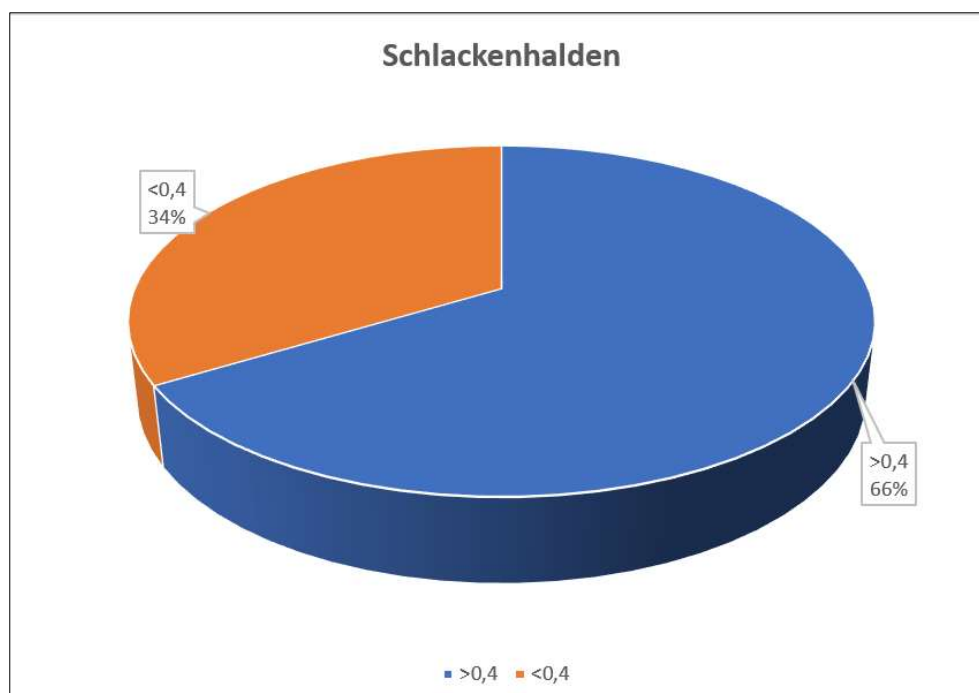


Abb. 29: Verteilung der Haldengröße (in ha) bei Schlackenhalden

6 Bewertungsdurchläufe für den Haldenressourcenkataster

6.1 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 Industrieminerale 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. 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.

6.2 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 m², für Aufbereitungs-/Schlackenhalden >4.000 m² 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 139 Bergbauhalden (102 Erz-Bergbauhalden, 37 Industriemineral-Bergbauhalden) mit Flächen größer 10.000 m² (Tab. 6 und 7). 34 Bergbauhalden (6 Erz-Bergbauhalden, 19 Industriemineral-Bergbauhalden) betreffen dabei noch im Betrieb befindliche Abbaue.

Tab. 6: Erz-Bergbauhalden mit Flächengrößen > 10.000 m² in absteigender Reihenfolge

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
101/1008	02H	Steirischer Erzberg	Fe	10	1 364 732	120 000 000	ja
101/1008	03H	Steirischer Erzberg	Fe	10	1 328 291	150 000 000	ja
091/1009	02H	Röhrebühel	Cu, Ag, Sb	10	293 708	900 000	
119/1010	17H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu, Ag, Sb	10	182 214		
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	149 779		
119/1018	27H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	10	142 786		
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	131 282		
101/1008	05H	Steirischer Erzberg	Fe	10	125 865		ja
119/1014a	11H	Ringenechsel - Burgstall / Blutskopf	Cu, Ag, Sb	10	101 635		
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	10	74 927		
119/1015	09H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	10	70 657		
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	10	68 847		
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10	68 806		
101/1008	04H	Steirischer Erzberg	Fe	10	62 234		ja
119/1015	02H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	10	57 975		

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
119/1011	28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	10	55 178		
119/1019	11H	Ringenechsel - Roggland	Cu, Ag, Sb	10	53 340		
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	10	49 610		
119/1011	27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	10	48 779		
119/1011	09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	10	48 750		
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10	47 414		
091/1009	01H	Röhrebühel	Cu, Ag, Sb	10	44 123		
137/1009b	01H	Schlaining - Revier Kurt	Sb	10	41 861	650 000	
119/1012	10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	38 839		
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	10	38 515		
186/1100	02H	Hüttenberg - Knappenberg	Fe (Cu, Pb, Zn, As)	10	35 898		
203/1045	01H	Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb, Zn	10	35 872		
103/1016	01H	Tebrin - Erzberg SW	Fe	10	34 624		
100/1008	05H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogel- tenn	Fe, Cu	10	32 352	60 000	
152/1020	04H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	10	32 177		
102/1005	05H	Gollrad	Fe	10	31 804		
203/1046	01H	Repnik - Ebriach Unterbau	Pb, Zn	10	31 346		
122/1020	01H	Schattberg	Cu	10	30 741	400 000	
186/1100	01H	Hüttenberg - Knappenberg	Fe (Cu, Pb, Zn, As)	10	29 433		
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	29 096	125 000	
125/1016a	05H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10	28 567		
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	10	27 032	250 000	
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	10	25 915		
119/1018	31H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	10	25 907		
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	25 317		
119/1018	30H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	10	24 527		
119/1010	18H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu, Ag, Sb	10	24 323		
119/1012	02H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	24 261		
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	10	23 969	80 000	
120/1028a	24H	Gratspitze / Thierberg	Cu, Ag	10	22 645		
200/1046	39H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	10	22 432		
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	22 293	200 000	
105/1015	01H	Myrthengraben - Eugenlager	Cu, As, Ag	10	21 955		
119/1017	03H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	Cu, Ag, Sb	10	21 208		
119/1021a	27H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	10	20 778		
119/1017	04H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	Cu, Ag, Sb	10	20 091		
164/1002	04H	Deutscheistriz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	10	19 984	80 000	
119/1021a	26H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	10	19 894		
119/1015	04H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	10	19 804		
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10	18 994		
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10	18 759		
119/1018	32H	Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	10	18 733		
101/1008	16H	Steirischer Erzberg	Fe	10	17 852		ja
119/1015	03H	Ringenechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	10	17 815		
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	10	17 096		
152/1020	01H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	10	16 626		
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10	16 582		
122/1019	01H	Sinnwell	Cu, Ag	10	16 293	90 000	
100/1011	07H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	10	15 942	50 000	
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au (Fe, Cu)	10	15 768		
100/1008	03H	Radmer - Bucheck / Vogel- tenn	Fe, Cu	10	15 610	5 000	
119/1021a	09H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	10	15 267		
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	10	15 097		

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
119/1012	21H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	14 711		
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	10	14 616		
187/1001	24H	Lölling	Fe (Cu, Pb, Zn, As)	10	14 584		
158/1001d	02H	Ramingstein - Altenberg	Pb, Zn, Ag	10	14 270		
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	10	14 081		
154/1032	16H	Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au, Ag (As,Pb)	10	13 659		
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10	13 422	70 000	
180/1041a	01H	Planeck NE	Fe	10	13 376		
154/1022	01H	Leidenfrost / Grieswiestauern SE	Au, Ag, Pb	10	13 191		
103/1016	03H	Tebrin - Erzberg SW	Fe	10	13 137		
163/1002	12H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	10	13 037	30 000	
102/1005	02H	Gollrad	Fe	10	12 837		
119/1021a	12H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	10	12 718	80 000	
119/1012	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	12 494		
119/1012	19H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	12 173		
154/1028	03H	Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	10	12 086		
200/1046	04H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	10	12 059		
119/1012	34H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	12 057		
105/1005	06H	Grillenbergr	Fe	10	11 873	315 000	
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	10	11 690	41 150	
102/1005	04H	Gollrad	Fe	10	11 649		
119/1012	06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	10	11 518		
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	10	11 452		
200/1035	04H	Rubland	Pb, Zn	10	11 210		
100/1008	07H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogel- tenn	Fe, Cu	10	11 034	50 000	
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10	10 782	6 000	
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	10	10 743		
103/1017	05H	Tebrin - Steinkogel	Fe	10	10 735		
091/1005	03H	Fuggerbau	Cu, Ag, Sb	10	10 578		
137/1009b	02H	Schlaining - Revier Kurt	Sb	10	10 547	200 000	
119/1021a	13H	Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	10	10 231	80 000	
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb, Zn	10	10 116		
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10	10 027		

Tab. 7: Industrieminerale-Bergbauhalden mit Flächengrößen > 10.000 m² in absteigender Reihenfolge

NR	Halden Nr.	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
102/200	01H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	505 412		ja
103/2004	07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	275 758		
149/2001	02H	Bürglkopf (Revier Bürgl)	Mgs	20	140 933		
123/2002	03H	Weißenstein	Mgs	20	128 259		ja
122/2004	04H	Hohentauern	Mgs, Talk	20	88 347	300 000	ja
130/2008	01H	Millstätter Alpe	Mgs	20	65 562		ja
183/2001	07H	Tux - Kristaller	Mgs	20	55 556		
149/2002	02H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	51 369	500 000	
103/2004	01H	Weißenstein	Mgs	20	48 520		ja
122/2004	02H	Weißenstein	Mgs	20	40 362		ja
122/2004	03H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	36 109	500 000	
103/2004	02H	Millstätter Alpe	Mgs	20	31 613		ja
183/2001	01H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	20	29 626	100 000	ja
133/2005	01H	Wald am Schoberpaß	Mgs	20	29 371	150 000	ja

NR	Halden Nr.	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
131/2001	02H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	20	28 728		
123/2001	03H	Wald am Schoberpaß	Mgs	20	27 614	200 000	ja
131/2001	02H	Oberdorf an der Laming	Mgs, Talk	20	27 606	150 000	ja
133/2006	05H	Tux - Kristaller	Mgs	20	24 799		
149/2002	01H	Breitenau	Mgs	20	24 245	40 000	ja
134/2008	02H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	20	21 149	150 000	ja
133/2005	05H	Millstätter Alpe	Mgs	20	20 737		ja
183/2001	01H	Kirchnerbruch	Mgs	20	19 967		
105/2007	01H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	20	17 200		
105/2005	01H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	20	16 656		
123/2001	07H	Hohentauern	Mgs, Talk	20	15 834		ja
130/2008	01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	15 754		
149/2001	04H	Millstätter Alpe	Mgs	20	14 540		ja
183/2001	16H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	20	14 380		
036/2013	09H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	20	13 488		
036/2013	01H	Trenning - (Heinrich-, Nikolaus)	Grafit	20	13 069	15 000	
037/2010	02H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	12 716		
149/2001	08H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	20	12 309		
105/2005	06H	Tux - Kristaller	Mgs	20	12 213		
149/2002	02H	Breitenau	Mgs	20	11 555	20 000	ja
134/2008	21H	Kaisersberg	Grafit	20	10 743	180 000	ja
132/2011	07H	Kaisersberg	Grafit	20	10 464	80 000	ja
132/2011	01H	Wollmersdorf SSW - Pfandlteich	Grafit	20	10 345		

Die Halden von Verarbeitungsstandorten (Aufbereitungs-, Schlackenhalde) 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 58 Halden (34 Aufbereitungshalden/-tailings, 24 Schlackenhalde) erfasst, davon befinden sich 8 Schlackenhalde und 9 Aufbereitungshalden im Bereich von noch im Betrieb befindlichen Abbau- und Industriestandorten (Tab. 8). Mit Ausnahme der Fe-Halden im Bereich der Standorte Leoben-Donawitz-Seegraben und Eisenerz handelt es sich bei den erfassten Halden durchwegs um Buntmetall-Aufbereitungs-/Schlackenhalde, Halden von Stahlveredlern und Halden im Bereich von Magnesitabbauen. Nicht im Bergbau-/Haldenkataster enthalten ist der Klärschlammteich aus der Quarzsandflotation von Zelking, der wegen seiner hohen Schwermineralgehalte in das Inventar des Haldenressourcenkataster nachträglich aufgenommen wurde.

Tab. 8: Halden von Verarbeitungsstandorten (Aufbereitungs-, Schmelzhalden) mit Flächengrößen > 10.000 m²; Halden

NR	Halden Nr.	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen
132/5001	01SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	343 946	
122/5031	01ST	Stuhlfelden I - Klärteich Wolframaufbereitung	W	30	157 891	
132/5001	02SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	155 938	
152/5001	01AH	Felbertal - Westfeld N - Aufbereitung, Klärteich	W	30	134 828	
130/5007	01AH	Trieben - Magnesitwerk	Mgs	30	116 950	
183/5001	01ST	Radenthein	Mgs	30	105 005	
101/5002	04AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	82 115	
101/5002	01AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	81 089	
103/5003	01SH	Greitbauer - Schlackenhalde / Aschenhalde	Mgs	30	74 552	700 000

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen
101/5001	01SH	Eisenerz - Münichtal - Schlackenbergr	Fe	32	63 428	
054/5001	01AH	Quarzsandaufbereitung/Klärschlammteich Zelking	Q, SEE	30	62 217	
101/5002	03AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	61 668	
137/5005	03AH	Schlaining - Revier Kurt Aufbereitung	Sb	30	58 877	600 000
101/5002	06AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	53 235	
101/5002	02AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	46 446	
200/5028	04SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	30	32 565	
134/5002	01AH	Breitenau - Aufbereitung	Mgs	30	32 227	
101/5002	05AH	Eisenerz - Aufbereitung	Fe	32	29 827	
200/5028	10SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	30	27 659	
200/5028	07SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	30	27 279	
103/5004	02SH	Zöscherkreuz - SH / Aschenhalde	Mgs	30	25 630	150 000
132/5001	06SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	23 722	
200/5028	09SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	30	23 502	
105/5004	01AH	Eichberg - Magnesitwerk	Mgs	30	21 865	
115/5001	01AH	Gafleintal - Brunwald, Aufbereitung	Pb, Zn	30	21 245	36 000
132/5001	04SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	19 749	
183/5001	01AH	Radenthein	Mgs	30	19 439	
154/5030	01MH	Naßfeld	Au	30	18 056	
130/5005	01SH	Oberzeiring - Schlackenhalde E	Fe, Pb, Ag, Cu	30	13 963	
127/5001	01SH	Weitgassau / Weitgasser	Cu, Pb, Ag	30	13 460	
132/5001	03SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	12 554	
199/5004	02AH	Boden - Mitterberg	Pb, Zn	30	12 237	
132/5001	05SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	12 028	
115/5001	02AH	Gafleintal - Brunwald, Aufbereitung	Pb, Zn	30	11 682	5 400
132/5001	08SH	Leoben - Donawitz	Fe	32	10 582	
149/5001	06AH	Lannersbach Aufbereitung	W, Mgs	31	9 431	
128/5002	01AH	Walchen - Berghaus SE	Cu, Fe, S	31	9 115	
200/5028	14SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	31	7 823	
200/5028	11SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	31	7 701	
200/5028	13SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	31	6 972	
178/5002	01AH	Tessenberg	Fe, Cu, S	31	6 796	40 000
154/5007	02SH	Bodenhaus - Astenschmiede SP 15 -17	Au, Cu	31	6 423	
120/5002	01SH	Brixlegg	Cu	31	6 334	
119/5002	01AH	Falkenstein - Tiefere Baue, Sandpocher	Cu, Sb	31	6 148	9 100
200/5028	02SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	31	5 911	
198/5001	01SH	Dellach im Drautal - alte Zinkhütte - Schmelz	Zn	31	5 823	
200/5028	15SH	Arnoldstein - Gailitz	Pb, Zn, Cu, Au, Ag	31	5 778	
105/5003	01AH	Aue - Magnesitsinterwerk	Mgs	31	5 691	
154/5030	03MH	Naßfeld	Au	31	5 629	
120/1023	02AH	Großkogel	Cu, Ag	31	5 520	
130/5003	01SH	Oberzeiring - Schlackenhalde W	Fe, Pb, Ag, Cu	31	5 289	
091/5002	01SH	Litzfelden	Cu, Ag	31	5 245	
134/5005	01AH	Haufenreith - Aufbereitung	Pb, Zn	31	5 119	10 000
154/1032	02AH	Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au, Ag (As,Pb)	31	4 872	
199/5004	01AH	Boden - Mitterberg	Pb, Zn	31	4 602	
154/5030	02MH	Naßfeld	Au	31	4 525	
137/5005	01AH	Schlaining - Revier Kurt Aufbereitung	Sb	31	4 453	
103/5004	03SH	Zöscherkreuz - SH / Aschenhalde	Mgs	31	4 366	15 000

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	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
120/1006	37H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	40	9 588	35 000	
100/1011	05H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	40	8 798	50 000	
100/1010	13H	Radmer an der Hasel - Greifenberg	Cu, Ag	40	8 655	30 000	
122/1023	48H	Brunnalm	Cu, Ag	40	8 554	50 000	
122/1037	04H	Kupferplatte	Cu, Fe	40	8 446	45 000	
152/1019	03H	Mittersill - Westfeld	W	40	8 246	22 000	ja
152/1020	03H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	40	7 968	20 000	
152/1020	05H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	40	7 844	20 000	
104/1014	12H	Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	40	7 834	65 000	
104/1016	01H	Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	40	7 615	40 000	
118/1004	01H	Lafatsch	Zn, Pb	40	7 613	90 000	
130/1002	42H	Oberzeiring - Mittleres Feld	Fe, Pb, Ag, Cu	40	6 963	20 000	
116/1014	07H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	40	6 641	45 000	
128/1001	04H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	40	6 592	20 000	
163/1002	09H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	40	6 038	27 000	
122/1023	28H	Brunnalm	Cu, Ag	40	5 857	23 500	
137/1009a	02H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	40	5 782	70 000	
116/1014	05H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	40	5 532	100 000	
116/1001	01H	Feigenstein	Zn, Pb	40	5 388	70 000	
137/1009a	01H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	40	5 204	75 000	
122/1030	04H	Gebra - Lanern	Fe, Cu	40	5 191	23 000	
104/1014	13H	Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	40	5 143	34 000	
116/1014	08H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	40	4 838	24 000	
120/1023	03H	Großkogel	Cu, Ag	40	4 686	20 000	
130/1003	40H	Oberzeiring - Nordostfeld	Fe, Pb, Ag, Cu	40	4 331	20 000	
119/1021a	15H	Ringenswechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	40	4 168	20 000	
122/1040a	04H	Kelchalpe	Cu, Fe	40	4 160	20 000	
145/1001	01H	Tschirgant - Frauenbrunnen	Zn, Pb	40	4 123	20 000	
119/1008a	03H	Schwader Eisenstein	Fe	40	4 084	20 000	
116/1014	06H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	40	3 687	60 000	
137/1009a	13H	Schlaining - Revier Neustift	Sb	40	3 611	20 000	
120/1006	03H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	40	3 497	21 000	
119/1004	20H	Schwazer Eisenstein / Arzberg	Fe	40	3 131	45 000	
100/1008	01H	Radmer - Bucheck / Vogeltenn	Fe, Cu	40	3 031	20 000	
118/1004	02H	Lafatsch	Zn, Pb	40	2 690	27 000	
119/1012	09H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	40	1 607	20 000	
104/1016	03H	Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	40	381	25 000	

Tab. 10: Auswahl von Industriemineral-Bergbauhalden mit Flächengrößen < 10.000 m² und Volumina > 20.000 m³

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
008/2008a	01H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	50	9 635	150 000	
098/2008	04H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	50	5 920	20 000	
098/2008	01H	Oberdorf an der Laming	Mgs, Talk	50	5 366	30 000	ja
133/2006	01H	Augraben	Mgs	50	5 168	25 000	
132/2016	12H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	5 124	30 000	
132/2018	02H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	5 074	50 000	ja
130/2008	23H	Kaisersberg	Grafit	50	4 349	120 000	ja
132/2011	01H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	3 774	30 000	ja

NR	Halden Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
130/2008	03H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	50	2 992	20 000	ja
133/2005	03H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	2 652	20 000	ja
130/2008	05H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	2 595	30 000	ja
130/2008	06H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	2 126	40 000	
132/2018	22H	Kaisersberg	Grafit	50	2 037	30 000	ja
132/2011	05H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	1 524	25 000	

Auf Basis der bisherigen Vorauswahlschritte wurden für die Rohstoffgruppen Erze (inkl. Fe), ausgewählte Industriemineralien sowie für Verarbeitungsstandorte (Aufbereitung, Hüttenbetriebe – inkl. Fe) insgesamt 248 Halden (Erze: 139, Industriemineralien: 51; Verarbeitungsstandorte: 58) mit verschiedenen Bewertungskriterien in die Datenbank des Haldenressourcenkatasters übernommen. In einem weiteren Auswahlschritt wurden die Halden der Fe-Bergbaue und Fe-Schlackendeponien vorläufig aus dem aktuellen Bewertungsverfahren exkludiert, da hier das erwartbare Potenzial an kritischen Rohstoffen auf Basis des derzeitigen Wissensstands als gering eingestuft wird (verbleibende Gesamthaldenzahl: 204, Erze: 114, Industriemineralien: 51, Verarbeitungsstandorte: 44). Durch Attributierung der in Betrieb befindlichen Abbau- und Verarbeitungsbetriebe (Quelle: IRIS Online) ist eine weitere Differenzierung der Haldenflächen möglich (Tab. 11).

Tab. 11: Gesamtstatistik der im Haldenressourcenkataster erfassten Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde (mit und ohne Fe)

Haldentypus	Größenkriterium	aufge-lassen	in aktuellen Abbauen und Betriebsstätten	Summe
Erze	> 10000 m ²	96	6	102
Erze (ohne Fe)	> 10000 m ²	84	-	84
Erze	< 10000 m ² , > 20000 m ³	36	1	37
Erze (ohne Fe)	< 10000 m ² , > 20000 m ³	30	-	30
Σ		132	7	139
Σ (ohne Fe)		114	-	114
Industriemineralien	> 10000 m ²	18	19	37
	< 10000 m ² , > 20000 m ³	6	8	14
Σ		24	27	51
Aufbereitungs-/Schlackenhalde	> 4000 m ²	39	19	58
Aufbereitungs-/Schlackenhalde (ohne Fe)	> 4000 m ²	39	5	44
Σ		39	19	58
Σ (ohne Fe)		39	5	44
Σ		202	53	248
Σ (ohne Fe)		177	32	209

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. 12). 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 im Bundesgebiet.

Tab. 12: Ranking der kumulativen Haldenflächen (> 20000 m²) in den Bergbaurevieren und wichtige Kenngrößen zu den Obertagaufschlüssen

Vorkommen	Rohstoff	Revier- fläche m ²	Σ Halden- flächen m ²	Anzahl Halden	Anzahl Stollen	Anzahl Schächte	aktiv
Steirischer Erzberg	Fe	7948865	4631375	18	174	1	ja
Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	1035691	611130	10	12		
Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	1793755	561033	37	55	9	
Röhrebühel	Cu, Ag, Sb	763169	349993	13	6	32	
Tux - Tagbau Wiese	Mgs	532678	309058	6	5		
Ringenechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	524127	239596	36	53		
Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	2520948	238180	47	209	43	
Falkenstein - Eiblschrofen	Cu, Ag, Sb	661895	233098	19	58		
Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	2401385	213496	36	230	3	
Ringenechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	521861	187226	12	25		
Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	1323174	181797	63	129	2	
Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	1000339	176684	28	67		
Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu		175517	119	29	7	
Millstätter Alpe	Mgs	562353	136971	5	3		ja
Hohentauern	Mgs, Talk	309788	125686	8	12	15	ja
Schlaining - Revier Kurt	Sb	870008	120784	8	6	1	
Ringenechsel - Burgstall / Blutskopf	Cu, Ag, Sb	740005	115470	11	46		
Hüttenberg - Knappenberg	Fe (Cu, Pb, Zn, As)	1649187	115377	86	124	4	
Ringenechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	862417	113228	27	43		
Radmer - Bucheck / Vogeltenn	Fe, Cu	473487	99837	33	27	12	
Tux - Kristaller	Mgs	382304	96573	7	8	1	
Lafatsch	Zn, Pb	1984536	91297	18	96		
Brunnalm	Cu, Ag	1270499	87904	103	52		
Gollrad	Fe	488401	71837	9	20		
Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	497264	69929	6	1		
Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	993027	65168	26	29	3	
Ringenechsel - Roggland	Cu, Ag, Sb	363474	63201	14	29		
Kliening	Au, Ag (As, Fe, Cu)	1205881	61673	74	31	6	
Bockhart - Bauleiten - Baukarl	Au, Ag (As, Pb)	731633	60469	49	56	6	
Wald am Schoberpaß	Mgs	224804	60270	6	12		ja
Bleiberg - Kreuth (Reviere Max - Fugertal, Leopold Erbstollen)	Pb, Zn	1213265	59326	29	83	5	
Gratlspitze / Thierberg	Cu, Ag	1409364	57835	25	32		
Tebrin - Erzberg SW	Fe	151516	56773	6	3		
Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	773671	54796	13	21	2	
Schwader Eisenstein	Fe	779458	52931	56	60		
Kaisersberg	Grafit	504879	52197	25	30	1	ja
Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	263423	52078	20	2	2	
Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	913497	49001	10	19	1	
Bartholomäberg	Fe, Cu, Ag, Zn	1063450	48431	102	51		

Vorkommen	Rohstoff	Revier- fläche m2	Σ Halden- flächen m2	Anzahl Halden	Anzahl Stollen	Anzahl Schächte	aktiv
Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	577134	48133	11	14		
Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	252595	46219	8	3	2	
Ringewechsel - Weittal / Reichental	Cu, Ag, Sb	172187	45930	4	9		
Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au, Ag (As,Pb)	1986028	45375	19	28	1	
Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb, Zn	325540	44198	2	6		
Repnik - Ebriach Unterbau	Pb, Zn	251469	42000	3	4	2	
Lölling	Fe (Cu, Pb, Zn, As)	980976	41066	44	86	2	
Tebrin - Steinkogel	Fe	133812	40753	7	4		
Großfragant - Moosalm	Fe, Cu (Au, Ag,Zn)	661672	37856	15	26		
Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	473766	37739	34	40	1	
Ramingstein - Dürrrain	Pb, Zn, Ag	145166	37357	24	12		
Rabenwald - Floing / Steinhanslgrube	Talk	133052	36586	7	2		
Radhausberg	Au (As)	1482179	36161	50	60	1	
Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	448781	35952	19	17		
Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	831374	35156	57	12	2	
Kolmkarscharte W - Seekopf - See- kogler Bauleiten	Au, Ag (As, Pb)	322285	35133	16	13	1	
Rabenstein	Pb, Zn, Ag	231752	35006	15	11	1	
Radmer an der Hasel - Greifenberg	Cu, Ag	551126	32095	17	5	2	
Erzwies - Ecklgrubenbaue	Au, Ag (As, Pb, Zn)	582910	31930	26	37	1	
Schwazer Eisenstein / Arzberg	Fe	538412	31887	47	62		
Schattberg	Cu	545241	31296	3	7	1	
Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	122474	30139	7	7		
Waldenstein	Fe	124877	29751	39	21		ja
Radmer an der Hasel - Faschinggra- ben	Cu, Ag	231214	29567	9	7		
Rubland	Pb, Zn	1183374	27522	24	58	7	
Myrthengraben - Eugenlager	Cu, As, Ag	11804	27184	4	6		
Arzberg - Winkel	Cu	159412	26767	5	3		
Hölln	Fe	814495	26295	21	27	10	
Sinnwell	Cu, Ag	1228447	26115	6	17		
Kalwang - Teichen	Cu, Fe, Au	534830	26093	11	15	1	
Altenberg NW - Bohnkogel	Fe	199340	25678	13	8	1	
Eschach - Sagalm - Duisitz	Pb, Zn, Ag	215161	25468	75	42	1	
Altenberg / Knappendorf - Erzberg E	Fe	276869	25456	15	10	1	
Silberberg	Cu, Ag, Pb	845601	24000	53	69		
Feistereck NE	Fe	5292	23814	18	1		
Feistereck	Fe	5292	23814	18	1		
Ramingstein - Kräofen	Pb, Zn, Ag	61981	23645	10	5		
Nöckelberg	Ni, Co, Cu, As	327154	23598	35	27	25	
Knappenberg E - Rudolfshöhe - An- dreaskreuz	Fe	400817	22435	35	49	5	
Schlaining - Revier Neustift	Sb	396138	21048	14	9	1	
Deutschfeistritz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	80070	20661	4	2	3	
Weinbergwald Neu (Lager VI, VII, Weinberg / -wald S)	Grafit	219897	20525	13			

6.3 Auswahl kritischer Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden

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. Bedingt durch die Struktur der Bewertungsdatenbank können Abfragen jederzeit bei geänderten Auswahlkriterien angepasst werden.

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

- Kritischer Rohstoffe als Haupt-/Nebengemengteile 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 die Wissensbasis im Hinblick auf Spurenelement-Trägerphasen durch Projektschwerpunkte im Rahmen von VLG bzw. MRI in den letzten Jahren enorm erweitert hat. Zur verbesserten Abschätzung dieser Potenziale sind in begleitenden Arbeitsschritten weiterhin noch ergänzende Beprobungen und Multielementanalysen der im Haldenressourcenkataster ausgewiesenen Halden erforderlich.

Ausgehend von den bisherigen Kenntnissen zur Mineralogie der Vererzungen und vorhandenen geochemischen Analysen von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalden sind nur wenige kritische Rohstoffe als Haupt- und Nebengemengteile in Sekundärrohstoffen der Rohstoffindustrie bekannt. Von den in der aktuellen Liste (EU-KOMMISSION, 2020) als kritisch eingestuft 30 Rohstoffen kommen in Österreich -wie bereits erwähnt- lediglich die Rohstoffe Antimon, Baryt, Bauxit, Beryllium, Kobalt, Flussspat, Lithium, 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 durch Auszüge aus der bundesweiten Bachsedimentgeochemie (99,9 %-Perzentile) und der Haldenanalytikdatenbank. Die Dokumentation der jeweiligen Sekundärrohstoffressourcen erfolgt im gegenständlichen Bericht -soweit möglich- in tabellarischer Form.

6.3.1 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 (Schwaz-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 $> 10.000 \text{ m}^2$ (bzw. $> 20.000 \text{ m}^3$) und $> 4.000 \text{ m}^2$ für Aufbereitungshalden bundesweit in einem ersten Bewertungsdurchlauf insgesamt 51 Halden mit unterschiedlichem Antimon-Sekundärrohstoff-Potenzial ausgewiesen werden (Abb. 32, 33, Tab. 13). 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 durchwegs unter dem Flächenkriterium von 10.000 m^2 .

Der überwiegende Teil der im Haldenressourcenkataster erfassten Halden mit Antimon als Haupt-/Begleitwertstoff (44 Bergbauhalden, 1 Aufbereitungshalde) liegt im Bereich der bedeutenden Fahlerzbergbaue im Gebiet zwischen Schwaz und Kitzbühel. Die größte zusammenhängende Bergbauhalde dieser Wertstoffgruppe liegt im Bergbau Röhrerbühel mit einer Gesamtkubatur von mindestens 900.000 m^3 , die damit zu den größten Erzbergbauhalden in Österreich zählt. Das ursprünglich aus mehreren Schachthal-den bestandene Bergbauggebiet des Röhrerbühels ist durch nachträgliche Haldenwiedergewinnungsarbeiten zu einem geschlossenen Haldengebiet zusammengewachsen. Bei einigen der flächenmäßig größten Halden im Raum Schwaz 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

Bachsediment-Geochemie Fraktion <180µm

99% - Perzentile

● Antimon >7,4 ppm

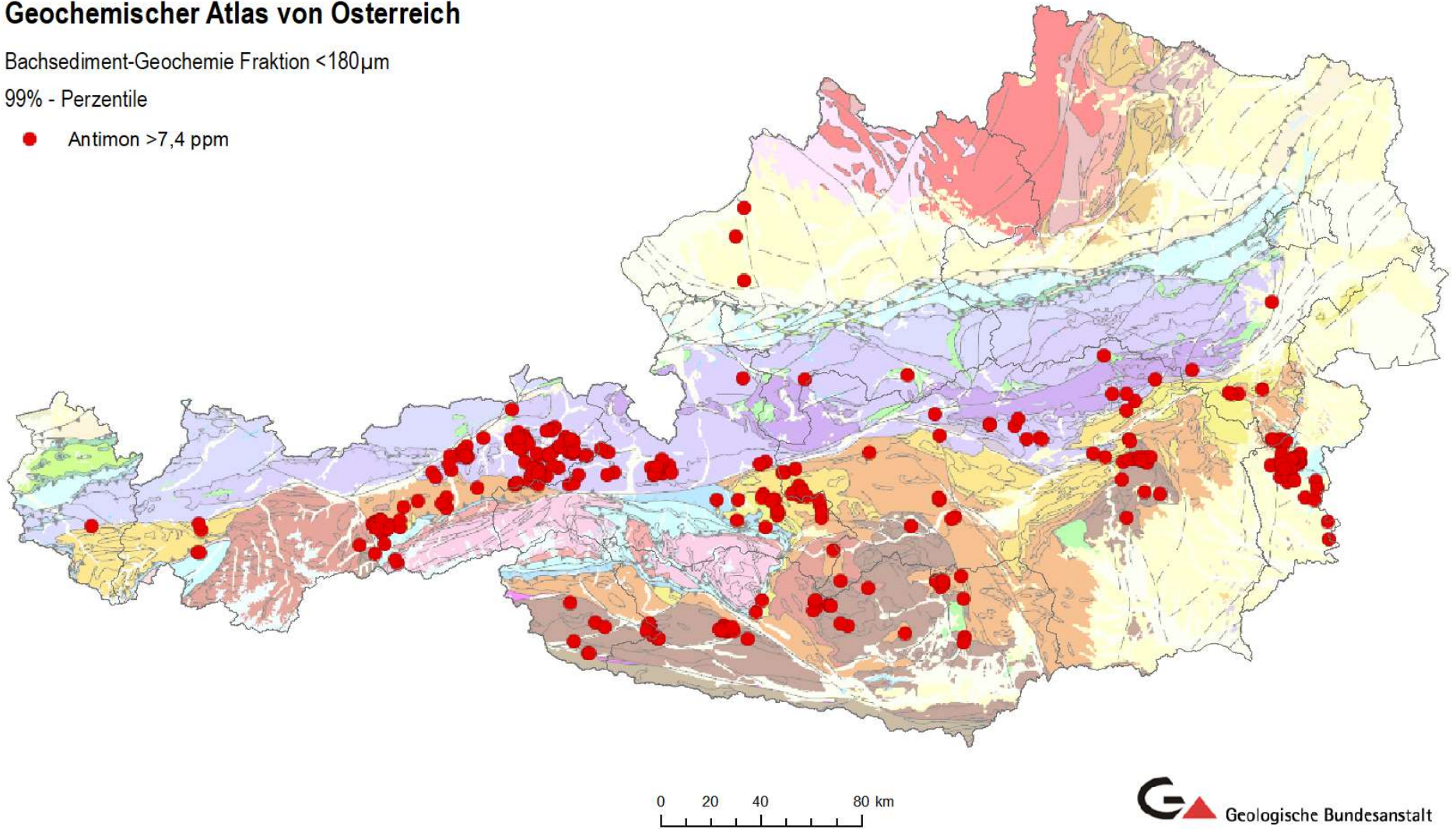


Abb. 30: Datenauszug aus dem Geochemischen Atlas von Österreich; Antimon > 7,4 ppm

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Antimon

Antimon ppm

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

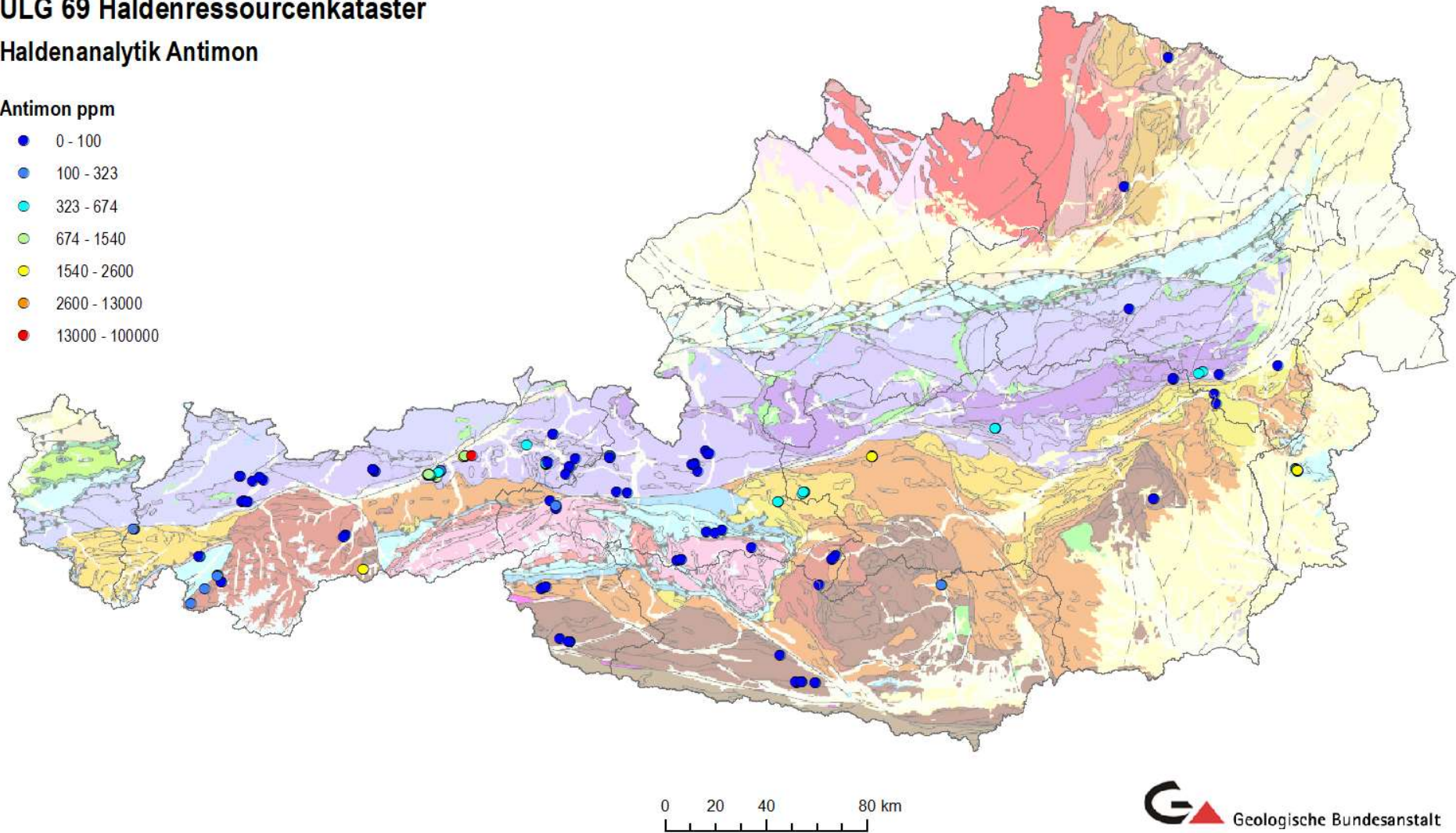


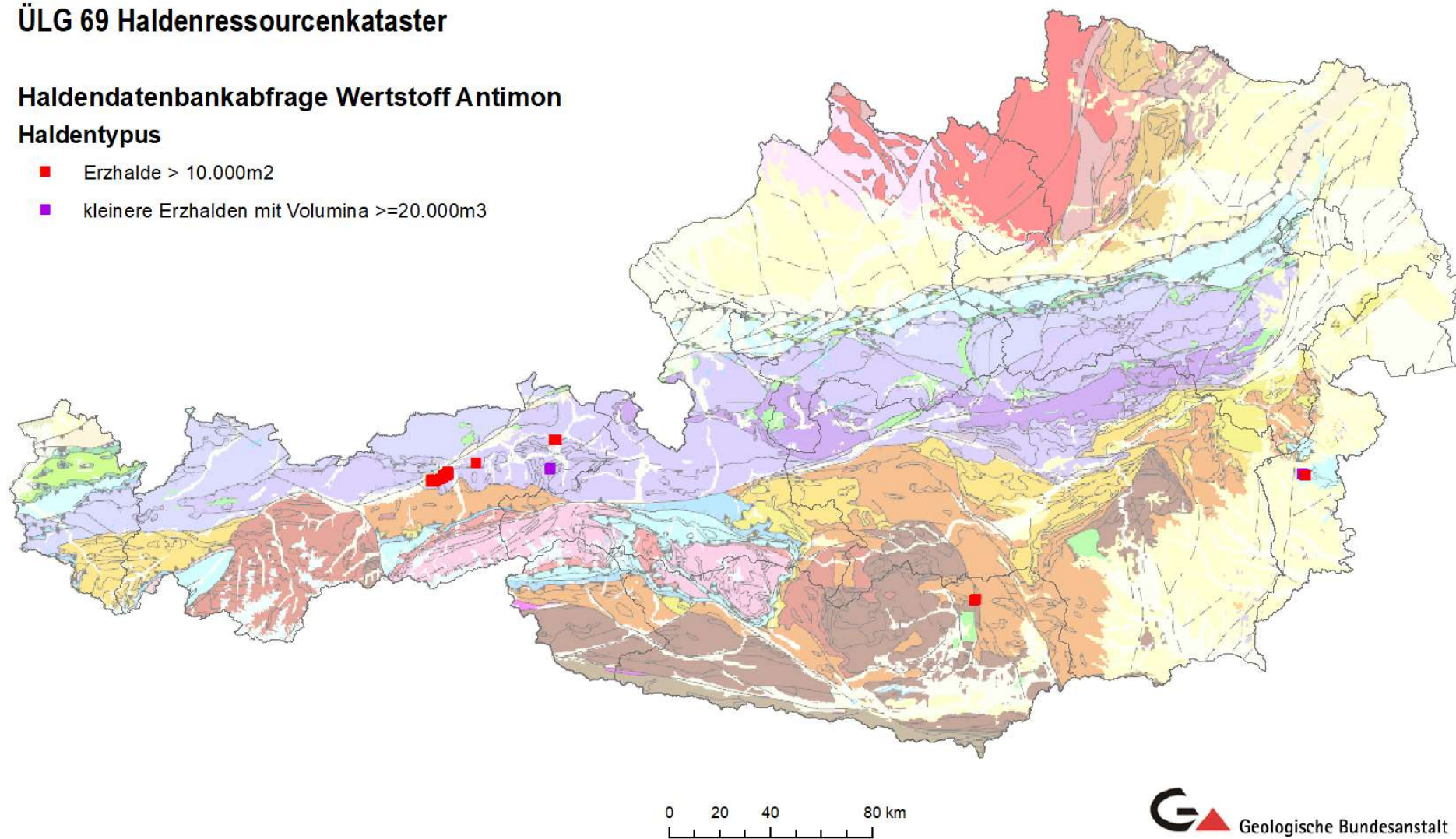
Abb. 31: Antimon-Gehalte in ausgewählten Bergbau- und Aufbereitungshalden, Quelle: Haldenanalytik-Datenbank (GBA)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Antimon

Haldentypus

- Erzhalde > 10.000m²
- kleinere Erzhalden mit Volumina >=20.000m³

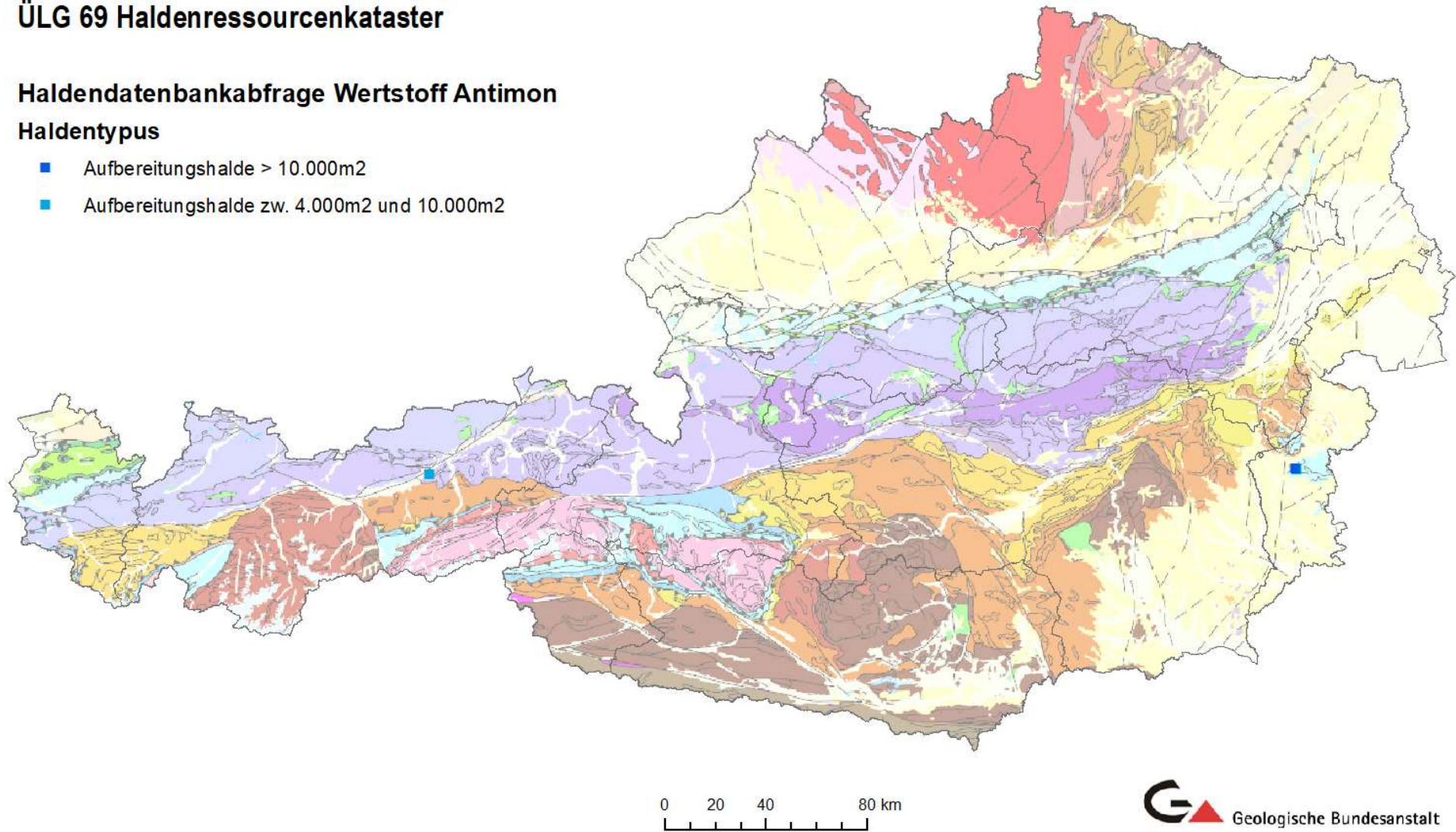


ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Antimon

Haldentypus

- Aufbereitungshalde > 10.000m²
- Aufbereitungshalde zw. 4.000m² und 10.000m²



Tab. 13: Auswahl von Bergbau- und Aufbereitungshalden (Wertstoff/Rohstoff Antimon) für den Haldenressourcenkataster (mit absteigender Reihenfolge)

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
091/1009	02H	Röhrebühel	10	293 708	900 000	Cu, Ag, Sb	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Stibarsen (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (S)
119/1010	17H	Falkenstein - Eiblschrofen	10	182 214		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	149 779		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringewechsel - Pfaffengrube	10	142 786		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	10	131 282		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringewechsel - Burgstall / Blutskopf	10	101 635		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Jamesonit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Chalkostibit (B),Cölestin (B),Malachit (S),Azurit (S),Auripigment (S),Cuprit (S),Tenorit (S),Realgar (S)
119/1015	09H	Ringewechsel - Rotenstein	10	70 657		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chryso-koll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1015	02H	Ringewechsel - Rotenstein	10	57 975		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chryso-koll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1011	28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	10	55 178		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1019	11H	Ringewechsel - Roggland	10	53 340		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1011	27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	10	48 779		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1011	09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	10	48 750		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
091/1009	01H	Röhrebühel	10	44 123		Cu, Ag, Sb	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Stibarsen (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (S)

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
137/1009b	01H	Schlaining - Revier Kurt	10	41 861	650 000	Sb	Stibnit (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	10	38 839		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
186/1100	02H	Hüttenberg - Knappenberg	10	35 898		Fe (Cu, Pb, Zn, As)	Siderit (H),Sideroplesit (H),Löllingit (B),Pyrit (B),Silber, gediegen (B),Gold (B),Uraninit (B),Wismut (B),Arsen, gediegen (B),Bournonit (B),Fahlerz (B),Markasit (B),Pyrrhotin (B),Magnetit (B),Sphalerit (B),Arsenopyrit (B),Stibnit (B),Kermesit (B),Bismuth
186/1100	01H	Hüttenberg - Knappenberg	10	29 433		Fe (Cu, Pb, Zn, As)	Siderit (H),Sideroplesit (H),Löllingit (B),Pyrit (B),Silber, gediegen (B),Gold (B),Uraninit (B),Wismut (B),Arsen, gediegen (B),Bournonit (B),Fahlerz (B),Markasit (B),Pyrrhotin (B),Magnetit (B),Sphalerit (B),Arsenopyrit (B),Stibnit (B),Kermesit (B),Bismuth
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	10	29 096	125 000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringewechsel - Pfaffengrube	10	25 907		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	10	25 317		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringewechsel - Pfaffengrube	10	24 527		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1010	18H	Falkenstein - Eiblschrofen	10	24 323		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	24 261		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)
120/1028a	24H	Gratspitze / Thierberg	10	22 645		Cu, Ag	Fahlerz (H),Enargit (B),Luzonit (B),Famatinit (B),Stibiolumonit (B),Pyrit (B),Sphalerit (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Bornit (B),Stibnit (B),Arsenopyrit (B),Malachit (S),Azurit (S),Chalkosin (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Tirolit (S),Nesquehonit (S)
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	10	22 293	200 000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringewechsel - Weittal / Reichental	10	21 208		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
119/1021a	27H	Ringenechsel - Weißer Schrofene	10	20 778		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)
119/1017	04H	Ringenechsel - Weittal / Reichental	10	20 091		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
119/1021a	26H	Ringenechsel - Weißer Schrofene	10	19 894		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)
119/1015	04H	Ringenechsel - Rotenstein	10	19 804		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chryso-koll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1018	32H	Ringenechsel - Pfaffengrube	10	18 733		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
119/1015	03H	Ringenechsel - Rotenstein	10	17 815		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chryso-koll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
119/1021a	09H	Ringenechsel - Weißer Schrofene	10	15 267		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	10	14 711		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	Ringenechsel - Weißer Schrofene	10	12 718	80 000	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	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	10	12 494		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	12 173		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	12 057		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	11 518		Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (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	10	10 547	200 000	Sb	Stibnit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limosit (S),Malachit (S),Gips (S),Parasymplesit (S)

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale
119/1021a	13H	Ringenechsel - Weißer Schrofene	10	10 231	80 000	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)
137/5005	03AH	Schlaining - Revier Kurt Aufbereitung	30	58 877	600 000	Sb	Stibnit (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)
119/5002	01AH	Falkenstein - Tiefere Baue, Sandpocher	31	6 148	9 100	Cu, Sb	
137/5005	01AH	Schlaining - Revier Kurt Aufbereitung	31	4 453		Sb	Stibnit (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)
122/1023	48H	Brunnalm	40	8 554	50 000	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
122/1023	28H	Brunnalm	40	5 857	23 500	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	40	5 782	70 000	Sb	Stibnit (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	40	5 204	75 000	Sb	Stibnit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S)
119/1021a	15H	Ringenechsel - Weißer Schrofene	40	4 168	20 000	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)
137/1009a	13H	Schlaining - Revier Neustift	40	3 611	20 000	Sb	Stibnit (H),Pyrit (B),Arsenopyrit (B),Markasit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Cinnabarit (B),Stibiconit (S),Limonit (S),Malachit (S)
119/1012	09H	Falkenstein - Tiefere Baue	40	1 607	20 000	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Covellin (B),Cinnabarit (B),Malachit (S),Azurit (S),Devillin (S),Spangolith (S),Realgar (S),Tirolit (S)

Haldentypus: 10=Erzhalden > 10.000m²; 30=Aufbereitungshalden (ohne Fe) > 10.000m²; 31=Aufbereitungshalden (ohne Fe) zw. 4.000-10.000m²; 40=kleinere Erzhalden mit Volumina >=20.000m³

6.3.2 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. 34). 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 $< 1000 \text{ m}^2$ 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. 35).

6.3.3 Bauxit

In Österreich treten an der unmittelbaren Basis der Gosau-Schichten in Depressionen über dem verkarteten kalkalpinen Untergrund zusammengeschwemmte lateritisch-bauxitische Ablagerungen auf, die in IRIS Online unter der minerogenetischen Bezeichnung ‚Bauxitbezirk Gosau-Gruppe Nördliche Kalkalpen (Unterlaussa)‘ zusammengefasst werden (WEBER, 1997). Von den 14 im bundesweiten Bergbau-/Haldenkataster erfassten Abbaubetrieben erreichten lediglich die Bergbaureviere von Unterlaussa (Preifing, Gräser, Schwarza, Sonnberg, Sandl) eine größere wirtschaftliche Bedeutung (Abb. 36).

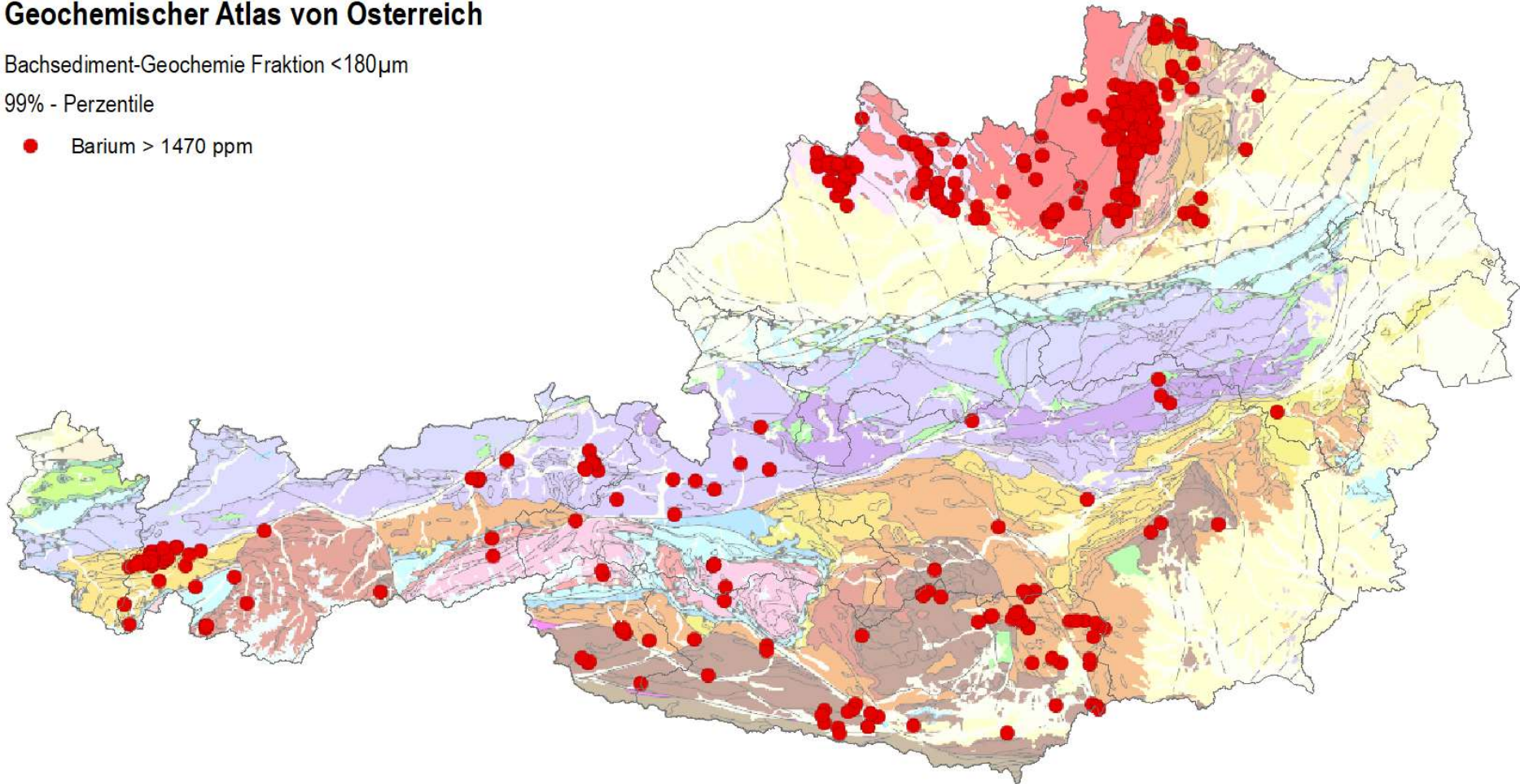
Qualitativ reichen die alpinen Karstbauxitlagerstätten jedoch nicht an denen des ungarischen Mittelgebirges oder der Dinariden heran. Für hochwertige Bauxiterze sind die Gehalte an Al_2O_3 zu niedrig (50 bis 70 Gew. %) und die Eisen- und SiO_2 -Gehalte zu hoch (WEBER, 1997). Mineralogisch bestehen die Bauxitlagerstätten aus einem Gemenge von Aluminiumhydroxiden (Böhmit, Gibbsit) mit variablen Beimengungen von Eisenhydroxiden, Tonminerale und Quarz. Das Auftreten interessanter Spuren- und Nebenelementen in Bauxite ist schon lange bekannt, wenngleich für die österreichischen Bauxitvorkommen moderne Spurenelementanalysen noch immer weitgehend fehlen. Die sogenannten bauxitophilen Elemente, wie Be, Co, Cr, Fe, Ga, Hf, Mo, Nb, Ni, Sc, SEE, V, Ta, Ti, Th, U und Zr, bleiben an die schwerlöslichen Hydroxylverbindungen des Aluminiums und Eisens gebunden. Bezogen auf Al werden allerdings nur Cr, Ga, Mo, Nb, Ni, Ti, V und Zr angereichert (SCHROLL, 1979). Entsprechend den Spuren-

Geochemischer Atlas von Österreich

Bachsediment-Geochemie Fraktion <180µm

99% - Perzentile

● Barium > 1470 ppm



0 20 40 80 km

 Geologische Bundesanstalt

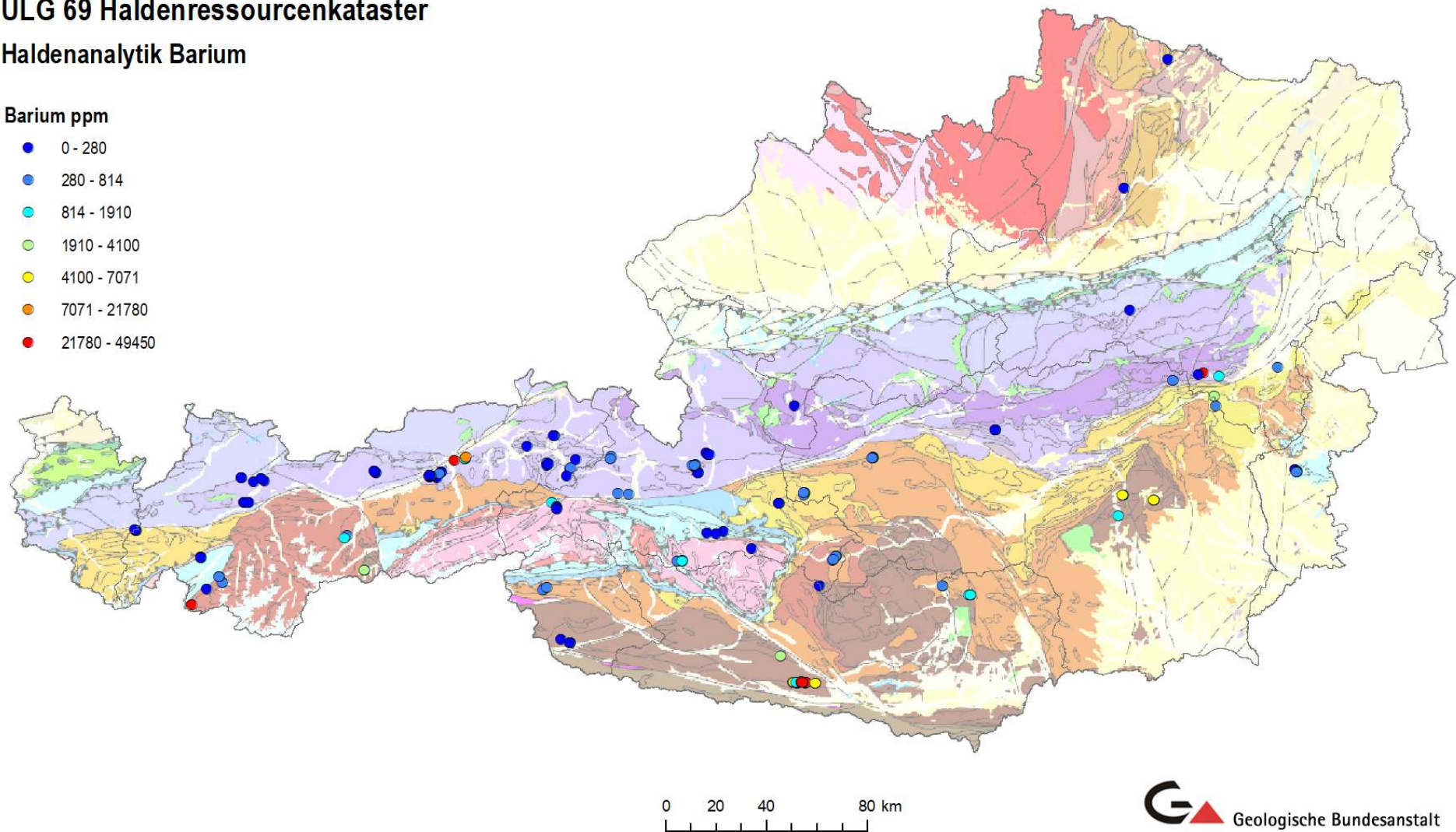
Abb. 34: Datenauszug aus dem Geochemischen Atlas von Österreich; Barium > 1470 ppm

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Barium

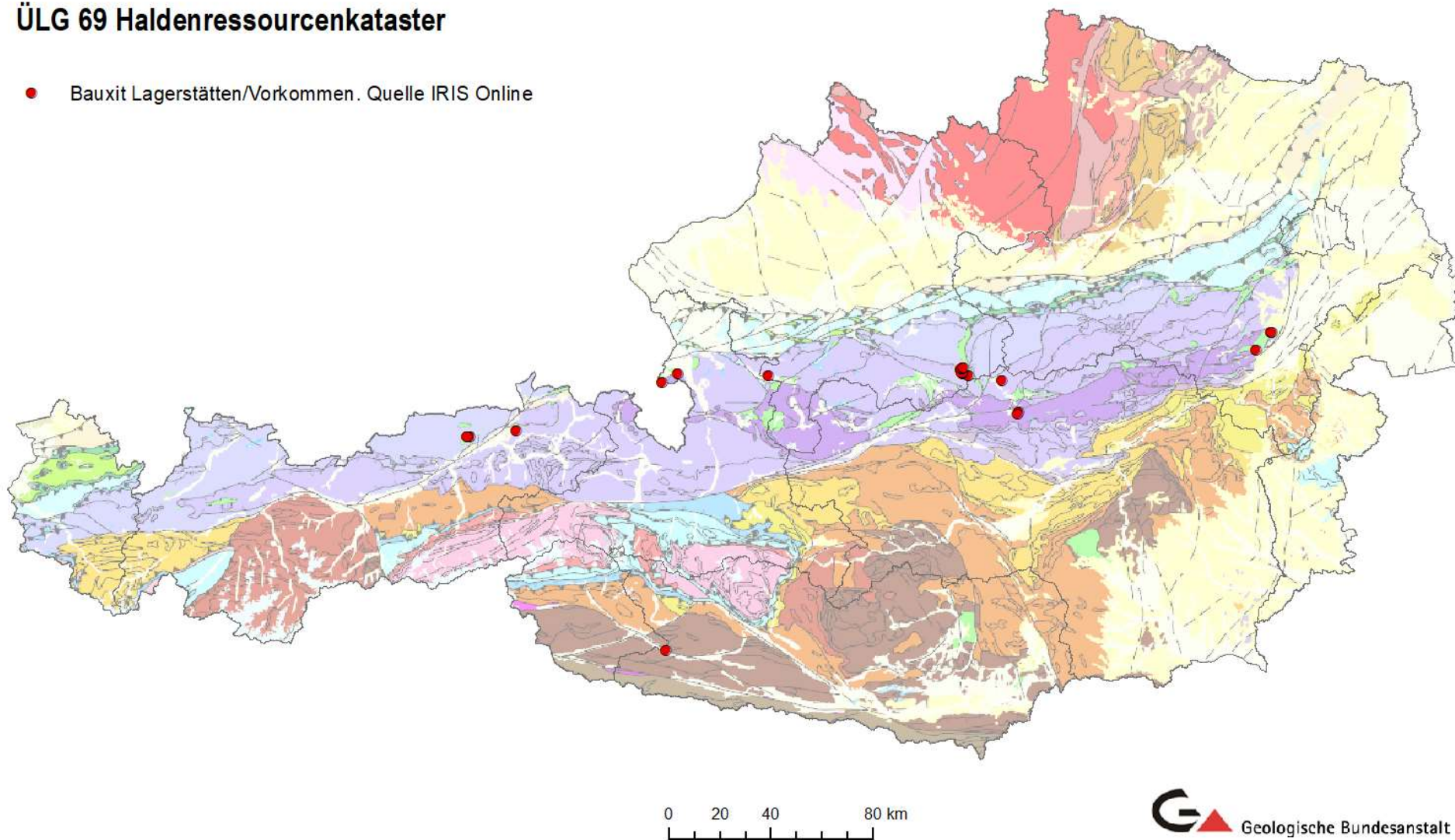
Barium ppm

- 0 - 280
- 280 - 814
- 814 - 1910
- 1910 - 4100
- 4100 - 7071
- 7071 - 21780
- 21780 - 49450



ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

● Bauxit Lagerstätten/Vorkommen. Quelle IRIS Online



elementchemismus von Karstbauxiten sind infolge des höheren Fe- und Ti-Gehalts auch die Elemente der Ferriden-Gruppe Ni, Co, Cr und V relativ hoch.

Die Gallium-Gehalte in den Bauxiten des Lagerstättenbereichs Unterlaussa liegen zwischen 43 und 58 ppm, was den Durchschnittsgehalten globaler Bauxite entspricht (SCHEDL et al., 2018). Die Summe der SEE-Gehalte in aktuell untersuchten ostalpinen Bauxitproben liegen mit 163-776 ppm im Schwankungsbereich der internationalen Literaturdaten über Bauxite (SCHEDL et al., 2018). Scandium ist in den untersuchten ostalpinen Bauxitproben (12-53 ppm) meist gegenüber der durchschnittlichen Verteilung in der Erdkruste angereichert, liegt aber deutlich niedriger als in vergleichbaren Karstbauxiten in Griechenland.

Die Vanadium-Gehalte in ostalpinen Bauxiten entsprechen im Wesentlichen dem oberen Range-Bereich der Karstbauxite in Griechenland und Türkei, in etwa auch denen in österreichischen LD-Schlacken. Die höchsten V-Gehalte in aktuell von der Geologischen Bundesanstalt untersuchten Bauxitproben wurde mit 596 ppm in Unterlaussa (Revier Prefing) gemessen (SCHEDL et al., 2018).

Für den Haldenressourcenkataster haben diese Informationen zu Sekundärrohstoffen im Bereich der ostalpinen Bauxitlagerstätten aber nur eine wissenschaftliche Relevanz, da sämtliche Haldenflächen in den Abbaubereichen deutlich unter 1.500 m² liegen. Ein großer Teil des Haldenmaterials wurden im Lagerstättenbereich Unterlaussa zudem für Versatzarbeiten im Grubengebäude verwendet. Für ein kombiniertes Nutzungskonzept fehlen auch wirtschaftlich verwertbare Bauxit-Ressourcen in den bekannten Abbaubereichen. (SCHEDL et al., 2018).

6.3.4 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 Masse, 166 Fundpunkte Zentralalpen) (<https://www.mindat.org/min-819.html>) und 92 Fundpunkte für das zweitwichtigste Be-Mineral Bertrandit (21 Fundpunkte Böhmisches Masse, 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 Abrauhalden des Beryllabbaus sind nicht im Bergbau-/Haldenkataster erfasst, deren Größe liegt aber durchwegs unter 10.000 m².

Für die beibehaltenden Berylliumerze in Scheelitvorkommen der Ostalpen wurde in der Vergangenheit auch 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 Mittersill liegen bei 14 ppm, die in den Klärschlamm-sedimenten 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.

6.3.5 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. 37). Kobalterze wurden in Österreich in der Vergangenheit lediglich im Bereich Zinkwand-Vetternspitze sowie Nöckelberg abgebaut. Die Halden dieses Bergbaus sind relativ kleinflächig strukturiert und liegen flächenmäßig durchwegs deutlich unter 10.000 m^2 . 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. 38). 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 $> 10.000 \text{ m}^2$) für den Haldenressourcenkataster wurden diese Kleinhalden aufgrund des geringen Rohstoffpotenzials von einer weiteren Bewertung ausgeschlossen 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.

6.3.6 Flussspat

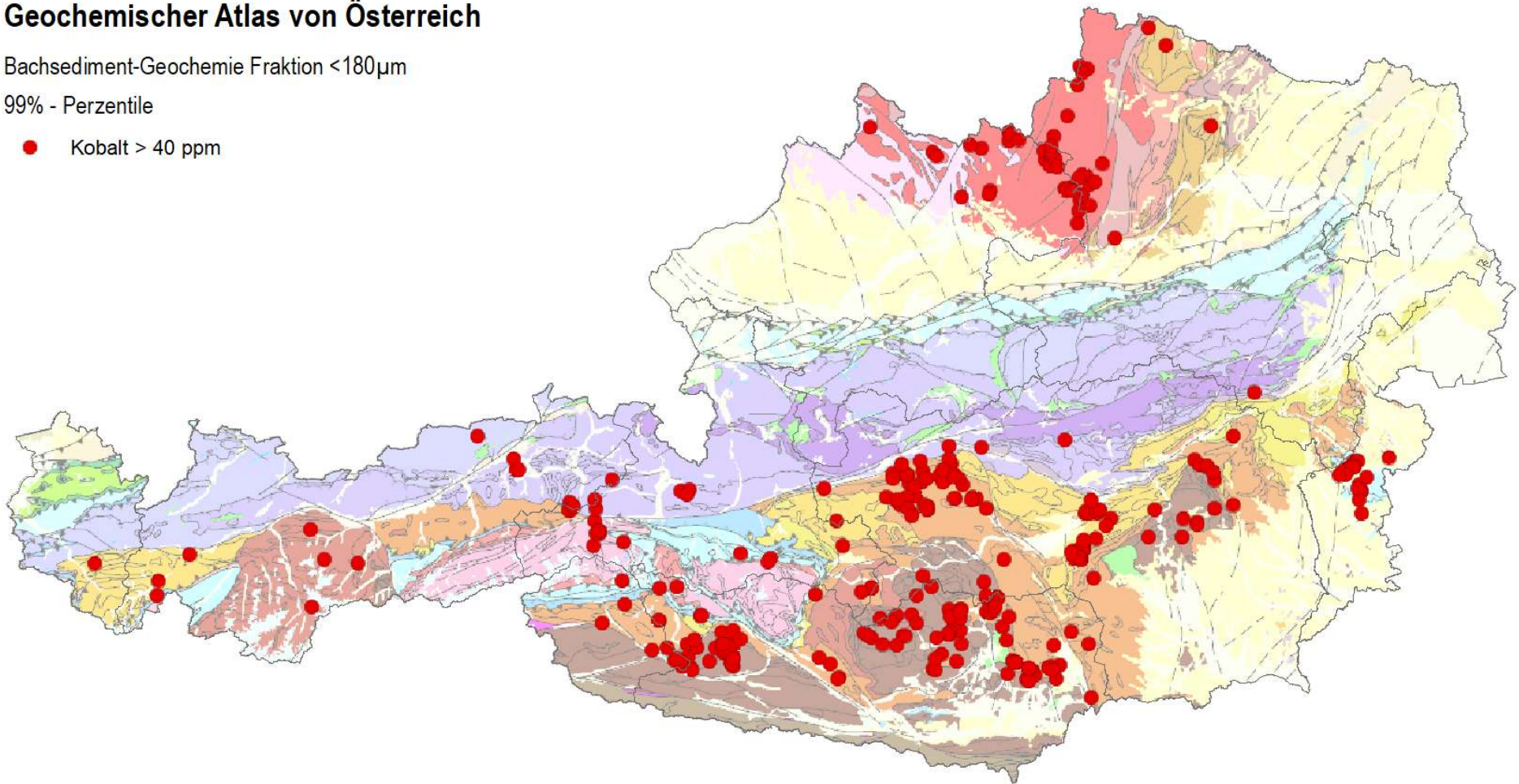
Österreich verfügt über 170 Flussspatvorkommen, die aber zumeist nur mineralogische Bedeutung und kein wirtschaftliches Potenzial besitzen. IRIS Online verzeichnet lediglich zwei minerogenetische Bezirke: Fluoritbezirk Helvetikum Vorarlberg (Hirschbergsattel), Uran-(Fluorit)erzbezirk Bezirk Süd-Böhmischer Batholith (Oberlembach). Bei den Vorkommen im Waldviertel handelt es sich kleinräumige klufförmige Flussspatmineralisationen. Die anisichen Gutensteiner Kalke sind hingegen wegen ihrer diskreten Flussspatführung bekannt. Die höchsten Anreicherungen von Flussspat befinden sich 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 20.000 t Flussspat enthalten (WAGNER, 1997). Eine selektive Gewinnung 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 verstürzt. 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% CaF_2 auf schätzungsweise 3 Mio t eingestuft (AUSTROMINERAL, 1973). Eine genaue Attributierung der F-Gehalte in den Haldenbereichen von Bleiberg liegt jedoch nicht vor, so dass das Flussspat-Potenzial im Haldenressourcenkataster nicht gesondert ausgewiesen wurde. 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 CaF_2 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.

Geochemischer Atlas von Österreich

Bachsediment-Geochemie Fraktion <180µm

99% - Perzentile

● Kobalt > 40 ppm



0 20 40 80 km

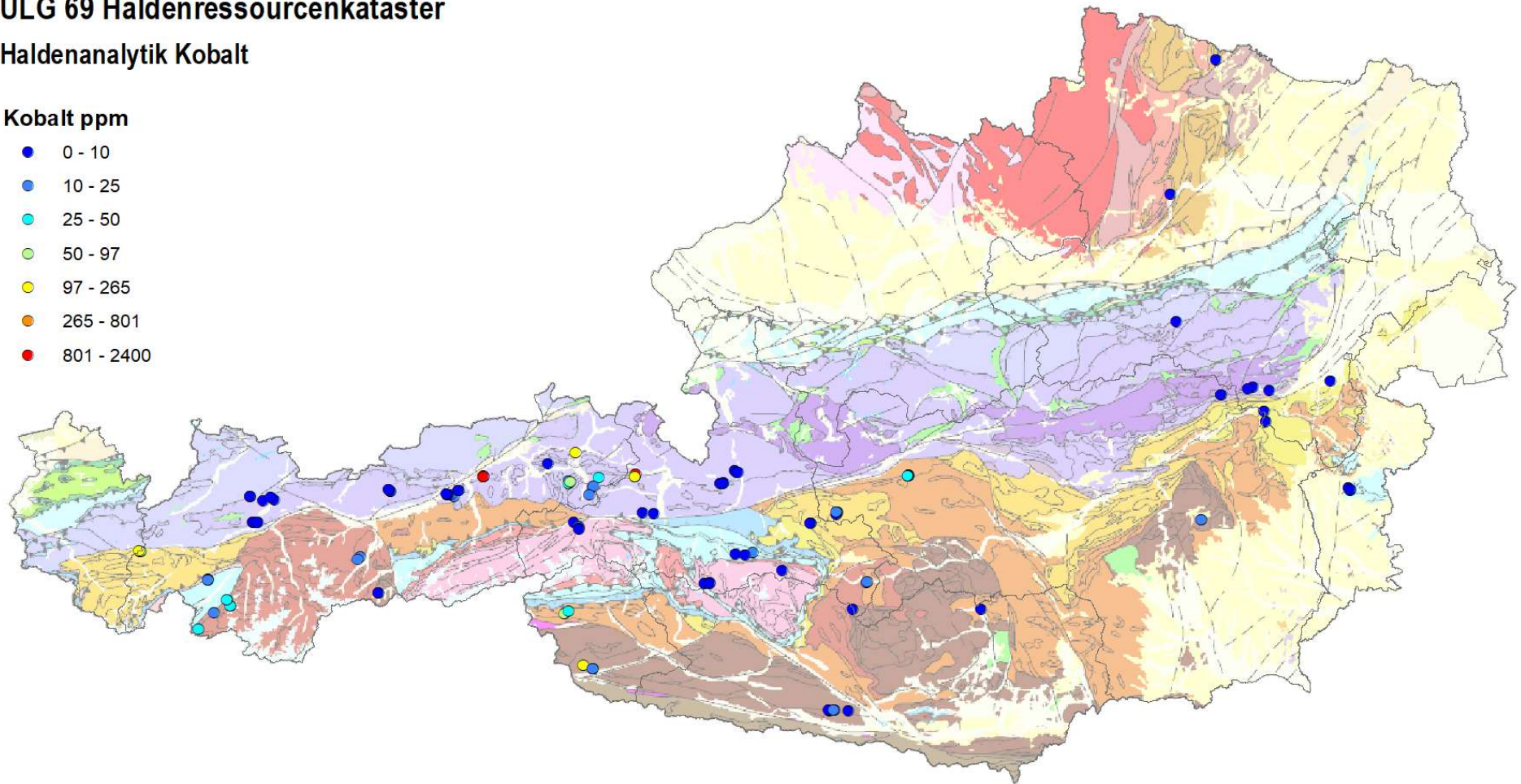
 Geologische Bundesanstalt

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Kobalt

Kobalt ppm

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



6.3.7 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 > 10.000 m² bzw. 2 kleinere Halden ein Volumen > 20.000 m³ (Abb. 39, Tab. 14). 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. 14: Auswahl von Bergbau- und Aufbereitungshalden (Wertstoff/Rohstoff Grafit) für den Haldenressourcenkataster

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
036/2013	16H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	20	14380		
036/2013	09H	Weinberg (Lager I - V) / Amstall - Trandorf	Grafit	20	13488		
037/2010	01H	Trenning - (Heinrich-, Nikolaus-Grubenmaß, Richardstollen, Unterbaustollen, Tagbau)	Grafit	20	13069	15000	
132/2011	21H	Kaisersberg	Grafit	20	10743	180000	ja
132/2011	07H	Kaisersberg	Grafit	20	10464	80000	ja
008/2008a	01H	Wollmersdorf SSW - Pfandlteich	Grafit	20	10345		
132/2011	23H	Kaisersberg	Grafit	50	4 349	120 000	ja
132/2011	22H	Kaisersberg	Grafit	50	2 037	30 000	ja

Haldentypus: 20=Industriemineralhalden > 10.000m²; 50=kleinere Industriemineralhalden mit Volumina >=20.000m³

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Grafit

Haldentypus

- Grafithalden > 10.000m²
- kleinere Grafithalden mit Volumina >=20.000m³

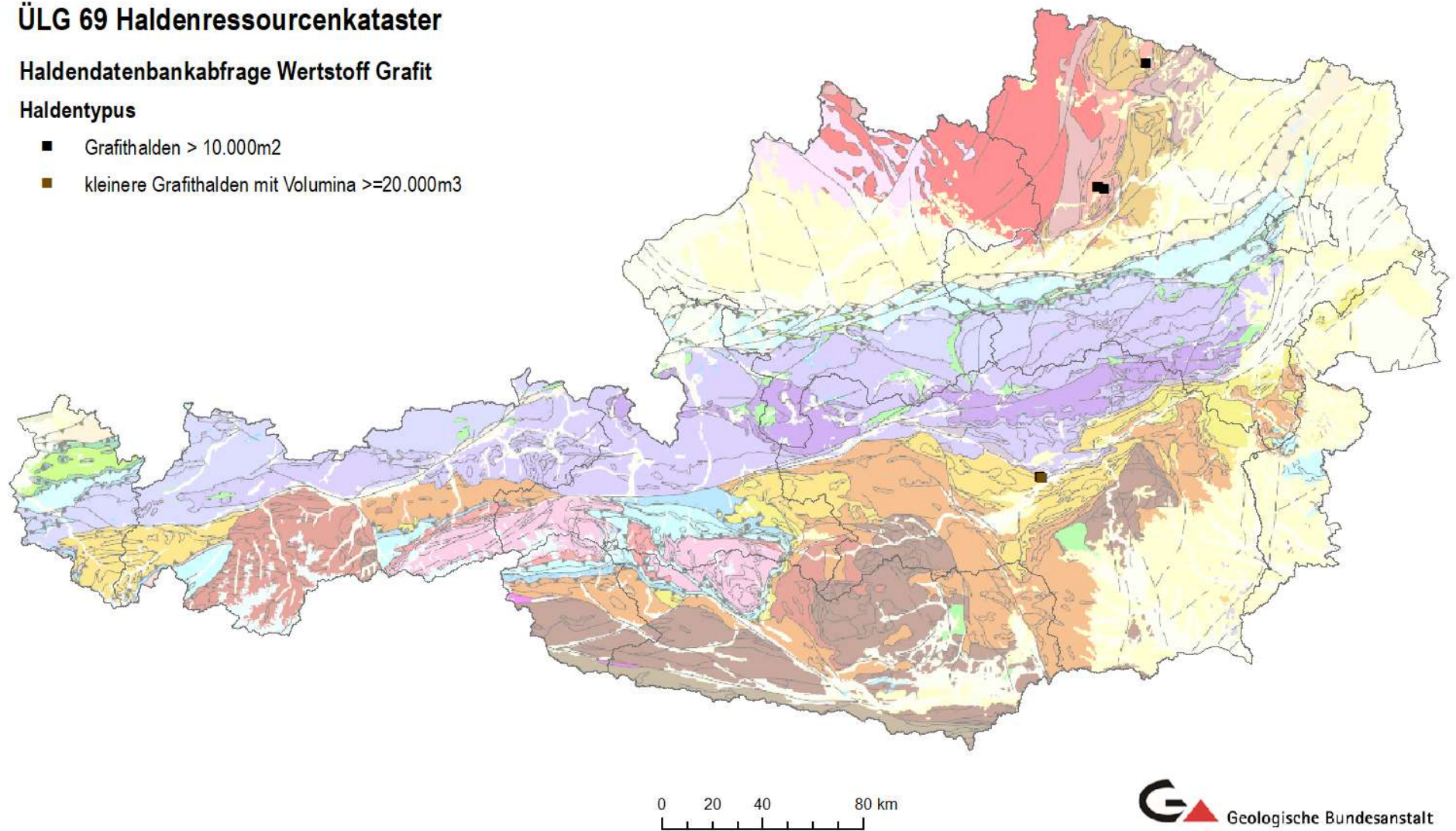


Abb. 39: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Wertstoff Grafit

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

6.3.8 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 zentralalpinen 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. 40, 41). 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

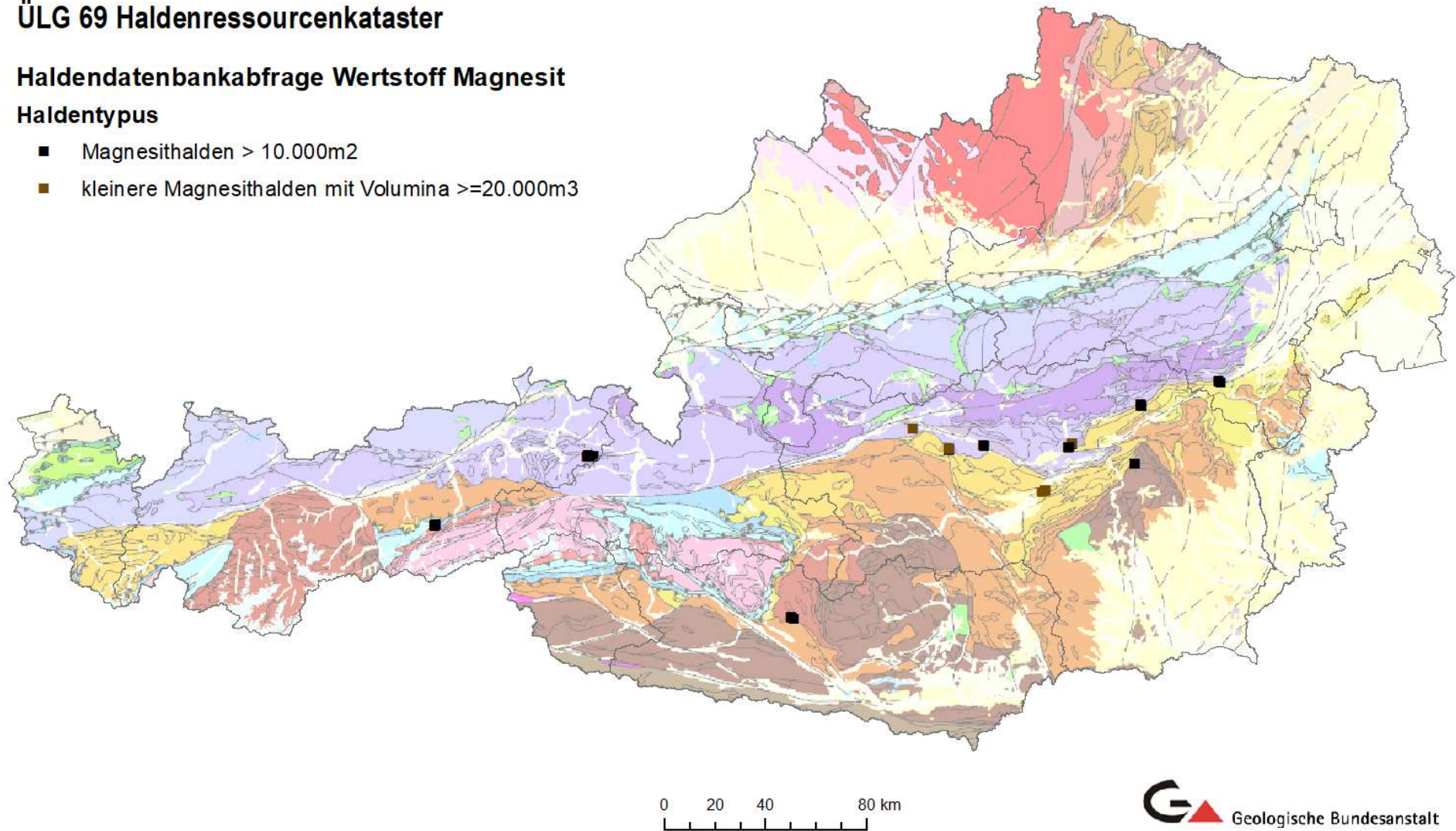
In der tabellarischen Zusammenstellung sind auch 21 Halden enthalten, die sich im Bereich aktueller Abbaubetriebe befinden (Tab. 15). Die großen Halden im Bereich des aufgelassenen Bergbaus Veitsch-Sattlerkogel werden aktuell für die Herstellung von Baurohstoffen bzw. Feuerfestprodukten mit niedrigen

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Magnesit

Haldentypus

- Magnesithalden > 10.000m²
- kleinere Magnesithalden mit Volumina >=20.000m³

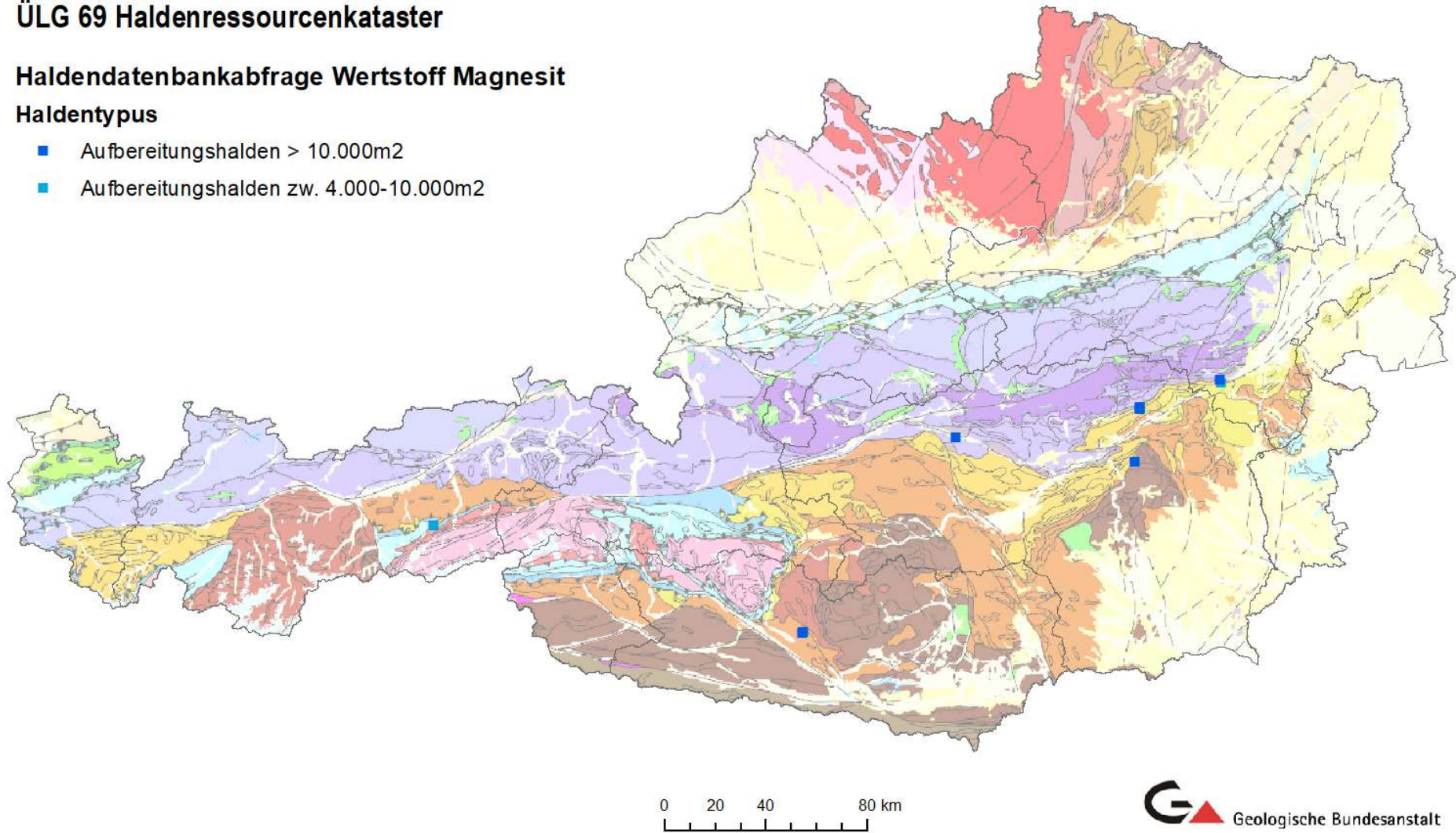


ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Magnesit

Haldentypus

- Aufbereitungshalden > 10.000m²
- Aufbereitungshalden zw. 4.000-10.000m²



Spezifikationen wiedergewonnen. 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. Seit einigen Jahren werden die Aufbereitungsabgänge der ehemaligen Magnesit-Flotation im Hüttenbetrieb Hochfilzen (RHI AG) wiedergewonnen und ressourcenschonend dem gegenwärtigen Produktionsprozess beigemischt.

Tab. 15: Auswahl von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde (Wertstoff/Rohstoff Magnesit) für den Haldenressourcenkataster

NR	Hal-den-Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
103/2004	01H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	505 412	6000000	ja
149/2001	07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	275 758		
123/2002	02H	Bürglkopf (Revier Bürgl)	Mgs	20	140933		
122/2004	03H	Weißenstein	Mgs	20	128259		ja
130/2008	04H	Hohentauern	Mgs, Talk	20	88 347	300 000	ja
183/2001	01H	Millstätter Alpe	Mgs	20	65 562		ja
149/2002	07H	Tux - Kristaller	Mgs	20	55 556		
103/2004	02H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	51 369	500 000	
122/2004	01H	Weißenstein	Mgs	20	48 520		ja
122/2004	02H	Weißenstein	Mgs	20	40 362		ja
103/2004	03H	Veitsch - Sattlerkogel	Mgs	20	36 109	500 000	
183/2001	02H	Millstätter Alpe	Mgs	20	31 613		ja
133/2005	01H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	20	29 626	100 000	ja
131/2001	01H	Wald am Schoberpaß	Mgs	20	29 371	150 000	ja
123/2001	02H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	20	28 728		
131/2001	03H	Wald am Schoberpaß	Mgs	20	27 614	200 000	ja
133/2006	02H	Oberdorf an der Laming	Mgs, Talk	20	27 606	150 000	ja
149/2002	05H	Tux - Kristaller	Mgs	20	24 799		
134/2008	01H	Breitenau	Mgs	20	24 245	40 000	ja
133/2005	02H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	20	21 149	150 000	ja
183/2001	05H	Millstätter Alpe	Mgs	20	20 737		ja
105/2007	01H	Kirchnerbruch	Mgs	20	19 967		
105/2005	01H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	20	17 200		
123/2001	01H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	20	16 656		
130/2008	07H	Hohentauern	Mgs, Talk	20	15 834		ja
149/2001	01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	15 754		
183/2001	04H	Millstätter Alpe	Mgs	20	14 540		ja
149/2001	02H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	20	12 716		
105/2005	08H	Eichberg - Ehrenbeckbruch	Mgs	20	12 309		
149/2002	06H	Tux - Kristaller	Mgs	20	12 213		
134/2008	02H	Breitenau	Mgs	20	11 555	20 000	ja
130/5007	01H	Trieben - Magnesitwerk	Mgs	30	116 950		
183/5001	01ST	Radenthein	Mgs	30	105 005		
103/5003	01SH	Greitbauer - Schlackenhalde / Aschenhalde	Mgs	30	74 552	700 000	
134/5002	01AH	Breitenau - Aufbereitung	Mgs	30	32 227		
103/5004	02SH	Zöscherkreuz - Griebachgraben - SH / Aschenhalde	Mgs	30	25 630	150 000	

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
105/5004	01AH	Eichberg - Magnesitwerk	Mgs	30	21 865		
183/5001	01AH	Radenthein	Mgs	30	19 439		
149/5001	06AH	Lannersbach Aufbereitung	W, Mgs	31	9 431		
105/5003	01AH	Aue - Magnesitsinterwerk	Mgs	31	5 691		
103/5004	03SH	Zöscherkreuz - Griebachgraben - SH / Aschenhalde	Mgs	31	4 366	15 000	
098/2008	01H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	50	9 635	150 000	
098/2008	04H	Lassing SE - Kieselgraben	Mgs	50	5 920	20 000	
133/2006	01H	Oberdorf an der Laming	Mgs, Talk	50	5 366	30 000	ja
132/2016	01H	Augraben	Mgs	50	5 168	25 000	
132/2018	12H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	5 124	30 000	
130/2008	02H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	5 074	50 000	ja
130/2008	01H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	3 774	30 000	ja
133/2005	03H	Kaintalegg - Hohenburg	Mgs, Talk	50	2 992	20 000	ja
130/2008	03H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	2 652	20 000	ja
130/2008	05H	Hohentauern	Mgs, Talk	50	2 595	30 000	ja
132/2018	06H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	2 126	40 000	
132/2018	05H	Sommergraben - Windberg S	Mgs	50	1 524	25 000	

Haldentypus: 20=Industriemineralhalden > 10.000m²; 30=Aufbereitungshalden (ohne Fe) > 10.000m²; 31=Aufbereitungshalden (ohne Fe) zw. 4.000-10.000m²; 50=kleinere Industriemineralhalden mit Volumina >=20.000m³

6.3.9 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. 42). 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 (Rabenwald) auf. Diese mineralogischen Vorkommen erreichen jedoch keine wirtschaftliche Dimension und wurden auch historisch in Österreich nicht gewonnen. MINDAT 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 bzw. Volumen > 20.000 m³) insgesamt 18 Bergbauhalden aus, bei denen Vanadinit und/oder Descloizit als Sekundärphasen auftreten (Abb. 43, Tab. 16). In den bisher untersuchten Bergbauhalden und aus Literaturdaten sind auch im Bereich der großen Halden im Bergbaugbiet 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-Josefibaue (300 ppm) und Deutschfeistritz-Martini-bau (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 Rohstoffe 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-Maximalgehalte 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.

6.3.10 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 Klärschlamm-sedimenten 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 aufgelassenen 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

Bachsediment-Geochemie Fraktion <180µm

99% - Perzentile

● Vanadium > 241 ppm

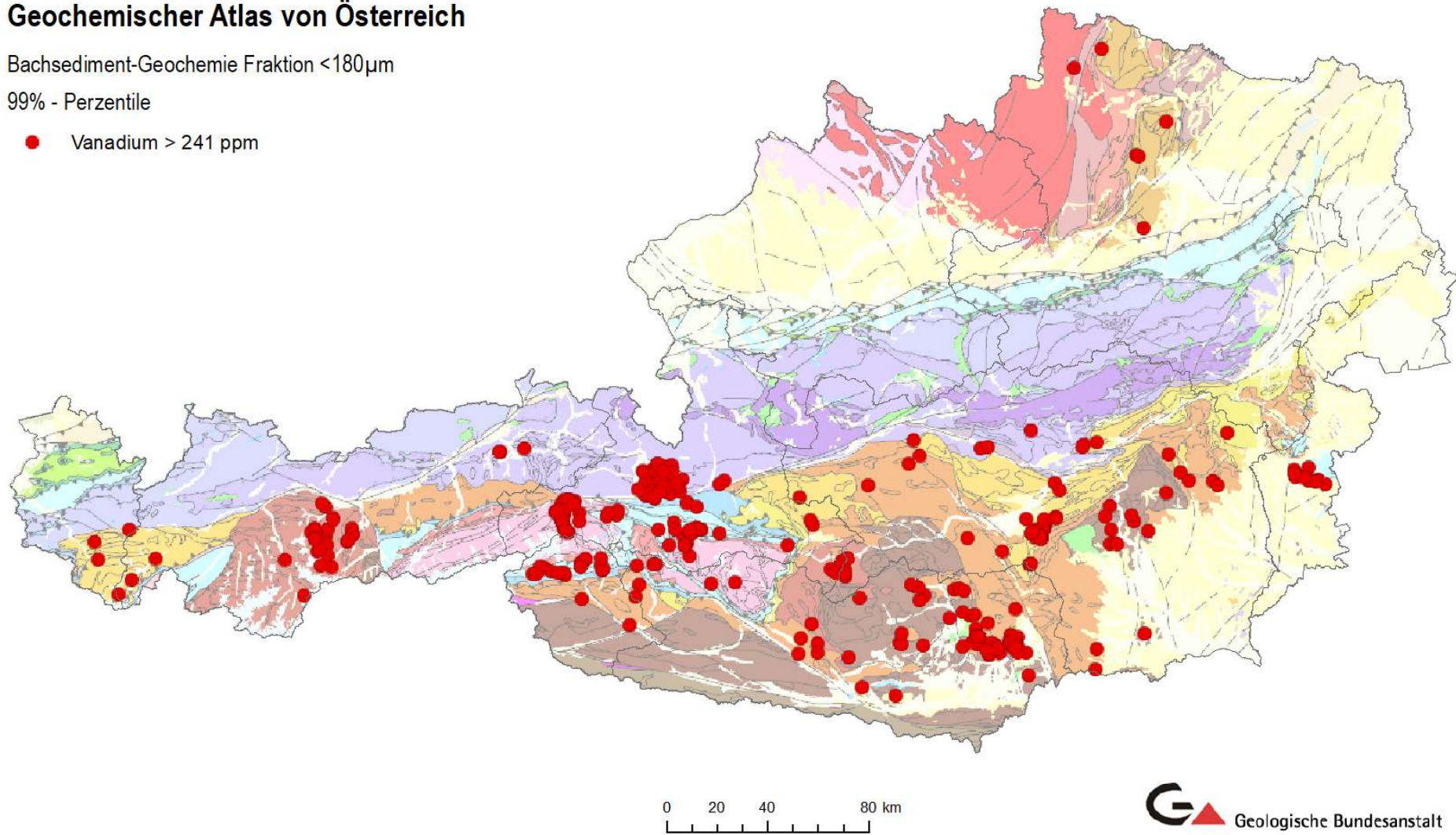


Abb.42: Datenauszug aus dem Geochemischen Atlas von Österreich; Vanadium > 241 ppm

Tab. 16: Auswahl von Bergbaushalden (Wertstoff Vanadium) für den Haldenressourcenkataster

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale	aktiv
118/1004	12H	Lafatsch	10	74 927		Zn, Pb	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)	10	68 806		Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)	
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	10	18 994		Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)	
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	10	18 759		Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)	
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	10	15 097		Pb, Zn	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)	10	14 616		Pb, Zn	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	10	13 422	70 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	10	10 782	6 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	10	10 743		Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)	

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale	aktiv
120/1006	37H	Silberberg	40	9 588	35 000	Cu, Ag, Pb	Tennantit (H), Sphalerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Enargit (B), Famatinit (B), Bornit (B), Pyrit (B), Markasit (B), Cobaltit (B), Proustit (B), Akanthit (B), Polybasit (B), Pearceit (B), Silber, gediegen (B), Kupfer, gediegen (B), Gold (B), Malachit (S), Azurit (S), Tenorit (S), Goethit (S), Erythrin (S), Tirolit (S), Klinotiroilit (S), Cerussit (S), Pharmakosiderit (S), Römerit (S), Glaukosphärit (S), Rosasit (S), Adamin (S), Aurichalcit (S), Clarait (S), Chrysokoll (S), Woodwardit (S), Schulenbergit (S), Wulfenit (S), Mimetesit (S), Türkis (S), Duftit (S), Descloizit (S), Yukonit (S), Hörnesit (S), Richelsdorfit (S), Chalkophyllit (S), Safflorit (S), Pitticit (S), Annabergit (S)	
118/1004	01H	Lafatsch	40	7 613	90 000	Zn, Pb	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)	
116/1014	07H	Silberleiten - Schachtkopf	40	6 641	45 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	
116/1014	05H	Silberleiten - Schachtkopf	40	5 532	100 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	
116/1014	08H	Silberleiten - Schachtkopf	40	4 838	24 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	
145/1001	01H	Tschirgant - Frauenbrunnen	40	4 123	20 000	Zn, Pb	Sphalerit (H), Galenit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Fahlerz (B), Wulfenit (S), Hemimorphit (S), Smithsonit (S), Hydrozinkit (S), Cerussit (S), Greenockit (S), Psilomelan (S), Descloizit (S)	
116/1014	06H	Silberleiten - Schachtkopf	40	3 687	60 000	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Markasit (B), Jordisit (B), Cölestin (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), Pyromorphit (S), Lanarkit (S), Krokoit (S)	

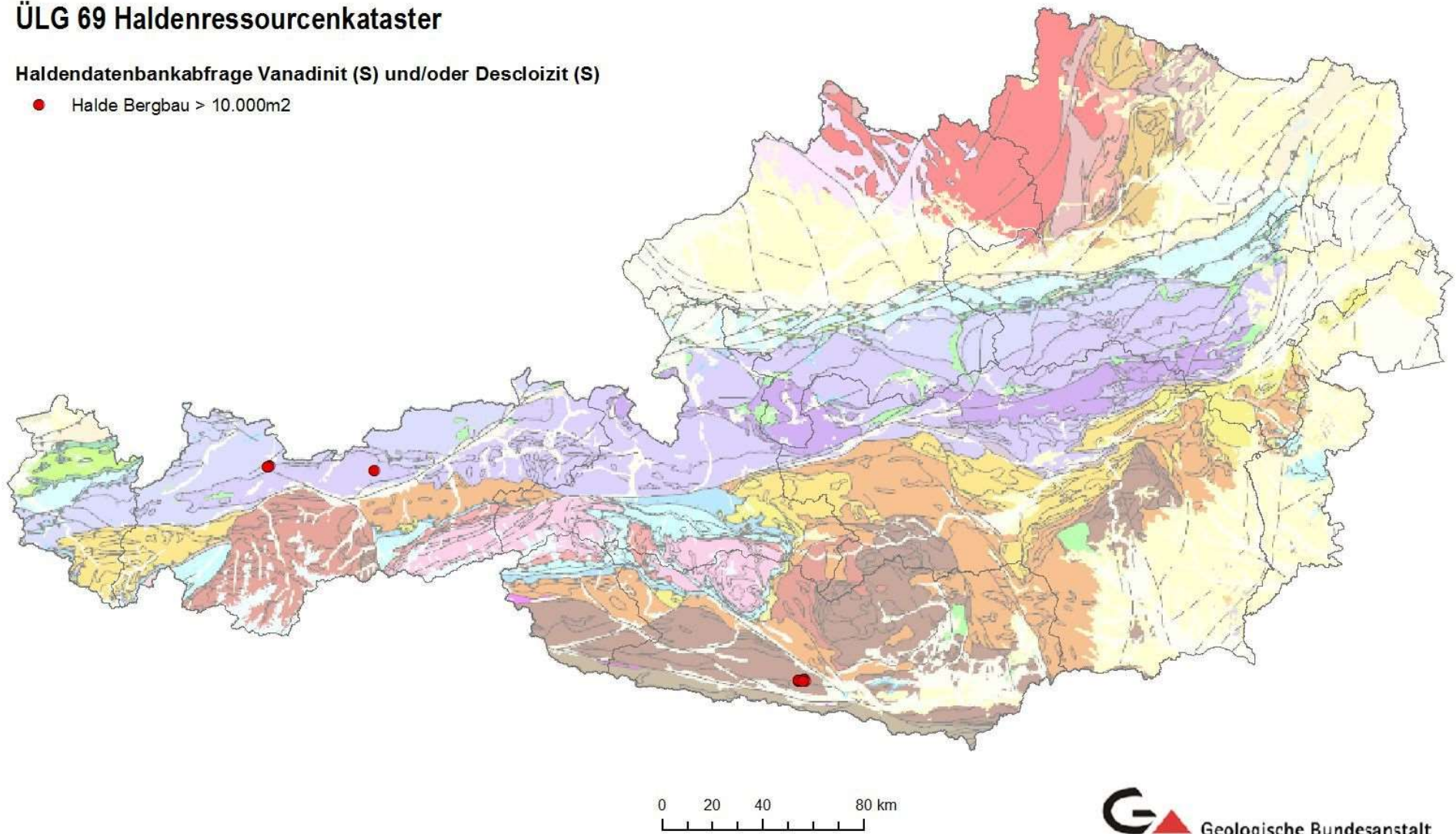
NR	Halden-Nr	Vorkommen	Typ	Fläche	Volumen	Rohstoff	Minerale	aktiv
120/1006	03H	Silberberg	40	3 497	21 000	Cu, Ag, Pb	Tennantit (H), Sphalerit (B), Galenit (B), Chalkopyrit (B), Enargit (B), Famatinit (B), Bornit (B), Pyrit (B), Markasit (B), Cobaltit (B), Proustite (B), Akanthit (B), Polybasit (B), Pearceit (B), Silber, gediegen (B), Kupfer, gediegen (B), Gold (B), Malachit (S), Azurit (S), Tenorit (S), Goethit (S), Erythrin (S), Tirolit (S), Klinotiroilit (S), Cerussit (S), Pharmakosiderit (S), Römerit (S), Glaukosphärit (S), Rosasit (S), Adamin (S), Aurichalcit (S), Clarait (S), Chrysokoll (S), Woodwardit (S), Schulenbergit (S), Wulfenit (S), Mimetesit (S), Türkis (S), Duftit (S), Descloizit (S), Yukonit (S), Hörnesit (S), Richelsdorffit (S), Chalkophyllit (S), Safflorit (S), Pitticit (S), Annabergit (S)	
118/1004	02H	Lafatsch	40	2 690	27 000	Zn, Pb	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)	

Haldentypus: 10=Erzhalden > 10.000m²; 20=Industriemineralhalden > 10.000m²; 40=kleinere Erzhalden mit Volumina >=20.000m³; 50=kleinere Industriemineralhalden mit Volumina >=20.000m³

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

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

● Halde Bergbau > 10.000m²

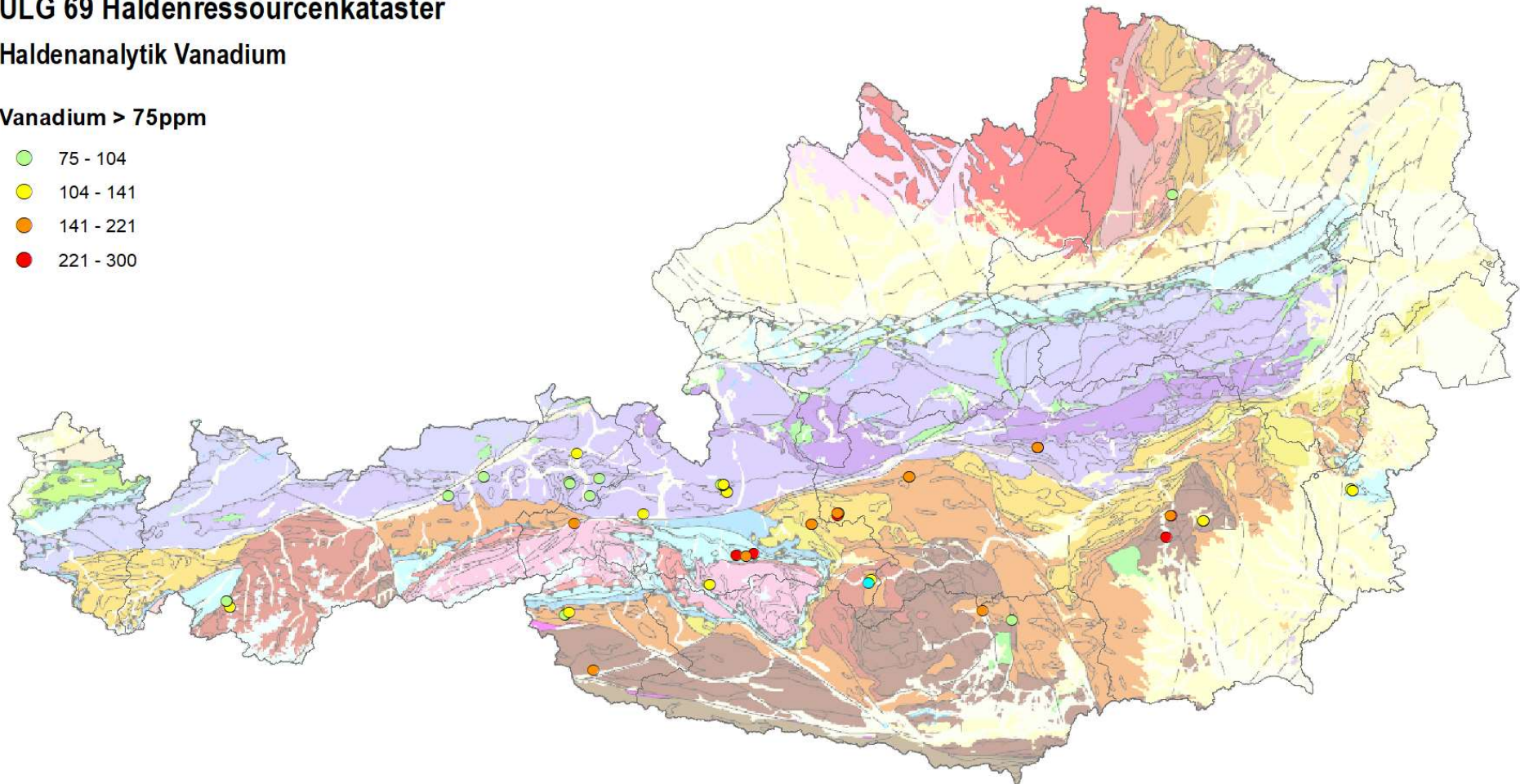


ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldenanalytik Vanadium

Vanadium > 75ppm

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



0 20 40 80 km

 Geologische Bundesanstalt

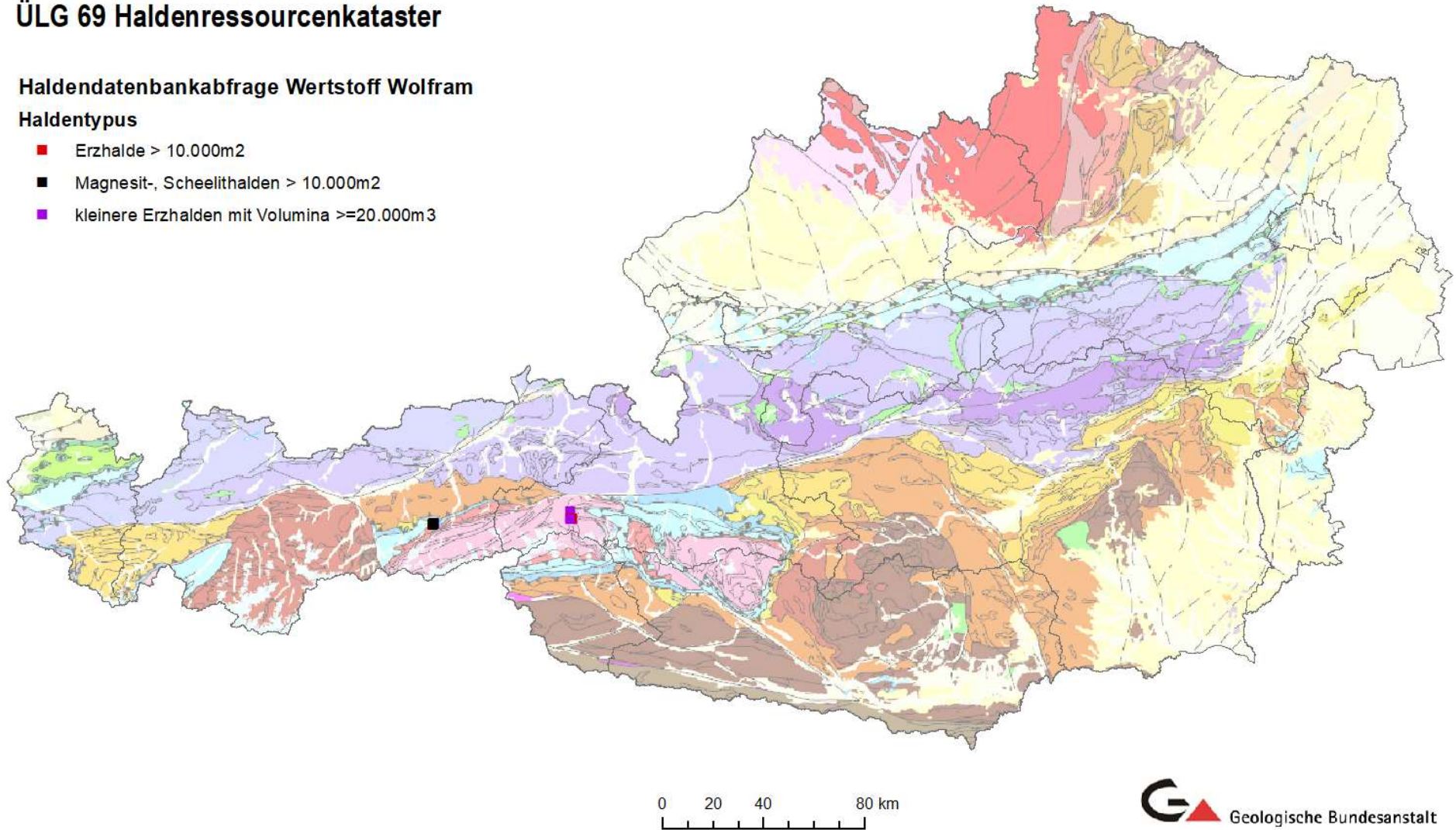
Abb. 44: Vanadium-Gehalte in ausgewählten Bergbau- und Aufbereitungshalden, Quelle: Haldenanalytik-Datenbank (GBA)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Wolfram

Haldentypus

- Erzhalde > 10.000m²
- Magnesit-, Scheelithalden > 10.000m²
- kleinere Erzhalden mit Volumina $\geq 20.000\text{m}^3$



ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Wertstoff Wolfram

Haldentypus

- Aufbereitungshalde > 10.000m²
- Aufbereitungshalde zw. 4.000m² und 10.000m²

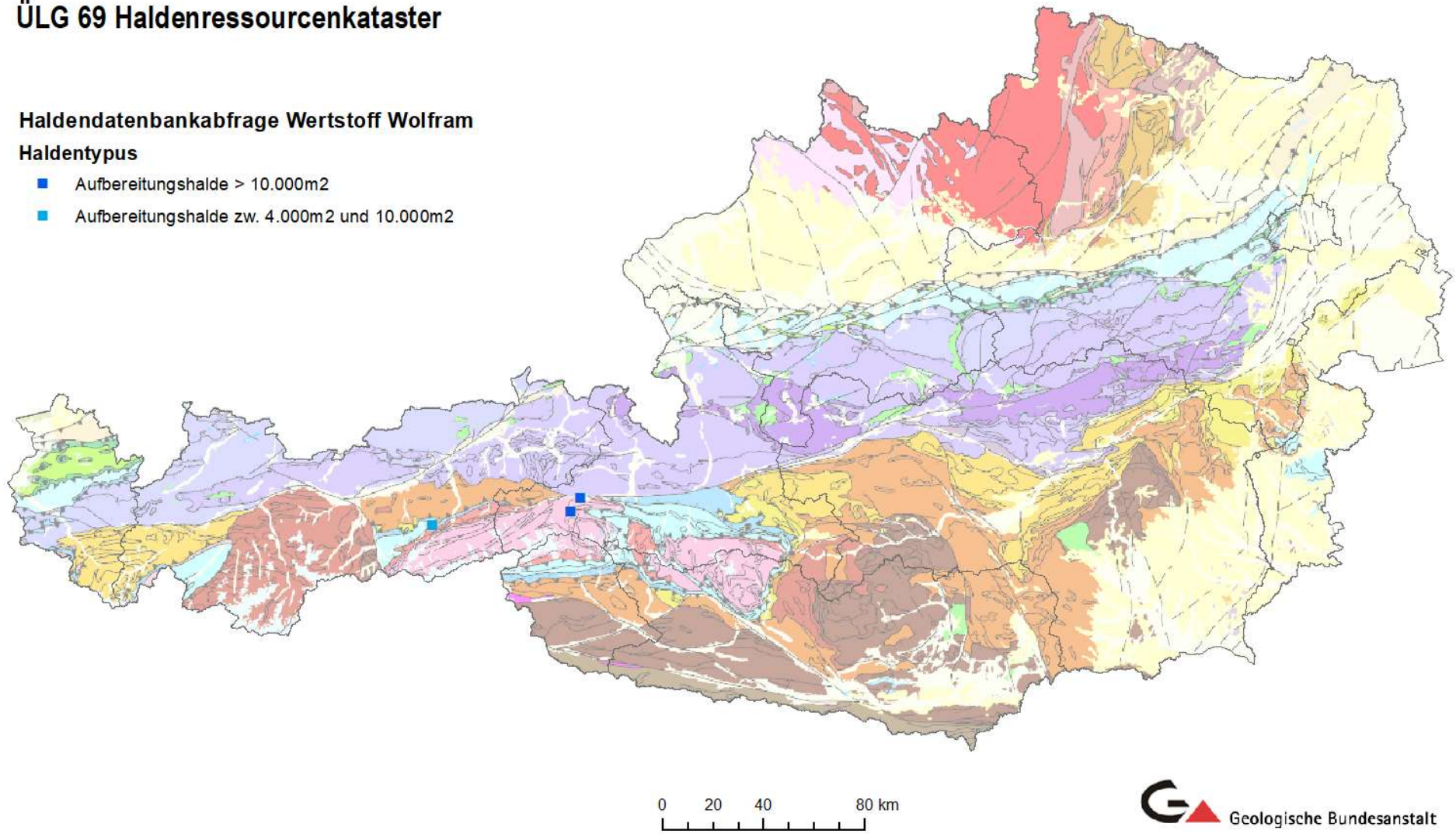


Abb.46: Haldenressourcenkastaster - Datenbankfrage Wertstoff Wolfram (Verarbeitung)

Tab. 17: Auswahl von Bergbau-, Aufbereitungs- und Schlackenhalde (Wertstoff/Rohstoff Wolfram) für den Halde Ressourcenkataster

NR	Halden-Nr	Vorkommen	Rohstoff	Typ	Fläche	Volumen	aktiv
152/1020	04H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	10	32 177		
152/1020	01H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	10	16 626		
149/2001	07H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs, W	20	275 758		
149/2002	07H	Tux - Kristaller	Mgs, W	20	55 556		
149/2002	05H	Tux - Kristaller	Mgs, W	20	24 799		
149/2001	01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs, W	20	15 754		
149/2001	02H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs, W	20	12 716		
149/2002	06H	Tux - Kristaller	Mgs, W	20	12 213		
122/5031	01ST	Stuhlfelden I - Klärteich Wolframaufbereitung	W	30	157 891		
152/5001	01AH	Felbertal - Westfeld N - Aufbereitung, Klärteich	W	30	134 828		
149/5001	06AH	Lannersbach Aufbereitung	W, Mgs	31	9 431		
152/1019	03H	Mittersill - Westfeld	W	40	8 246	22 000	ja
152/1020	03H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	40	7 968	20 000	
152/1020	05H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	40	7 844	20 000	

Haldentypus: 10=Erzhalden > 10.000m²; 20=Industriemineralhalde > 10.000m²; 30=Aufbereitungshalde (ohne Fe) > 10.000m²; 31=Aufbereitungshalde (ohne Fe) zw. 4.000-10.000m²; 40=kleinere Erzhalden mit Volumina >=20.000m³

6.3.11 Seltene Erden-Elemente

Wirtschaftlich verwertbare SEE-Lagerstätten/Vorkommen in Primärlagerstätten sind in Österreich nicht zu erwarten, da in Österreich die Trägergesteine für die wirtschaftlich bedeutenden Lagerstättentypen (Karbonatite, Alkaligesteinskomplexe) fehlen. Auf das Fehlen dieser geologischen und petrologischen Voraussetzungen für wirtschaftlich interessante primäre SEE-Lagerstätten in Österreich wird auch in allen bisherigen Übersichtsstudien (BM F. HANDEL, GEWERBE U. INDUSTRIE, 1979, 1981a; THALMANN, 1992; STERK, 1994; CERNY & SCHROLL, 1994; SCHEDL et al., 2013, 2014; 2015, 2016, 2018; LUIDOLD, 2013) verwiesen.

SEE-angereicherte Schwerminerale (und Trägerminerale anderer kritischer Rohstoffe) in Quarzsanden können hingegen durchaus von wirtschaftlichem Interesse sein, wenn diese im Zuge der Qualitätsverbesserung durch Aufbereitungsprozesse in großen Mengen abgetrennt werden. Bei Großaufbereitungsanlagen mit entsprechend hoher Kapazität resultieren aus der gesamten Kette der Quarzsandaufbereitung doch bedeutenden Mengen an Bergematerial mit teilweise stark angereicherten Schwermineralfraktionen. Neben der Untersuchung der primären Rohstoffpotenziale waren daher auch orientierende Untersuchungen der sekundären Rohstoffpotenziale in der österreichischen Quarzsand-/Kaolinindustrie eine wesentliche Zielsetzung des VLG-Projekts „Potenziale kritischer Rohstoffe“ (SCHEDL et al., 2013, 2014; 2015, 2016), wobei das Hauptaugenmerk kritischen Rohstoffen in den Aufbereitungsabgängen galt.

Das bei Weitem interessanteste dieser Potenziale betrifft den Klärschlammteich der ehemaligen Quarzsandflotation in Zelking, in dem 20 Jahre (1979-1999) lang jährlich anfallende Klärschlammengen von

etwa 55.000 t mit einem Schwermineralanteil von 10-20% deponiert wurden (entspricht bei 15% durchschnittlichem Schwermineralanteil einem Gesamtpotenzial von rund 165.000 t Schwerminerale). Bezogen auf die Analysenergebnisse der Klärschlammproben aus Zelking (rund 0,5% SEE) ergibt das ein geschätztes SEE-Gesamtpotenzial von 825 t (295 t Ce, 162 t La, 132 t Nd, 90 t Y) und zusätzlich rund 21 t Nb. Der ehemalige Klärschlammteich in Zelking stellt somit eine der größten Schwermineral-Sekundärlagerstätten in Österreich und mangels wirtschaftlich verwertbarer SEE-Primärlagerstätten ein durchaus inventarisierungswürdiges Rohstoffpotenzial dar. Die Sekundärlagerstätte wäre aus rohstoffwirtschaftlicher Sicht nur im Hinblick auf ein Gesamtnutzungskonzept interessant, das neben den kritischen Mineralrohstoffen auch andere Schwermineralphasen berücksichtigt. Das Lagerstättenpotenzial umfasst nämlich auch geschätzte 80.000 t Granat und 16.000-25.000 t Ilmenit bzw. Rutil, daneben noch Zirkon, Monazit und Disthen (ROETZEL & KURZWEIL, 1986). Eine tatsächliche Nutzung dieses Potenzials ist bei den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht zu erwarten, da das Areal des Klärschlammteichs nach der Schließung vollständig renaturiert wurde und mittlerweile eine bedeutende Biotopfläche darstellt.

Wegen der Größe und Bedeutung des Sekundärrohstoff-Potenzials wurde der Klärschlammteich von Zelking jedoch als einzelnes SEE-Vorkommen in den Haldenressourcenkataster aufgenommen (Tab. 18).

Tab. 18: Ausgewählter Aufbereitungs-Schlammteich (Wertstoff/SEE) für den Haldenressourcenkataster

NR	Halden NR	Vorkommen	Rohstoff	Fläche	Volumen
054/5001	01 AH	Quarzsand-Aufbereitung Zelking	SEE, Nb	62.217	550.000

6.4 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 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; 2019, 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 dieses 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 führte daher in Fortsetzung zu ihrem Sphalerit-Projekt ein ergänzendes MRI-Projekt durch, dass sich speziell den Spurenelementen in Fe- und Cu-Sulfiden mittels Laser Ablation-ICP-Massenspektrometrie widmete (MELCHER & ONUK, 2020). Der Fokus dieser Untersuchungen lag dabei auf den Cu- und Fe- Sulfide Chalkopyrit, Pyrit, Markasit und Pyrrhotin

in den bereits im Vorgängerprojekt untersuchten Vorkommen in Tirol, Salzburg, Kärnten und der Steiermark. Bei den untersuchten Vorkommen handelt es sich um polymetallische (Cu-Zn-Pb±Ag) stratiforme Erze, polymorphe Erzkörper und Gangerzvorkommen in paläozoischen niedrig- bis mittelgradig metamorphen Gesteinen der subpenninischen und ostalpinen Deckeneinheiten sowie um Pb-Zn-(Pyrit) Vorkommen in mesozoischen Karbonatgesteinen. Zusätzlich wurden einige Cu- oder Pyrit-reiche Vorkommen (Mitterberg, Hochfeld, Peitingalm, Radhausberg, Haidbach, Schwaz) einbezogen (MELCHER & ONUK, 2020).

Die Ergebnisse belegen eine große Variabilität in der Zusammensetzung von Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin im Ostalpenraum, die offensichtlich unabhängig vom Lagerstättentypus, Alter oder geologischer Einheit ist. Chalkopyrite aus 14 Vorkommen führen Zn, Ag, Sn, Se, Pb und Mn als wichtigste Spurenelemente; die Mediankonzentrationen von Ag und Sn können mehrere Hundert ppm bis einige Zehntelprozent erreichen. Die Ag-reichsten Chalkopyrite mit Medianwerten >600 ppm stammen aus den Vorkommen Meiselding (bis 3.000 ppm) und Drassnitz. Medianwerte für In erreichen in den Vorkommen Walchen und Drassnitz Werte >40 ppm (MELCHER & ONUK, 2020). Die Konzentrationen der kritischen Rohstoffe Co, Ge und Ga sind dagegen niedrig und übersteigen nur in Ausnahmen die 10 ppm Marke. Für Indium und Zinn gibt es ein Potenzial in Chalkopyrit (z.B.: Walchen, In bis 550 ppm, Sn bis max. 1.8 %). Chalkopyrit ist nahezu frei an V, Cr, Co, Ni, Ga, Ge, As, Se, Mo, Au, Tl und Bi (MELCHER & ONUK, 2018b, 2020).

Die Pyrite in den insgesamt untersuchten 22 Vorkommen führen Co, Ni und As als häufigste Spurenelemente, gefolgt von Mn, Pb, Zn und Cu. Die Konzentrationen von In, Ge und Ga erreichen maximal 20 ppm. Die Co- und Ni-reichsten Pyrite wurden im Vorkommen Haidbach (Median 3754 ppm Co, 935 ppm Ni) in Paragenese mit Ni-reichem Pyrrhotin, Pentlandit und Chalkopyrit analysiert (MELCHER & ONUK, 2020). Der Co-Medianwerte in Pyrit aus Vorkommen im Grazer Paläozoikum, Walchen und Mitterberg liegen bei etwa 500 ppm, jene aus vielen Ganglagerstätten und karbonatgebundenen Pb-Zn Erzen aber deutlich darunter. Der höchste Kobalt-Gehalt mit 2.3 % wurde in Pyrit von Arzberg gemessen. Nickel-Gehalte in Pyrit zeigen eine auffallende Abhängigkeit vom Lagerstättentyp. Die Vorkommen Mitterberg, Meiselding, Metnitz und einige aus dem Grazer Paläozoikum sind an Ni gegenüber Co angereichert (z.B. Mitterberg, Median 734 ppm Ni). Die mit 1.500 ppm höchsten Ni-Gehalte wurden in Pyriten des Vorkommens Leogang gefunden. Höchste As-Konzentrationen wurden in Mitterberg, Sprinzgasse, Haidbach und Radhausberg analysiert (Median >0.2 %); in vielen Vorkommen (z.B. im Grazer Paläozoikum, Brenntal, Hochfeld, Koprein, Leogang) ist der Pyrit As-arm. Die gemessenen Pyrite sind nahezu frei von V, Cr, Ga, Ge, Mo, Cd, In, Au, Tl und Bi.

Pyrrhotin konnte lediglich in 6 Vorkommen analysiert werden. Hier sind Co, Ni und Mn die einzigen relevanten Spurenelemente, gefolgt von niedrigen Konzentrationen an Se, Pb, Ag, Cu und Zn. Bei der Hälfte der Vorkommen dominiert Ni gegenüber Co (Median 5755 ppm Ni, Haidbach), während in Leogang, Walchen und Drassnitz Co überwiegt (Median 250 ppm Co, Leogang) (MELCHER & ONUK, 2020). Die Konzentrationen der Hochtechnologiemetalle Ge, Ga und In liegen meist deutlich unter 1 ppm.

Unter Nutzung des Sphalerit-Datensatzes des Vorgängerprojekts können damit auch schon grundsätzliche Aussagen über die Präferenz von Spurenelementen in Fe-Cu-Zn-Sulfidparagenesen getroffen werden (MELCHER & ONUK, 2018b, 2020). Die Elemente Mn, Ga, Se und Cd werden bevorzugt in Sphalerit eingebaut; Co, Ni in Pyrit und Pyrrhotin; As in Pyrit; Ag und Sn im Chalkopyrit. Germanium wird in Sphalerit (karbonatgebundene Pb-Zn Erze) und/oder Chalkopyrit eingebaut (Cu-reiche Erze), selten in Pyrit.

Indium ist gleichfalls entweder an Sphalerit oder an Chalkopyrit gebunden. Sb, Tl, Bi, Mo können hingegen in allen beteiligten Sulfidphasen eingebaut werden.

Eine wirtschaftliche Bewertung der Spurenelementgehalte in den untersuchten Vorkommen scheidet aber an fehlenden oder verifizierbaren Reservedaten. Ein Bewertungsversuch auf der Basis von Durchschnittserzzusammensetzungen und Marktpreisen (Stand Mai 2019) ergibt Metallinhalte zwischen 100 und 600 US\$/Tonne Erz, die zum großen Teil auf Zn und Cu zurückzuführen sind (MELCHER & ONUK, 2020). In karbonatgebundenen Pb-Zn Vorkommen vom Bleiberg-Typ können 10-30 % des Wertes an Ge gebunden sein. Co, Ag und In tragen nur maximal 5 % (Co, Ag) bzw. 1 % (In) des Metallwertes bei; Gallium spielt bei diesen Wirtschaftlichkeits-Bewertungen keine Rolle. Für die Gewinnbarkeit von Hochtechnologiemetallen aus den untersuchten Sulfidphasen fehlen bis dato aber noch spezifische Aufbereitungsstudien und metallurgische Tests. Entsprechend aufbereitete Sulfiderzkonzentrate könnten aber 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 Spurenelementgehalte in Galenit und Fahlerzen ausständig. Bisherige Analysen von Galenit erlauben lediglich Aussagen über die Spurenelementgehalte 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 analysetechnisch 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-Komplex (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 Tiro

lisch-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.

Nach der ersten Abfrage nach Rohstoffen/Wertstoffen wurden in einem weiteren Arbeitsschritt für den Haldenressourcenkataster auch spezifische Abfragen im Hinblick auf mögliche Trägerphasen für Hochtechnologiemetalle durchgeführt. Aus den kompletten Mineralelisten zu den einzelnen Bergbauen wurde in einer Gesamtübersicht für jede im ersten Auswahlverfahren des Haldenressourcenkatasters erfasste Bergbauhalde (190 Bergbauhalden: Erze, Industriemineralien, ohne Verarbeitungs-Halden) durch manuelle Auswahl jene sulfidischen Hauptmineralphasen ausgewählt, die als Trägerphasen für kritische Rohstoffe in Frage kommen (Tab. 20).

Die Auswahl der relevanten Sulfidphasen für diesen weiteren Bewertungsdurchlauf folgt den Untersuchungsstrategien und Ergebnissen der aktuellen Untersuchungen (MRI-Projekte) (Tab. 19). Die Einzelergebnisse dieser Voruntersuchungen konnten aber bisher noch nicht berücksichtigt werden, da diese noch nicht in die zentrale Analysen-Datenbank der GBA integriert werden konnten und zudem eine haldenbezogene Zuordnung häufig schwierig ist.

Auf Basis des vordefinierten Flächenfilters (> 10.000 m²) und der Haldenauswahl aus dem ersten Bewertungsdurchlauf wurden durch einfache GIS-Abfragen Darstellungen im Übersichtsmaßstab und zusammenfassenden Tabellen für die ausgewählten sechs Sulfidphasen erstellt (Abb. 43 bis 48, Tab. 21 bis 26). Auswahlkriterium waren die jeweiligen Sulfidphasen als Hauptmineralphasen der jeweiligen Vererzung. Durch die Ausweisung der einzelnen Sulfidphasen sind natürlich Doppelnennungen in der Ergebnisdarstellung möglich (z.B. Galenit und Sphalerit, Fahlerz und Chalkopyrit etc.)

Tab. 19: Verteilungsstatistik ausgewählter sulfidischer Trägerphasen im Haldenressourcenkataster

Trägerphase	Anzahl der Halden (>10.000 m ²)
Galenit	26
Sphalerit	21
Fahlerz/Tetraedrit	42
Chalkopyrit	27
Pyrit	16
Pyrrhotin	3

Eine weitere Verfeinerung dieser Abfragen ist aber erst dann möglich, wenn von den betreffenden Bergbauhalden auch belastbare mineralogische Zusammensetzungen sowie haldenspezifische Spurenelementgehalte der jeweiligen Sulfidphasen vorliegen. Die vorliegenden ersten Auswahllisten für den Haldenressourcenkataster dienen daher vor allem als Entscheidungshilfen für weitere Detailbearbeitungen.

Tab. 20: Potenzielle Trägerphase kritischer Rohstoffe in den erfassten Erzbergbau- und Industrienmineral-Bergbauhalden des Haldenressourcenkatasters

NR	HALDEN NR	BHK_VORK_NAME	BHK_Rohstoff	Trägerphasen KRITMIN	Fläche_M2
091/1009	02H	Röhrebühel	Cu, Ag, Sb	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Gersdorffit (B)	293708
119/1010	17H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	182214
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	149779
119/1018	27H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	142786
119/1012	31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	131282
119/1014a	11H	Ringewechsel - Burgstall / Blutskopf	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Jamesonit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B)	101635
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	Sphalerit (H),Galenit (H),Markasit (B),Pyrit (B),Fahlerz (B)Descloizit (S)	74927
119/1015	09H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B)	70657
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	68847
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Descloizit (S)	68806
119/1015	02H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B)	57975
119/1011	28H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	55178
119/1019	11H	Ringewechsel - Roggland	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	53340
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	49610
119/1011	27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	48779
119/1011	09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	48750
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu, Ni	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	47414
091/1009	01H	Röhrebühel	Cu, Ag, Sb	Tetraedrit (H) ,Chalkopyrit (H),Pyrit (H),	44123
119/1012	10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Chalkostibit (B)	38839
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	38515
203/1045	01H	Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	35872
203/1046	01H	Repnik - Ebriach Unterbau	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	31346
122/1020	01H	Schattberg	Cu	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Baryt (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)	30741
119/1012	14H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	29096
123/2001	02H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	Magnesit (H),Baryt (B),Pyrit (B)	28728
125/1016a	05H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	28567
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	27032
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	25915
119/1018	31H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	25907
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	25317
119/1018	30H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	24527
119/1010	18H	Falkenstein - Eiblschrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B),Chalkostibit (B)	24323

NR	HALDEN NR	BHK_VORK_NAME	BHK_Rohstoff	Trägerphasen KRITMIN	Fläche_M2
119/1012	02H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	24261
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B)	23969
120/1028a	24H	Gratlspitze / Thierberg	Cu, Ag	Fahlerz (H),Stibiuluzonit (B),Pyrit (B),Sphalerit (B),Chalkopyrit (B)Stibnit (B)	22645
200/1046	39H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	22432
119/1012	13H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	22293
119/1017	03H	Ringewechsel - Weittal / Reichental	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B)	21208
119/1021a	27H+B88	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B)	20778
119/1017	04H	Ringewechsel - Weittal / Reichental	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Galenit (B)	20091
164/1002	04H	Deutschfeistritz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B)	19984
119/1021a	26H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B)	19894
119/1015	04H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B)	19804
200/1047	02H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Descloizit (S)	18994
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Descloizit (S)	18759
119/1018	32H	Ringewechsel - Pfaffengrube	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H)	18733
119/1015	03H	Ringewechsel - Rotenstein	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Stibnit (B)	17815
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	17096
123/2001	01H	Rettenwand (Revier Bürgl)	Mgs	Magnesit (H),Baryt (B),Pyrit (B)	16656
152/1020	01H	Mittersill - Ostfeld - Brentling W	W	Scheelit (H),Powellit (B),Wolframit (B),Tungstenit (B),Molybdänit (B),Wismut (B),Bismuthinit (B),Galenobismutit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Pyrit (B),Sphalerit (B),Galenit (B),Fahlerz (B), Stibnit (B),Columbit (B)	16626
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	16582
122/1019	01H	Sinnwell	Cu, Ag	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Gersdorffit (B)	16293
100/1011	07H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H), Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B)	15942
130/2008	07H	Hohentauern	Mgs, Talk	Magnesit (H),Boulangerit (B),Chalkopyrit (B),Galenit (B),Markasit (B),Gersdorffit (B), Pyrit (B),Pyrrhotin (B),Sphalerit (B)	15834
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au (Fe, Cu)	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (B)	15768
149/2001	01H	Tux - Tagbau Wiese	Mgs	Magnesit (H),Scheelit (H),Pyrit (B),Bourbonit (B),Boulangerit (B),Stibnit (B)	15754
100/1008	03H	Radmer an der Stube - Bucheck / Vogeltenn	Fe, Cu	Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Tetraedrit (B),Tennantit (B),Markasit (B)	15610
119/1021a	09H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B)	15267
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Wurtzit (B), Vanadinit (S),Descloizit (S)	15097
119/1012	21H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	14711
200/1048	12H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Wurtzit (B), Vanadinit (S),Descloizit (S)	14616

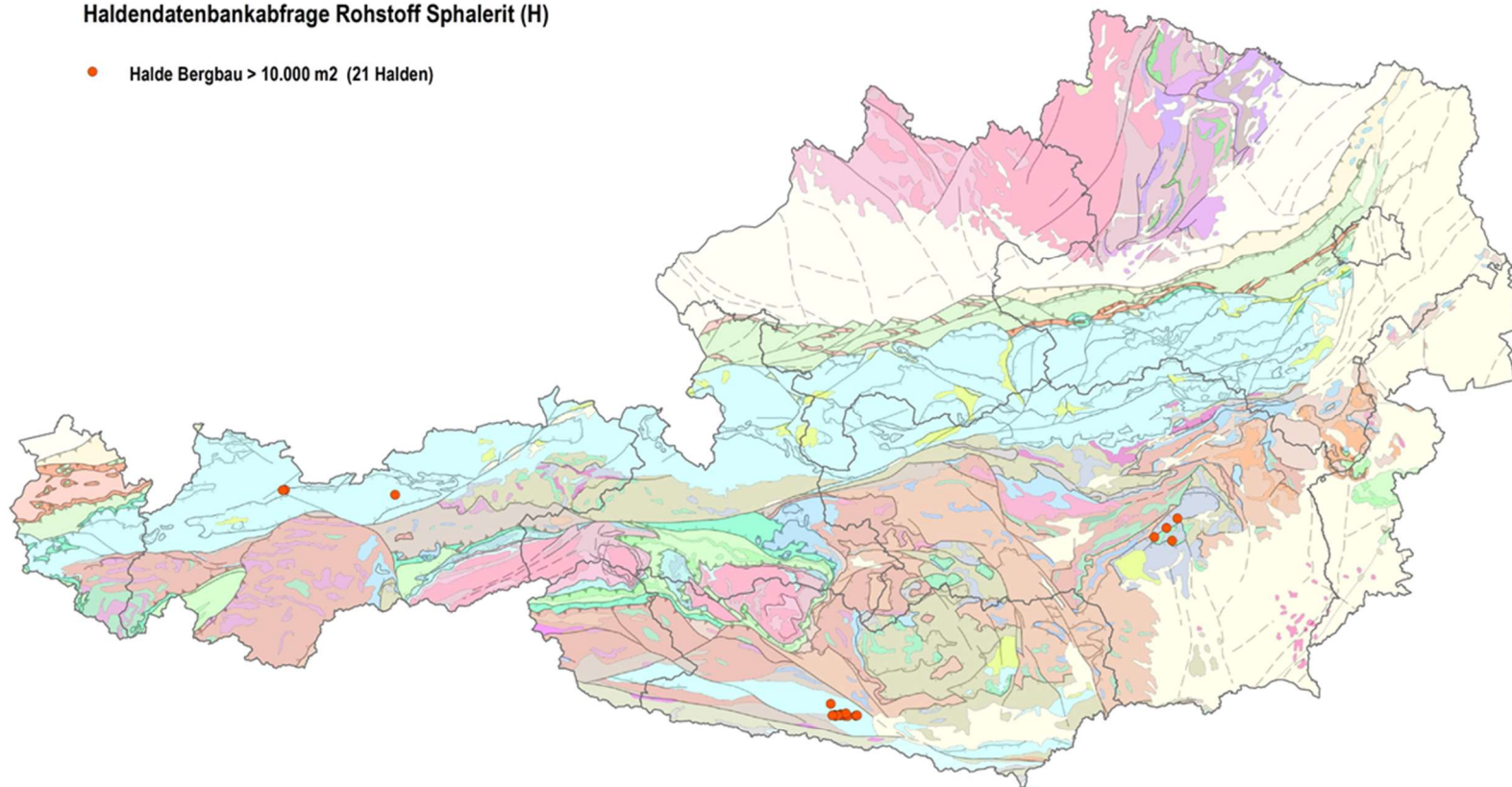
NR	HALDEN NR	BHK_VORK_NAME	BHK_Rohstoff	Trägerphasen KRITMIN	Fläche_M2
158/1001d	02H	Ramingstein - Altenberg	Pb, Zn, Ag	Galenit (H),Fahlerz (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Tetraedrit (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B)	14270
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Arsenopyrit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),Gersdorffit (B),Ullmannit (B),Millerit (B),Maucherit (B),,Skutterudit (B),Cobaltit (B),Rammelsbergit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),,Bournonit (B),,Jamesonit (B)	14081
154/1032	16H	Siglitz - Imhof Unterbaustollen	Au, Ag (As,Pb)	Pyrit (H),Arsenopyrit (H),Pyrrhotin (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Fahlerz (B),Bismuthinit (B),Cobaltit (B),Löllingit (B)),Scheelit (B),Molybdänit (B)	13659
116/1014	09H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),,Descloizit (S)	13422
154/1022	01H	Leidenfrost / Grieswiestauern SE	Au, Ag, Pb	Galenit (H),Chalkopyrit (H),Sphalerit (B),Pyrit (B),AScheelit (B),Fahlerz (B)	13191
163/1002	12H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B)	13037
119/1021a	12H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B)	12718
119/1012	11H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	12494
119/1012	19H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	12173
154/1028	03H	Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	Pyrit (H),Arsenopyrit (H),Pyrrhotin (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Fahlerz (B), Bismuthinit (B),Cobaltit (B),Löllingit (B),Scheelit (B)	12086
200/1046	04H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	Galenit (H), Sphalerit (H)	12059
119/1012	34H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	12057
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	Tetraedrit (H),Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Cobaltit (B)	11690
119/1012	06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	11518
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrrhotin (B),Fahlerz (B),Galenit (B),Sphalerit (B)	11452
200/1035	04H	Rubland	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Pyrit (B)	11210
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),,Descloizit (S)	10782
200/1047	45H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Descloizit (S)	10743
091/1005	03H	Fuggerbau	Cu, Ag, Sb	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (B)	10578
119/1021a	13H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B)	10231
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H)	10116
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu; Ni	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),,Pyrrhotin (B),Markasit (B),	10027
120/1006	37H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	Tennantit (H),Sphalerit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Markasit (B),Cobaltit (B),Descloizit (S)	9588
100/1011	05H	Radmer an der Hasel - Faschinggraben	Cu, Ag	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H), Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B)	8798
100/1010	13H	Radmer an der Hasel - Greifenberg	Cu, Ag	Chalkopyrit (H),Tetraedrit (H),Pyrit (B),Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pyrrhotin (B)	8655

NR	HALDEN NR	BHK_VORK_NAME	BHK_Rohstoff	Trägerphasen KRITMIN	Fläche_M2
122/1023	48H	Brunnalm	Cu, Ag	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (B),Wismut (B),Boulangerit (B), Gersdorffit (B),Bourmonit (B),Galenit (B)	8554
122/1037	04H	Kupferplatte	Cu, Fe	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Cobaltit (B),Nickelin (B),Nickelskutterudit (B)	8446
152/1019	03H	Mittersill - Westfeld	W	Scheelit (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrrhotin (H),Molybdänit (B),Tungstenit (B),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Galenobismutit (B),Fahlerz (B),Powellit (B),Boulangerit (B),Stibnit (B),Cobaltit (B),Columbit (B),Wolframit (B)	8246
118/1004	01H	Lafatsch	Zn, Pb	Sphalerit (H),Galenit (H),Markasit (B),Pyrit (B),Fahlerz (B),Descloizit (S)	7613
130/1002	42H	Oberzeirir		Pyrit (B),Tetraedrit (B),Tennantit (B), Boulangerit (B),Jamesonit (B)	6963
116/1014	07H	Silberleite		sit (B),Descloizit (S)	6641
128/1001	04H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),	6592
163/1002	09H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Tennantit (B),Tetraedrit (B)	6038
122/1023	28H	Brunnalm	Cu, Ag	Fahlerz (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (B),Wismut (B),Boulangerit (B), Gersdorffit (B),Bourmonit (B),Galenit (B)	5857
116/1014	05H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),Descloizit (S)	5532
116/1001	01H	Feigenstein	Zn, Pb	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),Fahlerz (B),Chalkopyrit (B),Bourmonit (B)	5388
116/1014	08H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),Descloizit (S)	4838
120/1023	03H	Großkogel	Cu, Ag	Fahlerz (H),Pyrit (B),Chalkostibit (B),Stibnit (B)	4686
130/1003	40H	Oberzeiring - Nordostfeld	Fe, Pb, Ag, Cu	Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrrhotin (B),Pyrit (B),Tetraedrit (B),Tennantit (B),Bourmonit (B),Sphalerit (B),Markasit (B),Boulangerit (B),Jamesonit (B)	4331
119/1021a	15H	Ringewechsel - Weißer Schrofen	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Pyrit (B),Stibiconit (S)	4168
122/1040a	04H	Kelchalpe	Cu, Fe	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Galenit (B),Sphalerit (B),Pyrrhotin (B),Nickelin (B),Arsenopyrit (B)	4160
145/1001	01H	Tschirgant - Frauenbrunnen	Zn, Pb	Sphalerit (H),Galenit (H),Pyrit (B),Markasit (B),Fahlerz (B),Descloizit (S)	4123
116/1014	06H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	Galenit (H),Sphalerit (H),Pyrit (B),Markasit (B),Descloizit (S)	3687
120/1006	03H	Silberberg	Cu, Ag, Pb	Tennantit (H),Sphalerit (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Markasit (B),Cobaltit (B)	3497
118/1004	02H	Lafatsch	Zn, Pb	Sphalerit (H),Galenit (H),Markasit (B),Pyrit (B),Fahlerz (B),Descloizit (S)	2690
119/1012	09H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	Fahlerz (H),Nickelskutterudit (B),Stibnit (B)	1607

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Sphalerit (H)

- Halde Bergbau > 10.000 m² (21 Halden)



0 15 30 km

Abb. 47: Haldenressourcenkastaster - Datenbankfrage Mineralphase Sphalerit (H)

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

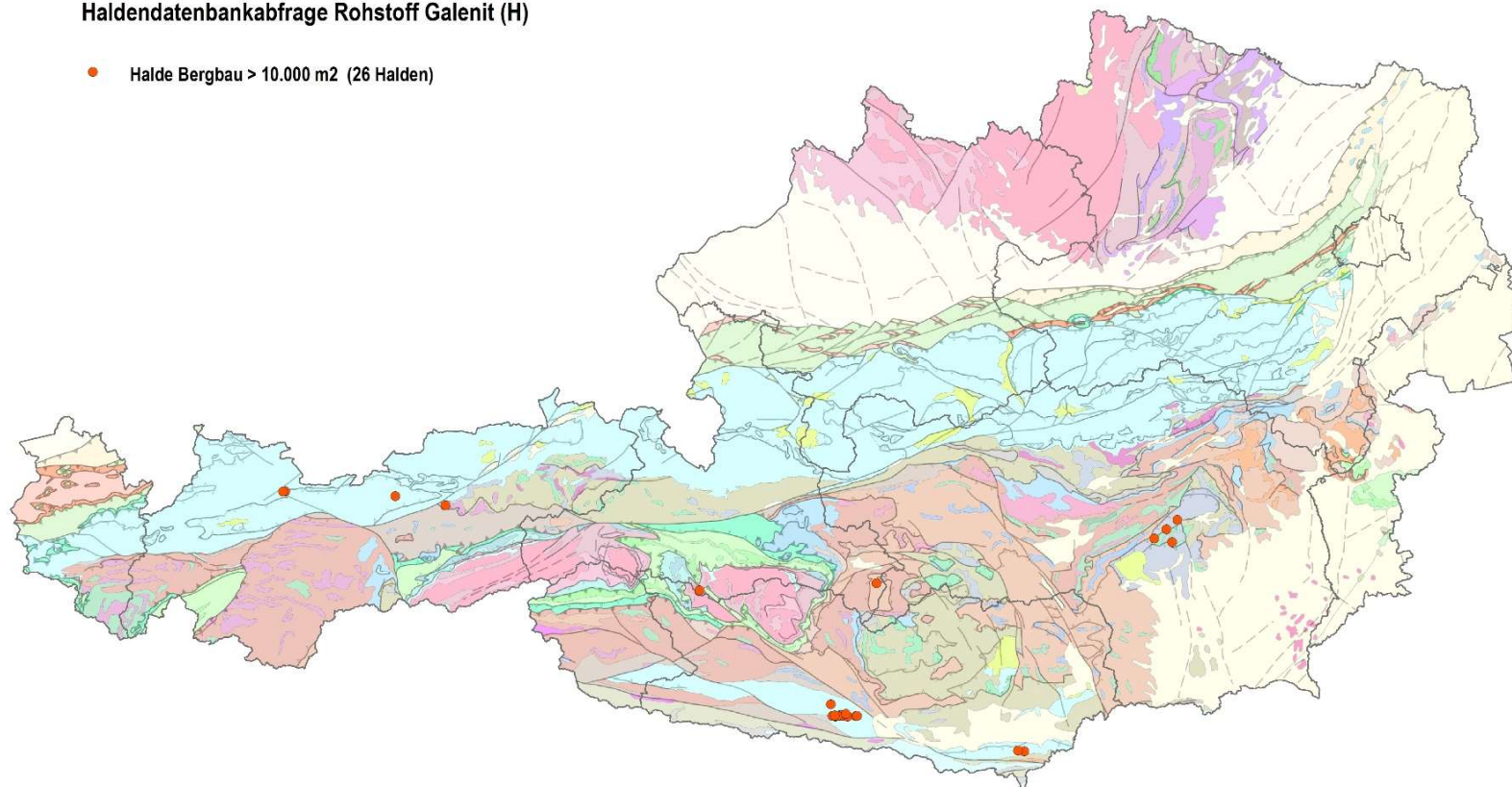
Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Fläche	Minerale
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	74 840	Sphalerit (H), Galenit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Fahlerz (B), Hydrozinkit (S), Smithsonit (S), Goethit (S), Greenockit (S), Cerussit (S), Descloizit (S), Loseyit (S), Wulfenit (S), Limonit (S)
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	68 815	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	68 774	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	49 587	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	38 497	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	23 940	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	22 422	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
164/1002	04H	Deutschfeistritz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	19 960	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	18 986	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18 751	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	17 088	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	15 091	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	14 609	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	13 402	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), Mium (S), Limonit (S), Ilsemannit (S), Strontianit (S), Pyromorph
163/1002	12H	Rabenstein	Pb, Zn, Ag	13 022	Galenit (H), Sphalerit (H), Pyrit (B), Chalkopyrit (B), Magnetit (B), Pyrrhotin (B), Hämatit (B), Freibergit (B), Tennantit (B), Tetraedrit (B), Proustite (B), Polybasit (B), Limonit (S), Galmei (S), Malachit (S), Covellin (S)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Fläche	Minerale
163/1005	06H	Guggenbach S - Unteres Revier	Pb, Zn, Ag	12 116	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	11 205	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	12 054	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10 766	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	10 738	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemanit (S), Melanterit (S), Epsomit (S)
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb, Zn	10 111	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)

ÜLG 69 Haldenressourcenkataster

Haldendatenbankabfrage Rohstoff Galenit (H)

● Halde Bergbau > 10.000 m² (26 Halden)



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

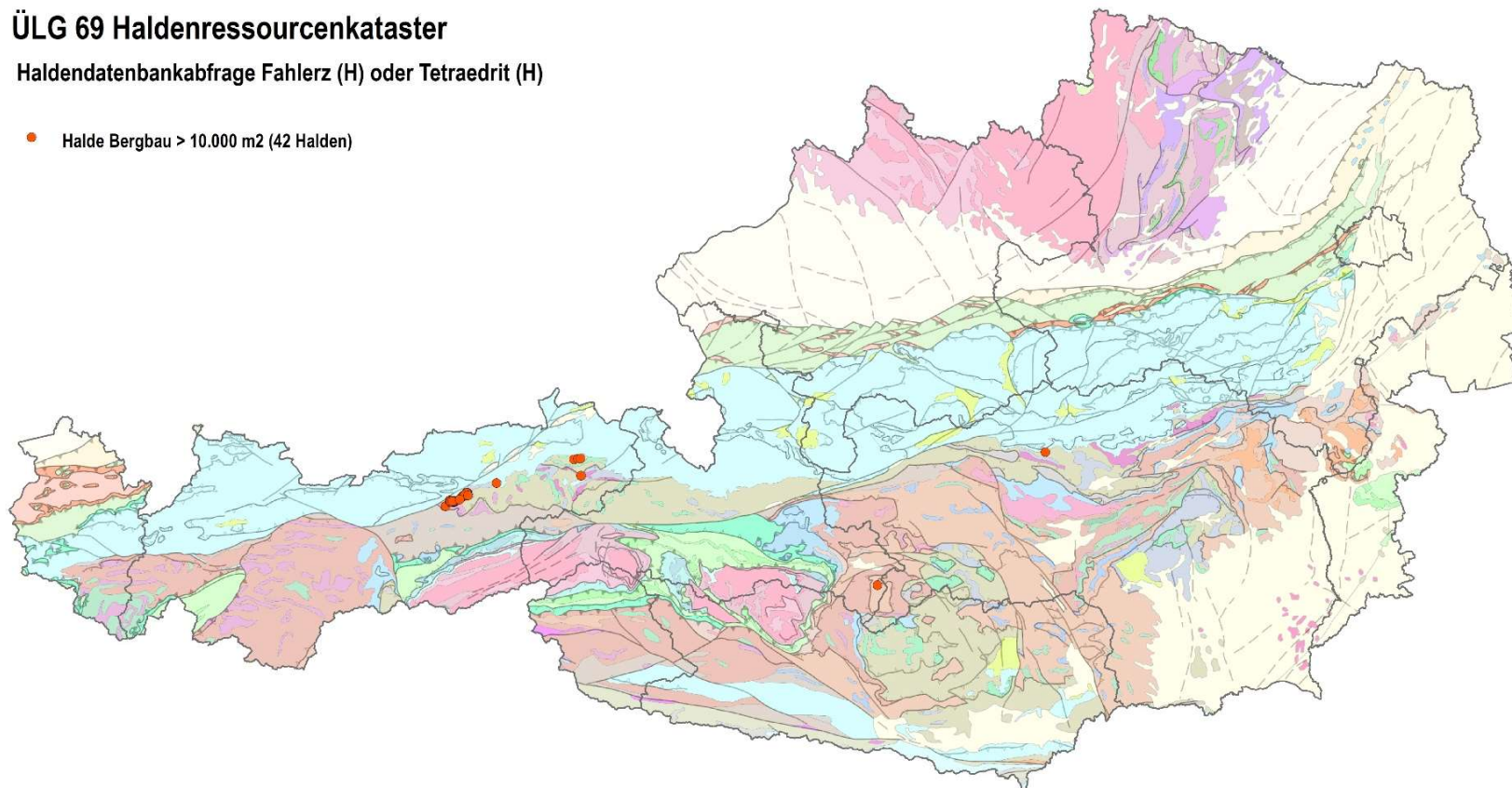
Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
118/1004	12H	Lafatsch	Zn, Pb	74 840	Sphalerit (H), Galenit (H), Markasit (B), Pyrit (B), Fahlerz (B), Hydrozinkit (S), Smithsonit (S), Goethit (S), Greenockit (S), Cerussit (S), Descloizit (S), Loseyit (S), Wulfenit (S), Limonit (S)
200/1046	36H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	68 815	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1047	01H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	68 774	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melantherit (S), Epsomit (S)
200/1050	13H	Heiligengeist NNE (Revier Franz Josef)	Pb, Zn	49 587	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1046	30H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	38 497	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
203/1045	01H	Trobewände N - Türkenkopfstollen	Pb, Zn	35 851	Galenit (H), Sphalerit (B), Cerussit (S), Hydrozinkit (S)
203/1046	01H	Repnik - Ebriach Unterbau	Pb, Zn	31 328	Galenit (H), Sphalerit (B), Cerussit (S), Hydrozinkit (S)
134/1030	03H	Schrems - Josefibau	Pb, Zn, Ag	23 940	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	22 422	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
164/1002	04H	Deutschfeistritz - Martinibau	Pb, Zn, Ag	19 960	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	18 986	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melantherit (S), Epsomit (S)
200/1047	03H	Bleiberg (Reviere Rudolf - Friedrich)	Pb, Zn	18 751	Galenit (H), Sphalerit (H), Markasit (B), Jordisit (B), Descloizit (S), Ilsemannit (S), Melantherit (S), Epsomit (S)
200/1046	34H	Bleiberg - Kreuth (Reviere Ramser - Antoni - Kastl)	Pb, Zn	17 088	Galenit (H), Sphalerit (H), Galmei (S), Smithsonit (S), Cerussit (S)
200/1048	63H	Bleiberg (Reviere Francisci - Stefanie)	Pb, Zn	15 091	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	14 609	Galenit (H), Sphalerit (H), Wurtzit (B), Cerussit (S), Vanadinit (S), Manganit (S), Hemimorphit (S), Hydrozinkit (S), Wulfenit (S), Fraipontit (S), Descloizit (S), Chromatit (S)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
158/1001d	02H	Ramingstein - Altenberg	Pb, Zn, Ag	14 261	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	13 183	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	13 402	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	12 116	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	12 054	Galenit (H),Sphalerit (H),Galmei (S),Smithsonit (S),Cerussit (S)
119/1003	05H	Alte Zeche	Fe, Cu, Ag, Pb	11 678	Siderit (H),Tetraedrit (H),Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Prousttit (B),Pyrargyrit (B),Akanthit (B),Cobaltit (B),Arsenopyrit (B),Annabergit (S)
200/1035	04H	Rubland	Pb, Zn	11 205	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Pyrit (B),Galmei (S),Wulfenit (S),Ilsemannit (S),Asphaltit (S)
116/1014	10H	Silberleiten - Schachtkopf	Pb, Zn	10 766	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	10 738	Galenit (H),Sphalerit (H),Markasit (B),Jordisit (B),Descloizit (S),Ilsemannit (S),Melanterit (S),Epsomit (S)
200/1058	01H	Mittewald SW (Revier Straßenbau)	Pb, Zn	10 111	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

Tab. 23: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkataster (Mineralabfrage Fahlerz bzw. Tetraedrit)

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
02H	Röhrebühel	Kupfer,Pyrit,Silber, Antimon	293 471	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	182 027	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	149 625	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	142 642	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
31H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	131 147	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	101 532	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	70 586	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	57 917	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	55 122	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
11H	Ringenwechsel - Roggland	Kupfer,Silber,Antimon	53 287	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
27H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Kupfer,Antimon	48 730	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
09H	Falkenstein - Mehrer Kopf	Kupfer,Antimon	48 701	Fahlerz (H),Chloanthit (B),Antimonit (B),Quecksilber ged. (B),Chalkostibit (B),Malachit (S),Azurit (S)
01H	Röhrebühel	Kupfer,Pyrit,Silber, Antimon	44 088	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

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
10H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	38 800	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	29 067	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	25 881	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer,Antimon,Silber	25 292	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	24 503	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
18H	Falkenstein - Eiblschrofen	Kupfer,Antimon,Silber	24 299	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	22 624	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	22 270	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	21 187	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
27H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	20 758	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	20 071	Fahlerz (H),Galenit (B),Malachit (S),Azurit (S)
26H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer,Pyrit,Antimon	19 875	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	19 785	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)

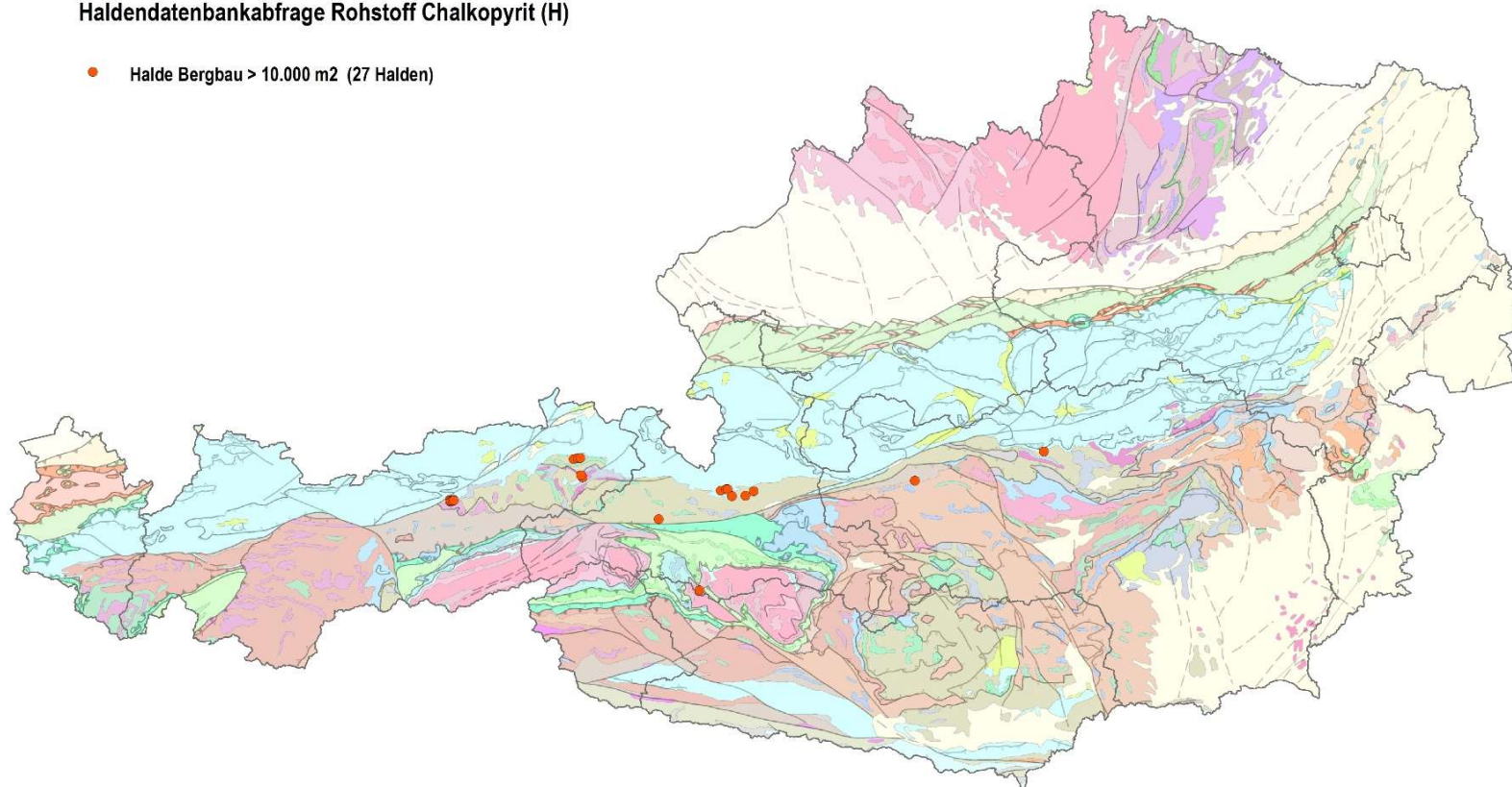
Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
32H	Ringenwechsel - Pfaffengrube	Kupfer,Silber,Antimon	18 715	Fahlerz (H),Malachit (S),Azurit (S)
03H	Ringenwechsel - Rotenstein	Kupfer,Antimon	17 798	Fahlerz (H),Antimonit (B),Azurit (S),Malachit (S),Pseudomalachit (S),Tirolit (S),Chrysokoll (S),Valentinit (S),Allophan (S),Pharmakosiderit (S),Realgar (S)
01H	Sinnwell	Kupfer,Pyrit	16 280	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	15 927	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	15 252	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	14 696	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	14 261	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	12 706	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	12 482	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	12 161	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	12 045	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	11 678	Siderit (H),Tetraedrit (H),Galenit (H),Chalkopyrit (B),Pyrit (B),Proustit (B),Pyrrargyrit (B),Akanthit (B),Cobaltit (B),Arsenopyrit (B),Annabergit (S)

Halden Nr	Vork_Name	Wertstoff	Flaeche	Minerale
06H	Falkenstein - Tiefere Baue	Kupfer, Antimon, Silber	11 507	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	10 570	Chalkopyrit (H), Fahlerz (H), Pyrit (B)
13H	Ringenwechsel - Weißer Schrofen	Kupfer, Pyrit, Antimon	10 221	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

Abb. 50: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Chalkopyrit (H)

Tab. 24: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkatalog (Mineralabfrage Chalkopyrit)

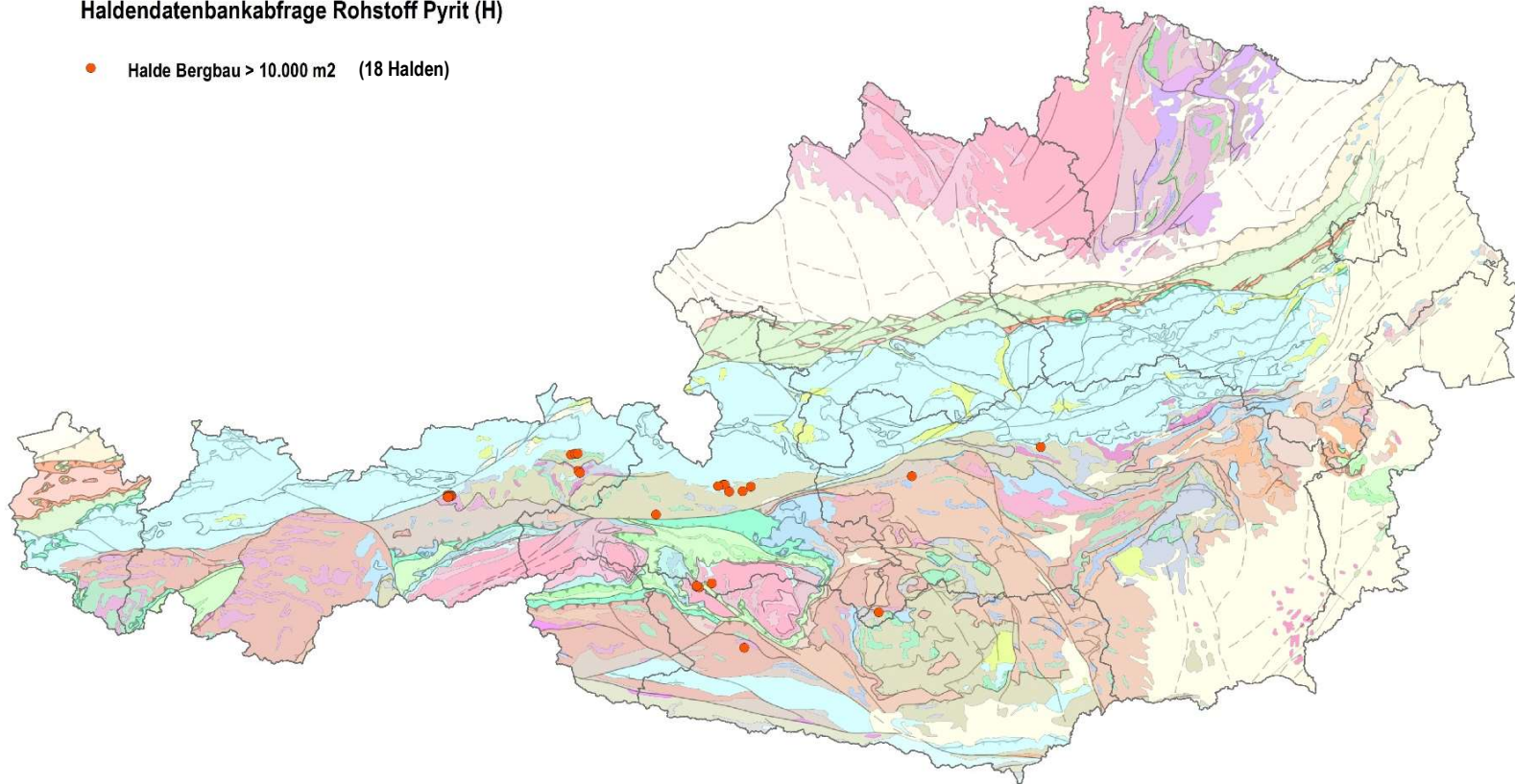
Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
091/1009	02H	Röhrebühel	Cu, Ag	293 471	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (
119/1012	30H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	149 625	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	131 147	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	47 382	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	44 088	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	38 800	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	30 717	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	29 067	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	28 548	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	27 012	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),Pyrargyrit (B),Stibiconit
119/1012	29H	Falkenstein - Tiefere Baue	Cu, Ag, Sb	25 292	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	24 237	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	22 270	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)

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	16 571	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	16 280	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	15 927	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	14 696	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	14 072	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	13 183	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	12 482	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	12 161	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	12 045	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	11 678	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	11 507	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	11 445	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	10 570	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (B)
125/1016a	09H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	10 020	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 (18 Halden)



0 15 30 km

 Geologische Bundesanstalt

Tab. 25: Auswahl von Bergbauhalden für den Haldenressourcenkataster (Mineralabfrage Pyrit)

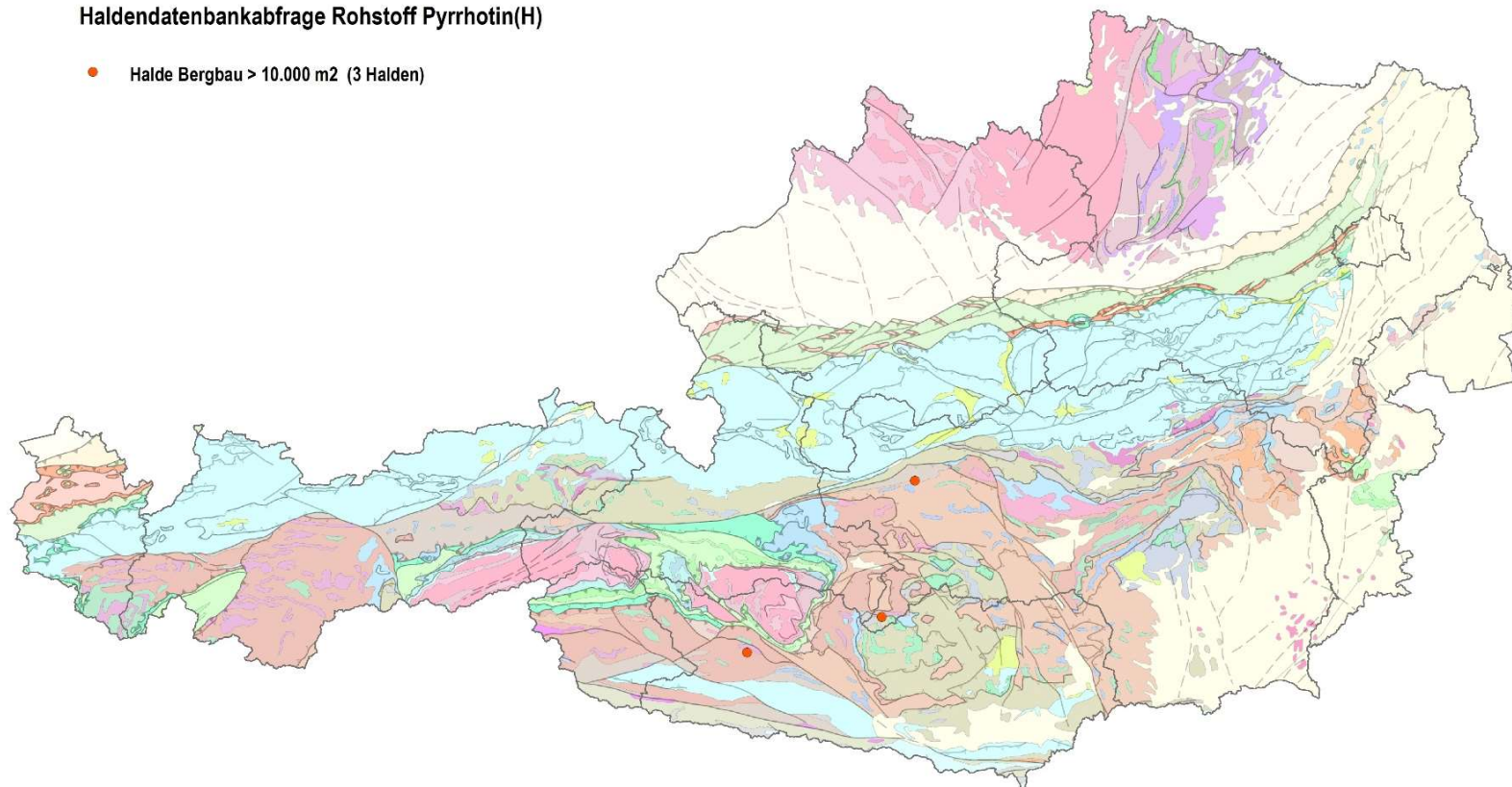
Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
091/1009	02H	Röhrebühel	Cu, Ag	293 471	Tetraedrit (H),Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Bornit (B),Millerit (B),Hämatit (B),Magnetit (B),Markasit (B),Ullmannit (B),Gersdorffit (B),Allemontit (B),Chalkosin (B),Breithauptit (B),Linneit (B),Malachit (S),Azurit (S),Covellin (S),Idait (S),Cuprit (S),Gips (
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	47 382	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	44 088	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)
125/1016a	01H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu, Ni	47 414	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),
122/1020	01H	Schattberg	Cu	30 717	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Arsenopyrit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Baryt (B),Malachit (S),Azurit (S),Erythrin (S),Annabergit (S)
125/1016a	05H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	28 567	Chalkopyrit (H),Pyrit (H),Fahlerz (B),Gersdorffit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B),
128/1001	02H	Walchen	Cu, Fe, Ag, Pb, Zn	27 012	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),Pyrrargyrit (B),Stibiconit
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	25 899	Limonit (H),Siderit (H),Pyrit (H),Pyrrhotin (H),Galenit (B),Hämatit (B),Chalkopyrit (B),Magnetit (B),Todorokit (S),Gips (S),Wulfenit (S)
125/1016a	02H	Mitterberg - Nordrevier - Hauptgang	Cu	16 571	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	16 280	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	15 942	Chalkopyrit (H),Fahlerz (H),Pyrit (H), Gersdorffit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Pyrrhotin (B),Markasit (B)
181/1041	01H	Gasarn - Speikboden N	Au (Fe, Cu)	15 760	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (B)
125/1022a	04H	Mitterberg - Südrevier - Brandnergang	Cu	14 072	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)	13 651	Pyrit (H),Arsenopyrit (H),Pyrrhotin (B),Galenit (B),Chalkopyrit (B),Sphalerit (B),Gold (B),Cosalit (B),Gustavit (B),Vikingit (B),Heyrovskiyit (B),Fahlerz (B),Polybasit (B),Pyrrargyrit (B),Magnetit (B),Bismuthinit (B),Cobaltit (B),Löllingit (B),Kupfer, gedie

Nr	Halden Nr	Vork_Name	Rohstoff	Flaeche	Minerale
154/1028	03H	Rauriser Goldberg / Hoher Goldberg	Au	12 078	Pyrit (H),Arsenopyrit (B),Chalkopyrit (B),Markasit (B),Galenit (B),Sphalerit (B),Tetraedrit (B),Tetradymit (B),Argentit (B),Chlorargyrit (B),Dyskrasit (B),Polybasit (B),Pyrargyrit (B),Akanthit (B),Diaphorit (B),Gold (B),Elektrum (B),Küstelit (B),Eskimoit
123/1019	01H	Limberg / Lienberg - Bruckberg	Cu, Fe	11 445	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	10 020	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

Abb. 52: Haldenressourcenkataster - Datenbankfrage Mineralphase Pyrrhotin (H)

Tab. 26: 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	27 012	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),Pyrargyrit (B),Stibiconit
184/1023	01H	Turrach - Steinbachgraben	Fe	25 899	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)	15 760	Pyrrhotin (H),Pyrit (H),Chalkopyrit (B)

7. Literatur

- ANGERER, T.; ONUK, P.; TROPPER, P. & BODEVING, L.: Minor and trace elements in sphalerite from lead-zinc ores in the Ötztal-Stubai complex. In: WIMMER-FREY, I., RÖMER, A., JANDA, CH. (Hrsg.): Arbeitstagung 2017 - Angewandte Geowissenschaften an der GBA, 19.-22. Juni 2017, Bad Ischl, Hallstatt, Gmunden. – S. 269-270, Geologischen Bundesanstalt, Wien, 2017.
- 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.
- BM F. HANDEL, GEWERBE U. INDUSTRIE: Verwendung und Verbreitung mineralischer Rohstoffe sowie statistische Daten zur Rohstoffversorgung Österreichs. - Grundlagen der Rohstoffversorgung, H. 1, 204 S., Wien, 1981.
- 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.
- EUROPEAN COMMISSION: Study on the EU's list of Critical Raw Materials -Final Report (2020). - 152 S., Brussels., 2020.
- 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 Rohstoffreifeignung 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, 2000.
- 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. & BUCHHOLZ, P.: Germanium. – In: GUNN, G. (ed.): Critical Metals Handbook. – S. 177-203, 6 Abb., 7 Tab. BGS, Wiley, Chichester, 2014.
- 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.
- MELCHER, F. & ONUK, P.: Das Potential von kritischen Hochtechnologiemetallen in Buntmetallsulfidvorkommen der Ostalpen. - In: KOUKAL, V. & WAGREICH, M. (Hrsg.): PANGEO Austria 2018: Abstracts: 24-26/09/2018 Universität Wien, S. 100, Geologischen Bundesanstalt, Wien, 2018c.
- MELCHER, F. & ONUK, P.: Laser Ablation-ICP-MS Bestimmung von Spurenelementen in Eisen- und Kupfersulfiden österreichischer Lagerstätten: Projektlaufzeit: 01.12.2017 - 30.06.2019: Endbericht. - 80, 22 Abb., 32 Tab., Anh., Leoben, 2019.
- MELCHER, F. & ONUK, P.: Potential of Critical High-technology Metals in Eastern Alpine Base Metal Sulfide Ores = Potenzial für kritische Hochtechnologie-Metalle in oostalpinen Buntmetallsulfidvorkommen. - Berg- u. Hüttenm. Mh., 164, S. 71-76, Wien, 2019.
- MELCHER, F.; ONUK, P.; SCHWABL, S.; ZIMMERMANN, M. & AIGLSPERGER, T.: Rhenium sulphides and platinum-group minerals at Haidbach/Pinzgau - recent results. – Mitt. Österr. Min. Ges.; 165, S. 64, Wien, 2019.
- ONUK, P. & MELCHER, F.: The high-tech metal potential of Pb-Zn mineralizations in the Eastern Alps. - Mitt. Österr. Min. Ges.; 161, S.95, Wien, 2015.
- ONUK, P. & MELCHER, F.: Identifikation und Klassifizierung potenzieller Hochtechnologiemetallressourcen in ostalpinen Blei-Zink-Lagerstätten. - In: WIMMER-FREY, I., RÖMER, A., JANDA, CH. (Hrsg.): Arbeitstagung 2017 - Angewandte Geowissenschaften an der GBA, 19.-22. Juni 2017, Bad Ischl, Hallstatt, Gmunden, S. 280-281, Geologischen Bundesanstalt, Wien, 2017.
- ONUK, P.: High-tech metal potential of sphalerite from Eastern Alpine lead-zinc deposits and development of a matrix-matched sphalerite (ZnS) calibration material (MUL-ZnS- 1) for calibration of in-situ trace element measurements by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS). Dissertation, Montanuniversität, Leoben, 2020.
- PIRKL, H., SCHEDL, A. & PFLEIDERER, S.: Geochemischer Atlas von Österreich - Bundesweite Bach- und Fluss-sedimentgeochemie (1978-2010). - Archiv für Lagerstättenforschung, 28, 288 S., Wien, 2015.
- RÖMER, A., BENOLD, CH.; REITNER, H., FLORES-OROZCO, A.; SCHEDL, A. & NEINAVAIE, H.: 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 EXPLOGRAF), 9 S., 6 Abb., Wien, 2018b.

- RÖMER, A.; KATONA, T.; OTTOWITZ, D.; BENOLD, C.; SCHEDL, A. & FLORES- OROZCO, A.: Einsatz moderner geophysikalischer Untersuchungsmethoden in der Exploration von Grafitlagerstätten an ausgewählten Lagerstättenbeispielen der Bunten Serie (NÖ), unveröffentl. Endbericht MRI-Projekt Explograf, Wien: 2020.
- ROETZEL, R. & KURZWEIL, H.: Die Schwerminerale in niederösterreichischen Quarzsanden und ihre wirtschaftliche Bedeutung. - Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 7, S. 199-216, Wien, 1986.
- 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, Ergebnisevaluierung 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.
- SCHLOSSER, G., GATTRINGER, C., LANER, D. & RECHBERGER, H.: Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich. Gesamtwirtschaftliche Stoffanalysen ausgewählter kritischer Rohstoffe (AP 7) – Endbericht - TU Wien, Inst. f. Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, 138 S., 23 Abb., 55 Tab., Wien, 2013.
- SCHROLL, E.: Spurenelemente in heimischen Rohstoffen für Hochtechnologien. - Berg- u. Hüttenm. Mh., 131, S. 110-115, Wien, 1986.
- SCHROLL, E. & AZER, I., N.: Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. Teil III. Geochemische Untersuchungen ostalpiner Fahlerze. - TMPM, 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, Zagreb, 1964.
- SCHROLL, E. & SAUER, D.: Beitrag zur Geochemie von Titan, Chrom, Nickel, Cobalt, Vanadium und Molybdän in bauxitischen Gesteinen und das „Problem der stofflichen Herkunft des Aluminiums“. – Travaux ICSOBA, 5, 83–96, Zagreb, 1968.
- SCHROLL, E.: Trace elements in kaolinities and bauxites in relation to their genesis. - In: CMS - ICSOBA Conference Kingston, Jamaica, Aug. 14/20, 1977, 35-41, Zagreb, 1979.

- 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/V, 395-542, Wien, 1997.
- 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.
- THALMANN, F.: Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Legierungs- und Seltene Erdenmetalle. – Proj. „Rohstoffe für Zukunftstechnologien“ Teilschritt II, 65 S., Eisenerz, 1992.
- WAGNER, H.: Endbericht: Untersuchung der Versorgung Österreichs mit mineralischen Rohstoffen aus heimischen Vorkommen: - Unveröffentl. Ber., Band 1-5, Wien, 1997.
- WEBER, L. [Hrsg.]: Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. Erläuterungen zur metallogenetischen Karte von Österreich 1:500.000 unter Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe. - Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 19, 607 S., 393 Abb., 37 Tab., 2 Ktn., 2 Listen (Mineralien, Rohstoffvork.), Wien, 1997.
- WEBER, L. & STIFTNER, R. (Hrsg.): Rohstoffe sind Zukunft: Band 1 "Der österreichische Bergbau": Erschienen anlässlich der European Mineral Resources Conference 2012 = Raw Materials are the future: Volume 1 "Mining in Austria": Published on the occasion of the European Mineral Resources Conference 2012. – 307 S., Wien, 2012.