
Diplomarbeit

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen EU-kritischer Rohstoffe in Österreich

Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendungen in Österreich

Andreas JANISCH

Betreuer: Mag. Robert Treimer

Leoben, 21.08.2013



Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft
Department Mineral Resources and Petroleum Engineering
Montanuniversität Leoben

A-8700 LEOBEN, Franz Josef Straße 18
Tel.Nr.: +43/(0)3842-402-2001
Fax: +43/(0)3842-402-2002
bergbau@unileoben.ac.at

Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit ausgewählten kritischen Rohstoffen für Hochtechnologieanwendungen in Österreich.

Der erste Hauptteil beschreibt die Kritizität von ausgewählten Rohstoffen auf EU Ebene und leitet in weiterer Folge anhand der Import- und Exportstatistiken jene Rohstoffe ab, die für Österreich kritisch sind.

Im zweiten Hauptteil dieser Arbeit werden drei für Österreich kritische Rohstoffe ausgewählt – Wolfram, Antimon und Grafit – und die in Österreich vorhandenen Vorkommen anhand der zur Verfügung stehenden Literatur hinsichtlich Lagerstättenbonität, -qualität und -quantität bergtechnisch charakterisiert.

Für die Bergtechnische Charakterisierung wurden die folgenden in Österreich häufigsten Vorkommen (zum Teil ehemalige Bergbaue) dieser Rohstoffe ausgewählt und wie folgt beurteilt:

- **Wolframerzvorkommen auf der Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul in Osttirol**
 - Die Aufbereitbarkeit (Know-How von Mittersill) der Mineralvergesellschaftung und die Oberflächennähe der Lagerstätte sind positiv hervorzuheben. Die Faktoren Gebirgseigenschaften, Wertstoffgehalt und Unregelmäßigkeit der Linsen würden sich im Falle eines Abbaus als hinderlich erweisen. Es steht jedoch eindeutig fest, dass wegen der geringen bekannten Mengen das Vorkommen **derzeit nicht bauwürdig** ist und eine Explorationstätigkeit notwendig wäre.
- **Antimonerzvorkommen der Rabantserie in Osttirol und Kärnten**
 - Viele Faktoren der bergtechnischen Charakterisierung sprechen gegen einen Abbau. Das Hauptproblem ist die Überschreitung des Arsengehaltes, welcher aufbereitungstechnisch noch nicht unterschreitbar ist. Somit ist das Vorkommen **nicht bauwürdig**.
- **Grafitvorkommen in der Bunten Serie im Waldviertel in Niederösterreich**

- Bei den Grafitvorkommen im Waldviertel sprechen viele Parameter für einen Abbau. Obwohl die Vorkommen linsenförmig sind, würde eine Konzentration dieser Linsen einen Abbau befürworten. Jedoch ist bisher keine wirtschaftliche Aufbereitungsmethode für technologische Anwendungen für diese Vorkommen vorhanden (Pyritverwachsungen). Eine Exploration der bekannten Vorkommen wäre auch notwendig. Somit werden die Grafitvorkommen des Waldviertels **derzeit** als **nicht bauwürdig** beurteilt.
- **Grafitvorkommen im Sunk in der Steiermark**
 - Beim Grafitvorkommen Sunk sprechen alle Parameter für einen Abbau, es gilt jedoch zu verifizieren ob und wie sich die Flöze in die Teufe fortsetzen. Die ehemalige Grafitlagerstätte gilt **derzeit** als **nicht bauwürdig**.

Der dritte Teil der Arbeit beschäftigt sich unter dem Titel „Deposit-to-Mill Konzepte“ mit einer groben Abschätzung der Bergbauplanung. Es werden die wesentlichen Parameter der Bergbauplanung – Bergrecht, eine grobe Abschätzung des wirtschaftlichen Rahmens und des Abbaufahrens – betrachtet.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung.....	2
Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis	5
1. Einleitung – Kritische Rohstoffe.....	9
1.1 14 kritische Rohstoffe in der EU	10
1.1.1 Bewertung der Kritikalität.....	11
1.2 Kritische Rohstoffe für Hochtechnologieanwendungen	15
1.3 Kritische Rohstoffe in Österreich	16
1.3.1 Antimon (Sb).....	17
1.3.2 Beryllium (Be).....	19
1.3.3 Kobalt (Co)	20
1.3.4 Fluorapatit (CaF ₂).....	22
1.3.5 Gallium (Ga)	23
1.3.6 Germanium (Ge).....	25
1.3.7 Graphit (C).....	26
1.3.8 Indium (In)	28
1.3.9 Lithium (Li).....	29
1.3.10 Magnesium (Mg).....	31
1.3.11 Niob (Nb).....	32
1.3.12 Platingruppenmetalle (Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ir).....	33
1.3.13 Seltene Erden (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pr, Sm, Eu, Y, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu).....	37
1.3.14 Tantal (Ta).....	40
1.3.15 Wolfram (W)	40
2. Ressourcenverfügbarkeit der kritischen Rohstoffe in Österreich.....	42
2.1 Natürliche primäre Ressourcen – Lagerstätten und Vorkommen	42
2.1.1 Antimon	42
2.1.2 Beryllium.....	43
2.1.3 Kobalt	43
2.1.4 Fluorapatit.....	43
2.1.5 Gallium	44
2.1.6 Germanium.....	44

2.1.7	Grafit.....	44
2.1.8	Indium.....	45
2.1.9	Lithium.....	45
2.1.10	Magnesium.....	46
2.1.11	Niob.....	46
2.1.12	Platingruppenmetalle.....	47
2.1.13	Seltene Erden.....	47
2.1.14	Tantal.....	47
2.1.15	Wolfram.....	47
2.2	Sekundäre Ressourcen.....	48
2.3	Auswahl der Lagerstätten und Zusammenfassung der Ressourcenverfügbarkeit mit Recyclingdaten in Österreich.....	51
3.	Bergtechnische Charakterisierung.....	54
3.1	Lagerstättenbonität.....	56
3.2	Lagerstättenqualität.....	56
3.3	Lagerstättenquantität.....	57
3.4	Standortbedingungen.....	57
4.	Bergtechnische Charakterisierung ausgewählter Mineralrohstoffvorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich.....	59
4.1	Wolframerzvorkommen Hochrast/Gumriaul und Taffinalpe, Thurntaler Quarzphyllitzone, Osttirol.....	59
4.1.1	Geologie.....	60
4.1.2	Bergbauliche Aktivitäten.....	62
4.1.3	Bergtechnische Parameter der Lagerstätte.....	63
4.2	Ehemalige Antimonerzlagerstätte Rabant/Gurskerkammer, Kreuzeckgruppe, Ostalpines Kristallin, Kärnten, Osttirol.....	74
4.2.1	Geologie.....	74
4.2.2	Bergbauliche Aktivitäten.....	75
4.2.3	Bergtechnische Parameter des Antimonerzvorkommens Rabantalm.....	76
4.3	Ehemaligen Grafitlagerstätten und -vorkommen in der Böhmisches Masse, Moldanubikum, Niederösterreich.....	83
4.3.1	Geologie.....	85
4.3.1	Bergbauliche Aktivitäten.....	89
4.3.2	Bergtechnische Parameter der Lagerstätte.....	90
4.4	Ehemalige Grafitlagerstätte Sunk bei Trieben, Veitscher Decke, Grauwackenzone, Steiermark.....	97
4.4.1	Geologie.....	97

4.4.2	Bergbauliche Aktivitäten	98
4.4.3	Bergtechnische Parameter der Lagerstätte	99
5.	„Deposit to Mill“ Konzepte – Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Mineralrohstoffvorkommen in Österreich	108
5.1	Übersicht über mögliche Abbauverfahren	108
5.1.1	Abgrenzung: Tagebau – Untertagebau	108
5.1.2	Abbauverfahren Tagebau	109
5.1.3	Abbauverfahren Untertagebau	113
5.2	Wolframvorkommen Hochrast Gumriaul und Taffinalpe, Thurntaler Quarzphyllitzone, Osttirol.....	123
5.2.1	Rahmenbedingungen	123
5.2.2	Bergbauplanungskonzept.....	124
5.3	Ehemalige Antimonlagerstätte Rabant/Gurskerkammer, Kreuzeckgruppe, Ostalpinen Kristallin, Kärnten, Osttirol	125
5.3.1	Rahmenbedingungen	125
5.3.2	Bergbauplanungskonzept.....	126
5.4	Ehem. Grafitlagerstätten und -vorkommen in der Böhmisches Masse (Moldanubikum), Niederösterreich.....	129
5.4.1	Rahmenbedingungen	129
5.4.2	Bergbauplanungskonzept.....	130
5.5	Ehemalige Grafitlagerstätte Sunk bei Trieben, Veitscher Decke, Grauwackenzone, Steiermark	132
5.5.1	Rahmenbedingungen	132
5.5.2	Bergbauplanungskonzept.....	133
6.	Verzeichnisse	136
6.1	Tabellenverzeichnis.....	136
6.2	Abbildungsverzeichnis.....	140
6.3	Literaturverzeichnis	143
6.4	Abkürzungsverzeichnis.....	147
	Anhang I: Befahrungsberichte	148
	Befahrung der Lagerstätte Taffinalm	148
	Befahrung der Lagerstätten der Rabantserie.....	150
	Befahrung der Lagerstätte Weinberg.....	153
	Befahrung der Lagerstätte Sunk.....	155
	Anhang II: Probendokumentation.....	158
	Antimonerz Gurskerkammer.....	158

Grafit Weinberg	161
Anhang III: Statistik Austria Import Export.....	164
Anhang IV: Mine Cost Models	175
Tagebau	175
Untertagebau.....	176
Danksagung	178

1. Einleitung – Kritische Rohstoffe

Innerhalb der Europäischen Union sind derzeit über 500 Mio. Bürger mit Rohstoffen und deren Erzeugnissen zu versorgen. Rechnet man mit einem durchschnittlichen „Pro-Kopf-Verbrauch“ von 16 t per annum, ergibt das 8 Bio. t an Rohstoffen jährlich.

Betrachtet man nun den mineralischen Rohstoffbedarf eines EU Bürgers (Tabelle 1) über eine Lebensdauer von 70 Jahren sind diesem folgenden Mengen zuzuschreiben:

Sand u Kies	307 t	Industriesande	4,7 t
Braunkohle	158 t	Kaolin	4,0 t
Hartsteine	130 t	Kalisalz	3,4 t
Mineralöl	116 t	Aluminium	1,7 t
Erdgas	89,6 (in 1000 m ³)	Kupfer	1,1 t
Kalkstein, Dolomit	72 t	Stahlveredler	0,9 t
Steinkohle	67 t	Schwefel	0,2 t
Stahl	39,5 t	Asbest	0,16 t
Zement	29 t	Phosphat	0,15 t
Steinsalz	12 t	Elektrischer Strom	293,2 MWh
Gips	8,5 t		

Tabelle 1: Rohstoffverbrauch eines EU Bürgers in 70 Lebensjahren (Tiess 2009, S. 96)

Für die Europäische Union bedeutet das aufgrund der begrenzten Ressourcenverfügbarkeit innerhalb der Gemeinschaft eine erhöhte Abhängigkeit von fremden Ressourcen. Somit spielt – von hochrangiger Bedeutung – der Import eine wesentliche Rolle.

Nebst Import gehört auch die eigene Produktion von zahlreichen Rohstoffen und somit auch der Export zu einem nicht zu vernachlässigenden Faktor am Weltmarkt. Im Bereich der nicht energetischen Rohstoffe – also metallische, Industrie- und Baurohstoffe – werden innerhalb der EU jährlich folgende Mengen abgebaut:

- 20–22 Mio. t metallische Rohstoffe
- Ca. 100 Mio. t Industrierohstoffe
- 3 Mrd. t Baurohstoffe

Dabei ist es schwierig genaue Aussagen über den Verbrauch zu treffen. Der Importanteil ist bei den Metallen am größten, bei den Industrierohstoffen niedriger und bei den Baurohstoffen erübrigt er sich aufgrund lokaler Verfügbarkeit und Verbrauch. (Vgl. Dep. f. Mining & Tunnelling Leoben 2004, S. 17)

Laut Berichten auf WKO.at (2010) gibt die Kommission die hohe Importabhängigkeit der EU in Hinblick auf etliche wichtige Rohstoffe zu bedenken. Im Jahr 2002 musste die Gemeinschaft 95 Prozent ihres Bedarfs an Metallen durch Importe decken.

In den letzten Jahren wurde die EU durch Anstöße einzelner Länder (Österreich, Deutschland, etc.), welche sich bereits mit dem Thema Rohstoffabhängigkeiten dezidiert auseinandersetzen auf die Wichtigkeit der rohstoffpolitischen Situation aufmerksam gemacht und begann dieses Thema zu forcieren.

Ein wichtiger Aspekt sind dabei die wachsenden Märkte (durchschn. jährliches Weltwirtschaftswachstum von ca. 3,8 %), welche durch einen Zuwachs der globalen Bevölkerung immer mehr produzieren. Konkret heißt das, dass es bis 2050 bei einer geschätzten Erdbevölkerung von 9 Mrd. Menschen auch um 50 % mehr Rohstoffe gebraucht werden. Vorhandene Hochtechnologieanwendungen und aufstrebende Technologien (siehe Kap 1.2) verstärken indes den Bedarf an speziellen Rohstoffen. Was einerseits auch zu einem erhöhten Bedarf an Rohstoffen innerhalb der EU führt, bewirkt andererseits aber auch eine Verknappung der Ressourcen an den Weltmärkten.

Diese Verknappung und die damit kurzfristig verbundene Abhängigkeit erfordert nun Handlungsbedarf. Im Zuge dessen wurde von der zuständigen Kommission eine Kampagne über die „Kritischen Rohstoffe der EU“ gestartet.

1.1 14 kritische Rohstoffe in der EU

Obwohl Rohstoffe für die europäische Wirtschaft einen äußerst großen Stellenwert haben, gerät ihre Verfügbarkeit immer mehr unter Druck. Hierbei ist der Blick aber nicht auf die geologische Verfügbarkeit zu richten, sondern auf andere Faktoren. Im angesprochenen Planungshorizont von etwa fünf bis zehn Jahren sind das erstens das Verfügbarkeitsrisiko mit der wirtschaftlichen Bedeutung und zweitens das Umweltrisiko der Produktionsländer. Unter diesen Aspekten werden insgesamt 41 Rohstoffe betrachtet.

Die Auswahl dieser 41 zu bewertenden Rohstoffe¹ wurde von einer Expertengruppe („Raw Materials Supply Group“) mit Personen aus nationalen Ministerien, dem Rohstoffsektor und der „Downstream“ Industrie getroffen.

1.1.1 Bewertung der Kritikalität

Kritisch ist ein Rohstoff dann, wenn die Gefahr besteht, dass die Versorgungswege abgeschnitten werden und die Volkswirtschaft erheblichen Schaden nimmt.

Demzufolge sind alle Rohstoffe kritisch, jedoch mit unterschiedlichen Prioritäten. Beispielsweise können auch Baurohstoffe kritisch sein.

Wenn eine Schottergrube keinen Kies fördert, kann wegen der fehlenden Zuschlagsstoffe kein Beton mehr produziert werden. Somit wäre in dieser Region der Zuschlagsstoff ein kritischer Rohstoff. Jedoch gibt es genügend kurzfristige Alternativen Kies zu beschaffen, wie der Bezug aus anderen Regionen (Import), Ersatz durch Bruchkorn aus Steinbrüchen (Substitution) oder Wiederverwertung von Altbeton (Recycling).

Für einige Rohstoffe ist es durch Import, Substitution oder Recycling kurz- bis mittelfristig nur schwer möglich einen Ersatz zu finden. Bei einem Großteil dieser Rohstoffe wird die Versorgung bereits durch Importe sichergestellt. Hier bleiben nur mehr die Alternativen durch Substitution oder Recycling übrig. Wird nun auch die Option der Substitution wegen eines Mangels an vergleichbaren Rohstoffen und das Recycling aufgrund nicht vorhandener bzw. ineffizienter Technologien eingeschränkt, hat ein solcher Rohstoff eine höhere Bewertung der Kritikalität.

Hinter dieser Aussage steht ein pragmatischer Ansatz einen Rohstoff zu bewerten:

1.1.1.1 Wirtschaftliche Bedeutung

Die wirtschaftliche Bedeutung (EI_i) wird aufgrund des Endverbrauchs und der Größe des dazugehörigen Sektors bewertet.

$$EI_i = \frac{1}{\text{GDP}} \sum A_{is} Q_s$$

GDP = Bruttoinlandsprodukt

¹ Liste der 41 zu bewertenden Rohstoffe: Aluminium, Antimon, Baryt, Bauxit, Bentonit, Beryllium, Borate, Chrom, Ton und Kaolin, Kobalt, Kupfer, Diatomit, Feldspat, Flussspat, Gallium, Germanium, Graphit, Gips, Indium, Eisen, Kalkstein, Lithium, Magnesit, Magnesium, Mangan, Molybdän, Nickel, Niob, Perlite, PGM, SEE, Rhenium, Silika Sande, Silber, Talk, Tantal, Tellur, Titan, Wolfram, Vanadium, Zink

A_{is} = Der Anteil der von diesem Rohstoff i in einem Endverbrauchssektor s gebraucht wird. Ein Endverbrauchssektor wird über Megasektoren also Sektorengruppen ähnlich dem NACE²-System repräsentiert und deckt somit eine Wertschöpfungskette ab. Bei Ausfall dieses Rohstoffs würde genau dieser Anteil die Wertschöpfungskette so beeinflussen, dass genau die Produktion ausfällt.

Q_s = Ist die Wertschöpfung des jeweiligen Megasektors

Aufgrund der leichteren Lesbarkeit werden die Resultate in Abbildung 1 auf einer Skala von 0–10 dargestellt. Höhere Werte bedürfen daher einer größeren wirtschaftlichen Bedeutung.

1.1.1.2 Verfügbarkeitsrisiko

Das Verfügbarkeitsrisiko wird über die folgenden drei Bestandteile bewertet:

- Politische Stabilität des Landes
- Austauschbarkeit des Rohstoffes i
- Höhe der Recyclingrate des Rohstoffes i

Die Stabilität des Landes wird über sog. weltweite Regierungsindikatoren (Worldwide Governance Indicators WGI) bewertet. Diese werden in eine Skala von 0–10 überführt, wobei höhere Werte stabilere Bedingungen voraussetzen.

Zusammen mit dem Anteil an der Weltproduktion S eines Rohstoffes i des Landes c errechnet sich der Herfindahl-Hirschmann-Index (wieder von 0–10 skaliert):

$$HHI_{WGI} = \sum_c (S_{ic})^2 WGI_c$$

Die Austauschbarkeit σ_i eines Rohstoffes i wird mit folgenden Werten dargestellt:

- 0,0 – einfach, vollständig und ohne zusätzliche Kosten zu ersetzen
- 0,3 – mit geringen Kosten zu ersetzen
- 0,7 – mit Leistungseinbußen zu hohen Kosten ersetzbar
- 0,8 – nicht ersetzbar

² Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (französisch: Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne)

Somit wird jeder Anteil A_{is} (eines Rohstoffes i im Sektor s) mit der dazugehörigen Substituierbarkeit bewertet.

$$\sigma_i = \sum_s A_{is} \sigma_{is}$$

Des Weiteren fließt auch noch der Recyclinganteil in die Berechnung mit ein. D.h. jener Anteil des Gesamtverbrauchs der aus recycelten Komponenten stammt. Man unterscheidet hier zwischen Schrott aus Produktionsprozessen und Schrott aus Fertigprodukten.

Der Recyclinganteil wird als ρ_i bezeichnet.

Für das Verfügbarkeitsrisiko werden schlussendlich alle drei Komponenten folgendermaßen zusammengefasst:

$$SR_i = \sigma_i(1 - \rho_i)HHI_{WGI}$$

1.1.1.3 Umweltrisiko

Das Umweltrisiko EM_i wird analog zum Verfügbarkeitsrisiko bewertet.

$$EM_i = \sigma_i(1 - \rho_i)HHI_{EPI}$$

Dafür wird der weltweite Regierungsindikator (WGI) durch einen Indikator, der das Umweltverhalten dieses Landes bewertet, ersetzt – den Environmental Performance Index.

$$HHI_{WGI} = \sum_c (S_{ic})^2 EPI_c$$

Der **Environmental Performance Index (EPI)** ist ein Versuch, die ökologische Leistungsbilanz von Staaten und Unternehmen quantitativ darzustellen und zu vergleichen. Er wurde vom Fachbereich „Environmental Sustainability Index“ der Yale University entwickelt. Der Index entstand in Zusammenarbeit mit der Columbia University, dem Weltwirtschaftsforum und der gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission.

Die Absicht, die hinter dieser Umweltbewertung steckt ist die Folgende:

Je höher diese Bewertung ist, umso weniger umweltbedacht ist das Land in der Rohstoff abgebaut wird. Umgekehrt bedeutet das, je niedriger diese Bewertung ist, desto umweltbewusster verhält sich dieses Land.

Das bedeutet, dass eine hohe Bewertung einen großen Spielraum und genügend Potential für neue Umweltauflagen zulässt, sofern dieses Land dazu gewillt ist. Dies könnte eine Rohstoffproduktion einschränken oder sogar stoppen.

1.1.1.4 Resultat der Bewertung

Diese 41 ausgewählten Rohstoffe wurden nun kombiniert nach wirtschaftlicher Bedeutung (aufsteigende x-Achse) und Verfügbarkeitsrisiko (aufsteigende y-Achse) bewertet. In Abbildung 1 zeigen sich drei Gruppen von Rohstoffen.

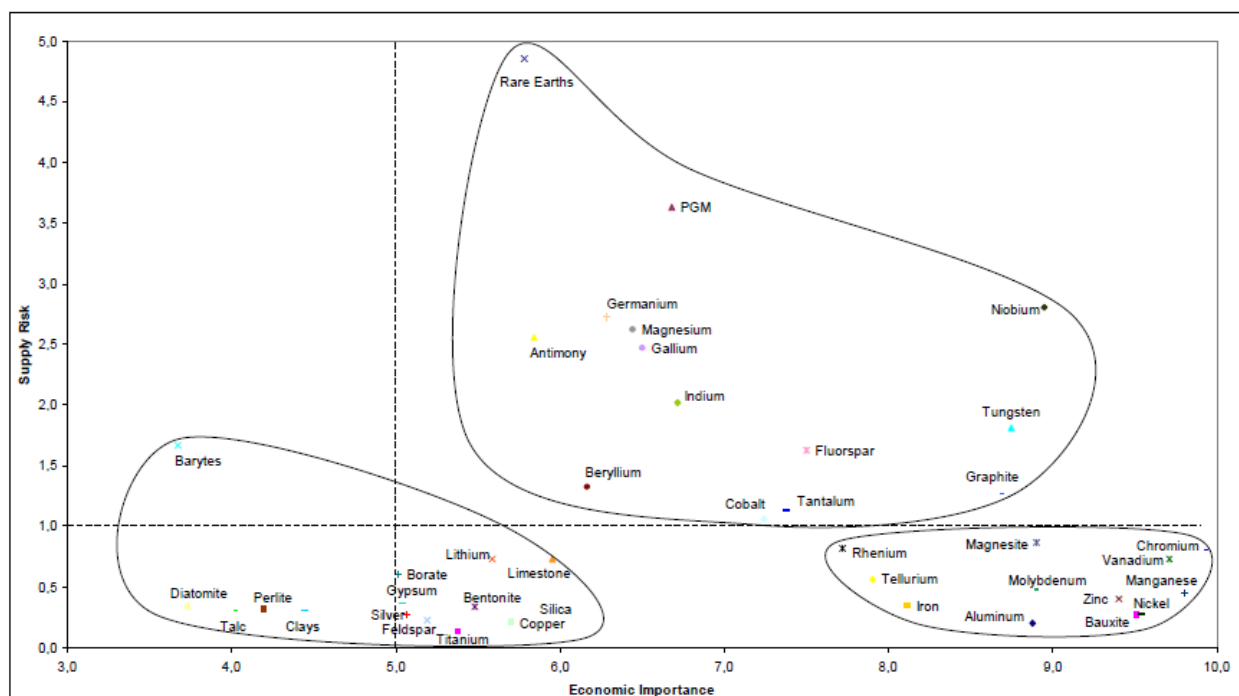


Abbildung 1: Bewertungsdiagramm der Rohstoffe nach Gruppen (EU Kommission 2010a, S. 34)

Die Gruppe rechts oben zeigt die kritischen Rohstoffe. Rechts unten befinden sich Rohstoffe die zwar wirtschaftlich wichtig sind, aber bei denen kein Verfügbarkeitsrisiko vorherrscht. Für die Gruppe links unten besteht weder das eine noch das andere. Hier sind meist Industriemineralien zu finden.

Unabhängig ob ein Rohstoff als kritisch bewertet wurde, wird dieser auch nach dem Umweltrisiko bewertet (Abbildung 2). Eine höhere Bewertung hat zur Folge, dass geringe Auswirkungen in der Umweltpolitik des Landes den Abbau in diesem Land stoppen könnten.

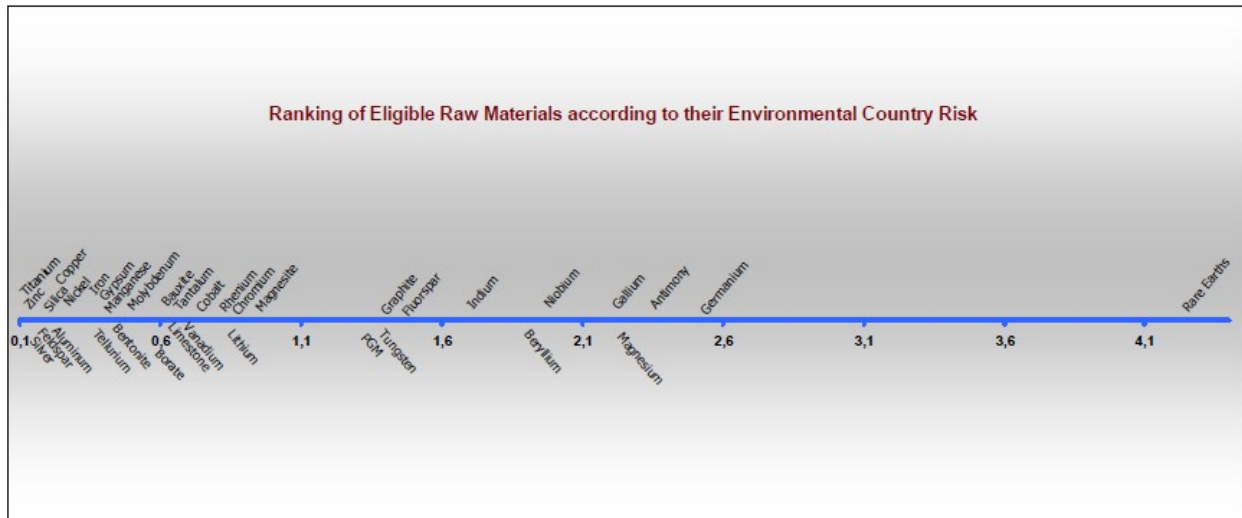


Abbildung 2: Bewertung nach dem Umweltrisiko (EU Kommission 2010a, S. 35)

Abschließend ist zu sagen, dass diese Auswertungen für eine bessere Übersicht skaliert wurden und somit nicht direkt rekalkulierbar sind. D. h. die Ergebnisse sind in ihrem Zahlenwert reduziert worden, die Aussagekraft bleibt gleich.

1.2 Kritische Rohstoffe für Hochtechnologieanwendungen

Viele derzeitige Hochtechnologieanwendungen bestehen aus einzelnen oder sogar mehreren der 14 kritischen Rohstoffe. Ihr Bestehen bestärkt Europa als technischen und wirtschaftlichen global Player am Weltmarkt. Auch neue heranwachsende Technologien bedürfen an diesen Rohstoffen und schlagen sich auch in der Kritikalitätsbewertung nieder.

Dabei liegen folgende wachsende Hochtechnologieanwendungen im Focus der EU:

Rohstoff	Wachsende Hochtechnologie (Beispiele)
Gallium	Dünnschichtfotovoltaik, IC (integrierte Schaltkreise), WLED (Weiße Leuchtdioden)
Neodym	Permanentmagnete, Lasertechnologie
Indium	Bildschirme, Dünnschichtfotovoltaik
Germanium	Glasfaserkabel, IR (Infrarot) optische Technologien
Platin	Brennstoffzellen, Katalysatoren
Tantal	Mikrokondensatoren, Medizintechnologie
Silber	RFID (Radiofrequenzidentifikation), bleifreie Lötmitel

Kobalt	Lithium-Ionen-Batterien, Synthetische Treibstoffe
Palladium	Katalysatoren, Meerwasserentsalzung
Titan	Meerwasserentsalzung, Implantate
Kupfer	Effiziente Elektromotoren, RFID
Niobium	Mikrokondensatoren, Eisenverbundwerkstoffe
Antimon	ATO (Antimonzinnoxid), Mikrokondensatoren
Chrom	Meerwasserentsalzung, marine Technologien

Tabelle 2: Rohstoffe und Technologien (EU Kommission 2010a, S. 43)

1.3 Kritische Rohstoffe in Österreich

Durch Anpassung der von der Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission entwickelten Methode zur Feststellung der Kritizität eines mineralischen Rohstoffes an die jeweiligen nationalen Kenngrößen, wie BIP und Recyclingrate, können spezifisch für jedes einzelne Land die kritischen Rohstoffe ermittelt werden.

Im Vergleich zu Abbildung 1 zeigt Abbildung 3 die kritischen Rohstoffe in Österreich, die zum Teil andere sind wie die in der EU, je nach wirtschaftlicher Bedeutung. So ist in Österreich z.B. auch Magnesit – trotz relativ großer Vorkommen dieses Rohstoffes im eigenen Land – als kritischer Rohstoff bewertet, da dieser Rohstoff für die Feuerfestindustrie große Bedeutung hat. Die kritischen Rohstoffe sind jene im rechten oberen Quadranten (oranges Feld), potentiell kritische Rohstoffe sind jene im rechten unteren Quadranten (gelbes Feld) und Rohstoffe bei denen derzeit kein Versorgungsrisiko erkennbar ist, sind jene im grünen Feld links unten (Vgl. BMVIT&FFG 2012).

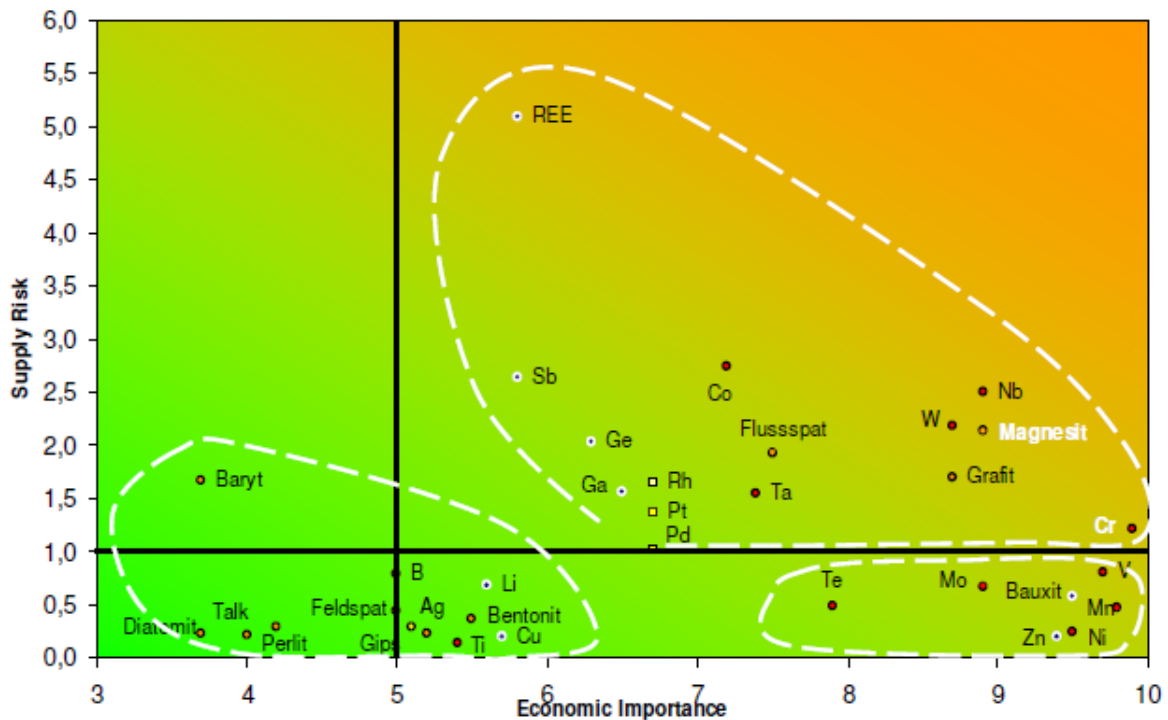


Abbildung 3: Kritische Rohstoffe in Österreich nach (Weber et al. 2012) und (BMVIT&FFG 2012).

1.3.1 Antimon (Sb)

1.3.1.1 Beschreibung

Antimon wird gelegentlich als Halbmetall bezeichnet, weil es nicht den typischen Metallglanz aufweist. Es ist chemisch ein Metall der Dichte $6,7 \text{ kg/dm}^3$ mit dem niedrigen Schmelzpunkt von $630 \text{ }^\circ\text{C}$. Seine elektrische und thermische Leitfähigkeit ist gering. Beim Erstarren dehnt es sich aus, weist also wie Wasser eine Dichteanomalie auf. (Vgl. Angerer u.a. 2009, S. 275)

1.3.1.2 Verwendung

Antimon wird als Legierungsbestandteil in der Metallerzeugung, als Bestandteil für Akkumulatoren und in Halbleitern verwendet. ATO (Antimonzinnoxid) und Mikrocondensatoren zählen im Zuge der aufstrebenden Hochtechnologieanwendungen ebenfalls zum Einsatzgebiet dieses Halbmetalls.

Reines Antimon ist so spröde, dass das Metall unlegiert nicht genutzt werden kann. Antimonzusätze erhöhen die Härte weicher Metalle. Antimonlegierungen dienen verschiedenen Zwecken: Hartblei (Pb 75–85 %, Sb 25–15 %) als Lettern-Metall im Buchdruck, Britanniametall (Sn 90 %, Sb 8 %, Cu 2 %) für Tafelgeschirr und viele weitere Anwendungen.

Antimonpentasulfid Sb_2S_5 wird zum Vulkanisieren von Kautschuk benutzt. Manche Antimonverbindungen dienen als Farbpigmente. Kalium-Antimontartrat ist ein starkes Brechmittel.

Hochreines Sb wird in der Halbleitertechnik benutzt (Infrarot-Detektoren, Dioden, etc.). (Vgl. Schröcke & Weiner 1981, S. 234 f)

1.3.1.3 Produktion, Import & Export

Antimon wird in der Gruppen der Nichteisenmetalle geführt. Da dieser Rohstoff in speziellen Applikationen seine Verwendung findet, fällt auch die Produktionsmenge im Vergleich gering aus (etwas 1 % der Jahresproduktion von Eisen). Die Weltproduktion inklusive der fünf weltführenden Produzenten von Antimon gibt für 2010 folgende Produktionsmengen in metrischen Tonnen:

	2010 [t]	2010 [in %]
China	129.831	86 %
Bolivien	4.980	3,32 %
Tadschikistan	3.341	2,23%
Rep. Südafrika	3.239	2,16 %
Russland (Asien)	3.000	2.00 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	149.854	

Tabelle 3: Antimon Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 189)

Österreich verfügt, wie auch die restlichen Staaten der EU, über keine bergmännische Gewinnung von Antimon. Bis auf den Anteil an Recyclingmaterial ist die gesamte EU somit importabhängig.

Die Produktion aus Sekundärrohstoffen bzw. Recycling beträgt zwischen 3 und 20 %. Ein Großteil davon stammt aus Autobatterien älterer Modelle, welche nahezu zur Gänze gesammelt wurden. Derzeit produzierte Autobatterien weisen eine abnehmende Tendenz an Antimonanteilen auf. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 10)

Für Antimon und Waren daraus (Rohform – Pulver, Abfälle – Schrott, ang. Waren³) ist Österreich importabhängig (Tabelle 61). Für Antimon in Rohform wurden 2010 knapp 37 [t] (Tabelle 4) importiert, wobei diese Zahl rückläufig ist.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	104.156	62.573	64.077	36.990
Export	609	0	0	0
Bilanz	-103.547	-62.573	-64.077	-36.990

Tabelle 4: Import/Export WKN 81101000 Antimon in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)

1.3.2 Beryllium (Be)

1.3.2.1 Beschreibung

Beryllium ist ein silberweißes, glänzendes, relativ weiches Metall. Man erhält es z.B. durch Elektrolyse von geschmolzenem BeCl_2 . Es wird von Luft und Wasser nicht angegriffen.

1.3.2.2 Verwendung

Be findet Anwendung in Legierungen mit Kupfer und Nickel, welche eine ausgezeichnete elektrische und thermische Leitfähigkeit besitzen. (Vgl. Emsley 1991, S. 31)

Die mengenmäßig wichtigste Verwendung von Beryllium ist die als Legierungselement in aushärtbaren Werkstoffen auf Cu-, Ni-, Co- und Fe-Basis. Ein großes Anwendungsgebiet ergibt sich wegen seiner hohen Steifigkeit im Leichtbau. BeAl-Legierungen kommen wegen des hohen Preises hauptsächlich für militärische Anwendungen in Frage. (Vgl. Sterk 1994, S. 28)

Auch wegen seiner Toxizität hält sich die Anwendung für Beryllium im zivilen Gebrauch in Grenzen.

1.3.2.3 Produktion, Import & Export

Aufgrund der hochrangigen militärischen Bedeutung sind für Beryllium nur wenige Informationen vorhanden. Hauptproduzent ist die USA.

³ Ang. Waren = anderweitig nicht genannten Waren (nicht näher definiert)

	2010 [t]	2010 [in %]
USA	170	88,5 %
China	20	10,0 %
Mozambique	2	1,0 %
Andere	1	0,5 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	193	100 %

Tabelle 5: Beryllium Top5 Weltjahresproduktion (ungefähre Daten) (USGS 2011, S. 29)

Recyceltes Beryllium wird hauptsächlich während der Produktion und somit aus Neuschrott gewonnen. Ein geringer Prozentsatz von ca. 10 % auch aus Altschrott. Die Gesamtrecyclingrate beträgt ca. 10 %. (Vgl. USGS 2011, S. 29)

Der EWR (Europäischen Wirtschaftsraum) ist nahezu 100 % importabhängig.

Österreich importiert Beryllium in Rohform (Tabelle 6) und berylliumhaltige Rohstoffe (Tabelle 61) in marginalen Mengen.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	273	737	1	0
Export	0	0	0	0
Bilanz	-273	-737	-1	0

Tabelle 6: Import/Export WKN 81121200 Beryllium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)

Ca. 19 % der Berylliumproduktion ist Recyclingmaterial. Es werden ca. 50 % des Berylliumschrotts recycelt und ein Ausbringen von 90 % erzielt. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 30)

1.3.3 Kobalt (Co)

1.3.3.1 Beschreibung

Kobalt ist ein Übergangsmetall und befindet sich im Periodensystem zwischen Eisen und Nickel. Es besitzt eine hohe Härte und behält diese bei steigender Temperatur. Die elektrische und thermische Leitfähigkeit sind vergleichsweise niedrig. Es hat die Eigenschaft mit etlichen anderen Metallen Legierungen zu formen. Kobalt ist

ferromagnetisch und besitzt eine Curie-Temperatur von ca. 1121 °C. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 47)

1.3.3.1.1 Verwendung

Bei Temperaturen von 1.000 bis gegen 1.100 °C werden vornehmlich Legierungen auf Kobalt-Basis eingesetzt. (Vgl. Sterk 1994, S. 28)

Weitere Einsatzgebiete befinden sich in der Metallurgie als Stahlveredler für verschleißfeste Werkzeugstähle und im Chemiebereich für Farben, Pigmente, Glasuren und Katalysatoren. (Vgl. Okrusch & Matthes 2005, S. 40)

1.3.3.2 Produktion, Import & Export

	2010 [t]	2010 [in %]
Dem. Rep. Kongo	70.000	65,27 %
Sambia	8.782	8,19 %
China	6.500	6,06 %
Australien	4.819	4,49 %
Kanada	4.568	4,26 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	107.251	

Tabelle 7: Kobalt Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 142)

Innerhalb des EWR gibt es abgesehen von Finnland mit 30 t (2010) keinen Kobaltabbau.

Die EOL RR (End of Life Recycling Rate) beträgt ca. 68 % und der davon wiederverwertete Inhalt (RC – Recycled Content) ca. 32 %. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 52)

Innerhalb Österreichs wurden 2010 ca. 540 t Kobalt in Form von hauptsächlich „Cobaltmatte ua. Zwischenerz, Rohform, Pulver“ dem Verbrauch zugeführt. Des Weiteren finden sich Warenumschnitte von Schrott, Waren, Chloride, Sulfide und Oxide des Kupfers in der Handelsstatistik (Tabelle 61).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	581.025	640.869	229.004	545.557
Export	5.985	7.130	2.892	4.456
Bilanz	-575.040	-633.739	-226.112	-541.101

Tabelle 8: Import/Export WKN 81052000 Cobalt-matte ua. Zwischenerz.; Rohform, Pulver aus Cobalt (Statistik Austria 2010)

1.3.4 Flussspat (CaF₂)

1.3.4.1 Beschreibung

Der Flussspat oder auch Fluorit genannt, ist das bedeutendste fluorhaltige Mineral und wird zur Rohstoffgruppe der Industriemineralien gezählt. Auskristallisierte Fluorite erkennt man an der kubischen Form, meist hohen Opazität, Glasglanz, großen Spektrum an Farbvarietäten und der Referenzhärte 4 nach Mohs.

1.3.4.2 Verwendung

Über 50 % des Fluoritverbrauchs gehen in die Herstellung von Flusssäure HF. Weitere 18 % für Aluminiumfluoride (Fließmittel bei der Aluminiumschmelze) und 25 % als Fließmittel in der Stahlindustrie. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 69)

1.3.4.3 Produktion, Import & Export

Von der globalen Produktion entfallen auf Spanien rund 1,5 %, Deutschland 1 % und Großbritannien 0,5 %.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	3.300.000	55,84 %
Mexico	1.067.399	18,06 %
Mongolei	400.000	6,77 %
Russland (Asien)	225.000	3,81 %
Rep. Südafrika	20.000	3,38 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	5.909.912	

Tabelle 9: Flussspat Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 205f)

Die Recyclingrate in der EU liegt unter 1 % und die Möglichkeiten diese zu erhöhen sind stark begrenzt.

Jährlich gibt es mehrere Mio. Tonnen an Importen von „Flussspat, mit einem Gehalt an Calciumfluorid von ≤ 97 GHT⁴“ (Tabelle 10) und „Flussspat, mit einem Gehalt an Calciumfluorid von > 97 GHT“ (Tabelle 11) nach Österreich.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	2.102.947	2.692.730	1.193.728	2.656.613
Export	0	19	88	26
Bilanz	-2.102.947	-2.692.711	-1.193.640	-2.656.587

Tabelle 10: Import/Export 25292100 Flussspat, Calciumfluorid $\leq 97\%$ (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	414.149	712.333	762.396	833.057
Export	4.100	0	0	0
Bilanz	-410.049	-712.333	-762.396	-833.057

Tabelle 11: Import/Export 25292200 Flussspat, Calciumfluorid $> 97\%$ (Statistik Austria 2010)

1.3.5 Gallium (Ga)

1.3.5.1 Beschreibung

Festes Gallium ist ein weißes, leicht blaugrau glänzendes Metall. Bei großer Reinheit hat es eine silbrig weiße Farbe. Es ist bei Raumtemperatur ein Feststoff, wird aber wie auch Quecksilber, Cäsium und Rubidium bei langsamem Erhitzen flüssig. In fester Form ist es ein sehr weiches, mit einem Messer schneidbares Metall (Mohshärte 1,5). Besonders auffallend sind der mit 29,8 °C sehr niedrige Schmelzpunkt und der mit 2.403 °C sehr hohe Siedepunkt. Damit hat Gallium den größten Flüssigkeitsbereich aller Metalle. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 341)

⁴ GHT = Gewichtshundertteile

1.3.5.2 Verwendung

Gallium wird meist im Verbund mit Arsen verwendet (GaAs). Die Anwendungen liegen dabei in integrierten Schaltkreisen, Laserdioden, Photodetektoren und Solarzellen. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 75)

1.3.5.3 Produktion, Import & Export

Gallium fällt als Nebenprodukt bei der Elektrolyse zur Aluminiumgewinnung und Reststoffen bei der Zinkherstellung an. Die weltweite Gallium Produktion fällt im Vergleich zu anderen Rohstoffen sehr gering aus und liefert auch keine exakten Daten. (Angerer et al 2009, S. 342)

	2010 [t]	2010[in %]
China	37	52,86 %
Ukraine	13	18,57 %
Kasachstan	11	15,71 %
Japan	5	7,14 %
Ungarn	4	5,71 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	70	

Tabelle 12: Gallium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 192)

Für Gallium gibt es kein Altschrottreycling. Es ist gegenwärtig nahezu kein Altschrott verfügbar. Geringe Recyclingraten gibt es während der Herstellung und Verarbeitung. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 77)

Nach Österreich wurde eine nicht näher bestimmbare Zahl an „Abfälle und Schrott aus Gallium“ und „Waren aus Gallium, ang.“ importiert und exportiert (Tabelle 61).⁵ Der Import an „Gallium in Rohform, Pulver“ ist mit 40 Kilogramm im Jahr 2010 im Vergleich zu anderen Rohstoffen gering. Es zeigt sich eine steigende Tendenz (Tabelle 13).

⁵ Gallium wird bei diesen Positionen in der Statistik Austria zusammen mit anderen Positionen geführt und kann daher nicht abgegrenzt werden.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	3	25	27	40
Export	0	5	14	22
Bilanz	-3	-20	-13	-18

Tabelle 13: Import/Export WKN 81129289 Gallium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)

1.3.6 Germanium (Ge)

1.3.6.1 Beschreibung

Germanium ist ein silberweißes, sprödes, halbmimetallisches Element. Es ist in Luft und Wasser beständig und ist nur von Salpetersäure angreifbar. Bei der Verfestigung von Germanium tritt eine Volumszunahme ein, wobei beim Verflüssigen eine Dichtezunahme stattfindet. (Vgl. Emsley 1991, S. 78)

1.3.6.2 Verwendung

Historisch gesehen spielte Germanium eine wichtige Rolle in der Herstellung von Transistoren. Heutzutage wird es durch billigeres Silizium ersetzt. Nichts destotrotz findet es in einer Reihe von Hochtechnologieanwendungen Gebrauch (Halbleiter, Lichtwellenleiter, Infrarottechnik, Solartechnik, etc.) (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 79)

1.3.6.3 Produktion, Import & Export

Technisch wird Germanium heutzutage fast ausschließlich als Nebenprodukt bei der Gewinnung anderer Metalle (Zn, Cu, Pb) oder aus Flugasche bzw. Flugstäuben hergestellt.

Weltweit werden ca. 30 % des genutzten Germaniums aus Recyclingmaterial hergestellt. Während der Herstellung von optischen Anwendungen werden ca. 60 % des eingesetzten Germaniums als Neuschrott recycelt. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 335)

	2010 [t]	2010[in %]
China	32	54,24 %
Ukraine	20	33,90 %
USA	5	8,47 %
Russland (Asien)	2	3,39 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	59	

Tabelle 14: Germanium Top4 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 193)

Der Import von „Germanium in Rohform; Pulver“ fällt sehr gering aus (Tabelle 15). Für weitere Waren wird es im Zusammenhang mit Hafnium und Zirkonium geführt (Tabelle 61).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	9	4	0	9
Export	0	0	0	0
Bilanz	-9	-4	0	-9

Tabelle 15: Import/Export WKN 81129295 Germanium in Rohform; Pulver aus Germanium (Statistik Austria 2010)

1.3.7 Grafit (C)

1.3.7.1 Beschreibung

Grafit, neben Diamant die zweite kristallisierte Form des Kohlenstoffes, gehört dem orthohexagonalen Kristallsystem an. Sein Raumgitter zeigt Schichtstruktur.

Auf die Eigenart des Grafitgitters beruhen viele seiner guten Eigenschaften: Hervorragende Leitfähigkeit für Elektrizität und Wärme, Reaktionsträgheit und Beständigkeit gegenüber fast allen Säuren und Laugen, extrem hoher Schmelzpunkt (3800 °C), ungiftig, schmierfähig, hohe Färbekraft, lipophil und hydrophob. (Vgl. Klar 1964, S. 16f)

Viele seiner Eigenschaften werden jedoch durch Verunreinigungen, welche bei der Verbrennung als Asche zurückbleiben, beeinflusst.

1.3.7.2 Verwendung

Die hauptsächliche Verwendung von Grafit liegt in der Gießerei und Stahlerzeugung für Feuerfesterzeugnisse, Bremsbeläge, Schmiermittel, etc. (Vgl. USGS 2011, S. 68)

1.3.7.3 Produktion, Import & Export

Obwohl innerhalb der EU 5 Millionen Tonnen an Reserven sichergestellt sind, hält sich die Produktion in Grenzen. Dadurch entsteht eine Importabhängigkeit von 95 %. 2010 sicherte sich Österreich (Kaisersberg) mit einer Jahresproduktion von 420 t, 0,04 % der Weltproduktion.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	800.000	73,38 %
Indien	98.800	9,06 %
Brasilien	88.000	8,07 %
Nordkorea	30.000	2,75 %
Kanada	20.000	1,38 %
Österreich	420	0,04 %
Gesamtproduktion	1.090.184	

Tabelle 16: Grafit Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 206)

Aufgrund des Überflusses von Grafit am Weltmarkt wird laut aktuellen Kennzahlen kein Recycling betrieben. Ein Recycling von Grafit aus der Stahlerzeugung wäre technisch machbar. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 85)

Österreich importiert unterschiedliche Arten von Grafit und Grafiterzeugnissen (Tabelle 61). Die verhältnismäßig größte Position stellt „Grafit, natürlich, in Pulverform oder in Flocken“ dar (Tabelle 17).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	17.689.720	30.771.210	4.589.725	18.478.814
Export	7.458.556	8.852.157	6.258.816	9.482.626
Bilanz	-10.231.164	-21.919.053	1.669.091	-8.996.188

Tabelle 17: Import/Export WKN 25041000 Grafit, natürlich, in Pulverform oder in Flocken (Statistik Austria 2010)

1.3.8 Indium (In)

1.3.8.1 Beschreibung

Physikalisch ist Indium ein kristallines, silbrig weißes und sehr weiches Metall (1,5 Mohs). Es besitzt eine hohe Duktilität und leichte Kaltformbarkeit. Als Legierungsbestandteil steigert Indium bereits in geringer Konzentration die Härte und die Korrosionsbeständigkeit. Indium besitzt mit 429,75 K einen niedrigen Schmelzpunkt. Sein Siedepunkt ist dagegen mit 2.353,15 K relativ hoch. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 323)

1.3.8.2 Verwendung

Der Großteil (84 %) des weltweit produzierten Indiums wird in Indium-Zinn-Oxid (ITO) gebunden. Diese Verbindung ist leitfähig wie Metall, transparent und darüber hinaus hitzeabweisend. Der Rest fließt in die Photovoltaikindustrie, Halbleiterapplikationen und oder als Legierungsbestandteil ein. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 326ff)

1.3.8.3 Produktion, Import & Export

Die Produktion von Indium ist durch den mineralischen Zusammenhang mit der von Blei-Zink gekoppelt. Daraus folgt, dass es dafür keinen dedizierten Abbau gibt. Angaben über die Blei-Zink Produktion (von welcher es in Österreich keine mehr gibt) zeigen zwar, dass in der EU die Hälfte der Weltproduktion abgebaut wird, trotzdem bleibt Indium ein kritischer Rohstoff.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	300	52,26 %
Nordkorea	80	13,94 %
Japan	70	12,20 %
Kanada	35	6,10 %
Belgien	30	5,26 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	574	

Tabelle 18: Indium Top5 Weltjahresproduktion aus USGS (USGS 2011, S. 75)

Etwa 1 % wird durch sehr effektives Recycling aus Altschrott von ITOs zurückgewonnen. Des Weiteren existieren zahlreiche Halden aus Hüttenabgängen,

welche für eine Wiederaufbereitung interessant sind. Auch gegenwärtig wandern indiumhaltige Schlacken aus der Blei-Zink Hütte auf Halde. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 95)

Von 2007 bis 2010 wurden nach Österreich nicht mehr als 93 [kg] an Indium in Rohform, Pulver eingeführt. Der Export stieg in den letzten Jahren an (Tabelle 19). Trotzdem beschränkt sich der Umschlag dieser Position und weiterer nur auf einige 10er-kg (Tabelle 61).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	22	93	73	61
Export	0	19	23	24
Bilanz	-22	-74	-50	-37

Tabelle 19: Import/Export WKN 81129281 Indium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)

1.3.9 Lithium (Li)

1.3.9.1 Beschreibung

Lithium ist ein weiches, weißes, silberfarbiges Metall. Es hat seinen Schmelzpunkt bei 180,5 °C und ist mit einer Dichte von 0,534 [g/cm³] auch das leichteste Metall. Der menschliche Körper enthält auch eine geringe Menge an Lithium. Reines Lithium ist an der gewöhnlichen Atmosphäre aufgrund der Luftfeuchtigkeit nicht stabil und bildet sofort eine oberflächliche Hydroxidschicht aus. (Vgl. Schröcke & Weiner 1981, S. 774)

1.3.9.2 Verwendung

Das Metall und seine Salze dienen verschiedenen technischen Zwecken: Als Legierungsbestandteil, als Festkörperelektrolyt in Batterien, als Desoxidationsmittel in der Hüttenindustrie, in der Feuerwerkerei zur Flammenfärbung, LiCl als Trockenmittel und Frostschutz, als Beimengung in Schmiermitteln, LiD als Bestandteil der Wasserstoffbombe, etc. (Vgl. Schröcke & Weiner 1981, S. 774)

1.3.9.3 Produktion, Import & Export

Ein großer Anteil von Lithium wird aus Salzseen gewonnen. Hier nutzt man die Anreicherung von Salzen aufgrund des natürlichen Eindampfungsprozesses aus.

Der weltweit führende Produzent ist Chile, welcher sein Lithium im „Salar de Atacama“ Salzsee (mit Gehalten von bis zu 0,16 %) gewinnt.

	2010 [t]	2010 [in %]
Chile	21.368	47,58 %
Australien	9.874	21,98 %
Argentinien	7.000	15,59 %
USA	3.000	6,68 %
China	2.700	6,01 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	44.914	

Tabelle 20: Lithium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 206)

In der EU wird Lithium auch aus Altbatterien wiedergewonnen und das ist auch mit einem Ziel hinterlegt: 45 % der Batterien in tragbaren Geräten sollen bis 2016 recycelt werden. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 112)

Lithium wird als Oxid, Hydroxid (Tabelle 21), Karbonat (Tabelle 22) und als Bestandteil von Batterien nach Österreich importiert (Tabelle 61). Elementares Lithium ist an der Atmosphäre nicht stabil und wird somit in den vorhin genannten Verbindungen gehandelt.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	21.757	25.377	26.939	22.466
Export	0	570	1079	0
Bilanz	-21.757	-24.807	-25.860	-22.466

Tabelle 21: Import/Export WKN 28252000 Lithiumoxid und Lithiumhydroxid (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	248.029	333.038	326.870	402.472
Export	44.629	27.519	10.055	169.884
Bilanz	-203.400	-305.519	-316.815	-232.588

Tabelle 22: Import/Export WKN 28369100 Lithiumcarbonate (Statistik Austria 2010)

1.3.10 Magnesium (Mg)

1.3.10.1 Beschreibung

Magnesium ist ein silberweißes, glänzendes, relativ weiches Metall, welches an der Luft verbrennt und mit heißem Wasser reagiert. Es wird entweder durch die Elektrolyse von $MgCl_2$ oder durch ein carbothermisches Verfahren ($MgO + C \rightarrow Mg + CO$) bei über $2.000\text{ }^\circ\text{C}$ hergestellt.

1.3.10.2 Verwendung

Für Magnesium gibt es zwei große Anwendungsgebiete. 50 % davon sind Gusslegierungen wegen der geringen Dichte und hohen Korrosionsresistenz. Die andere Hälfte wird für AlMg Legierungen wie z. B. für Getränkedosen („Coating“) verwendet. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 118f)

1.3.10.3 Produktion, Import & Export

Reines Magnesium liegt in der Natur nicht vor. Die Tatsache, dass aber Magnesium aus Salzsole, Meerwasser, Magnesit und Dolomit gewonnen werden kann, macht die Reserven nahezu unendlich.

Österreich hat einen bedeutenden Anteil an der Weltproduktion von Magnesit und könnte somit auch Magnesium produzieren.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	14.000.000	68,94 %
Slowakei	1.221.500	6,01 %
Russland (Europa)	1.080.000	5,32 %
Türkei	900.000	4,43 %
Österreich	757.063	3,73 %
Gesamtproduktion	20.308.579	

Tabelle 23: Magnesit Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 209)

Laut EU beträgt die Recyclingrate für Magnesium rund 1/3 und soll in den kommenden Jahren Zuwachs finden.

Österreich exportiert mehr als doppelt so viel Magnesium wie es importiert (Tabelle 24 & Tabelle 25). Ein Hauptaugenmerk ist dabei auch auf den heimischen Magnesitabbau zu richten, welcher mit Magnesiumcarbonat die Rohstoffe für weitere Produkte wie Magnesia und Magnesium bereitstellen (Tabelle 61).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	7.083.809	6.666.461	4.350.616	5.086.783
Export	16.288.690	17.979.518	13.351.138	18.555.164
Bilanz	9.204.881	11313.057	9.000.522	13.468.381

Tabelle 24: Import/Export WKN 81041900 Magnesium in Rohform, Magnesium <99,8% (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	8.383.405	6.551.294	3.900.010	3.657.912
Export	12.950.163	12.555.143	8.995.504	14.897.240
Bilanz	4.566.758	6.003.849	5.095.494	11.239.328

Tabelle 25: Import/Export WKN 81041100 Magnesium in Rohform, Magnesium =>99,8% (Statistik Austria 2010)

1.3.11 Niob (Nb)

1.3.11.1 Beschreibung

Niob und Tantal treten ausschließlich in Kombination auf und haben ähnliche chemische Eigenschaften.

Niob ist ein silberfarbendes und in reinem Zustand weiches Metall. Es korrodiert an Luft nicht, da es einen Oxidschutzfilm bildet. Somit ist es auch gegen Säuren fast gänzlich resistent. Unter einer hohen Temperatur von 9,5 °K wird es supraleitend.

1.3.11.2 Verwendung

Niob wird aufgrund seiner wichtigen Eigenschaft, der Stahlhärtung, vorwiegend in diesem Bereich eingesetzt. Weitere Einsatzgebiete sind als Bestandteil in Kondensatoren, supraleitfähige Magnete und als Beschichtung in optischen Bauteilen (Bildschirme, etc.). (Vgl. Angerer et al 2009, S. 323)

1.3.11.3 Produktion, Import & Export

Der Hauptproduzent für Tantal und Columbium⁶ ist Brasilien, wo sich auch die größten Reserven befinden.

	2010 [t]	2010 [in %]
Brasilien	63.505	92,29 %
Kanada	4.419	6,42 %
Ruanda	240	0,35 %
Kongo	230	0,33 %
Mosambik	141	0,20 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	68.811	

Tabelle 26: Tantal – Columbium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 186)

Die Recyclingrate von Niob liegt in Deutschland etwa bei 20 %. (Vgl. Roeser 2010, S. 8)

Niob wird in Bezug auf die Importstatistik nicht separat geführt, sondern in Kombination mit Rhenium. Für Niob „Columbium“ und Rhenium in Rohform, Pulver gibt es im Zeitraum von 2007 bis 2010 keine Im- und Exporte. Als Schrott und Waren liegen Importe vor (Tabelle 61).

1.3.12 Platingruppenmetalle (Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ir)

1.3.12.1 Beschreibung

Bei den Platingruppenmetallen handelt es sich um die sechs Elemente Platin (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Osmium (Os) und Iridium (Ir). Nicht zu verwechseln sind die Platinmetalle mit der Nickelgruppe, der 10. Gruppe des Periodensystems, mit den Elementen Nickel, Palladium und Platin.

Alle Platinmetalle sind sehr selten und teuer, chemisch reaktionsträge und, mit Ausnahme von Iridium, werden alle als Katalysator oder Katalysatorzusatz genutzt. Osmium und Iridium weisen mit 22,6 [g/cm³] die höchste Dichte unter stabilen (nicht radioaktiven) Elementen auf.

⁶ Columbium (Cb) ist eine alternative Bezeichnung für Niob.

	Pt	Pd	Rh	Ru	Os	Ir
Dichte [g/cm ³]	21,5	12,0	12,5	12,4	22,6	22,6
Mohshärte [1]	4,3	4,75	6	6,5	7	6,5
Schmelzpunkt [°C]	1.772	1.555	1.964	2.334	3.130	2.466
Elektrische Leitfähigkeit [10 ⁶ S/m]	9,7	9,5	21,1	13,7	10,9	19,7

Abbildung 4: Physikalische Eigenschaften der Platingruppenmetalle (Angerer et al 2009, S. 288)

Platinverbindungen, Palladium und seine Verbindungen sowie Osmiumtetroxid sind möglicherweise gesundheitsschädlich und werden näher untersucht. Rhodium gilt als krebserregend. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 288f)

1.3.12.2 Verwendung

Über 50 % der PGM finden in Katalysatoren ihre Anwendung, 20 % als Schmuck und der Rest in elektronischen Bauteilen. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 154)

Aufgrund der ähnlichen Eigenschaften lassen sie sich auch untereinander substituieren.

1.3.12.3 Produktion, Import & Export

Für Platin, Palladium und Rhodium liegen Weltbergbaudaten vor. Für die restlichen PGM kann auf diese rückgeschlossen werden.

Laut Weber (2011) wurden 2010 weltweit 190 t Platin, 23 t Rhodium und 191 t Palladium produziert (Abbildung 5).

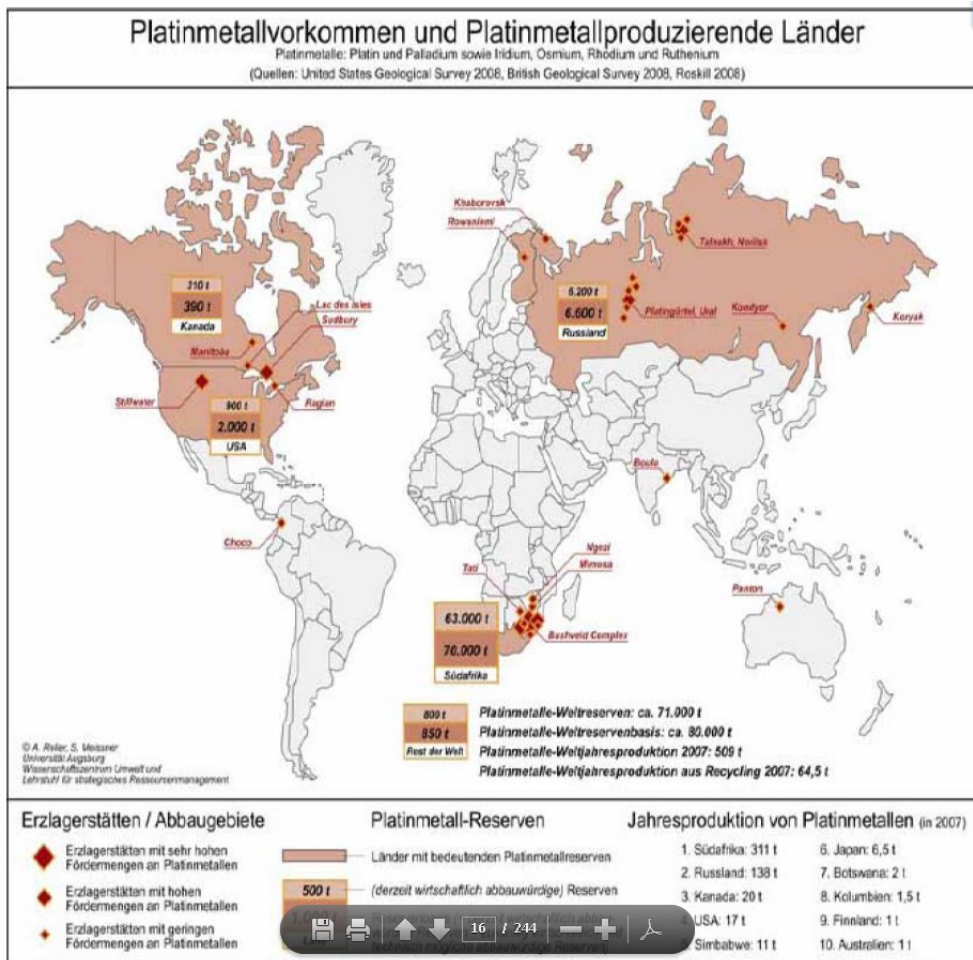


Abbildung 5: PGM produzierende Länder (Rainer, Henning & Sokolova 2010)

Für das Recycling von PGM gibt es kein einheitliches Verfahren. So werden z. B. zwischen 50 und 60 % der PGM in Katalysatoren recycelt. Bei den meisten Endverbraucherprodukten liegt die Rate jedoch nur bei 10 %. Bei Schmuck, Münzen, etc. fällt das Recycling aus und senkt somit auch die Recyclingrate von PGM. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 156f)

Österreich weist in Bezug auf Platingruppenmetalle einen Nettoimport auf⁷. Teile davon werden auch exportiert (Tabelle 27 bis Tabelle 30). Auch Fertig- und Halbfertigerzeugnis, Schrott und Abfälle werden importiert und exportiert (Tabelle 61).

⁷ Nettoimport: Der Import überwiegt gegenüber dem Export.

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	126	183	235	165
Export	292	901	696	258
Bilanz	166	718	461	93

Tabelle 27: Import/Export WKN 71101100 Platin, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	86	172	288	227
Export	142	28	28	208
Bilanz	56	-144	-260	-19

Tabelle 28: Import/Export WKN 71102100 Palladium, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	112	77	98	126
Export	11	38	7	21
Bilanz	-101	-39	-91	-105

Tabelle 29: Import/Export WKN 71103100 Rhodium, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	193	94	37	123
Export	92	113	57	115
Bilanz	-101	19	20	-8

Tabelle 30: Import/Export WKN 71104100 Iridium, Osmium und Ruthenium, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)

1.3.13 Seltene Erden (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)

1.3.13.1 Beschreibung

Zu den Seltenen Erden gehört die 3. Gruppe des Periodensystems (ohne Actinium), mit Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthan (La) und die restlichen Lanthanoide mit Cer (Ce), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb) und Lutetium (Lu).

Die Seltenen Erden werden aufgrund ihrer ähnlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften und ihres Vorkommens als Gesamtheit betrachtet. Sie sind entgegen ihres Namens häufiger als Gold, Silber und Platin.

Scandium ist ein silbriges, weißes und weiches Metall mit einem Schmelzpunkt von 1.541 °C.

Yttrium hat ähnliche chemische Eigenschaften wie die anderen Seltenen Erden. Das Atomgewicht und die Dichte liegen aber deutlich unter den Werten für die Lanthanoide. Der Schmelzpunkt liegt bei 1.522 °C.

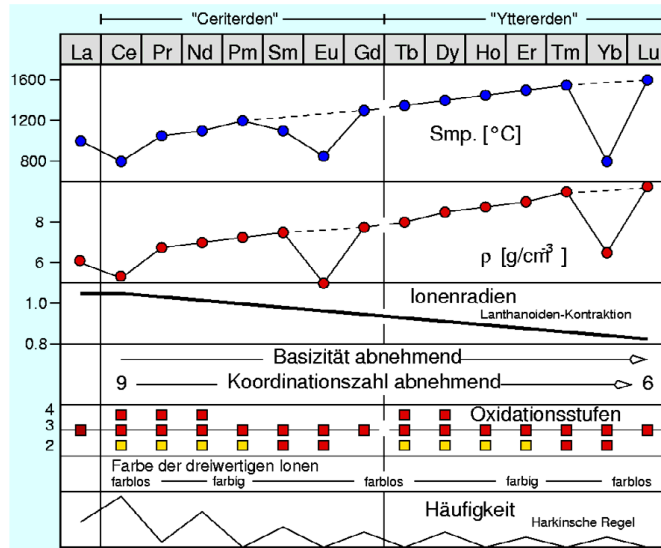


Abbildung 6: Eigenschaften der Lanthanoide (Ruby 2008 in Angerer et al 2009, S. 304)

1.3.13.2 Verwendung

Eingesetzt werden sie zum Beispiel als Leuchtstoffe. Das Metall Europium wird in Röhrenbildschirmen benötigt für die Rotkomponente im RGB-Farbraum. Seltene Erden bewirken, dass magnetisiertes Eisen die magnetische Wirkung nicht verliert. Diese

Neodym-Magnete werden als Dauermagnete in Elektromotoren verwendet und in Generatoren von Windkraftanlagen sowie im elektrischen Motoranteil von Kfz-Hybrid-Motoren eingebaut. Das Element Lanthan wird für Legierungen in Batterien benötigt. 13 % der Seltenen Erdmetalle kommen in Polituren zum Einsatz. Etwa 12 % werden für Spezialgläser benutzt und 8 % für die Leuchtmittel der Plasma- und LCD-Bildschirme, für Energiesparlampen und Radargeräte. Der Vielseitigkeit der Seltenen Erden sind keine Grenzen gesetzt. Neue grüne Zukunftstechnologien wie Brennstoffzellen und Superlegierungen setzen auf die Seltenen Erden. Auch moderne Panzer- und Radaranlagen wären undenkbar ohne den Einsatz von Seltenen Erden. (Vgl. Tradium GmbH 2011, S. 1)

Seltene Erden dienen auch als Zusätze in der Keramik- und Glasherstellung. So sind z.B. Glasproduzenten wie Schott oder Zeiss ohne Seltene Erden nicht arbeitsfähig. Seltene Erden dienen als Futtermittelbeigabe in der Viehwirtschaft. Sie tragen zur Leistungssteigerung und schnelleren Gewichtszunahme durch bessere Futtermittelverwertung bei.

Die Verwendung von Seltenen Erden an den Beispielen von Scandium, Yttrium, Neodym.

Es erhöht in Sc-Al-Legierungen die Festigkeit und verringert die Korngröße, was beim Walzen und Schweißen von Bedeutung ist. Bei gegebenem Atom-Anteil ist Scandium das Element, das die Festigkeit von Aluminiumlegierungen am stärksten erhöht. Darüber hinaus wird Scandium zur Dotierung u. a. als Lastermaterial und zur Erhöhung der Effizienz von festen Brennstoffzellenelektrolyten eingesetzt.

Die Zugabe von Yttrium zu Stahl sorgt für eine feinkörnige Struktur und verbessert einige mechanische, elektrische und magnetische Eigenschaften. Yttrium-Aluminium-Granate sind synthetische Kristalle, die für Festkörperlaser verwendet werden. Yttrium ist Bestandteil in YBCO – Yttrium-Barium-Kupfer-Oxiden, die als Hochtemperatursupraleiter der 2. Generation bezeichnet werden.

Die Farbe des dreiwertigen Ions von Neodym wird als Pigment in Gläsern technisch genutzt. Für die Legierung von Eisen und Stahl ist der Schmelzpunkt in Höhe von 1.021 °C wichtig. Neodym bildet ein 4-Niveau Laser System, das aufgrund eines ähnlichen Ionenradius wie Yttrium über Dotierung in Yttrium-Aluminium-Granaten technisch genutzt wird. Das hohe relative Maximum des magnetischen Momentes wird in leistungsfähigen Permanentmagneten als Neodym-Eisen-Box-Werkstoff genutzt. (Vgl. Angerer et al 2009, S. 304f)

1.3.13.3 Produktion, Import & Export

Innerhalb der EU werden keine Seltenen Erden gewonnen. 14 % der Weltförderung werden in die EU importiert. Hauptsächlich aus China.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	130.000	97,89 %
Russland (Europa)	2.500	1,88 %
Brasilien	249	0,19 %
Malaysien	30	0,02 %
Indien	20	0,02 %
Österreich	0	0 %
Gesamtproduktion	132 799	

Tabelle 31: Seltene Erden Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 194)

Nur ca. 1 % wird zurzeit aus Altschrott recycelt. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 163)

Die Seltenerdmetalle werden in Reinform oder gemischt und legiert importiert (Tabelle 32 & Tabelle 33). Ein Teil davon wird in Verbindungen wieder exportiert (Tabelle 61).

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	73.760	84.515	69.284	140.499
Export	15.943	41.766	59.419	29.188
Bilanz	-57.817	-42.749	-9.865	-111.311

Tabelle 32: Import/Export WKN 28053090 Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium (Statistik Austria 2010)

	2007 [kg]	2008 [kg]	2009 [kg]	2010 [kg]
Import	438.681	476.804	199.323	409.585
Export	342.839	330.689	184.220	229.202
Bilanz	-95.842	-146.115	-15.103	-180.383

Tabelle 33: Import/Export WKN 28053090 Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium (Statistik Austria 2010)

1.3.14 Tantal (Ta)

1.3.14.1 Beschreibung

Tantal hat ähnliche Eigenschaften wie Niob, was sich auch durch ihre angrenzende Lage im Periodensystem zeigt.

1.3.14.2 Verwendung

Tantal hat mit 2.997 °C einen sehr hohen Schmelzpunkt (höher als Niob). Wegen seiner hervorragenden Korrosionseigenschaften wird es hauptsächlich als Reinmetall verwendet (z. B.: Medizinische Implantate). Daneben sind vor allem TaW-Legierungen zu erwähnen, die fast die Warmfestigkeit von Wolfram erreichen, aber leichter verformbar sind. (Vgl. Sterk 1994, S. 29)

Weitere Anwendungen sind optische Bauteile, wie Kameralinsen und elektronische Bauteile, wie Kondensatoren und IR-Sensoren⁸.

1.3.14.3 Produktion, Import & Export

Die Produktion von Tantal ist mit der von Niob (Columbium) gekoppelt (Kapitel 1.3.11.3).

Die Recyclingraten betragen laut unterschiedlichen Quellen zwischen 1 und 9 %. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 191)

Für Tantal gibt es keine Statistik über den Import und Export Österreichs.

1.3.15 Wolfram (W)

1.3.15.1 Beschreibung

Wolfram ist ein glänzendes, silberweißes und sprödes Metall mit extrem hoher Härte. Es hat mit 3422 °C den höchsten Schmelzpunkt aller Metalle.

1.3.15.2 Verwendung

Wolfram ist als Glühdraht in Glühlampen bekannt.

Es ist mit 3.400 °C das höchstschmelzende Metall. Mit Kohlenstoff, Silizium und Bor bildet Wolfram sehr beständige und sehr harte Verbindungen. Hauptanwendungen sind

⁸ IR = Infrarot

die Hartmetallindustrie (W-Karbide), der Einsatz als Legierungskomponente für die Herstellung Warmarbeits- und Schnellarbeitsstählen, der Einsatz in der Elektrotechnik wegen seiner hohen thermischen Belastbarkeit usw. (Vgl. Sterk 1994, S. 29)

1.3.15.3 Produktion, Import & Export

Die EU importiert etwa 26 % der Weltproduktion und verfügt über zwei Standorte, einen in Portugal und einen in Österreich (Mittersill). Österreich steht somit mit 1,24 % der Weltproduktion im Jahr 2010 auf Rang 5.

	2010 [t]	2010 [in %]
China	67.000	85,29 %
Russland (Asien)	2.380	3,03 %
Bolivien	1.518	1,93 %
Vietnam	1.150	1,46 %
Österreich	977	1,24 %
Gesamtproduktion	78.551	

Tabelle 34: Wolfram Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 187f)

35–40 % des verwendeten Wolframs werden weltweit recycelt. (Vgl. EU Kommission 2010b, S. 207)

Laut Statistik Austria fällt für Wolfram in seinen Verbindungen und Erzeugnisse daraus ein Nettoimport an (Tabelle 61). Laut derselben Quelle gibt es keinen Import und Export für Pulver aus Wolfram. Wolframkarbonat (Scheelit) scheint nicht in der Statistik auf.

2. Ressourcenverfügbarkeit der kritischen Rohstoffe in Österreich

„Österreich ist reich an armen Lagerstätten.“

Dieser häufig zitierte Satz ist geologisch begründbar, denn in jüngeren Gebirgen, wie z.B. den Alpen, sind vorwiegend nur kleinräumige und zerstückelte Mineralrohstoffvorkommen entwickelt, die im internationalen Vergleich nicht konkurrenzfähig sind. Durch die tektonischen Vorgänge der alpidischen Orogenese (Gebirgsbildung) entstanden ungünstige Rahmenbedingungen für die Bildung von Großlagerstätten.

Die somit bekannten Vorkommen und Lagerstätten in den Ostalpen haben, verglichen mit nicht alpidischen geologischen Strukturen, meist nur einen geringen Inhalt. Was für den bis ins 20. Jhd. geführten Kleinbergbau durchaus geeignet war, ist heutzutage im internationalen Vergleich nur bedingt abbauwürdig. Dabei spielt auch das teure makrosoziale Umfeld mit hohen Umweltkosten, Gehältern, dem Behördenaufwand, etc. dem Bergbau in Österreich entgegen.

Nichtsdestotrotz sind Produktionsstätten für Spezialanwendungen vorhanden. Jene Standorte, die nicht – wie z.B. bis in die 1990er Jahre durch niedrige Rohstoffpreise geschlossen worden sind – profitieren nun von den stetig steigenden Rohstoffpreisen, sodass für einzelne Rohstoffe der Bergbau in Österreich durchaus Bedeutung hat.

2.1 Natürliche primäre Ressourcen – Lagerstätten und Vorkommen

2.1.1 Antimon

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Schlaining (Bgl) (Erste Erwähnung: 1770 – Abbau eingestellt: 1990),
- Rabant/Gurskerkammer (Ktn) (Erste Erwähnung: 1669 – Abbau eingestellt: 1953)

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Rabant/Gurskerkammer (Ktn)
- Brückl, Radlbergeralm, etc. in der Kreuzeck-, Goldeckgruppe (Ktn)
- Obertilliach (Tir)

2.1.2 Beryllium

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Habachtal (Sbg)
- Klementkogel (Ktn)
- Stupalpe, Altes Almhaus (Stmk)
- Mittersill (als Nebenprodukt) (Sbg)

2.1.3 Kobalt

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Schladminger Tauern (Zinkwand und Vötternspitz) (Nebenprodukt der Nickelvererzungen) (Stmk)

2.1.4 Flussspat

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Achselalm (Tir)
- Drauzug (Nebenprodukt der Pb-Zn Vererzungen) (Ktn)

2.1.5 Gallium

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine
-

2.1.6 Germanium

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Drauzug (Nebenprodukt der Pb-Zn Vererzungen) (Ktn)
-

2.1.7 Grafit

Produzierende Bergbaue:

- Kaisersberg (Stmk) (Erste Erwähnung: 1770)

Ehemalige Bergbaue:

- Geologische Einheit Grauwackenzone (Stmk)
 - Sunk (Erste Erwähnung: 1886 – Abbau eingestellt: 1994)
 - Leims, Kapellen, St. Lorenzen, Veitsch, Jassing, St. Kathrein, Kalwang (Erste Erwähnung: um 1750 – Abbau eingestellt: Am Beginn des 20 Jhdt.) (Abbildung 7)
 - Geologische Einheit Moldanubikum (NÖ)
-

- Bunte Serie insb. Waldviertel: Mühldorf, Rohr-Loosdorf, Loja, St. Marein uvm. (Erste Erwähnung: Am Beginn des 19 Jhdt. – Abbau eingestellt: Im Laufe des 20 Jhdt.)

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Geologische Einheit Grauwackenzone (Stmk)
- Geologische Einheit Moldanubikum (NÖ)

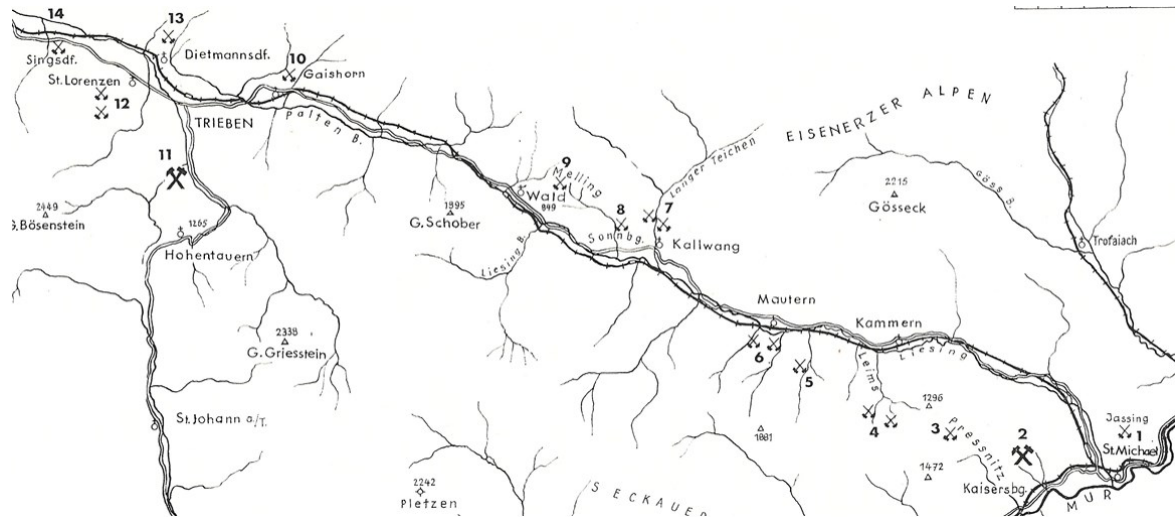


Abbildung 7: Karte der Grafitbergbaue von Leoben bis Rottenmann (Klar 1964, S. 123)

Für eine Auflistung der Vorkommen der Grafitlager im Waldviertel siehe Kapitel 4.3.

2.1.8 Indium

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine

2.1.9 Lithium

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Weinebene (Ktn/Stmk)
- Hohenwart (Stmk)
- Pusterwald (Stmk)
- Radegund (Stmk)

2.1.10 Magnesium

Produzierende Magnesit-Bergbaue:

- Breitenau (Stmk) (Erste Erwähnung: 1866)
- Millstätter Alpe (Ktn) (Erste Erwähnung: 1904)
- Hochfilzen (Tir) (Erste Erwähnung: 1957)

Ehemalige Bergbaue:

- Veitsch (Stmk) (Erste Erwähnung: 1881 – Abbau eingestellt: 1968)
- Hohentauern bei Trieben (Stmk) (Erste Erwähnung: 1841 – Abbau eingestellt: 1991)
- Tux Lanersbach (Tir) (Erste Erwähnung: 1923 – Abbau eingestellt: 1972)

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Leoben (Häuselberg) (Stmk)

2.1.11 Niob

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine

2.1.12 Platingruppenmetalle

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine
-

2.1.13 Seltene Erden

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine
-

2.1.14 Tantal

Produzierende Bergbaue:

- Keine

Ehemalige Bergbaue:

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Keine
-

2.1.15 Wolfram

Produzierende Bergbaue:

- Mittersill (Sbg) (Abbaubeginn: 1979)

Ehemalige Bergbaue:

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

- Keine

Die aktuell wichtigsten Vorkommen:

- Hochrast und Gumriaul (Tir)
- Tux-Lanersbach (Tir)
- Schellgaden (Sbg)

2.2 Sekundäre Ressourcen

Das Recycling von Rohstoffen und deren Produkten wird als eine immer wichtiger werdende Ressource angesehen. Dabei gibt es einen Unterschied zwischen primärem und sekundärem Recycling. Vom ersteren ist die Rede, wenn während der Veredelung und Produktion die Abgänge genutzt und somit wiederverwertet werden. Zweiteres basiert auf der Wiedergewinnung von Rohstoffen aus fertigen Produkten, was als herkömmliches Recycling bekannt ist. Wobei diese Art und Weise wesentlich aufwändiger ist, als die Verwendung von Abgängen aus der Veredelung und Produktion.

	Recyclingrate [%]	Anmerkung
Antimon	3–20	-
Beryllium	19	90 % Ausbringen im primären Recycling; ~ 0 % im sekundären
Cobalt	68	Nur 32 % Ausbringen
Flussspat	1	quasi kein Recycling
Gallium	0	kein Schrott verfügbar
Germanium	30	60 % primäres Recycling
Grafit	0	Technik wäre vorhanden
Indium	1	hauptsächlich aus ITOs
Lithium	45	an Batterien bis 2016
Magnesium	33	-
Niob	20	primär
Platingruppenmetalle	50–60	aus Katalysatoren
Seltene Erdmetalle	1	hauptsächlich aus Magneten
Tantal	1–9	hauptsächlich. aus Kondensatoren
Wolfram	35–40	mindestens

Tabelle 35: Circa-Recyclingraten der 14 kritischen Rohstoffe (EU Kommission 2010b)

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

Wie bereits in Kapitel 1.2 diskutiert, variieren die Recyclingraten von Rohstoff zu Rohstoff sehr stark (Tabelle 35). Es gibt einige Rohstoffe bei denen diese Rate gerade mal 1 % beträgt oder es kein Recycling gibt, hingegen ist es bei anderen, evtl. leichter rückgewinnbaren Rohstoffen, weit höher. Je nach Technologie ist es dann möglich unterschiedliche hohe Recyclinginhalte auszubringen.

Der Recyclinginhalt definiert wie hoch der Anteil vom rückgewonnenen Rohstoff im Vergleich zum Gesamthalt des Rohstoffs im Schrott ist.

Das Potential dazu ist bei allen Rohstoffen vorhanden. Jedoch ist hier auch der nötige Aufwand und die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit ein Kriterium. Je höher der Preis eines Rohstoffes steigt, desto intensiver wird dieser recycelt. D. h. aufwändigere Wiedergewinnungsprozesse sind nur durch einen höheren Preis möglich. Durch effektivere Vorgehensweisen und neuere Technologien ist es auch möglich Recyclingraten zu erhöhen, ohne dass der Rohstoffpreis steigt. Es ist jedoch auch zu beachten, dass ein steigender Preis bisherige Ressourcen (nicht wirtschaftlich gewinnbar) zu Reserven (wirtschaftlich gewinnbar) macht und somit neue Produktionsstandorte und evtl. erhöhte Produktionskapazitäten wiederum das Recycling drücken.

Im Zuge dieses Projektprogrammes „Kritische Rohstoffe für die Hochtechnologieanwendung in Österreich“, zu dem auch diese Arbeit mit den Arbeitspaketen „Bergtechnische Charakterisierung der Lagerstätten der kritischen Rohstoffe“ und „Entwicklung eines Deposit to Mill – Konzepts für den Abbau kritischer Rohstoffe“ zählt, gehen weitere AP (Arbeitspakete) gezielt auf das Recycling von kritischen Rohstoffen ein.

Im AP6 „Recyclingpotenziale ausgewählter kritischer Rohstoffe in Österreich“ werden vom Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik an der Montanuniversität folgende Aspekte forciert:

- Ist-Stand-Erhebung über relevante kritische Rohstoffe, Identifizierung betroffener Industrie- und Entsorgungsunternehmen und Recyclinganlagen.
- Vernetzung und Zusammenarbeit mit betroffenen Akteuren (Industrieunternehmen, Entsorgungspartnern etc.).
- Abschätzung der Recyclingpotenziale ausgewählter kritischer Rohstoffe in Österreich.

Im AP7 „Gesamtwirtschaftliche Stoffflussanalysen ausgewählter kritischer Rohstoffe“ wird vom Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft der TU

Wien speziell auf anthropogene Flüsse (auch von Sekundärrohstoffen) und rückgewinnbare Rohstoffmengen eingegangen.

Im AP8 „Sammelsysteme“ behandelt das Institut für Abfallwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien im Zuge des Urban Mining⁹ (von Elektrogeräten, Fahrzeugen, Gebäuden, etc.) folgende Punkte:

- Der Verbleib der kritischen Rohstoffe in Abfallströmen (Bestandsaufnahme).
- Die Eignung bestehender Sammelschienen für Konsumprodukte und Industrieprodukte zur gezielten Erfassung von Produkten mit kritischen Rohstoffen.
- Die Konzeption von neuen Erfassungsschienen und allfällig auch neue Rücknahmestrukturen.
- Definition weiterer Forschungsmaßnahmen zur Erfassung spezifischer Produkte.

Die beschriebenen Arbeitspakete sind der Initiative der EU zu den kritischen Rohstoffen weitestgehend untergeordnet. Um den Umgang mit Rohstoffen in Bezug auf Recycling zu regulieren, werden mit der Abfallrichtlinie 2008/98/EG¹⁰ normative Regeln geschaffen.

Um das Wirtschaftswachstum von der Abfallerzeugung abzukoppeln, legt die Europäische Union einen Rechtsrahmen fest, mit dem der gesamte Abfallzyklus überwacht werden soll – von der Abfallerzeugung bis zur Abfallbeseitigung. Dabei wird der Abfallverwertung und dem Recycling eine besondere Bedeutung beigemessen.

Um die Umwelt besser zu schützen, müssen die Mitgliedstaaten die gesetzlichen Maßnahmen in folgender Prioritätenfolge einhalten:

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwertung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung

⁹ Die Stadt als Rohstofflieferant. Da Rohstoffe knapp werden, greift man auf vom Menschen (unbewusst) angelegte Lagerstätten zurück, z.B. Deponien oder Gebäude, die eine wertvolle Quelle für Sekundärrohstoffe sind. (Definition lt. www.urbanmining.at)

¹⁰ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0098:DE:NOT>

5. Beseitigung

Weitere Informationen zum Thema Abfall in der EU sind auf der Webseite europa.eu > Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung > Umwelt zu finden.

2.3 Auswahl der Lagerstätten und Zusammenfassung der Ressourcenverfügbarkeit mit Recyclingdaten in Österreich

Die nachfolgende Tabelle 36 gibt einen Überblick über Vorkommen, Lagerstätten und aktive Bergbaue in Österreich, die heimische Gesamtproduktion des kritischen Rohstoffs, die Importe, als Rohform, Schrott, ang. (anderweitig nicht genannte) Waren usw. aus der Außenhandelsstatistik und eine Abschätzung der internationalen Recyclingraten. Alle Daten (exkl. Recyclingdaten) beziehen sich auf das Jahr 2010. Die Außenhandelsstatistik liefert keine erschöpfenden Informationen, somit sind diese Werte als Tendenzen zu verstehen.

Im Zuge von Gesprächen mit Experten der Montanbehörde, der Universität Wien und Montanuniversität Leoben wurden aus allen Österreichischen Vorkommen kritischer Rohstoffe (der EU) die hoffigsten Standorte ausgewählt, die eventuell für eine zukünftige Rohstoffgewinnung in Frage kommen könnten (rot markiert in Tabelle 36). Gemäß den Expertenmeinungen sind dies die hoffigsten Vorkommen entsprechender kritischer Rohstoffe in Österreich und wurden daher für die nachfolgende Bergtechnische Charakterisierung sowie Bergbauplanungskonzepte (ab Kapitel 5) ausgewählt.

Rohstoff	Kommentar	Bedeutendste Vorkommen	Lagerstätten			Produktion		Nettoimport [kg] (Statistik Austria)	Recyclingrate international [%]
			Erschöpft	Geschlossen	In Verhieb	Menge [kg]	Intern. Vergleich [%]		
Antimon	-	Kreuzeck- u. Goldeckgruppe, Rabantserie (Ktn, Tir) Obertilliach (Tir)	Schlaining (Bgl)	Rabantserie (Ktn/Tir)	-	-	-	36.990 als Pulver Schrott und ang. Waren	3–20 der Produktion aus Recycling (EU Kommission 2010 2010)
Beryllium	Militärisch wichtiger Rohstoff; wenige Daten vorhanden	Mittersill (Sbg) Habachtal (Sbg)	-	-	-	-	-	Keine Angabe	10 aus Altschrott (USGS 2011)
Kobalt	-	Schladminger Tauern (Stmk) iVm Nickelvererzungen	-	-	-	-	-	541.101 als Kobaltmatte, Zwischenenerz und in Rohform als Pulver	68 End of Life Recycling Rate, 32 Recycled Content (EU Kommission 2010)
Flussspat	-	Achselalm (Tir) Drauzug (Ktn) als Nebenprodukt der PbZn-Vererzungen	-	-	-	-	-	3.489.670 mit div. Gehalten an Calciumfluorid	Sehr gering: < 1 (Roeser 2010)
Gallium	-	-	-	-	-	-	-	18 als Schrott und Waren daraus	Kein Recycling aus Altschrott (EU Kommission 2010)
Germanium	-	Drauzug (Ktn) als Nebenprodukt der PbZn-Vererzungen	-	-	-	-	-	9 in Rohform als Pulver	30 aus Recyclingmaterial (Angerer et al 2009)
Grafit	-	Veitscher Decke (Stmk) Bunte Serie (NÖ)	Weinberg, Trandorf, Trenning, uvm. (NÖ)	Sunk uvm.(Stmk)	Kaisersberg (Stmk)	420.000	0,04	8.996.188 als Pulver oder Flocken	Kein Bedarf
Indium	-	-	-	-	-	-	-	37 in Rohform als Pulver	1 aus Altschrott (EU Kommission 2010 2010)
Lithium	-	Weinebene (Stmk) Wölzer Tauern (Stmk)	-	-	-	-	-	255.054 als Oxid, Hydroxid u. Karbonat	45 der Batterien in 2016 (Eu Kommission 2010)
Magnesium (Daten auf Magnesit bezogen)	aus Magnesit herstellbar	Leoben (Stmk)	Veitsch (Stmk) Hohentauern (Stmk)	Tux Lanersbach (Tir)	Breitenau (Stmk) Millstätter Alpe (Ktn) Hochfilzen (Tir)	20.308.579.000	3,73	- 24.707.709 Magnesium in Rohform	1/3 (EU Kommission 2010)
Niob	Tritt gemeinsam mit Tantal auf	-	-	-	-	-	-	43 als Schrott iVm Cb, Rh, Ga, ua.	20 (Roeser 2010)

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

PGM	-	-	-	-	-	-	-	-	93 Platin 19 Palladium 105 Rhodium Jeweils in Rohform als Pulver	10 in Endverbraucherprodukten (EU Kommission 2010 2010)
Seltene Erden	-	-	-	-	-	-	-	-	291.694 in Reinform oder Gemisch und legiert	1 aus Altschrott (EU Kommission 2010)
Tantal	Tritt gemeinsam mit Niob auf	-	-	-	-	-	-	-	Keine Angaben	1–9 (EU Kommission 2010)
Wolfram	-	Hochrast, Gumriaul, Taffinalpe (Tir) Tux Lanersbach (Tir) Schellgaden (Sbg)	-	-	Mittersill (Sbg)	977.000	1,24	-	83 Wolframate, keine Angaben für reines Wolfram	35–40 des verwendeten Wolframs (EU Kommission 2010)

Tabelle 36: Kritische Rohstoffe in Österreich: Vorkommen, Lagerstätten und Bergbau mit Produktions-, Import- und Recyclingdaten

3. Bergtechnische Charakterisierung

Lagerstätten werden nach ihrer Wirtschaftlichkeit in bauwürdige, bedingt bauwürdige und nicht bauwürdige Lagerstätten eingeteilt.

Abbauwürdige Lagerstätten sind grundsätzlich wirtschaftlich profitabel. Bedingt abbauwürdige Lagerstätten sind jene, die durch Marktveränderungen wirtschaftlich oder nicht wirtschaftlich betrieben werden können. In nicht Gewinn bringenden Zeiträumen können solche Lagerstätten vorübergehend still gelegt werden oder aus volkswirtschaftlichem Interesse weiter betrieben werden. Nicht bauwürdige Mineralrohstoffanreicherungen sind jene, die aufgrund verschiedener Faktoren, weder heute noch in Zukunft profitabel sind. Diese werden als Vorkommen bezeichnet.

Die Kosten, die bei der Planung, dem Abbau und der Schließung eines Gewinnungsbetriebs anfallen, richten sich nach den wertbestimmenden Merkmalen einer Lagerstätte. Die Überprüfung dieser wertbestimmenden Merkmale eines Mineralrohstoffvorkommens ist entscheidend für die Einschätzung der Profitabilität.

Fettweis et al. (1990) nennt diese Merkmale übergeordnete Einflussgrößen und teilt sie in Marktbedingungen, Standortbedingungen, geologische Einflussgrößen und Stand der Technik ein, neben den abschließenden ergebnisbestimmenden Einflussgrößen (Abbildung 8).

Mit der bergtechnischen Charakterisierung (der geologischen Einflussgrößen) werden, als wichtigster Teil dieser fixen Merkmale, wichtige Informationen über die geologischen Rahmenbedingungen der Lagerstätte zusammen getragen. Je umfangreicher und genauer diese Informationen sind, desto präziser lassen sich Aussagen zu Wirtschaftlichkeit ableiten und der Bergbau (Abbaumethode, etc.) planen.

Die wesentlichen Parameter der bergtechnischen Charakterisierung werden nach Lagerstättenbonität, -qualität und -quantität klassifiziert (Abbildung 9). Die Lagerstättenqualität umfasst Wertstoffgehalte, Zerkleinerungsverhalten, Funktion des Wertstoffs, mineralogische/petrologische Zusammensetzung und Aufbereitbarkeit. Die Lagerstättenbonität beinhaltet die Zugänglichkeit, Form, mechanische Gesteins- und Gebirgseigenschaften und hydrogeologische Einflüsse. Die Lagerstättenquantität beschäftigt sich mit dem Lagerstättenvorrat.

Die nächsten Kapitel 2.1 bis 2.4 beschreiben ganz allgemein die wesentlichen Parameter einer bergtechnischen Charakterisierung und anschließend werden in Kapitel 3 die ausgewählten Mineralrohstoffvorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich bergtechnisch charakterisiert. In weiterer Folge werden in Kapitel 4 Konzepte zur Bergbauplanung dieser Mineralrohstoffvorkommen erstellt – „Deposit to Mill Konzept“.

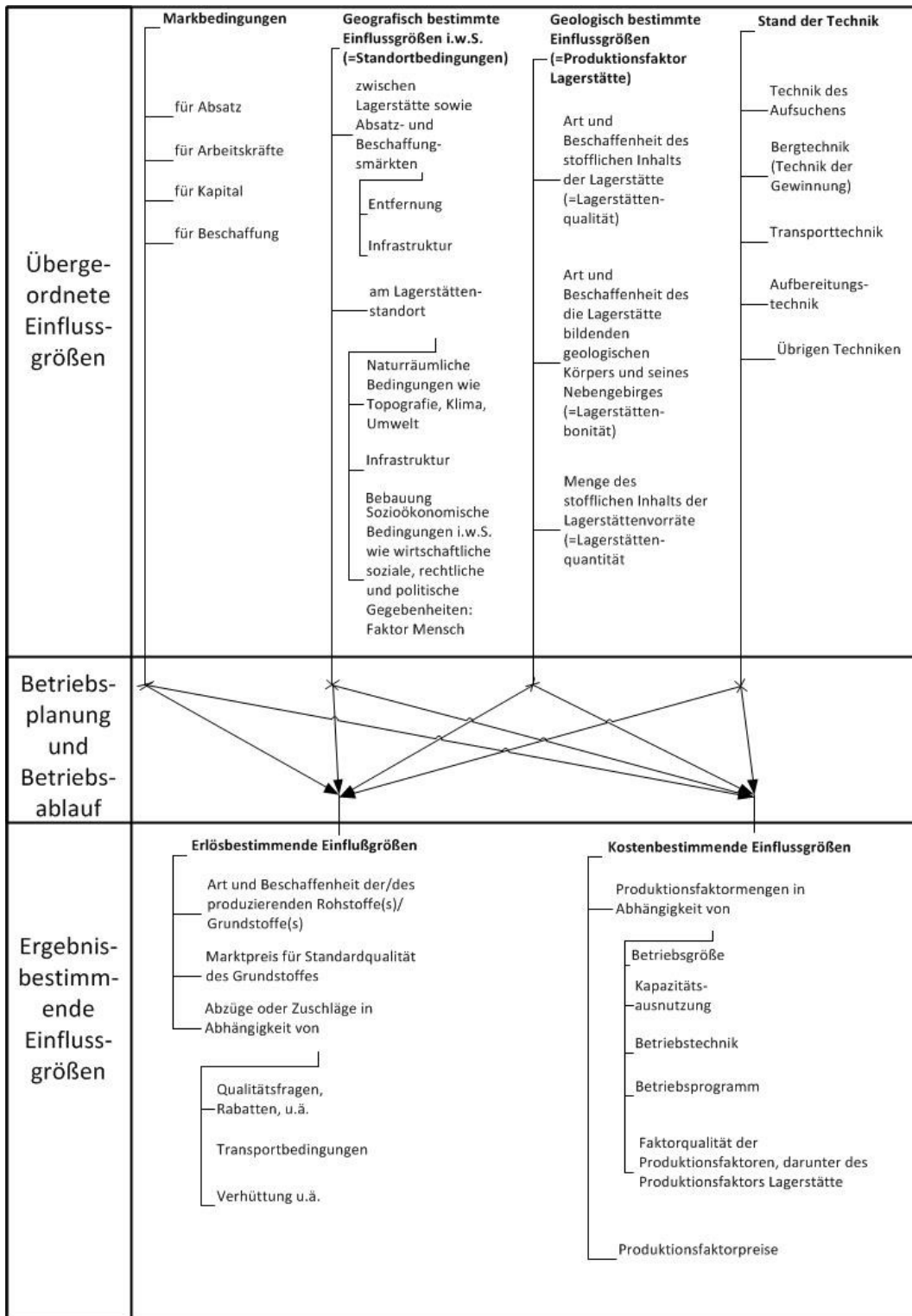


Abbildung 8: Einflussgrößen für den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit von Bergwerken (Fettweis et al. 1990, S.23)

Abbildung 9 zeigt die für eine bergtechnische Charakterisierung relevanten und unveränderlichen Einflussgrößen.

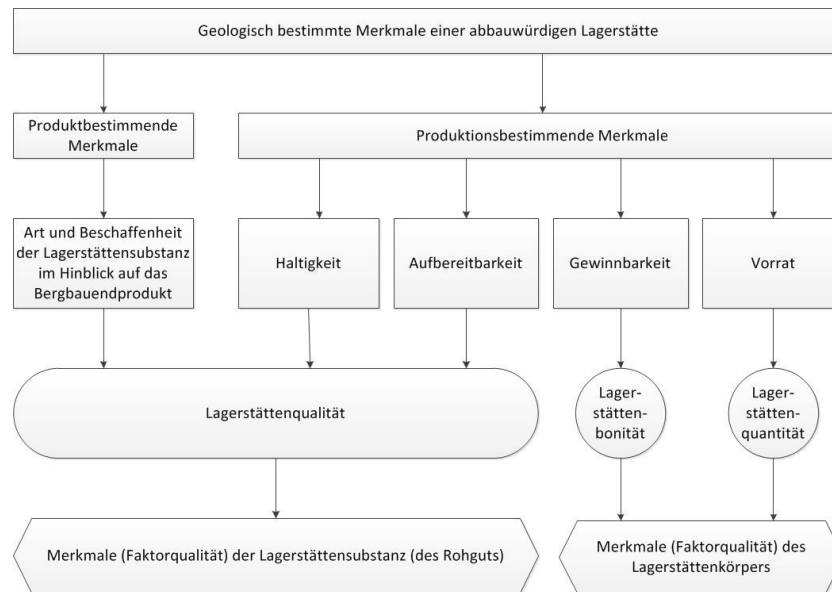


Abbildung 9: Geologisch bestimmte Einflussgrößen der Abbauwürdigkeit (Fettweis 1990, S. 29)

3.1 Lagerstättenbonität

Unter Lagerstättenbonität versteht man die Gesamtheit derjenigen geologischen Merkmale eines Rohstoffkörpers und seines Nebengebirges, mit Ausnahme der Lagerstättenquantität, die für die Gewinnung des Rohstoffs von Einfluss sind.

- Zugänglichkeit (Überlagerung, Teufe)
- Form der Lagerstätte (Einfallen, Streichen, Mächtigkeit, genetisch und tektonisch bedingte Zergliederung, Regelmäßigkeit)
- Gesteinseigenschaften (Druckfestigkeiten, Abrasivität)
- Gebirgseigenschaften (Flächengefüge, Gebirgsdruck, Gebirgsklassifikation)
- Hydrogeologische Gegebenheiten (Vgl. Fettweis et al. 1990, S. 30ff)

3.2 Lagerstättenqualität

Unter Lagerstättenqualität versteht man die Gesamtheit derjenigen geologischen Merkmale eines Rohstoffkörpers und seines unmittelbaren Nebengebirges, die (unter Voraussetzung optimaler Gewinnung) in das Rohgut als Produkt der Gewinnung eingehen und die dessen Eignung zur weiteren Verwendung bestimmen, wie

- Wertstoffgehalte
- Zerkleinerungsverhalten (spezifischer Energieverbrauch, Anreicherung in bestimmten Kornklassen)

- Funktion des Wertstoffs
- Chemische Zusammensetzung und mineralogisch-petrographische Ausbildung
- Aufbereitbarkeit des Rohgutes (Verwachsung, Rohgutfeuchte, verdünnendes Nebengebirge (Vgl. Fettweis 1990, S. 30ff)

3.3 Lagerstättenquantität

Nach Fettweis et al. (1990, S. 44) hat die Lagerstättenquantität, d.h. die relative Größe des Lagerstättenvorrates, neben der Lagerstättenbonität einen entscheidenden Einfluss auf die Kosten der Gewinnung und auch der Aufbereitung – somit auf die Kosten des gesamten Bergwerkbetriebs. Entsprechend der Lagerstättenquantität ergibt sich eine optimale Betriebsgröße.

- Lagerstättengröße (Abbaumenge)

3.4 Standortbedingungen

Die geologischen Parameter sind die maßgeblichen Einflussgrößen für eine Lagerstätte. Es kommt aber schlussendlich immer darauf an, wo sich diese Lagerstätte befindet und welche geographischen Rahmenbedingungen vorherrschen. Infrastruktur, politische Stabilität und volkswirtschaftliche Belange können bauwürdige Lagerstätten zu unbauwürdigen deklassieren, obwohl die Lagerstätte an sich bauwürdig ist. Somit sind die Standortbedingungen bei Lagerstätten nicht zu unterschätzen. Sie sind wie auch andere Bedingungen als ein K.O.-Kriterium zu sehen (Tabelle 37).

<p>1. Naturräumliche Gegebenheiten</p> <p>1.1. Klima: Temperaturen und Niederschläge im jahreszeitlichen Wechsel</p> <p>1.2. Oberflächenbedingungen: Topographie, Gewässer, Vegetation, ökologische Gegebenheiten</p> <p>1.3. Grundwasserbedingungen</p> <p>1.4. Besondere Gefahren: Hochwasser, Muren, Lawinen</p> <p>1.5. Infrastruktur und Bebauung</p> <p>1.6. Politische Grenzen</p> <p>1.7. Verkehrsanschlüsse und andere Überlandanschlüsse; Straßen, Eisenbahnen, Wasserwege, Flughäfen;</p>	<p>3. Empfindlichkeit gegen Eingriffe in die Umwelt und Umweltschutz</p> <p>4. Eventuelle konkurrierende Ansprüche an das Naturraumpotential</p> <p>4.1. Land- und Forstwirtschaft</p> <p>4.2. Bebauung für Wohn- oder Industrierzwecke</p> <p>4.3. Wassergewinnung</p> <p>4.4. Gewinnung anderer mineralischer Rohstoffe</p> <p>4.5. Fremdenverkehr</p>
---	--

<p>Elektrizitätsleitungen, Pipelines: Tarife bzw. Kosten</p> <p>1.8. Eigentumsverhältnisse; Nutzung, Verfügbarkeit und Kosten vom Land</p> <p>1.9. Besiedlung einschließlich kultureller Bedingungen sowie Bebauung; Baumöglichkeiten und Baukosten</p> <p>1.10. Energieversorgung: Strom, Gas, Brennstoffe, Kraftstoffe: Verfügbarkeit und Kosten</p> <p>1.11. Versorgung mit Trink- und Gebrauchswasser; Verfügbarkeiten, Qualitäten, Kosten</p> <p>1.12. Versorgung mit Massengütern wie Baustoffe und Holz; Verfügbarkeiten, Qualitäten, Kosten</p> <p>1.13. Versorgung mit sonstigen Betriebsmitteln; Verfügbarkeiten, Qualitäten, Kosten</p> <p>1.14. Versorgung auf den Gebieten von Schulen, Bildung, Erholung und medizinischer Betreuung</p> <p>1.15. Landwirtschaftliches, forstwirtschaftliches, industrielles und kulturelles Umfeld</p>	<p>5. Rechtliche Gegebenheiten</p> <p>5.1. Bergrecht und Bergbehörden, Energierecht, Produktionsvorschriften</p> <p>5.2. Gesellschaftsrecht, Gewerberecht</p> <p>5.3. Arbeits- und Sozialrecht</p> <p>5.4. Normen auf den Gebieten der Raumordnung und des Umweltschutzes; Grundrecht, Wegerecht, Wasserrecht, Naturschutzrecht, u.ä.</p> <p>5.5. Handels-, Außenhandelsrecht</p> <p>5.6. Steuerrecht</p> <p>5.7. Vorgangsweise bei und Ablauf von Genehmigungsverfahren</p> <p>6. Fiskalische, finanzielle und rohstoffpolitische Gegebenheiten</p> <p>6.1. Besteuerung und sonstige Abgaben (Förderzins, Feldeszins), Steuerliche Förderungen, Abschreibungsvorschriften</p> <p>6.2. Wechselkurse und Transfermöglichkeiten</p> <p>6.3. Kapitalmarktverhältnisse</p> <p>6.4. Monetäre Entwicklungen</p> <p>6.5. Rohstoff- und energiepolitische Gegebenheiten</p> <p>6.6. Wirken internationaler Organisationen</p> <p>7. Rechtssicherheit, politische Stabilität</p>
<p>2. Arbeitskräfte</p> <p>2.1. Verfügbarkeiten</p> <p>2.2. Ausbildungsstand und Motivation</p> <p>2.3. Lohn- und Gehaltsniveau</p> <p>2.4. Gewerkschaftliche Organisation</p>	

Tabelle 37: Geographische Gegebenheiten (i. w. S.) am Standort eines Rohstoffvorkommens. (Fettweis et al. 1990, S. 26)

4. Bergtechnische Charakterisierung ausgewählter Mineralrohstoffvorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

4.1 Wolframerzvorkommen Hochrast/Gumriaul und Taffinalpe, Thurntaler Quarzphyllitzone, Osttirol

Von 1976 bis 1979 wurde von der Voestalpine AG und der Metallgesellschaft AG im Bereich Sillian und Lienz ein intensives Explorationsprogramm auf Wolframvererzungen sowie eine systematische geochemische Bestandsaufnahme Osttirols durchgeführt (Metallgesellschaft AG 1978, VOEST-ALPINE 1978, 1980).

Die detaillierten Untersuchungsarbeiten in diesen Gebieten umfassten UV-Nachtprospektion, geologische Kartierungen sowie geochemische Bodenprospektionen. Im Zuge der Prospektionsarbeiten konnte eine Reihe von Wolframanomaliezonen gefunden werden, die vor allem im Raum Sillian und Lienz lokalisiert sind (vgl. Abbildung 10, gelbe Sterne). 1 Hochrast-Gumriaul, 2 Taffinalpe, 3 Walchecke, 4 Heimfels, 5 Tessenberger Alm, 6 Steinrast-Fronstahl, 7 & 8 Lienzer Schlossberg

Die Interessantesten dieser Wolframvererzungen (gebunden an das Wolfram-Mineral Scheelit) liegen im Bereich Villgraten und sind an Metabasitzüge gebunden, die konkordant in die „Thurntaler Quarzphyllite“ eingelagert sind. Diese sogenannten Prasinite (metamorphe basische Gesteine, Metabasite) werden bis zu 20 m mächtig und sind zwischen Zehner- und Hundertermeter im Streichen verfolgbar. Gemäß des Abschlussberichtes der VOEST-ALPINE (VOEST-ALPINE 1980) liegen die WO_3 -Gehalte bei einer Mindestabbauhöhe von 2m unter der Bauwürdigkeitsgrenze.

Alle hier verwendeten Daten und Informationen zum Wolframerzvorkommen Hochrast/Gumriaul und Taffinalpe beziehen sich im Wesentlichen auf den Explorationsbericht: „Scheelit-Exploration Sillian Osttirol, Abschlussbericht 1978“ verfasst von der Metallgesellschaft AG. Sämtliche Abbildungen sind daraus entnommen und etwaige Abschnitte daraus qualitativ zitiert (Metallgesellschaft AG 1978).

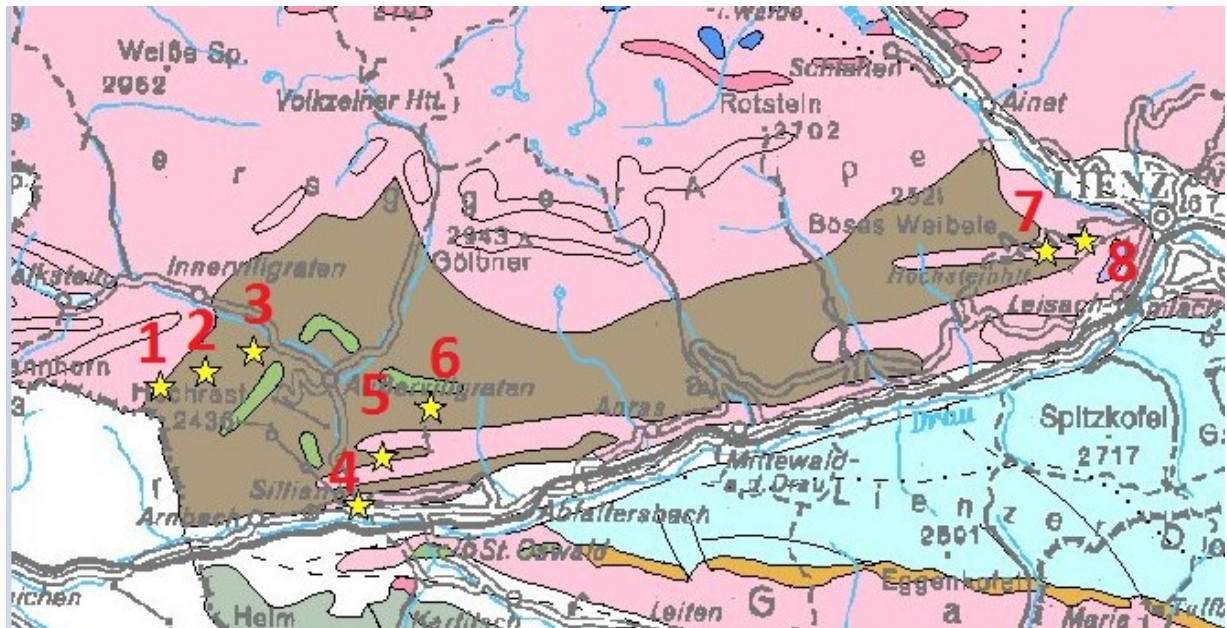


Abbildung 10: Geologische Übersicht über die Wolframerzvorkommen von Villgraten bis Lienz (IRIS 2012)

4.1.1 Geologie

Die höffigsten Vorkommen stellen dabei Hochrast-Gumriaul und die Taffinalpe dar (Abbildung 10, 1 und 2). Sie sind aufgrund ihrer hohen Wolframgehalte genauer exploriert worden. Diese beiden Vorkommen und die Vorkommen Walchecke befinden sich in einer von Metabasiten durchzogenen Quarzphyllitzone, die sich bei 600 m Stockwerkshöhe über mehrere Kilometer NE SW streichende Länge verfolgen lässt. Der Abstand der beprobten Vorkommen beträgt mehrere Kilometer. Die Wolframanomalien sowie die Metabasitzone setzen sich auf italienischem Staatsgebiet fort.

Nach Neinavaie et al. (1983) ist die Vererzung hauptsächlich an Metabasite, wie Prasinite oder Amphibolite, und teilweise auch an Quarzphyllit gebunden. Die Metabasite treten konkordant in den Quarzphylliten auf und erreichen eine Mächtigkeit von einigen Metern. Durch mehrfache Faltungen kann dies jedoch auf eine Scheinmächtigkeit von etwa 500 m anwachsen.

Die Scheelit-führenden Metabasite sind mit den von Höll (1971) beschriebenen Typen im Taffin- und Holdergraben, welcher sich südlich von Innervillgraten befindet, vergleichbar. Scheelit tritt im Allgemeinen in Form von millimeter- bis zentimeterdicken, diskordanten Scheelit-Quarz-Gängchen, untergeordnet auch in schichtparallelen Lagen auf.

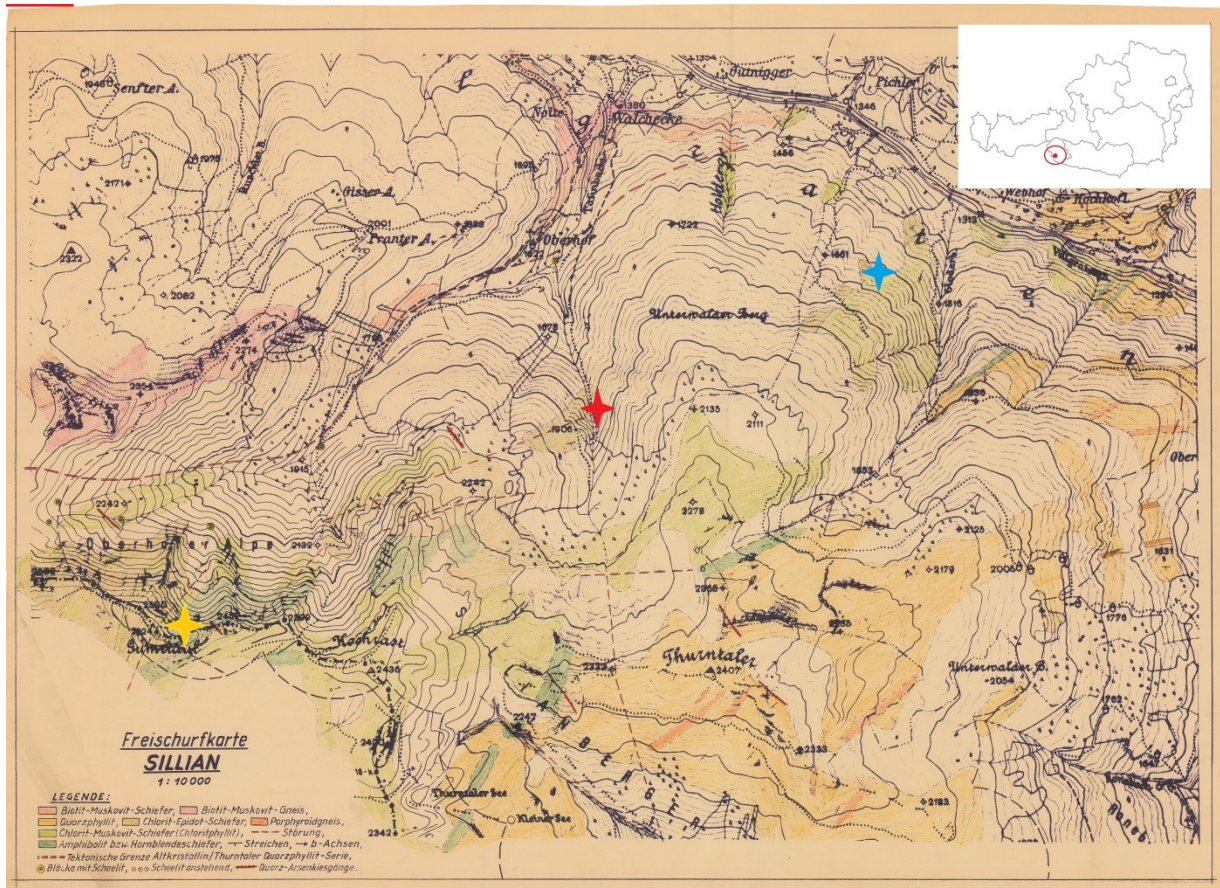


Abbildung 11: Freischurfkarte Sillian mit Informationen zur Geologie (M 1:20.000) (Metallgesellschaft AG 1978)

Das Wolframerzvorkommen Hochrast Gumriaul (Abbildung 11, gelber Stern) befindet sich am Höhenrücken des Gumriaul auf der Grenze zwischen Südtirol und Osttirol auf 2485 m Höhe. Zwei zum Ausbiss kommende Prasinitlinsen geben hier Aufschlüsse über die WO_3 Gehalte.

Vom Juni bis Juli 1978 wurden im Bereich Taffinbach (Abbildung 11, roter Stern) 20 m Stollen und 17 m Querschlag aufgeföhren. Ergänzend zu den Vortriebsarbeiten wurden 101,5 m Meißelbohrungen niedergebracht. Der Anschlagspunkt befindet sich auf etwa 1900 m in einem Seitental südlich von Innervillgraten.

Im IRIS, dem interaktiven Rohstoffinformationssystem, werden die drei Vorkommen aus Abbildung 11 geologisch klassifiziert.

Vorkommen	Taffinalpe	Hochrast Gumriaul	Walchecke
Rohstoffe	W, As	W, As	W, As
Wertstoffe	W	W	W
Metallogenetischer Bezirk	Wolframbezirk Gumriaul	Wolframbezirk Gumriaul	Wolframbezirk Gumriaul
Tektonik	Thuntaler Quarzphyllitzone	Thuntaler Quarzphyllitzone	Thuntaler Quarzphyllitzone
Großeinheit	Ostalpen	Ostalpen	Ostalpen
Tektonik I	Ostalpines Paläozoikum	Ostalpines Paläozoikum	Ostalpines Paläozoikum
Tektonik II	Thurntaler Quarzphyllit	Thurntaler Quarzphyllit	Thurntaler Quarzphyllit
Bemerkung	scheelitführende Epidot-Chlorit- (Hornblende-) führende Prasinite in Quarzphyllit. Vererzung wurde durch 2 kurze Stollen untersucht.	stoffparallele Feinlagen von Scheelit mit Quarz und Karbonat in Prasinitkörper; stärkste Vererzungen im Amphibolitzug	Scheelitmineralisation in Prasiniten des Thurntaler Quarzphyllites

Tabelle 38: Allgemeine geologische Angaben zur Taffinalpe, Hochrast Gumriaul und Walchecke (IRIS 2012)

4.1.2 Bergbauliche Aktivitäten

1978 wurde von der Metallgesellschaft AG und Voestalpine AG ein Versuchsstollen im Bereich des Vorkommens Taffinalpe angelegt.

Gemäß des Abschlussberichtes der Metallgesellschaft AG (1978) ist ein Verhieb des Versuchsstollens von Juni bis Juli dokumentiert und es wurden 20 m Stollen und 17 m Querschlag aufgefahren (Hubertusstollen). Die vorgefundenen tektonischen Verhältnisse, was ein nicht ausreichend standfestes Gebirge bedeutet, führten zur Einstellung der Vortriebsarbeiten. So wurde 18 m unterhalb und ca. 45 m westlich des Mundlochs ein neuer Stollenansatz begonnen. In diesem Unterfahrungsstollen (Barbarastollen) wurden 53 m Stollen und 17m Querschlag aufgefahren. Es wurde auch ein Verbindungsaufbruch zum Hubertusstollen von 17 m durchgeführt.

Weitere bergbauliche Aktivitäten werden durch relative hohe WO_3 -Gehalte am Gumriaul erwogen. Vermutlich aus Halden vorangegangener Bergbautätigkeit auf Arsenkies.

Im Zuge dieser Explorationsarbeiten der Voest-Alpine (1980) wurde auch ein bekanntes ausgeprägtes Wolframmaximum mit mehr als 3 % Wolfram am Grenzkamm in der Nähe des Gumriaul untersucht. Aus einem Bereich seien alte Bergbaue auf Arsenkies bekannt, der zusammen mit mobilisiertem Scheelit vorkommt. Dieser wurde beim damaligen Abbau von Bergleuten als nutzlose Gangart auf Halde geworfen. Die Wolframanomalie mit mehr als 3 % Wolfram ist nur damit erklärbar, dass die Proben aus einer alten, bereits überwachsenen Halde genommen wurden.

4.1.3 Bergtechnische Parameter der Lagerstätte

4.1.3.1 Teufe

Die Vorkommen Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul sind beide ausbeißend. Die beprobten Bereiche sind oberflächennah und wurden durch Kernbohrungen, Meißelbohrungen und dem Versuchstollen nur wenige Zehnermeter in die Teufe verfolgt.

Bewertung: oberflächennah/ausbeißend

Beurteilung: ++

4.1.3.2 Lagerstättenform

Die Scheelitvererzungen sind an Prasinitlinsen gebunden welche sich in den Quarzphyllit einlagern.

Im Versuchstollen Taffinbach sind die Scheelitvererzungen in feinkörniger Ausbildung lagig imprägniert. Hier wurden (bisher) zwei langlinsige Prasinitkörper verfolgt die EW streichen und steil stehen (80–90°). Beiden streichen nach Westen hin zu Tage aus (Abbildung 12).

Der nördliche Prasinitkörper (mit zwei Anreicherungszone) ist etwa 5 m mächtig, streicht mind. 15 m und hat 35 m an Teufe. Er wird im Osten von einer 50 ° ENE einfallenden Störung abgeschnitten

Der südliche Prasinitkörper (eine Anreicherungszone im Kontakt zum Quarzphyllit) ist nur auf einer Sohle bekannt. Seine Streichlänge wurde über 50 m nachgewiesen. Er ist etwa 5 m mächtig, jedoch nach der Teufe hin ist die Erstreckung unbekannt.

Am Grenzkamm Gumriaul haben diese Prasinitlinsen ein Streichen von NE nach SW mit einer Länge von wenigen Zehnermetern, fallen mit 25–40 ° SE ein und sind von 0,5 bis 3 m mächtig. Diese Linsen wurden über 25 m Länge festgestellt. Durch

Kernbohrungen wurden auch noch weitere Linsen bestätigt (Abbildung 13, Abbildung 14).

Bewertung: langlinsige Körper, unregelmäßiges Auftreten, Ausdehnung unbekannt

Beurteilung: -

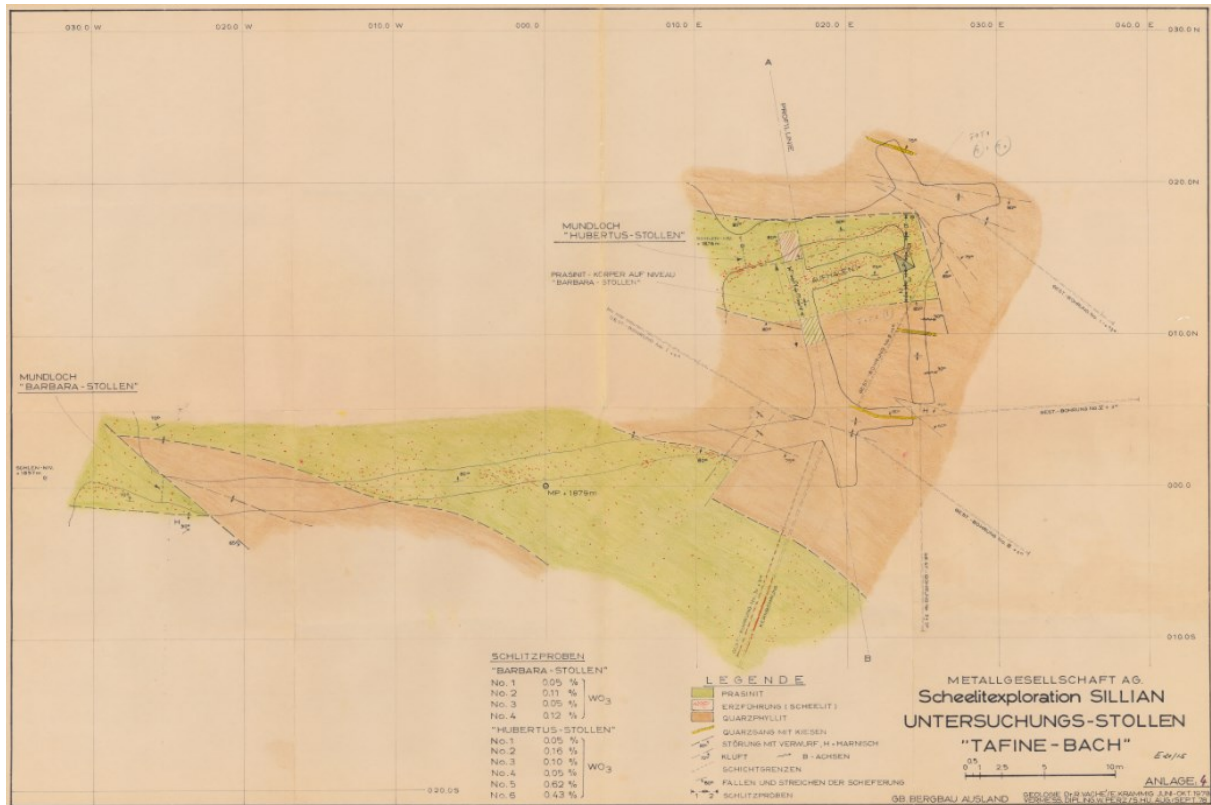


Abbildung 12: Erkundungsstollen Taffinbach (Metallgesellschaft AG 1978)

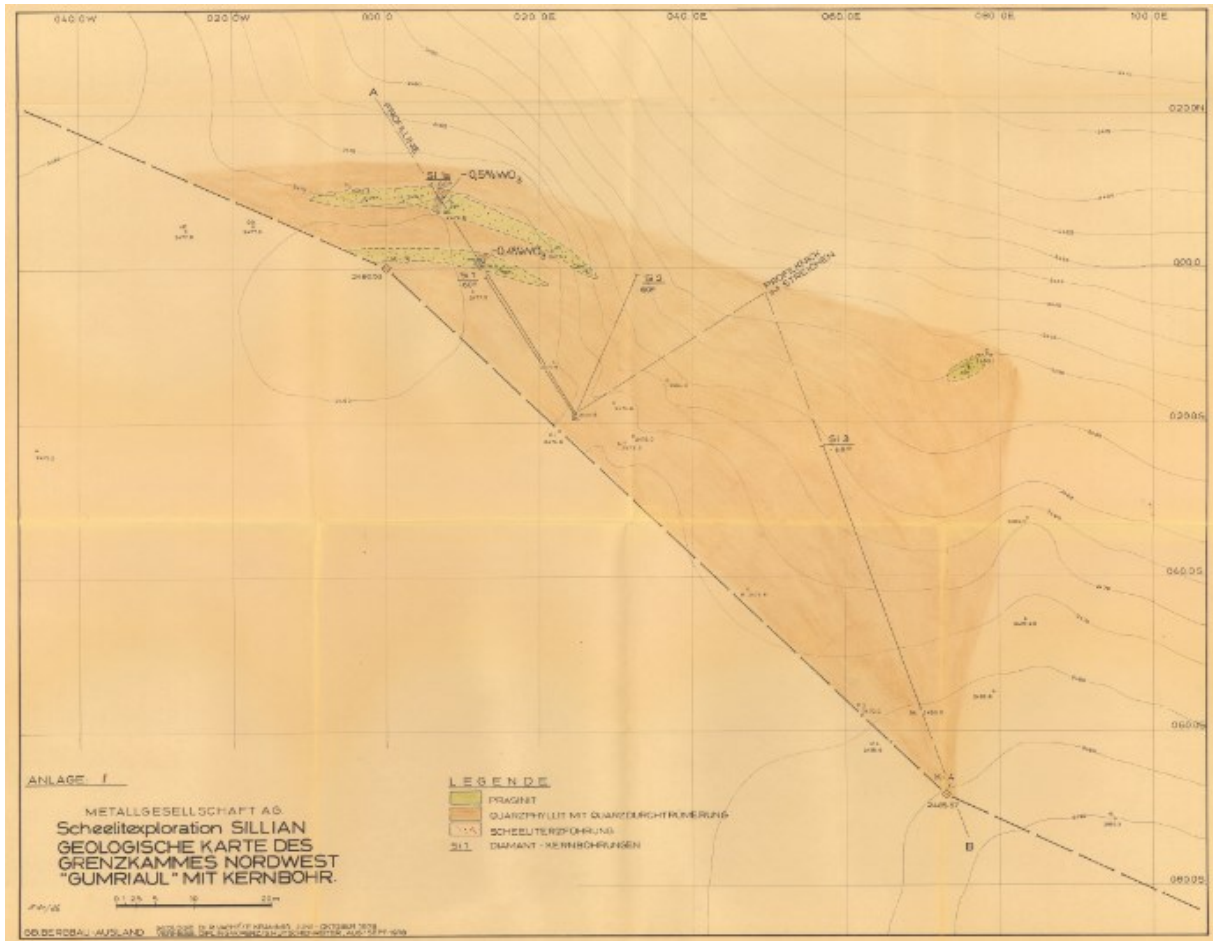


Abbildung 13: Prasinitlinsen am Höhenrücken des Gumriau (Metallgesellschaft AG 1978)

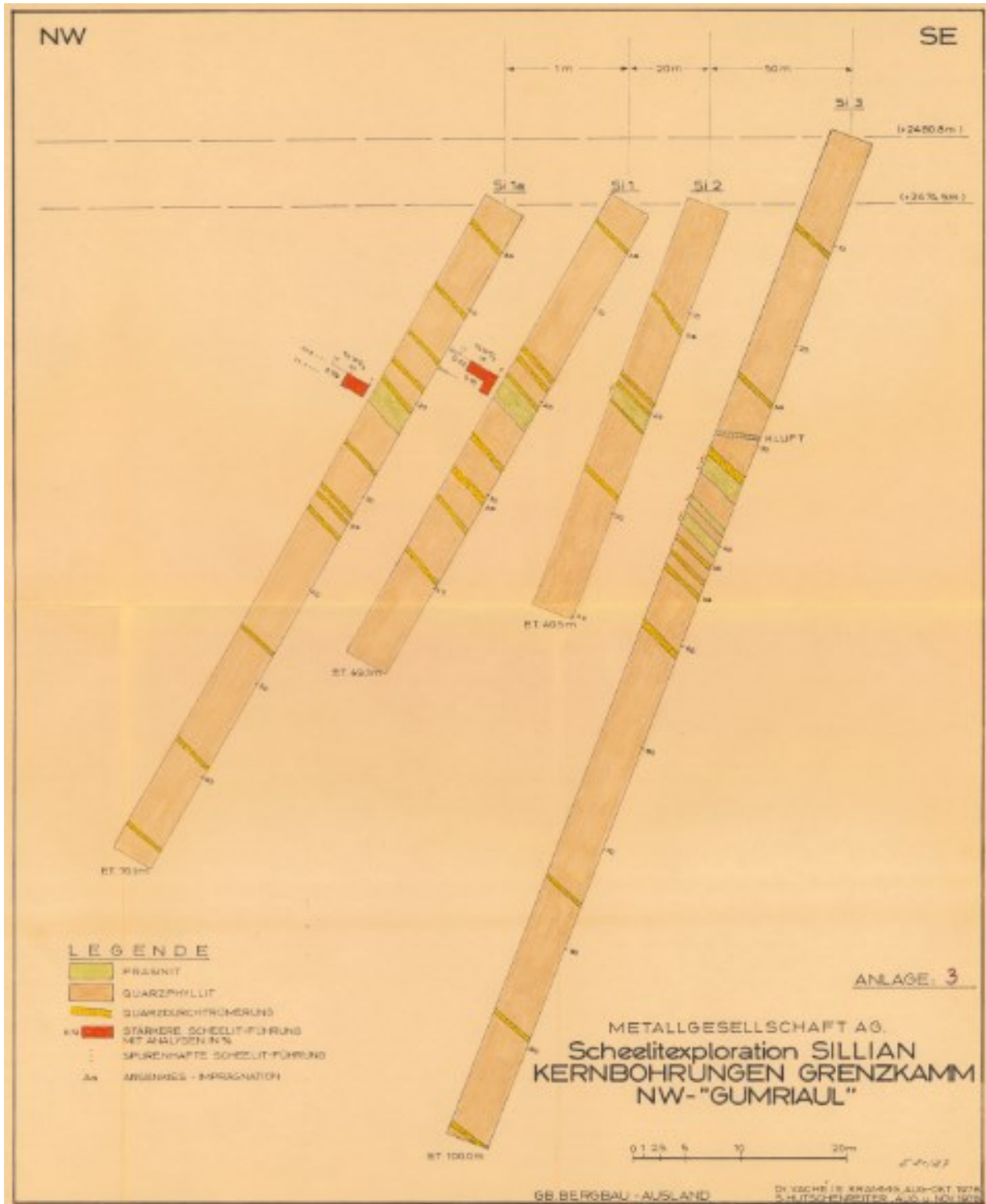


Abbildung 14: Kernbohrungen am Höhenrücken des Gumriaul (Metallgesellschaft AG 1978)

4.1.3.3 Hydrogeologie

Die Vorkommen Gumriaul und Hochrast liegen in exponierten Bereichen. Übermäßige Wasserzuflüsse (Grundwasser) sind hier nicht zu erwarten. Das Vorkommen Taffinalpe befindet sich direkt angrenzend an einen Gebirgsbach in einer Grabenlage.

Bewertung: exponiert, Gebirgsbach

Beurteilung: -

4.1.3.4 Gebirgseigenschaften

Die Thurntaler Quarzphyllitzone besteht hauptsächlich aus phyllitischen Gesteinen.

Gemäß Matthes (2001) sind Phyllite dünnstriefig-blättrige Gesteine, die vorwiegend aus Hellglimmern (Serizit) und Quarz bestehen. Die Farbe ist meist grünlich-grau mit Seidenglanz. Phyllite sind ein regionalmetamorphes Produkt entstanden aus pelitischen Gesteinen.

Die Scheelitvererzungen sind an Prasinite (Grünschiefer) gebunden, welche sich mit dem Überbegriff Metabasite (metamorphes basisches Gestein) definieren lassen:

Zwischen dem plastischem Quarzphyllit und dem sprödem Prasinit kommt es häufig zu Deformationen, wie z.B. eine Gesteinszerreiung im Versuchstollen Taffinbach in überwiegend vertikaler Richtung, was sich durch eine intensive Zerklüftung im Gebirge zeigt.

Auch die Vortriebsarbeiten beim Barbaraerkundungstollen fanden durch das tektonisch stark beanspruchte Gebirge ein rasches Ende.

Bewertung: tektonisch stark beansprucht und kluffreich

Beurteilung: -

4.1.3.5 Wertstoffgehalt

Im Bereich Taffinbach ergeben sich im nördlichen Prasinitkörper durchschnittliche Gehalte zwischen 0,2 und 0,3 % WO_3 und im südlichen Prasinitkörper dagegen etwas geringere Gehalte von 0,2–0,25 % WO_3 .

Im Bereich Hochrast-Gumriaul wurde eine Prasinitlinse mit 0,45–0,57 % WO_3 angetroffen. In anderen Prasinitlinsen sind Mineralisationen nur spurenhaf vorhanden.

Bewertung: leicht unterdurchschnittlicher WO_3 Gehalt (Geringer als in Mittersill)

Beurteilung: -

4.1.3.6 Wertstoffeigenschaften

Scheelit hat die Eigenschaften im Dunkeln bei ultraviolettem Licht zu fluoreszieren, daher ist auch die Nachtprospektion die Methode der Wahl, um Scheelitvererzungen aufzufinden. Mit optischen UV-Aufnahmen (z.B. Foto einer Ortsbrust, Abbildung 15) lassen sich die WO_3 Gehalte in einer Ebene abschätzen und somit Informationen über Gehalte über ein Flächenverhältnis errechnen.

Bewertung: keine Bewertung

Beurteilung: keine Beurteilung

4.1.3.7 Aufbereitbarkeit

Es wurden Aufbereitungsversuche zur Voranreicherung durchgeführt.

Schwimm-Sink-Trennungsversuche ergaben einen optimalen Trennschnitt bei $\gamma = 3,05$ kg/l. Eine Gravimetrische Voranreicherung bis zu einer Korngröße von 5 mm erscheint somit möglich. Eine WO_3 -Anreicherung lässt sich in den Kornbereich von 0,315–0,036 mm erzielen. In dieser Kornklasse wurde auch das beste Ausbringen erzielt (Tabelle 39).

<u>Kornklasse 0,315–0,1 mm</u>			
Produkt	Gew. %	% WO_3	% Ausbringen
Konzentrat	3,1	13,4	74,3
M-Produkt	11,3	0,18	3,8
Berge	85,1	0,14	21,4
Aufgabe	100	0,56	100
<u>Kornklasse 0,1–0,036 mm</u>			
Produkt	Gew. %	% WO_3	% Ausbringen
Konzentrat	5,9	7,3	72,6
M-Produkt	49,8	0,25	19,7
Berge	44,3	0,11	7,7
Aufgabe	100	0,63	100

Tabelle 39: Bilanztafel der Aufbereitungsversuche Taffinalpe (VOEST-ALPINE 1978, S. 13)

Bewertung: eindeutig aufbereitbar

Beurteilung: ++

4.1.3.8 Zerkleinerungsverhalten

In Bezug auf das Zerkleinerungsverhalten wurden keine Informationen gesammelt. Der Rückschluss vom vorhandenen Gestein (Metabasit, Quarzphyllit: spröde, hohe Druckfestigkeit, hohe Abrasivität), welches große Anteile von Quarz enthält lässt auf einen erhöhten Energieeintrag und Verschleiß bei der Zerkleinerung schließen.

Bewertung: siehe Aufbereitbarkeit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.1.3.9 Mineralogische und chemische Zusammensetzung

Der Scheelit CaWO_4 ist neben dem Wolframit $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ die wichtigste Wolframverbindung.

Die gegenständlichen Scheelitvererzungen sind an die Metabasite gebunden. Laut Portugaller (2010) handelt es sich dabei um Grüngesteine, die aus basischen, magmatischen Protolithen, wie zum Beispiel Basalte und deren Tuffe, entstanden sind. Das Vorherrschen von Chlorit, Aktinolith, Quarz, Feldspat, Karbonat, Muscovit und Biotit ist für sie charakteristisch.

Die Voest-Alpine (1978) beschreibt die Metabasite als olivgraue, fein bis mittelkörnige, gut geschieferte Gesteine. Eine grobkörnige Varietät ist durch millimeterstarke Quarz-Feldspatlagen zum Teil deutliche gebändert. Neben den bis zu 3 cm großen Quarzknuern treten auch diskordante Quarz-Feldspatmobilisationen mit grobkörnigen, xenomorphen Scheelitindividuen bis zu mehreren cm Größe auf.

Der Scheelit tritt bevorzugt an Quarz-Feldspatlagen gebunden aber auch in nicht lagig ausgebildeten Gesteinsvarietäten zeilig, stark gelängt auf. Teilweise sind die Scheelitaggregate mit bis zu 3 mm Breite und 30 Länge ausgewalzt. In der Regel liegen die Körner jedoch in einer Größe von 150–500 μm vor.

Heinisch und Schmidt (1976) gibt folgenden Mineralbestand für die vererzten Gesteine am Grenzkamm zwischen Hochrast und Gumriaul an: 5 % Quarz, 9 % Albit, 18 % Chlorit, 47 % Hornblende, 13 % Epidot/Zoisit und 5 % Kalkspat. Die erzführenden Gesteine im Bereich Taffinalpe enthalten weniger Chlorit und Kalkspat aber mehr Hornblende.

Die Gesteinsanalysen aus 5 Proben vom Grenzkamm des Gumriaul und 2 Proben von der Taffinalpe belegen durchaus den ursprünglich basaltischen Chemismus der Metabasite (siehe Tabelle 40).

Gumriaul [Gew. %]		Taffinalpe [Gew. %]	
SiO ₂	49,25	SiO ₂	48,45
TiO ₂	1,33	TiO ₂	1,52
Al ₂ O ₃	14,8	Al ₂ O ₃	16,5
Cr ₂ O ₃	0,046	Cr ₂ O ₃	n.b.
FeO	10,01	FeO	11,5
CaO	10,05	CaO	8,91
MgO	9,75	MgO	4,19
Na ₂ O	3,00	Na ₂ O	2,77
K ₂ O	0,15	K ₂ O	1,37
P ₂ O ₅	0,25	P ₂ O ₅	n.b.

Tabelle 40: Gesteinsanalysen Gumriaul und Taffinalpe (Heinisch und Schmidt 1976)

Bewertung: siehe Aufbereikbaarkeit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.1.3.10 Wertstoffmenge

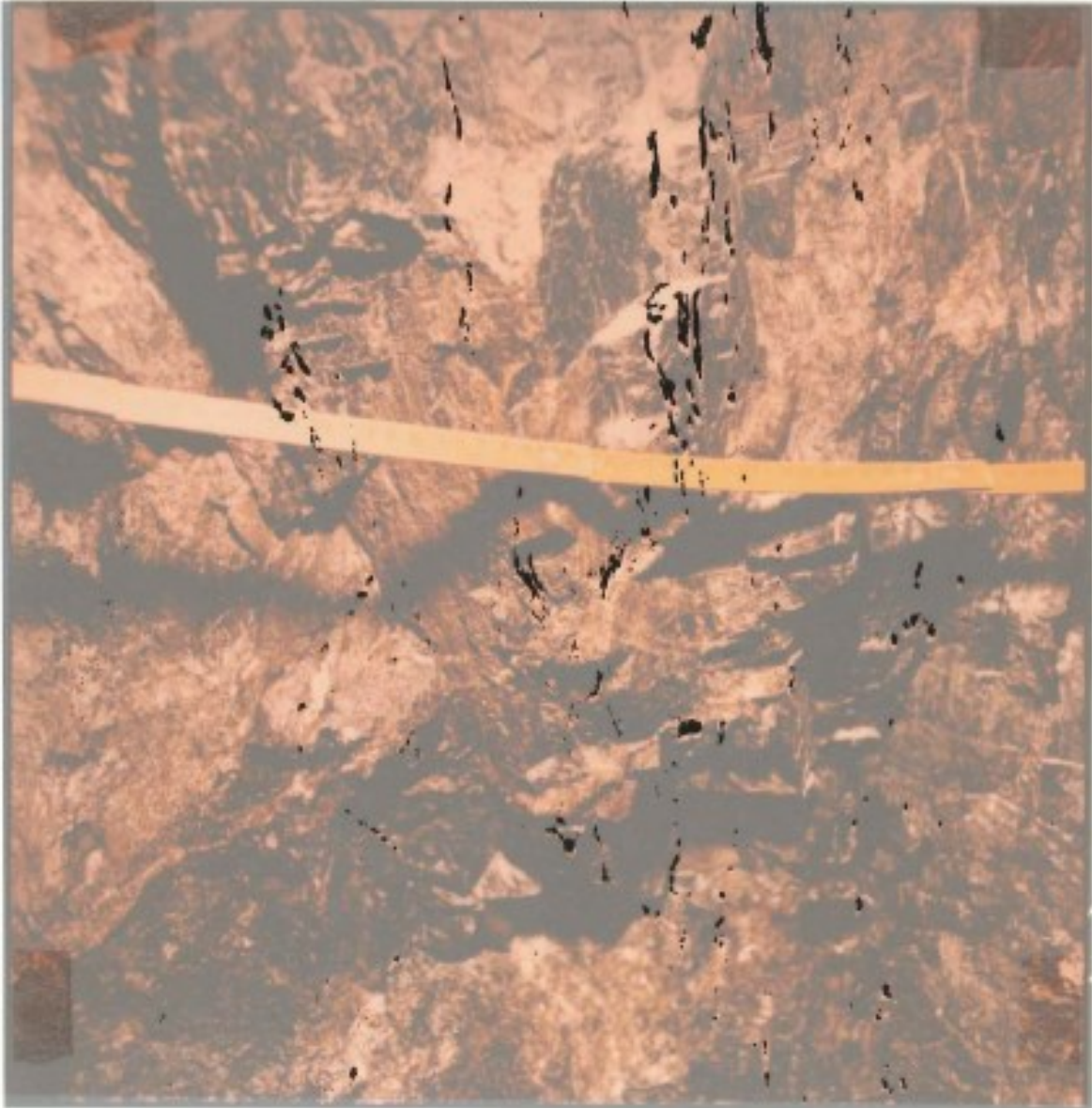
Das als höffig anzusehende Gebiet umfasst ca. 3 Mio. m² (gesamte Freischurfareal Sillian ca. 25,5 Mio. m²). In diesem Gebiet treten an Prasiniten (Metabisten) gebundene Scheelitvererzungen auf. Davon sind bisher nur das Vorkommen Hochrast Gumriaul und Taffinalpe näher exploriert worden. Inwieweit das restliche Gebiet als höffig anzusehen ist, kann aufgrund der derzeitigen Prospektionslage nicht näher definiert werden.

Die Vererzungen am Grenzkamm sind zwar stratiform streng an Prasinite gebunden, jedoch noch absätziger und unregelmäßiger als das Trägergestein selbst, so dass keinerlei substantielle Mengen mit bauwürdigen Erzgehalten zu erwarten sind.

Für den nördlichen Prasinitkörper Taffinbach ergibt sich eine Reserve von 8085 t mit 0,2–0,25 % WO₃. Der südliche Körper ist nur auf einer Sohle bekannt und kann daher nicht berechnet werden.

Bewertung: geringe bekannte Reserve (Potential für weitere Explorationen)

Beurteilung: -



**Abbildung 15: UV-Aufnahme aus dem Barbarastollen mit 0,52 % WO_3 (nördlicher Prasinitkörper)
(Metallgesellschaft AG 1978)**

4.1.3.11 Lage und Infrastruktur

Die hier angesprochenen Wolframvorkommen der Thurntaler Quarzphyllitzone befinden sich in Bereichen über 1800 m Seehöhe nördlich von Sillian in Osttirol. Sie liegen außerhalb schutzwürdiger Zonen wie Nationalparkgebieten, Natura 2000, etc.

Der Zugang zu den Vorkommen erfolgt vom angrenzenden Tal (Villgratener Tal) aus. Die dorthin führenden Straßen sind zweispurig und für den Schwerverkehr ausgebaut. Über serpentinenreiche Schotterstraßen gelangt man mit einem geländegängigen KFZ zur den genannten Vorkommen. Es gibt bis auf angrenzende Gebirgsbäche keine Wasserversorgung und auch keine Stromversorgung. Die nächstgelegene Versorgung befindet sich im Tal.

Die Nutzung dieser Gebiete beschränkt sich auf Alm- und Forstwirtschaft. Der dort vorhandene Alpentourismus beschränkt sich aufs Wandern.

Bewertung: zugänglich, keine Besiedelung, jedoch alpin

Beurteilung: +

4.1.3.12 Schurfberechtigungen/Bergbauberechtigungen

Von der Montanbehörde West gibt es keine Auskunft bezüglich aktuellen Schurf- oder Bergbauberechtigungen auf Wolfram in diesem Gebiet.

4.1.3.13 Zusammenfassung bergtechnische Charakterisierung Beurteilung der Bauwürdigkeit

Bergtechnische Charakterisierung der	Standort	Lagerstättenbonität				Lagerstättenqualität					Lagerstätten-quantität	
		Teufe	Lagerstätten- form	Hydro- geologie	Gebirgseigen- schaften	Ø- Wertstoff- gehalt	Wertstoffeigen- schaften	Aufbereit- barkeit	Zerkleinerungs- verhalten	Mineralogie und Petrologie		Wertstoff- menge
Wolframerzvorkommen Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul	Lage & Infrastruktur											
Quantifiziert	JA	JA	JA	Bedingt	JA	JA	JA	JA	Bedingt	Verweis	JA	
Verweis (Kapitel 3.1.3.X)	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bewertung	Zugänglich, keine Besiedelung, jedoch alpin	Aus- beißend	Langlinsig, unregel- mäßig	Exponiert, jedoch Gewässer- nähe	tektonisch stark beansprucht	Leicht unterdurch- schnittlich	-	Eindeutig aufbereitbar			Geringe Mengen bekannt	
Beurteilung¹¹	+	++	-	+-	-	-		++			--	
Bauwürdigkeit	Derzeit nicht bauwürdig! tektonisch stark beanspruchtes Gebirge, zu geringe Erzmengen bekannt, weitere Exploration notwendig											

Tabelle 41: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für das Wolframerzvorkommen Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul, Osttirol

Fazit: Beim Wolframerzvorkommen Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul sind die Aufbereitbarkeit (Know-How von Mittersill) und die Oberflächennähe der Lagerstätte positiv hervorzuheben. Die Faktoren Gebirgseigenschaften, Wertstoffgehalt und Regelmäßigkeit der Lagerstätten würden sich im Falle eines Abbaus als hinderlich erweisen. Es steht jedoch eindeutig fest, dass wegen der geringen bekannten Mengen zurzeit ein Abbau nicht zielführend ist.

¹¹ Beurteilungsschema: Von „abbauförderndes Charakteristikum“ ++ bis „abbauhinderndes Charakteristikum“ --

4.2 Ehemalige Antimonerzlagerstätte Rabant/Gurskerkammer, Kreuzeckgruppe, Ostalpines Kristallin, Kärnten, Osttirol

Die Antimonvererzungen der Rabantserie (Abbildung 16, gelbe Sterne) beinhalten die Lagerstätten Gomig, Mariengrube, Johannisgrube, Rabant, Edenstollen und Gurskerkammer von NW nach SE. An diesen Orten erfolgte bereits eine bergmännische Gewinnung von Antimonit.

Das Rabantvorkommen hebt sich vom Lagerstätteninhalt her zu den anderen ab und war somit auch bergbaulich von größerer Bedeutung. Für die bergtechnische Charakterisierung wird dieses Vorkommen herangezogen. Es ergeben sich Analogien für die ganze Rabantserie.

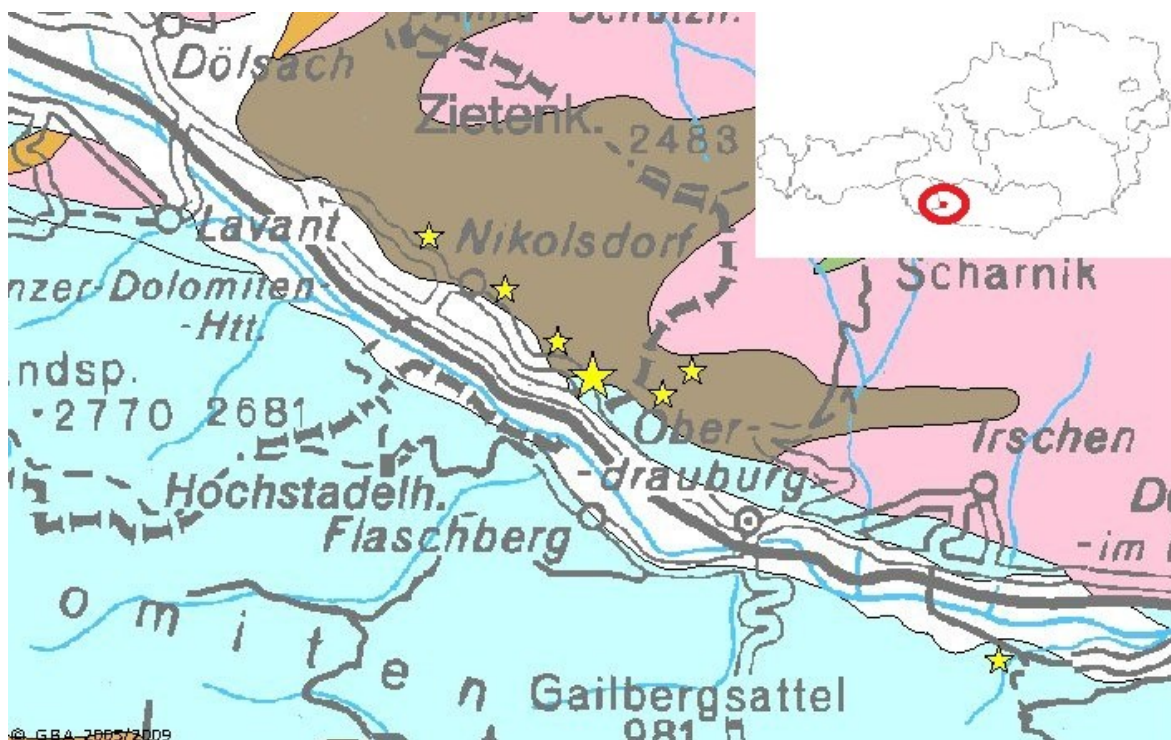


Abbildung 16: Geologische Übersicht über die Antimonvererzungen der Rabantserie (IRIS 2012)

4.2.1 Geologie

Weber (1982) beschreibt, dass die Kreuzeckgruppe, in welche sich die Rabantserie einordnet, geologisch zum Mittelostalpin gehört. Sie wurde in kretazischer Phase als aufrecht liegende Masse dem Pennin und dem Unterostalpin aufgeschoben. Der näher bearbeitete Abschnitt des Osttiroler Anteils der Kreuzeckgruppe wird allgemein zur südlich gelegenen Korideneinheit gezählt, welche auf der nördlich gelegenen Murideneinheit auflagert. Die Rabantserie besteht petrographisch aus

Wechsellagerungen von verschiedenartigen Glimmerschiefern und Gneisen mit kennzeichnenden Schichtgliedern von Amphibolitbändern und Gneislagen.

Vorkommen	Rabant
Rohstoffe	Sb, As, W
Wertstoffe	Sb , As
Metallogenetischer Bezirk	Sb-(As, Au, Pb, Cu); Au-As-Erzbezirk Kreuzeck-Goldeckgruppe
Tektonik	Koriden südlich des Tauernfensters
Großeinheit	Ostalpen
Tektonik I	Ostalpines Paläozoikum
Tektonik II	
Bemerkung	siehe unten

Tabelle 42: Allgemeine geologische Angaben zu den Antominitvorkommen der Rabantalm (IRIS 2012)

4.2.2 Bergbauliche Aktivitäten

Die Geschichte des Antimonbergbaues bei Oberdrauburg findet sich in der heutigen Literatur öfters wieder. Weber (1982) fasste sie zusammen und führte sie zusammen mit seinen Untersuchungen in diesem Gebiet mit an:

Die Antimonbergbaue bei Oberdrauburg sind seit dem 17. Jahrhundert bekannt. Nachdem aber die Antimonvererzung von Rabant darauf offenbar lange Zeit in Vergessenheit geriet, wurde sie erst 1936 wiedergefunden und beschürft.

Der eigentliche Produktionsbetrieb wurde nach einem Aufschlussergebnis von rund 40.000 t sicherer und wahrscheinlicher Erze mit etwa 3 % Sb nach Errichtung einer Aufbereitungsanlage im November 1950 aufgenommen. Im Jahre 1951 brachten jedoch einige Komplikationen und Enttäuschungen hinsichtlich des Metallgehaltes, des relativ arsenreichen Charakters der Erze und seiner schwierigen Aufbereitbarkeit bzw. Anreicherbarkeit zu verhüttungsfähigem Gut Schwierigkeiten.

Zufolge einer gegen Ende des Jahres 1951 zusätzlich eingetretenen Absatzkrise und dem nachfolgenden Preissturz war eine Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben. Aus diesem Grunde wurde der Betrieb mit Ende Juli 1952 eingestellt.

4.2.3 Bergtechnische Parameter des Antimonerzvorkommens Rabantalm

4.2.3.1 Teufe

Der Antimonit-führende Grafit-schiefer ist auf der Rabantalm über dem Hermannstollen bis 1180 m NN im Bachbett bei einer maximalen Mächtigkeit von 5 m aufgeschlossen. In die Teufe hin ist das Erzlager bis 1000 m NN nachgewiesen. Nach geologischer Betrachtung setzt es sich weiter in die Teufe hin fort, jedoch gibt es dafür keine genaueren Untersuchungsergebnisse.

Bewertung: oberflächennah

Beurteilung: +

4.2.3.2 Lagerstättenform

Die Lagerstätte zeigt im Wesentlichen ein NW nach SE gerichtetes Streichen und verflacht 55–70 ° gegen NE.

Im Streichen wurde das Antimonerz auf 250 m verfolgt und ist an eine lagerartige, grafitische Ruschelzone (1–2 m mächtig) gebunden, die 10 m im Hangenden von einer zweiten, schieferungsparallelen Ruschelzone begleitet werden kann.

Die Ruschelzone ist zugleich Gangfläche. Innerhalb dieser Gangfläche ist die Antimonitvererzung auf einzelne linsen- bis schlauchförmige Adelszonen beschränkt, wo sie als cm bis dm starke Derberzstreifen am Rande von Quarzlinsen oder auch selbständig auftreten.

Imprägnationsvererzungen sind jedoch auch zwischen den Adelszonen anzutreffen.

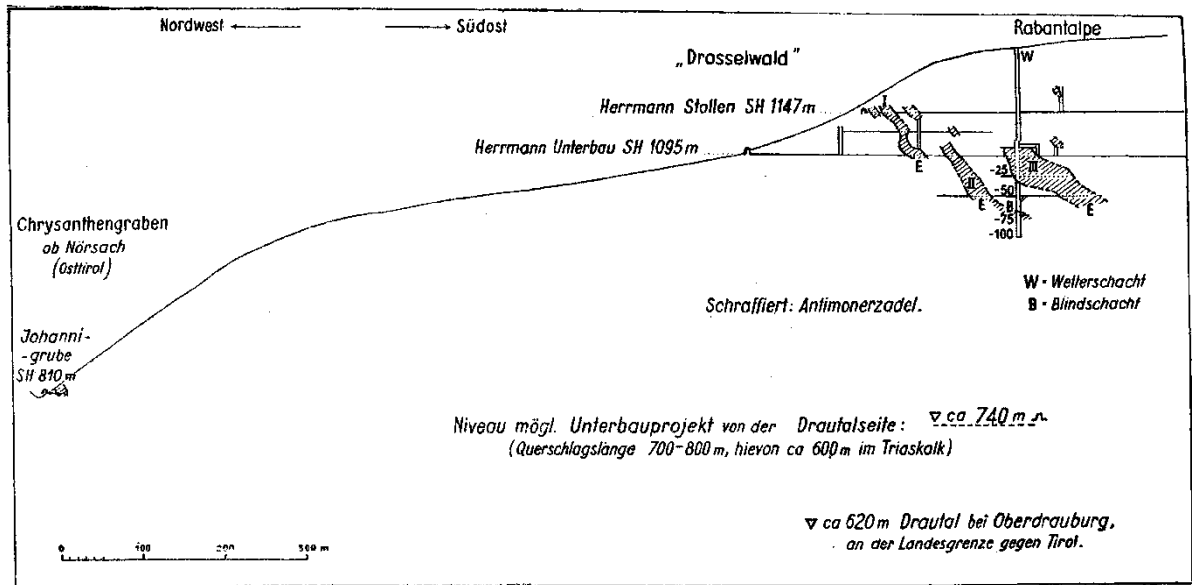


Abbildung 17: Bergbau Rabant mit Adelszonen E (Hiessleitner 1949, S. 47)

Bewertung: schmale Reicherzzonen, jedoch auch Imprägnationsvererzungen, Einfallen der Lagerstätte

Beurteilung: +/-

4.2.3.3 Hydrogeologie

Laut Betriebsberichten gab es Probleme mit der Wasserhaltung. Durch die stark zerklüftete Ruschelzone ist mit einem erhöhten Wasserzufluss zu rechnen.

Bewertung: stark wasserführend

Beurteilung: --

4.2.3.4 Gebirgseigenschaften

Die Lagerstätte liegt in einer Abfolge bestehend aus Granatglimmerschiefern, stark mylonisierten Schwarzschiefern (Grafit-schiefer) und Grüngesteinen.

Die Mylonitzone („Ruschelzone“) ist als tektonische Schwächezone anzusehen.

Die gesamte Gesteinsabfolge ist als nicht standfest zu betrachten. Die Ruschelzone bildet das schwächste Glied einer ohnehin schwachen geologischen Zone. Bisherige Bergbauberichte weisen ebenfalls auf schlechte Gebirgseigenschaften hin und dass ein erheblicher Ausbau von Notwendigkeit ist.

Entlang der Drau wird diese Gesteinsabfolge nach Süden hin durch die Pusterwaldstörung zu den Triasdolomiten abgegrenzt, welche eine ausreichende Standfestigkeit besitzen.

Bewertung: nicht standfestes Gebirge

Beurteilung: --

4.2.3.5 Wertstoffgehalt

Die Antimon und Arsengehalte Tabelle 43 wurden bis auf die –50 m Sohle im Zuge der Schließung beprobt (Weber 1982, S. 24).

Sohle	Probenanzahl	Sb	As
Über –50 m Sohle	17	6,675 %	1,111 %
Über –25 m Sohle	42	7,668 %	0,85 %
Über –12 m Sohle	40	6,036 %	0,502 %

Tabelle 43: Antimongehalte laut Betriebsberichten (Weber 1982, S.24)

Bewertung: überdurchschnittliche Gehalte, Arsengehalt problematisch

Beurteilung: +-

4.2.3.6 Wertstoffeigenschaften

Antimon tritt gemeinsam mit Scheelit in dieser metamorph überprägten erzführenden Serie auf. Bei Prospektionen kann somit auf die Eigenschaften von Scheelit zurückgegriffen werden. Siehe Kapitel 4.1.3.6 zu den Wertstoffeigenschaften von Scheelit.

Bewertung: keine Bewertung

Beurteilung: keine Beurteilung

4.2.3.7 Aufbereitbarkeit

Im Jahre 2007 wurden vom Institut für Aufbereitung und Veredlung Aufbereitungsversuche im Zuge der Arbeit „Orientierende Untersuchungen zur Aufbereitbarkeit von Quarz-, Grafit-, Antimonit- und Bentonitproben“ durchgeführt (Vgl.

Stadtschnitzer & Flachberger 2007, S. 23 ff). Die Aufbereitungsversuche wurden mit Antimonitproben aus Haldenmaterial aus der Rabantserie durchgeführt.

Das gesamte Probenmaterial wurde auf 100 % < 6 mm zerkleinert. Dabei war schon eine Zunahme der Dichte in den feineren Kornklassen auffällig. Dies wurde mit einer Schwimm-Sink-Analyse an der Fraktion 315/200 µm analysiert. Ein großer Masseanteil zeigte sich in der Dichteklasse 2,71/3,28 g/cm³, was auf Verwachsungen zwischen Sulfiden und silikatischem Nebengestein hinweist.

Im weiteren Verlauf wurde auch versucht mittels Magnetscheidung (Frantzscheider) das Wertmineral anzureichern.

Die Konzentrate beider Versuchsanordnungen zeigten feinste Verwachsungen zwischen Antimonit und Gangart als auch zwischen Antimonit und Pyrit.

Des Weiteren wurden zwei Flotationsversuche mit dem Reagenziengemisch aus Xanthatsammler, Kupfersulfat und Bleiacetat als Aktivierer für die Sulfide und Methylisobutylcarbinol als Schäumer durchgeführt. Im Erfolgreicheren der beiden Versuche, konnte eine Anreicherung des Antimonits erreicht werden. Der noch immer vorhandene Anteil an Pyrit ist auf die vorhandenen feinsten Verwachsungen zurückzuführen.

Fazit ist, dass die Flotation als einzig aussichtsreiches Verfahren zur Erzeugung eines qualitätskonformen Antimonkonzentrates dient. Die Aufbereitungsversuche waren jedoch wegen der Überschreitung des gesundheitsschädlichen Arsengehaltes im Aufbereitungskonzentrat nicht erfolgreich.

Die schwierige Aufbereitbarkeit bzw. Anreicherbarkeit zu verhüttungsfähigem Gut und der arsenreiche Charakter der Erze bestätigen die Probleme zur Zeit der Bergbautätigkeit und sind der Hauptgrund warum der Bergbau im Jahre 1951 eingestellt werden musste.

Bewertung: bisher keine Möglichkeit den Arsengehalt zu reduzieren

Beurteilung: --

4.2.3.8 Zerkleinerungsverhalten

Zum Zerkleinerungsverhalten wurden keine genaueren Untersuchungen durchgeführt.

Bewertung: siehe Aufbereitbarkeit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.2.3.9 Mineralogische und chemische Zusammensetzung

Innerhalb der grafitischen Lage (Grafitschiefer „Ruschelzone“) treten unregelmäßig verteilte, schichtparallele Reicherzlinen auf, die „Adelsbereiche“. Zwischen diesen Adelsbereichen ist Antimonit in Spuren anzutreffen.

Diese Antimonvererzungen treten nach Lahusen (1969, S. 34) als spärliche bis reichliche Imprägnationserze auf, in vorwiegend hellem Quarz als Gangart. Die Quarzgänge sind durchschnittlich 80 cm dick und erreichen bis zu 2 m Mächtigkeit bei unregelmäßiger Abfolge. Die Derberzstreifen mit Stärken von einigen cm bis dm finden sich am Rande der Quarzlinen oder selbständig in der Ruschelzone.

Erzmikroskopisch konnten laut Reimann (1980) neben Antimonit Arsenkies, Pyrit, Bravoit, Bertherit sowie Zinnkies nachgewiesen werden.

Der Antimonit ist unregelmäßig mit feinkörnigem bis mittelkörnigem Arsenkies, zumeist idiomorph ausgebildet, verwachsen.

Laut Weber 1982 konnte neben Karbonat noch Quarz, Zinkblende sowie Scheelit als Gangart nachgewiesen werden

Eigene Ergebnisse der Probenanalysen von Haldenmaterial der Gurskerkammer befinden sich im Anhang II.

Bewertung: siehe Aufbereikbaarkeit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.2.3.10 Wertstoffmenge

Im Zuge der Schließungsphase wurden im Adel 3 10.440 t an sicheren und 2.560 t an wahrscheinlichen Vorräten nachgewiesen. Adel 1 und 2 dünnen nach der Teufe hin aus.

Es sind auch noch die Erzvorräte der umliegenden Lagerstätten und Halden in Betracht zu ziehen:

- Johannisgrube (437 t sichtbar, 2.275 t wahrscheinlich)
- Mariengrube (350 t sichtbar, 1.050 wahrscheinlich. 350.000 t möglich)
- Gomig (keine Angaben)

Gemäß Weber (1982) wird erwähnt, dass eine Wiederauffahrung der Lagerstätte Rabant schwierig und nicht profitabel sei (Stand 1982). Weitere Untersuchungsarbeiten

an der Lagerstätte Gomig werden hingegen empfohlen. Hier treten hohe Antimonkonzentrationen auf und die Vererzung ist noch nahezu unerschlossen.

Bewertung: geringe Reserven bekannt, weitere Exploration notwendig

Beurteilung: -

4.2.3.11 Lage und Infrastruktur

Die Rabantserie liegt an der Landesgrenze zwischen Kärnten und Osttirol über Oberdrauburg auf einer Seehöhe von 1000 bis 1250 m auf exponierter Lage. Was früher durch eine Seilbahnverbindung ins Drautal überbrückt wurde. Sie befindet sich nicht in Naturschutzgebieten.

Die Drautal-Bundesstraße im Tal ist für den Schwerverkehr geeignet. Die höhergelegene Ortschaft erreicht man auf einspurigen, steilen jedoch asphaltierten Straßen. Die Lagerstätten selbst sind von dort aus auf gut präparierten Schotterstraßen zu erreichen.

Die Strom und Wasserversorgung geht bis zum Ende der asphaltierten Straßen.

Das Gebiet wird durch Alm- und Forstwirtschaft genutzt. Der Wandertourismus ist ausgeprägt und ehemalige Bergbaugebäude werden als Hütten genutzt.

Bewertung: gut zugänglich

Beurteilung: ++

4.2.3.12 Schurfberechtigungen / Bergbauberechtigungen

Im besagten Gebiet gibt es Schurfberechtigungen auf Gold. Von der Behörde wurde bezüglich Bergbau und Schurfberechtigungen auf die Literatur verwiesen.

4.2.3.13 Zusammenfassung bergtechnische Charakterisierung und Beurteilung der Bauwürdigkeit

Bergtechnische Charakterisierung der	Standort	Lagerstättenbonität				Lagerstättenqualität					Lagerstätten-quantität
		Teufe	Lagerstättenform	Hydrogeologie	Gebirgseigenschaften	Ø-Wertstoffgehalt	Wertstoffeigenschaften	Aufbereitbarkeit	Zerkleinerungsverhalten	Mineralogie und Petrologie	Wertstoffmenge
Antimonitvorkommen Rabantserie	Lage & Infrastruktur										
Quantifiziert	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEIN	Verweis	JA
Verweis (Kapitel 3.2.3.X)	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bewertung	Gut zugänglich	oberflächennah	Schmale Reicherzonen	Stark wasserführend	Nicht standfestes Gebirge	Überdurchschnittlich	-	Zu hoher Arsengehalt			Geringe Mengen bekannt
Beurteilung ¹²	++	+	+ -	--	--	+ -		--			-
Bauwürdigkeit	Derzeit nicht bauwürdig! Hohe Abbaukosten durch starke Wasserführung und nicht standfestes Gebirge; Aufbereitungsproblem: Arsengrenzwert nicht unterschreitbar; zu geringe Mengen bekannt; weitere Exploration wäre erforderlich										

Tabelle 44: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für die Antimonitvorkommen der Rabantserie, Osttirol, Kärnten

Fazit: Nahezu alle Faktoren sprechen gegen einen Abbau. Das Hauptproblem ist der zu hohe Arsengehalt.

¹² Beurteilungsschema: Von „abbauförderndes Charakteristikum“ ++ bis „abbauhinderndes Charakteristikum“ --

4.3 Ehemaligen Grafitlagerstätten und -vorkommen in der Böhmisches Masse, Moldanubikum, Niederösterreich

Im Waldviertel sind die Grafitlinsen der „Bunten Serie“ des Moldanubikums seit jeher als bekannt und auch bergmännisch gewonnen worden. Zahlreiche Bergbaue säumten dieses Gebiet. Niedrige Rohstoffpreise und auch erschöpfte Lagerstätten brachten die Waldviertler Grafitproduktion zum Erliegen.

Im Jahre 1987 wurden diese Vorkommen detailliert untersucht und bewertet (Polegeg, 1987). Eine Auswertung zum damaligen Stand ergab, dass von insgesamt 18 untersuchten Vorkommen, acht als „Rohstoffsicherungsgebiete“ eingestuft wurden und weitere zwei nach weiteren Untersuchungsarbeiten ebenso das Potential dazu haben. Diese acht Vorkommen gemeinsam mit dem größten erschöpften Bergbau Mühldorf (Trandorf, Weinberg) bilden die Grundlage für das weitere Vorgehen der bergtechnischen Charakterisierung in dieser Arbeit.

Die Karte (Abbildung 18 mit Tabelle 45) zeigt die gesamten Grafit- und Erzlagerstätten des Niederösterreichischen Waldviertels (Steffan, 1944).

1 Fürholz	21 Wolfenstein im Dunkelsteinerwald	39 Nonndorf und Kleinraabs bei Krumau	56 Zettenreith
2 Rottenhof			57 Wollmersdorf
3 Loja	22 Häusling im Dunkelsteinerwald	40 Röhrenbach und Feinfeld	58 Zettlitz oder Cernimühle oder Pfennigsteigmühle
4 Steinbach bei Marbach a. d. D.	23 Hengstberg und Eckartsberg im Dunkelsteinerwald	41 Tautendorf	59 Eibenstein
5 Artstetten		42 Neukirchen an der Wild	60 Primmersdorf a. d. Thaya
6 Ornding bei Pöchlarn	24 Rohr bei Loosdorf	43 St. Marein	61 Nonndorf bei Drosendorf
7 Harth	25 Berging bei Schönbühel	44 Dappach	62 Elsern bei Drosendorf
8 Pöbring	26 Schönbühel	45 Brunn an der Wild	63 Drosendorf
9 Seiterndorf und Nating	27 Arzwiesen bei Els	46 Messern	64 Thürnau
10 Mollenburg	28 Scheutz	47 Dietmannsdorf a. d. Wild	65 Brunn bei Waidhofen a. d. Thaya
11 Weiten	29 Taubitz	48 Nondorf a. d. Wild	66 Ranzles bei Waidhofen a. d. Thaya
12 Strassereith	30 Lichtenau	49 Teich bei Klein Haselbach	67 Thaya
13 Kirchschatz bei Ottenschlag	31 Brunn am Walde	50 Groß-Siegharts	68 Oberedlitz bei Thaya
14 Feistritz	32 Loiwein	51 Loibes	69 Dobersberg
15 Wegscheid und Ötz bei Mühldorf	33 Eggendorf bei Göttweig	52 Karlstein	
16 Weinberg	34 Wurschenaigen	53 Trabenreith	
17 Elesenreith	35 Rastbach	54 Unter- und Oberthumeritz	
18 Voitsau	36 Neubau	55 Goslarn	
19 Mühldorf	37 Krumau am Kamp		
20 Ranna bei Mühldorf	38 Tiefenbach		

Tabelle 45: Grafitlagerstätten des Waldviertels (Liste), aufgenommen 1937 (Steffan 1944, S. 4)

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

Die Rohstoffsicherungsgebiete sind 18 Voitsau, 34 Wurschenaigen, 39 Rabesreith-Nonndorf, 40 Röhrenbach, 43/44 St. Marein - Dappach, (5 km N von St. Marein) Rothweinsdorf, 54 Unterthumeritz und 66 Ranzles bei Waidhofen a. d. Thaya. Die 2 noch genauer zu überprüfenden Gebiete sind 13 Kirchschatlag bei Ottenschlag und 68 Oberedlitz bei Thaya.

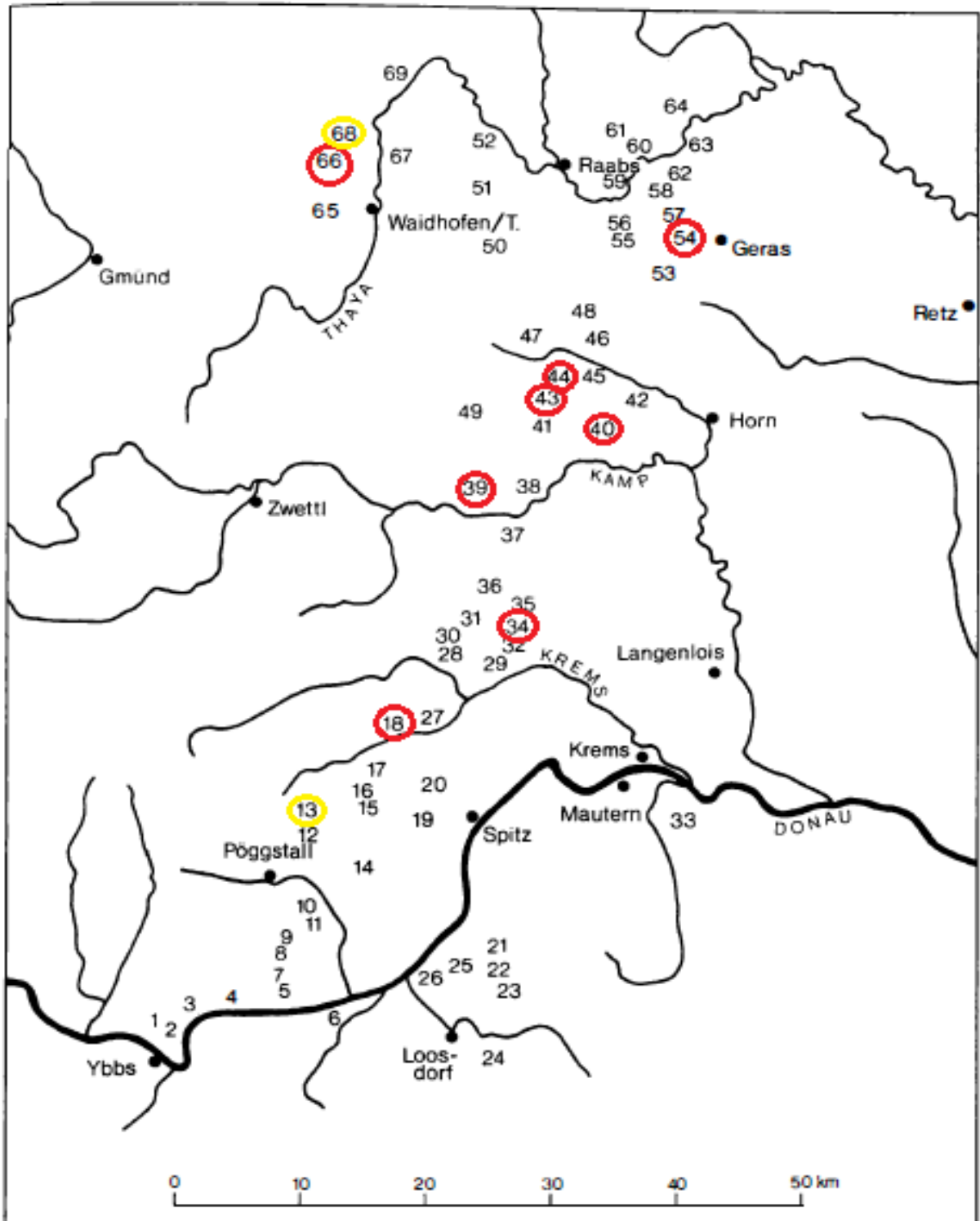


Abbildung 18: Grafitlagerstätten des Waldviertels (Karte), aufgenommen 1937 (Steffan 1944, S. 4)
 Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

4.3.1 Geologie

Die niederösterreichischen Grafitvorkommen konzentrieren sich auf die Abfolgen der „Bunten Serie“ des Moldanubikums in der Böhmisches Masse und auf nachrangige Vorkommen in der Grauwackenzone. In diesem Kapitel werden ausschließlich die Grafitvorkommen der Böhmisches Masse bearbeitet. Geologisch werden die Grafitvorkommen der „Bunten Serie“ wie folgt eingeteilt (Tabelle 46):

Vorkommen	„Bunte Serie“
Rohstoffe	Grafit
Wertstoffe	Grafit
Metallogenetischer Bezirk	Grafitbezirk Bunte Serie
Tektonik	Böhmisches Masse, Moldanubikum
Großeinheit	Böhmisches Masse
Tektonik I	Moldanubikum
Tektonik II	Moldanubisches Metamorphikum

Tabelle 46: Allgemeine geologische Einteilung der Grafitvorkommen in der Böhmisches Masse (IRIS 2012)

Die Verteilung dieser ehem. Bergbaue sieht man anhand der geologischen Übersichtskarte der Böhmisches Masse (Abbildung 19). Hier ist auch zu sehen wie sich die Vorkommen über einen max. 50 km breiten Streifen der Drosendorfer Decke von N nach S ziehen.

Neben der Grafitbrekzie tritt bei den Vorkommen als Nebengestein Amphibolit und Marmor auf.

Nach Polegeg (1987) ist das Grafiterz charakterisiert als Grafitbrekzie, wobei die Grafitkomponenten in einer Matrix aus Quarz, Feldspat, Tremolit und Glimmern liegen. Pyrit ist fast immer in wechselnder, mitunter auch in bedeutender Menge vorhanden.

Die Genese der Grafitvorkommen der „Bunten Serie“ geht auf Faulschlämme (Sapropete) zurück, daher zeigen diese Grafite einige wesentliche Unterschiede zu Grafiten, die aus der Metamorphose pflanzlichen Materials entstanden sind.

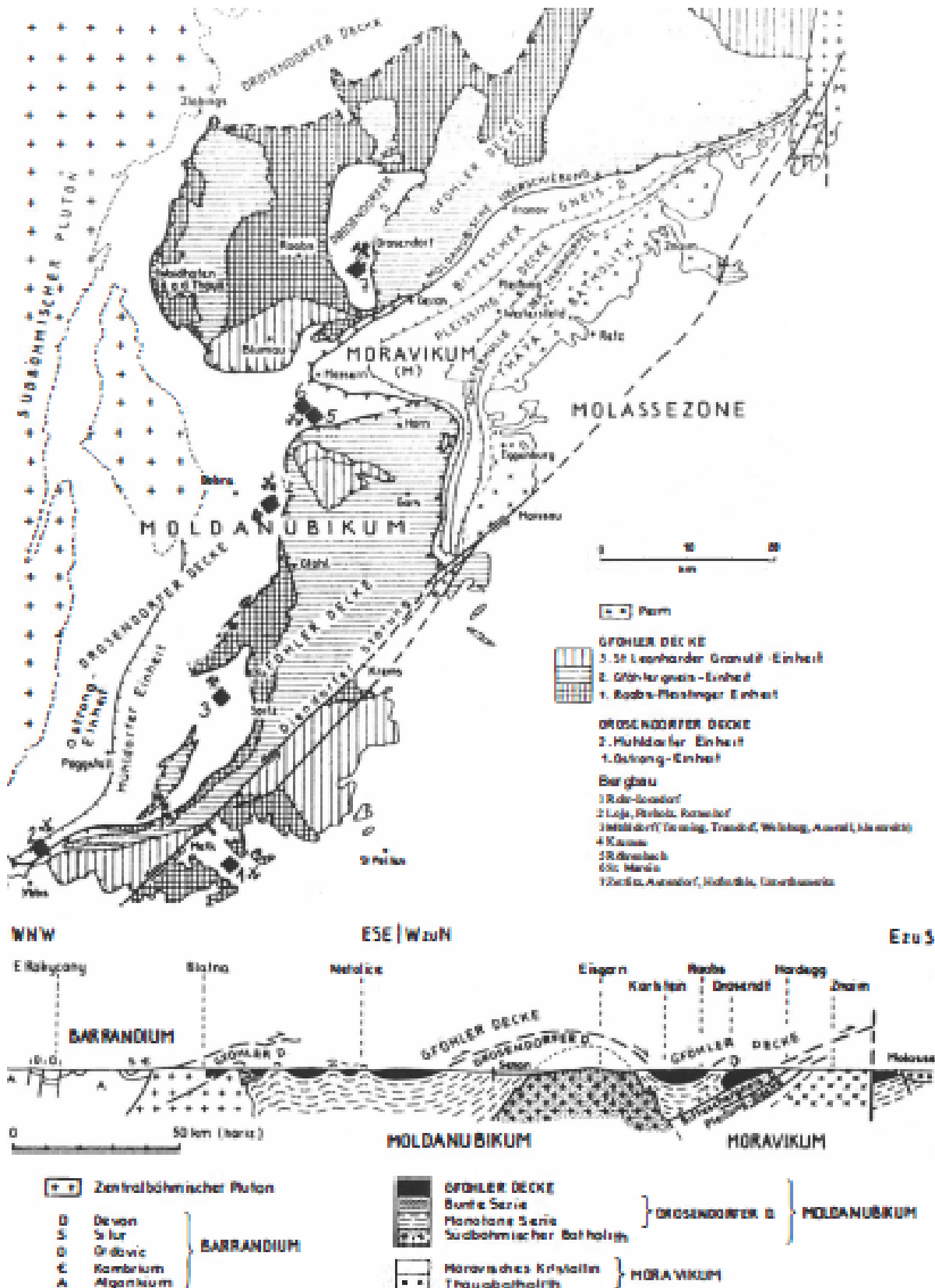


Abbildung 19: Geologisch-tektonische Übersicht und schematisches Profil durch den Österreichischen Anteil der Böhmisches Masse (WEBER 1987, S. 373)

Die Genese dieses Grafites wird nach Weber (1987) auf das Absterben von Organismen in einem marinen Biotop zurückgeführt (siehe Abbildung 20). Durch verschiedene Einflussfaktoren, wie fehlender Wasseraustausch und damit verbundener Sauerstoffmangel entstehen anoxische, biophobe, aber vor allem reduzierende Verhältnisse.

Auch können Temperaturschwankungen diese Vorgänge herbeirufen. Vulkanausbrüche und die damit auch austretenden mineralischen Lösungen können eine Ursache dafür sein. Eine marginale Erhöhung kann dann zum Zuwachs an Organismen führen, jedoch kann eine minimale Erhöhung schon katastrophale Auswirkungen haben. Die Organismen können sich nicht rasch genug anpassen und sterben ab.

Ist der Meeresboden zusätzlich morphologisch gegliedert, kann die Aufwärmung wesentlich rascher und stärker erfolgen, da der natürliche Wasseraustausch weitgehend unterbunden ist.

Unter derartig biophoben Bedingungen können sich anaerobe Bakterien reichlich entfalten, die aus dem Eiweiß der Organismen, H_2S und NH_3 entstehen lassen. Durch die Bildung von Ammoniak wird wiederum der pH-Wert des Meeres so beeinflusst, dass es zu verstärkter Karbonatfällungen kommen kann.

Die nebenbei aufdringenden mineralisierten Hydrothermen können verschiedene Metalle wie Pb, Zn, Co und Cu, aber auch B mit sich bringen, welche sich in einem solchen Enviroment anreichern. Diese Metalle liegen heute in Sulfidform vor.

Die auf diese Art und Weise entstandenen Sapropelsedimente wurden in der weiteren Folge durch Metamorphoseprozesse zu kohlenstoffhaltigen Metasedimenten („Grafitschiefer“) umgebildet. Der gefällte Karbonatschlamm wurde zu Kalkmarmoren, die submarinen Vulkanite bzw. Tuffe und Tuffite zu Amphiboliten umgewandelt.

Eine solche Bildung vollzieht sich auch heutzutage im Schwarzen Meer. Somit werden auch alle Sedimentabfolgen, die unter diesen Umständen gebildet wurden, als grafithöflich bezeichnet.

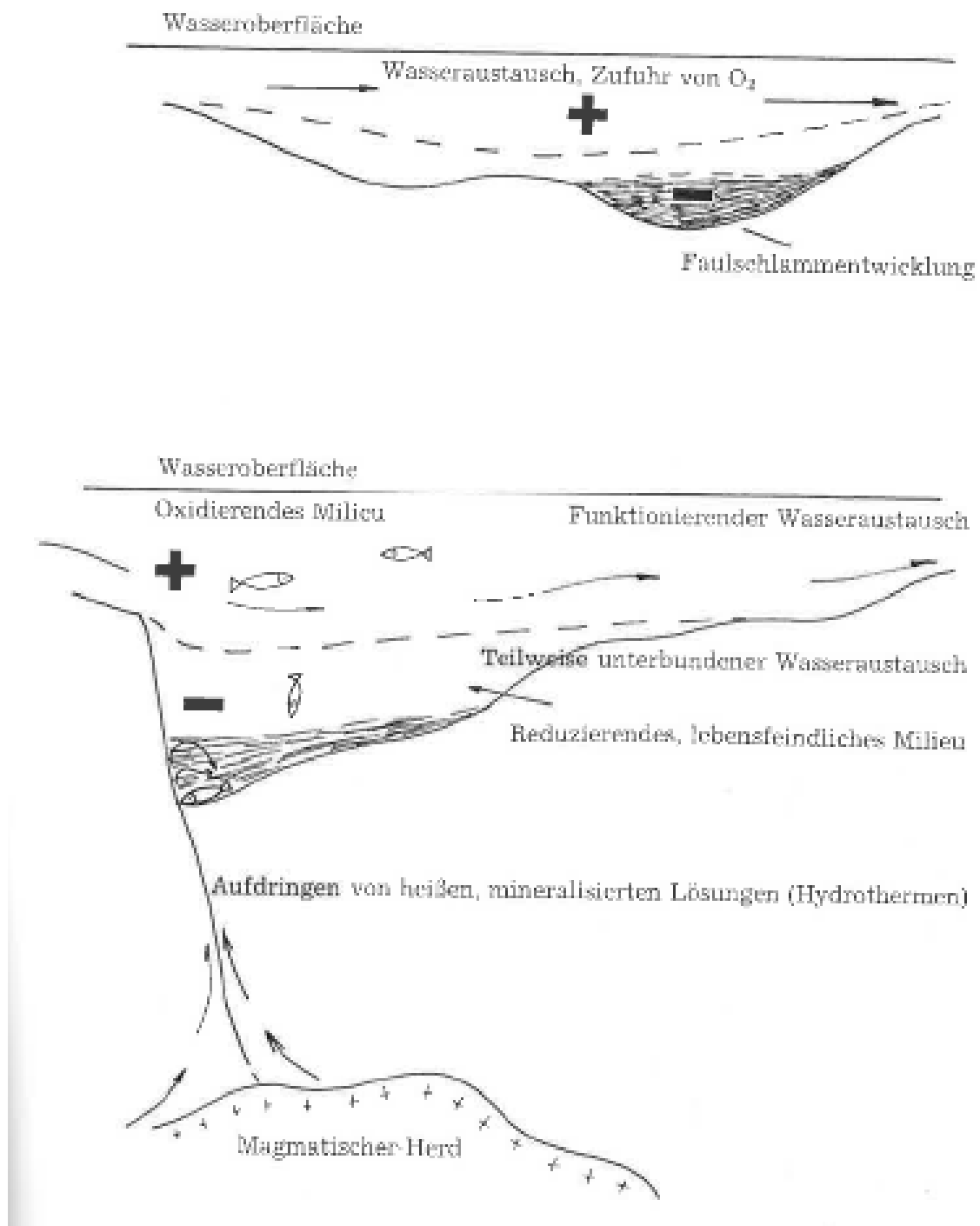


Abbildung 20: Entstehung einer Sapropelfazies (Weber 1987, S. 371)

4.3.1 Bergbauliche Aktivitäten

Unter dem Titel „Der Grafitbergbau von Mühldorf in Niederösterreich“ bringt Hohn (2004) eine ausführliche Chronik zur Geschichte und Entwicklung des Grafitbergbaues speziell im Waldviertel. Daraus sind folgende Passagen zusammengefasst:

Seit dem Beginn des 19. Jahrhundert wird bereits eine Schürftätigkeit rund um Mühldorf nachgewiesen. Was anfänglich mit einer Tonnage von etwa 10 t Rohgrafit pro Jahr begann änderte sich mit der Jahrhundertwende und dem industriellen Fortschritt. In die Aufbereitung wurden Stoßkolben, Schlammbecken, Plantrockenöfen und Schwefelöfen integriert. Heutzutage erinnert das noch erhaltene Aufbereitungsgebäude Nr. 1 an diese Zeit.

Wie auch die Aufbereitung so revolutionierte sich auch die Abbau- und Fördertechnik. Der Transport wurde auf Gleise verlegt und aus Sicherheitsgründen wurden Stollenzimmerungen eingebaut. Das Gebirge wurde als außerordentlich standfest bezeichnet. Generell wurde das im streichenden Stoßbau abgebaute Taubmaterial zur Verfüllung der Hohlräume eingesetzt.

Das so gewonnene Trenninger Grafitlager hatte eine Mächtigkeit von 1 bis 8 m und wurden über 350 m verfolgt, bis es sich im Mühldorfer Marmor verlor.

Die Verwendung als Gießereigrafit bescherte dem Bergbau 1938, nach einem bisher schlechtem als rechtem Geschäft, eine gute Auftragslage.

Das Kriegsende brachte jedoch völligen Stillstand in Abbau und Aufbereitung, ehe man in kleinen Schritten den Betrieb wieder reorganisierte und in den 60er Jahren die Firma Mineralgesellschaft Prysok & Co. KG rund um Mühldorf mit dem obertägigen Abbau begann. Nun wurde vorwiegend Raffinade- und Mühlgrafit an die österreichischen Stahlerzeuger geliefert. Nach etwa 10 Jahren wurden die „großen“ Vorräte aufgearbeitet und es wurde in den Folgejahren in weiteren Lagerstätten, Grafit für die Erzeugung von Elektroden, Schmelzriegeln, Farbstoffen, etc. bis zur letzten Lieferung im Jahre 2000 in geringsten Mengen gewonnen.

Die rund um Mühldorf entstandene bergmännische Tätigkeit lässt sich am besten durch die Grubenfelder veranschaulichen (Abbildung 21). Weitere Standorte im Waldviertel weisen ähnliche Chronologien auf und machen die „Bunte Serie“ des Moldanubikums zum einem geschichtsträchtigen Bergbaugesbiet.

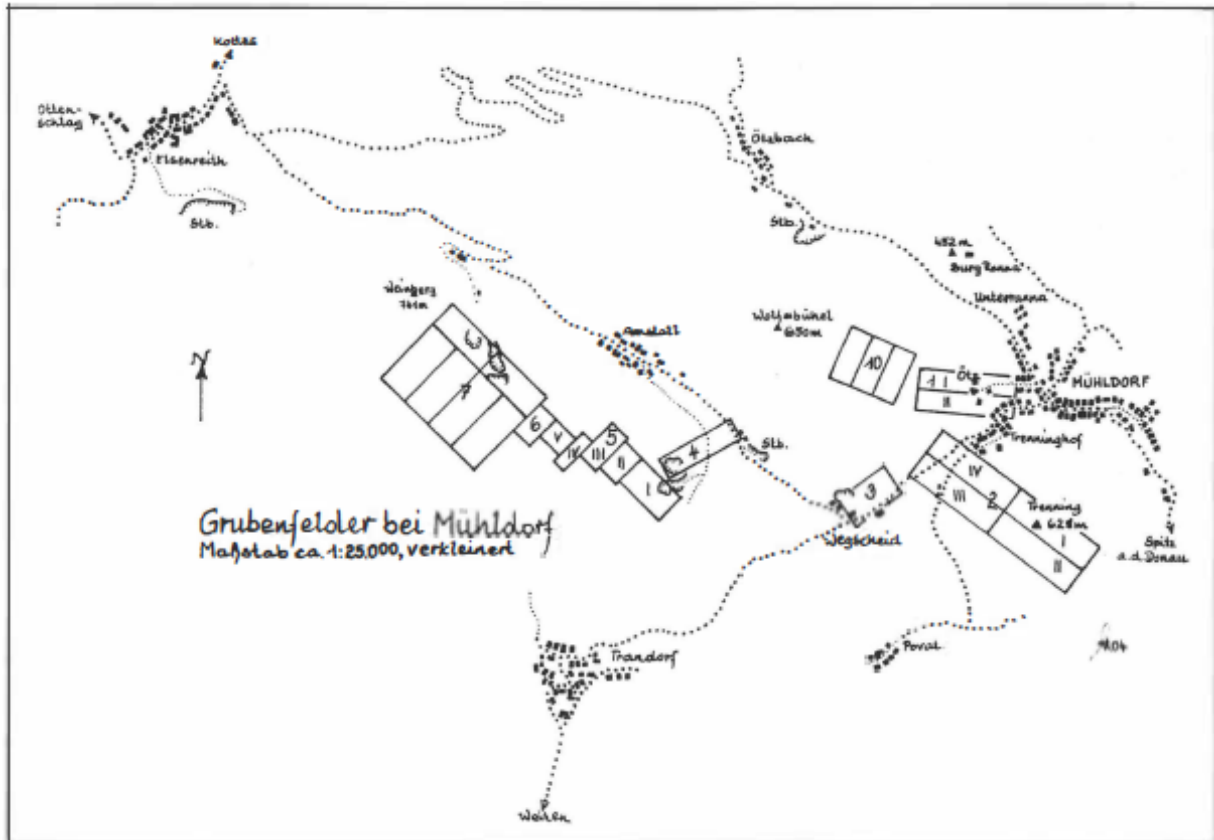


Abbildung 21: Grubenfelder bei Mühldorf (Hohn 2004, S. 4)

4.3.2 Bergtechnische Parameter der Lagerstätte

Im Zuge dieser Arbeit werden die 8 erwähnten Rohstoffsicherungsgebiete aufgrund ihrer Ähnlichkeit gemeinsam bewertet und spezifische Eigenschaften, wie Lagerstätteninhalt, getrennt behandelt. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung wird aufgrund der Ähnlichkeit von der ehem. Grafitlagerstätte Weinberg herangezogen.

4.3.2.1 Teufe

Die aktuellen bekannten Grafitvorkommen im Waldviertel beschränken sich auf jene, die an der Oberfläche ausbeissen. Meist erstrecken sie sich nicht einmal wenige 10er Meter in die Teufe. Es ist jedoch anzunehmen, dass diese Grafitlinsen auch in der Teufe der Drosendofer Decke vorhanden sind, aber aufgrund der Unwirtschaftlichkeit dieser Vorkommen nie genauer prospektiert wurden.

Bewertung: oberflächennah, ausbeißend

Beurteilung: ++

4.3.2.2 Lagerstättenform

Die Lagerstättenkörper sind linsen- bis lagerförmige Tektonite, welche in eine Serie aus Paragneisen, Marmoren und Quarziten eingelagert sind.

Die Ausdehnung und Mächtigkeiten der Grafitkörper wechseln ebenfalls stark. Gewöhnlich beträgt die Länge der spindelförmigen Linsen zwischen 20 und 60 Meter, wobei Mächtigkeiten bis 12 Meter erreicht werden können.

Bewertung: verteilte Linsen mit wechselnden Mächtigkeiten

Beurteilung: -

4.3.2.3 Hydrogeologie

Aufzeichnungen bisheriger Bergwerksbetriebe sind keine Auffälligkeiten über die Wasserhaushaltung zu entnehmen.

Bewertung: keine Bewertung

Beurteilung: keine Beurteilung

4.3.2.4 Gebirgseigenschaften

Die Einlagerung der Grafitlinsen in die Nebengesteine wie Paragneis, Marmor und Quarzit spricht grundsätzlich für ein sehr standfestes Umgebungsgestein. Die Grafitlinsen selbst sind wie beschrieben (Hohn 2004) aufgrund ihrer Beschaffenheit ebenfalls standfest.

Bewertung: standfestes Gebirge

Beurteilung: +

4.3.2.5 Wertstoffgehalt

Die Literaturquellen liefern grundsätzlich ähnliche Angaben über den C-Gehalt. Goldmann (2004) verweist auf bis zu über 70 % C-Gehalt und Polegeg (1987) auf 30 bis maximal 60 % C-Gehalt in den Grafitlinsen.

Bewertung: sehr hohe Gehalte

Beurteilung: ++

4.3.2.6 Wertstoffeigenschaften

Flockengrafit (makrokristallin) ist für Hochtechnologieanwendungen besser geeignet als amorpher (mikrokristalliner) Grafit. Der Waldviertler Grafit ist jedoch von wechselnden Lagen an Pyrit durchzogen und eng mit weiteren Mineralien (Quarz, Feldspat, etc.) verwachsen. Die Eigenschaften bezüglich der Aufbereitbarkeit sind im folgenden Kapitel erläutert.

Bewertung: keine Bewertung

Beurteilung: keine Beurteilung

4.3.2.7 Aufbereitbarkeit

Der Waldviertler Grafit wurde meist als Hochofenzuschlag (Gießereigrafit) verwendet. Durch die feine Verwachsung mit Pyrit sind nur äußerst gute Lagerstättenpartien für Spezialanwendungen, wie für die Erzeugung von Elektroden oder Farbstoffen, tauglich.

2007 wurden diesbezüglich Aufbereitungsversuche an der Montanuniversität von Flachberger und Stadtschnitzer durchgeführt.

Die natürliche Hydrophobie macht den Grafit besonders für die Flotation geeignet. Die herkömmliche Aufbereitung (für Kohle) bedient sich der Klaubung und der Dichtesortierung und lässt sich auf Grafit mit Abwandlungen übertragen.

Im Versuch wurden die angelieferten Grafitproben mittels Backenbrechen und Stabmühle zerkleinert. Anschließend wurde eine Schwimm-Sink-Analyse an der Korngrößenklasse 200/100 µm und ein Flotationsversuch an der Korngrößenklasse 40/0 µm durchgeführt.

Die leichteste Dichteklasse der Korngrößenklasse 200/100 µm wies dabei immer noch einen Aschegehalt von 26 % auf.

Nach dem Flotationsversuch zeigte sich in der Korngrößenklasse 40/0 ein beginnender Aufschluss, jedoch ist immer noch ein Aschegehalt von 22 % vorhanden.

Schlussendlich war eine Anreicherung per Dichtesortierung und Flotation im Labormaßstab möglich. Jedoch konnte wegen der engen Verwachsungen der Aschegehalt von 22 % nicht unterschritten werden. (Vgl. Flachberger & Stadtschnitzer 2007, S. 11f)

Polegeg (1987) erwähnt, dass womöglich eine noch feinere Zerkleinerung ein besseres Aufschlussverhältnis und somit niedrigere Aschegehalte liefern. Als Alternative zur Nassaufbereitung weist er auf neue Möglichkeiten in der Trockenaufbereitung hin. Weiters könnten Herdarbeit und auch Laugungsverfahren in Betracht gezogen werden.

Bewertung: feinste Verwachsung, schwierige Aufbereitbarkeit

Beurteilung: -

4.3.2.8 Zerkleinerungsverhalten

Das Zerkleinerungsverhalten wird mit einem Rittinger-Koeffizient von 77,1 cm²/J angegeben.

Bewertung: keine Bewertung

Beurteilung: keine Beurteilung

4.3.2.9 Mineralogische und chemische Zusammensetzung

Polegeg (1987) bezeichnet das Grafit-„Erz“ als eine Grafitbrekzie, wobei die Grafitkomponenten in einem Bindemittel aus Quarz, Feldspat, Tremolit und Glimmern eingebettet sind. Fast immer ist Pyrit in wechselnder, mitunter bedeutender Menge vorhanden. Wegen der ähnlichen Zusammensetzung wird diese von ehem. Grafitlagerstätte Weinberg abgeleitet und ist mit Vorbehalt repräsentativ für einen Großteil der restlichen Grafitvorkommen im Waldviertel.

Laut Pichlhöfer (1985) tritt der Grafit mikroskopisch als Flinz- und Kugelgrafit auf. Die Korngrößen der Flinze liegen zwischen 20 und 60 µm. Die weiteren Hauptgemengteile, die hier auch als Bindemittel bezeichnet werden, sind Feldspat und teilweise Quarz. In den Feldspäten gibt es wiederum Grafiteinschlüsse, die als Wertmineral jedoch uninteressant sind. Die Nebengemengteile sind Korund, Muskovit, Diopsid, Rutil und Turmalin.

RxA [%]		RfA [%]	
FeO	7,47	Fe	5,82
MnO	0,02	Mn	0,012
MgO	0,54	Mg	0,33
K ₂ O	2,51	K	2,08
Na ₂ O	4,62	Na	3,42
CaO	1,61	Ca	1,15
Al ₂ O ₃	10,99	Al	5,81

Tabelle 47: Chemische Zusammensetzung des Weinberger Grafits im Waldviertel (Pichlhöfer 1985, S. 28)

Tabelle 47 zeigt die chemische Zusammensetzung der Verbrennungsrückstände von insgesamt 21 verschiedenen Proben von Grafiten und Grafit-Gneisen.

Im Zuge dieser Arbeit wurden eigene Analysen von Proben aus dem ehemaligen Tagebau Weinberg durchgeführt. Diese befinden sich im Anhang II.

Bewertung: siehe Aufbereikbaarheit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.3.2.10 Wertstoffmenge

Polegeg (1987) veranschlagte folgende Vorräte für die von ihm ernannten Rohstoffsicherungsgebiete:

Voitsau	50.000 t angedeutet
Wurschenaigen	50.000 t angedeutet
Röhrenbach	14.000 t sichtbar und 50.000 wahrscheinlich.
St. Marein-Dappach	1.500 t nachgewiesen, 2.000 t wahrscheinlich. 10.000 t angedeutet
Rothweinsdorf	1.000 t angedeutet
Ranzles, Grafitthütte	k. A
Unterthumeritz	k. A
Rabesreith-Nonndorf	1.000 t angedeutet

Tabelle 48: Grafitvorräte im Waldviertel (Polegeg 1987)

Bewertung: Reserven vorhanden

Beurteilung: +/-

4.3.2.11 Lage und Infrastruktur

Die österreichischen Grafitlagerstätten der Böhmisches Masse befinden sich größtenteils im Waldviertel, ein paar sind auch südlich der Donau, im Alpenvorland angesiedelt. Die hohe Straßendichte in diesem Gebiet macht die Lagerstätten gut

zugänglich. Was nicht durch asphaltierte Straßen erreicht wird, kann auf ebenem Gelände bzw. Schotterstraßen erreicht werden.

Die Strom und Wasserversorgung ist an die Siedlungsgebiete gebunden, welche sich meist in absehbarer Nähe befinden. Nicht nutzbare Vorräte sind meist zu nah an Siedlungsgebieten und somit nicht nutzbar.

Die Lagerstätte Weinberg lag im Naturschutzgebiet Wachau, somit ist bei anderen Vorkommen auch darauf Bedacht zu nehmen. Ein Konfliktpotential der Rohstoffsicherungsgebiete besteht zum Großteil mit landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Bewertung: gut zugänglich, stark besiedelt

Beurteilung: +

4.3.2.12 Schurfberechtigungen / Bergbauberechtigungen

Rund um Mühldorf (Trandorf) besteht teilweise noch Bergbauberechtigung der Firma „Grafitbergbau Mühldorf Mörth“. Weitere Berechtigungen im Waldviertel sind nach Bedarf zu klären.

4.3.2.13 Zusammenfassung bergtechnische Parameter und Beurteilung der Bauwürdigkeit

Bergtechnische Charakterisierung der	Standort	Lagerstättenbonität				Lagerstättenqualität					Lagerstätten-quantität
		Teufe	Lagerstättenform	Hydrogeologie	Gebirgseigenschaften	Ø-Wertstoffgehalt	Wertstoffeigenschaften	Aufbereitbarkeit	Zerkleinerungsverhalten	Mineralogie und Petrologie	Wertstoffmenge
Grafitvorkommen "Bunte Serie", Waldviertel	Lage & Infrastruktur										
Quantifiziert	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	Bedingt	JA	JA	-
Verweis (Kapitel 3.3.2.X)	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bewertung	Gut zugänglich, teilweise stark besiedelt	An der Oberfläche	Linsen mit untersch. Mächtigkeiten	-	Standfestes Gebirge	Sehr hoch	-	Feinste Verwachsung, womöglich nur mit enormen Aufwand trennbar			Vorkommen mit > 10.000 t über das gesamte Waldviertel verteilt
Beurteilung ¹³	+	++	+-		+	++		--			+
Bauwürdigkeit	Derzeit nicht bauwürdig! Konzentration von ausreichend mächtigen Linsen in geeigneter Lage notwendig; Aufbereitungsaufwand sehr hoch										

Tabelle 49: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für die Grafitvorkommen der „Bunten Serie“, Waldviertel, Niederösterreich

Fazit: Bei den Grafitvorkommen im Waldviertel sprechen viele Parameter für einen Abbau. Obwohl die Vorkommen linsenförmig sind, würde eine Konzentration dieser auch einen Abbau befürworten. Jedoch ist bisher keine wirtschaftliche Aufbereitungsmethode für diese Vorkommen vorhanden (Pyritverwachsungen). Somit werden die Grafitvorkommen des Waldviertels als derzeit nicht bauwürdig beurteilt.

¹³ Beurteilungsschema: Von „abbauförderndes Charakteristikum“ ++ bis „abbauhinderndes Charakteristikum“ --

4.4 Ehemalige Grafitlagerstätte Sunk bei Trieben, Veitscher Decke, Grauwackenzone, Steiermark

Die Grafitlagerstätte Sunk liegt etwa 3 km südlich von Trieben (Steiermark), westlich des Triebentals am Eingang des Sunkgrabens (Abbildung 22, gelb-roter Stern).

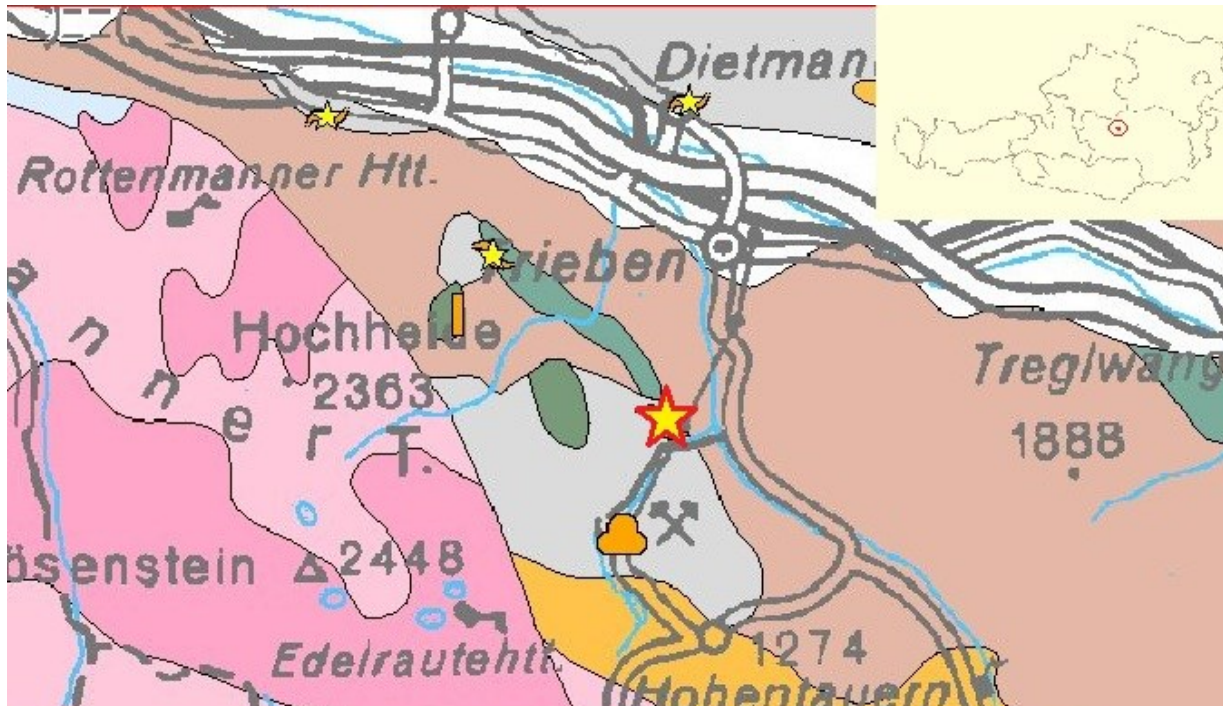


Abbildung 22: Geologische Übersicht des Grafitvorkommens Sunk (IRIS 2012)

4.4.1 Geologie

Nach Mathias & Budin (1954) umfasst das Grafitvorkommen mehrere Grafitflöze, die einheitlich NW streichen und nach SW einfallen. Lagerstättenkundlich zählt dieses Grafitvorkommen zu einer Reihe von regionalmetamorphen Grafitvorkommen in der nördlichen Grauwackenzone karbonischen Alters, die zwischen Semmering und Rottenmann liegen.

Nach Peer (1980) bzw. Tollmann (1977) liegt das Grafitvorkommen Sunk in oberkarbonen Sedimenten, die als limnische Molasseablagerungen gedeutet werden. Aufgrund von Pflanzenfunden aus diesem detritischen Oberkarbon konnte das Alter des Grafitvorkommens ins Westfal eingestuft werden. Die oberkarbonen Sedimente im Lagerstättenbereich bestehen hauptsächlich aus Quarzkonglomeraten neben feinkörnigen Sandsteinen, dunkelgrauen-schwarzen, siltigen, glimmerigen Tonschiefern und grafitführenden Tonschiefern. Im NE wird das Grafitvorkommen von einem Grünschieferzug begrenzt, der von Serizitphylliten unterlagert wird. Die gesamte

Tektonik im Bereich der Lagerstätte ist sehr komplex. Für nähere Details siehe Peer (1980).

Geologisch wird die Lagerstätte wie folgt eingegliedert:

Vorkommen	Sunk/Trieben
Rohstoffe	Grafit
Wertstoffe	Grafit
Metallogenetischer Bezirk	Grafitbezirk Veitscher Decke
Tektonik	Veitscher Decke
Großeinheit	Ostalpen
Tektonik I	Ostalpines Paläozoikum
Tektonik II	Östliche Grauwackenzone
Bemerkung	Längserstreckung des Bergbaues über 1500 Meter;

Tabelle 50: Allgemeine geologische Angaben zu Sunk bei Trieben (IRIS 2012)

4.4.2 Bergbauliche Aktivitäten

Nach Klar (1964) wurde die Grafitlagerstätte Sunk erstmals von Prof. Albert Miller von Haunfels in seiner Bauwürdigkeit erkannt und mit der Verleihung des Ida-Grubenfeldes im Jahre 1871 beginnt in Sunk-Hohentauern die Bergbautätigkeit auf Grafit.

Der Grafitbergbau wurde durchgehend von diesem Zeitpunkt an bis in die 1990er Jahre betrieben. Die Abbauvorrichtung erfolgt auf den einzelnen Sohlen durch streichende Strecken, die in der Lagerstätte aufgefahren werden. Die Verbindung der Sohlen untereinander wird durch Überhauen im Grafit hergestellt, die mehr oder minder im Einfallen der Lagerstätte verlaufen.

Das Abbaufahren ist ein streichender Strebruchbau mit fallendem Verhieb. Die Eigenart der Lagerstätte bedingt dabei eine besondere Methode des Strebausbaues, die es praktisch nur erlaubt, Flöze von mehr als 1 m Mächtigkeit abzubauen. Die Bauwürdigkeitsgrenze liegt daher im Bergbau Sunk bei etwa 1 m Flözmächtigkeit. (Vgl. Mathias & Budin 1954, S. 96ff)

Nach Mitterer (1988, S. 6f) stellt sich die Abbausituation in den 1980er Jahren folgendermaßen dar:

Die heute gebaute Lagerstätte wurde durch den Hildastollen aufgeschlossen, dessen Mundloch sich ca. 90 m über der Talsohle am Nordhang des Sunkgrabens befindet. Das Grubengebäude liegt etwa 600 m nordwestlich vom Mundloch des Hildastollens im

Thorsailerschachtbereich. Derzeit werden 2 Lager mit einer querschlägigen Entfernung von ca. 40 m gebaut. Entsprechend der Höhenlage werden diese bezogen auf die Grundstrecke als Unterwerksbau und Oberwerksbau bezeichnet.

Die Lagerstätte wurde für die Ausrichtung in Sohlen mit einem Sohlenabstand von 19–25 m unterteilt. Der Unterwerksbau wird durch drei Sohlen erschlossen, die im Unterwerksbau durch Gesenke, im Oberwerksbau durch Aufhauen miteinander verbunden sind. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Sohlen verlaufen mehr oder weniger im Einfallen der Lagerstätte.

Für die Abbauvorrichtung wird die Lagerstätte zwischen den Sohlen in Scheiben von 2,3 m Höhe unterteilt. Auf diesen Scheiben erfolgt der Abbau durch Auffahren von streichenden Strecken in die steilstehende Lagerstätte.

Die Abbauverfahren sind einerseits ein Scheibenbruchbau mit streichendem bzw. querschlägigem Verhieb, andererseits ein Scheibenversatzbau mit fallendem Verhieb, der dort angewandt wird, wo darüber liegende Grubenbaue geschützt oder offengehalten werden müssen.

Die Gewinnung des Grafites erfordert einen selektiven Abbau nach C-Gehalt und wird mit dem Abbaupammer durchgeführt. Durchörterungen von Taublagen erfolgen mit Bohr- und Schießarbeit.

Als Ausbaumaterial wird in der Grube hauptsächlich Holz verwendet, das sich bei den derzeitigen betrieblichen Verhältnissen optimal dem sehr wechselnden Gebirge anpasst. Der Abtransport des gewonnenen Grafits erfolgt mit sog. Schweifhuten händisch und anschließend auf der Hildagrundstrecke mit einer Diesellok.

4.4.3 Bergtechnische Parameter der Lagerstätte

4.4.3.1 Teufe

Die Grafitflöze beißen am „Liften“ auf knapp 1300 m aus. Das Talniveau im Sunkgraben befindet sich auf 970 m. Auf 1045 m wurde bisher maximal abgeteuft. Das heißt die Grafitvorräte befinden sich unter 1045 m.

Bewertung: 250 m Überlagerung, Reserven jedoch auf Talniveau

Beurteilung: +

4.4.3.2 Lagerstättenform

Der Höhenrücken des „Liften“ bildet die Faltenachse des überkippten Karbon. Entlang dieser Achse fallen die Grafitflöze flach ein und versteilen sich entlang des SW-Schenkels.

Eine weitere Besonderheit der Flöze ist die Blattverschiebung wie auf der Karte zu sehen ist (Abbildung 23). Im Allgemeinen sind sie tektonisch sehr beansprucht und breiten sich wellenähnlich aus (Abbildung 24).

Laut den Aufzeichnungen von Mathias und Budin (1954) haben die Flöze ein Generalstreichen von 120° und fallen mit 30 bis 80° nach SW ein. Ihr Abstand beträgt in querschlägiger Richtung 20 bis 30 m. Die Bauwürdigkeitsgrenze umschließt in beiden Flözen eine im Streichen gestreckte, nach NW zu langsam einsinkende Grafitlinse von 150 – 200 m größter streichender Länge, 30 bis 50 m größter flacher Höhe und $1,5$ m mittlerer Mächtigkeit“.

Das Einfallen zwischen 30 bis 80° ist damit zu erklären, dass die heutzutage auch als Grafitflöze bezeichneten Grafitlinsen nach SW in die Teufe hin übersteilen (Abbildung 24).

Bewertung: geringe Mächtigkeit, tektonisch stark beansprucht

Beurteilung: -+

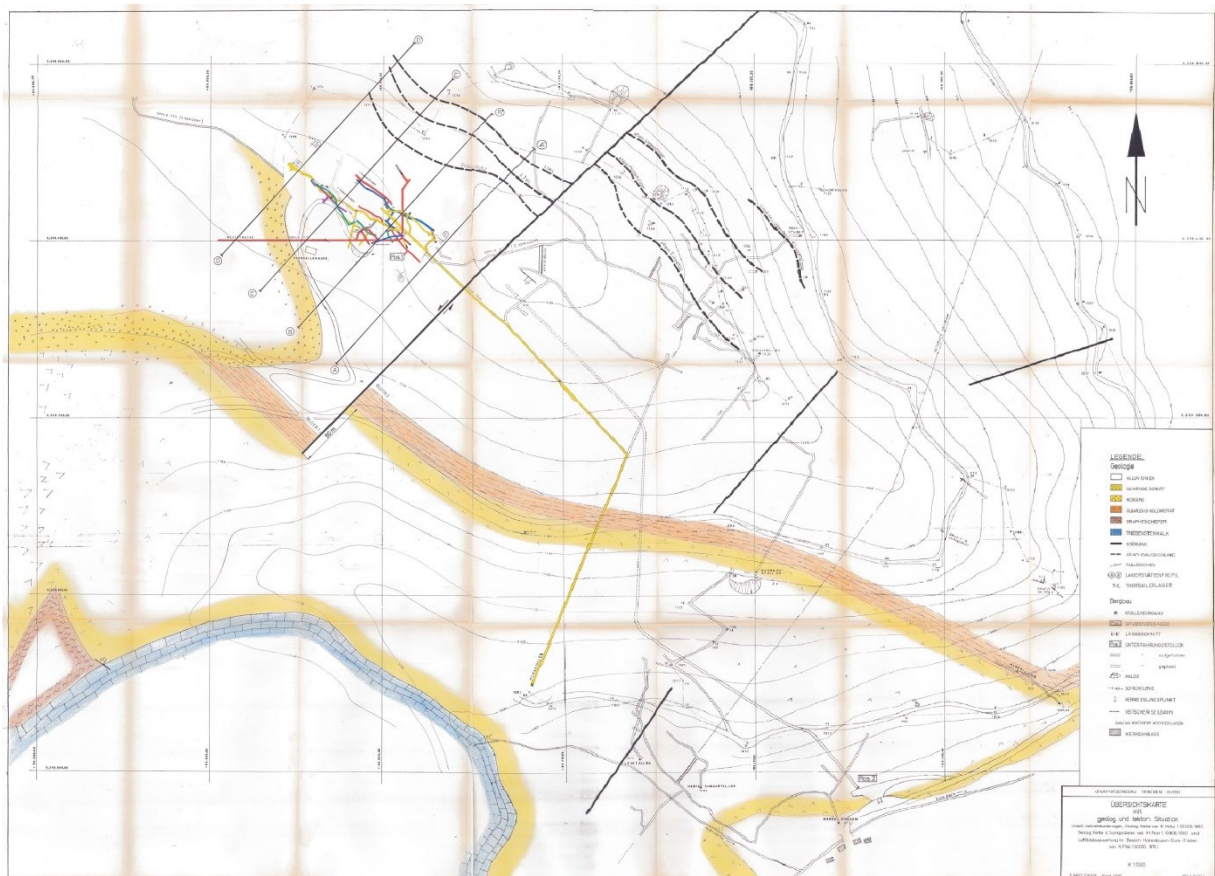


Abbildung 23: Übersichtskarte Bergbau Sunk (Mitterer 1988, Anhang)

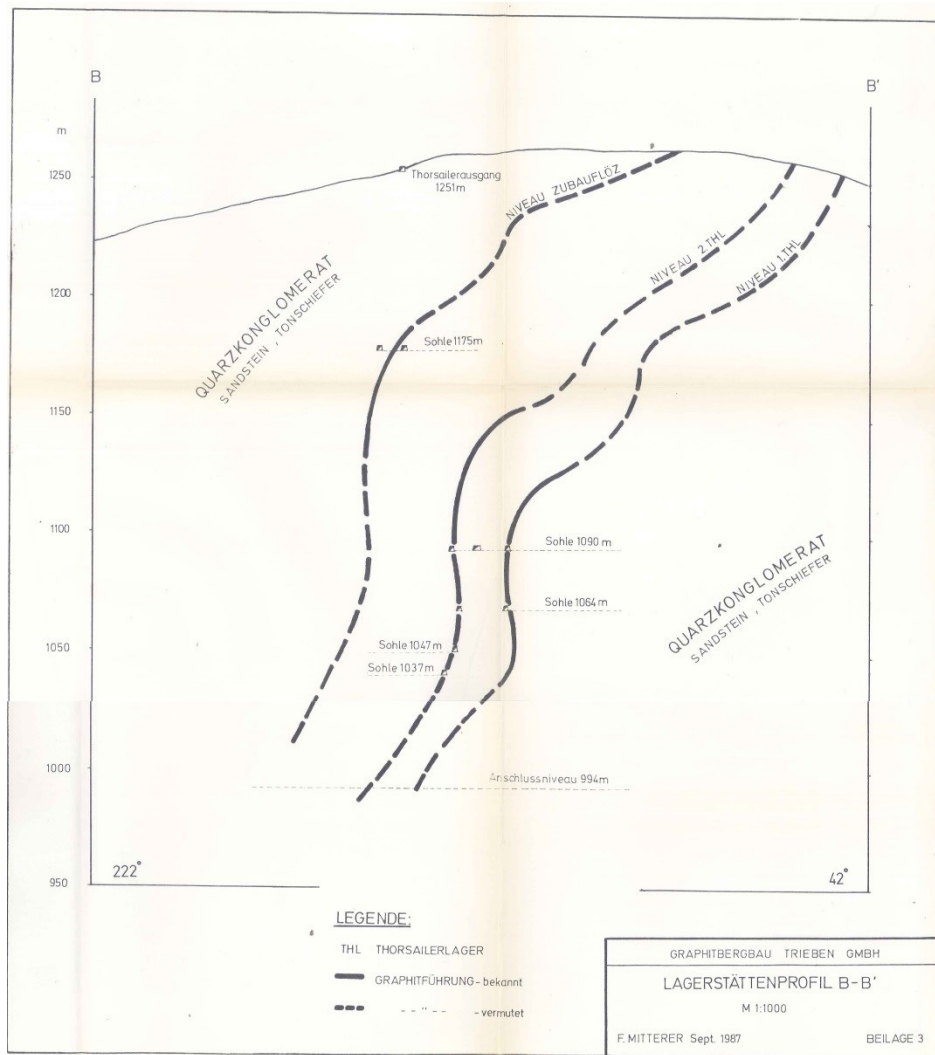


Abbildung 24: B-B Schnitt durch die Grafitflöze (Mitterer 1988, Anhang)

4.4.3.3 Hydrogeologie

Aufgrund der Klüftung und tektonischen Beanspruchung des Gebirges durch den nunmehr stillgelegten Bergbau, wie auch geologisch bedingt, setzen der Grube Wässer zu. In der bisherigen Dokumentation sind diese Wassermengen mittels Pumpaufwand und hydraulischem Gefälle abgeleitet worden

Bewertung: wasserführend

Beurteilung: +-

4.4.3.4 Gebirgseigenschaften

Grundsätzlich ist das Gebirge der Sunker Lagerstätte als sehr standfest einzustufen. Eine Ausnahme bildet jedoch die Gangart. Hier sind Hart- und Weichgrazit miteinander

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

vermengt. Die Lithographie von Kernbohrungen zeigt, dass der Grafit an Tonschieferbänke gebunden ist. Die in Verbindung damit auftretenden Konglomeratbänke haben sich als sehr standfest erwiesen. Ebenso die Mylonitzonen, die bis zu 4 m mächtig sind (Gebirgsgüteklasse 1). Einzig die Serizitphyllite bzw. Tonschiefer sind nicht standfest (Gebirgsgüteklasse 4). (Vgl. Mitterer 1988, S. 57)

Bewertung: standfestes Gebirge mit Schwächezonen

Beurteilung: +

4.4.3.5 Wertstoffgehalt

Beim Grafit der Lagerstätte Sunk lassen sich nun anstehend und im Handstück deutlich zwei Qualitäten mit einem Glühverlust von ungefähr 60 bzw. 80 % unterscheiden. Die harten, silbergrauen, gut geschichteten und eckig brechenden Grafite sind hochprozentig, während die weicheren, tiefschwarzen, blättrigen oder erdigen Stücke den geringeren Kohlenstoffgehalt aufweisen.

Laut Mathias und Budin (1954) gibt es keine Veränderungen des Grafits im Streichen der Lagerstätte oder mit wachsender Teufe. In den Flözprofilen ist auffallend, dass Hart- und Weichgrafit eng miteinander verknetet sind.

Bewertung: sehr hoher Wertstoffgehalt

Beurteilung: ++

4.4.3.6 Wertstoffeigenschaften

Der im Sunk auftretende Grafit ist mikrokristallin und wird somit umgangsgemäß als amorph bezeichnet, was aufgrund der kristallinen Ausprägung nicht richtig ist. „Amorphe Grafite“ sind für Hochtechnologieanwendungen schlechter geeignet als „Flockengrafite“, also makrokristalline.

Die Lagerstätte liefert jedoch qualitativ hochwertige und reine mikrokristalline Grafite.

4.4.3.7 Aufbereitbarkeit

In den letzten Betriebsjahren des Bergbau Sunk wurde das Material nach Kaisersberg geliefert und dort aufbereitet. Diese Aufbereitungsanlage ist in Betrieb und liefert Informationen über den Vorgang.

Die Grafitaufbereitung teilt sich auf in die Zerkleinerung und anschließende Flotation für hochreine Grafite.

Erklärung
0 Depotplatz

Mahlanlagen (LM10)

- 1 Vorratsbunker
- 2 Förderband
- 3 Brecher
- 4 Becherwerk
- 5 Aufgabebunker
- 6 Heizung (Öl)
- 7 Mühle (LM 10)
- 8 Zyclon
- 9 Filter
- 10 Mehlbunker

Flotation

- 11 Rührwerke
- 12 Flotationszellen
- 13 Filterpresse
- 14 Trockenofen
- 15 Mikro-Mühle

Trockenanlage

- 16 Aufgabebunker
- 17 Brecher
- 18 Heizung (Öl)
- 19 Trockentrommel
- 20 Becherwerk
- 21 Schwingsieb
- 22 Granulatbunker
- 23 Hammermühle
- 24 Mehlbunker
- 25 Verladung

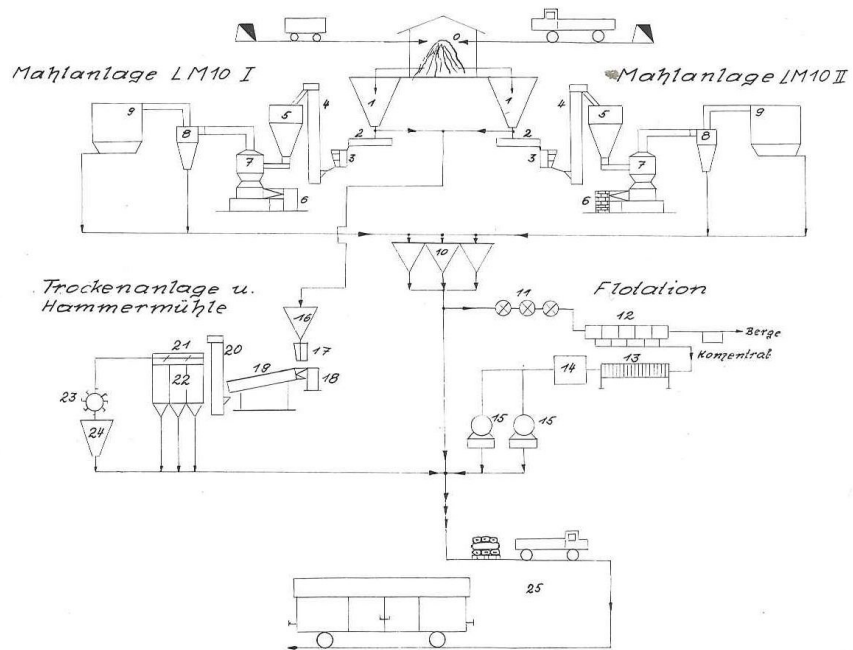


Abb. 27 Stammbaum der Kaisersberger Aufbereitung

69

Abbildung 25: Aufbereitung steirischer Grafite (Klar 1964, S. 69)

Bewertung: aufbereitbar

Beurteilung: ++

4.4.3.8 Zerkleinerungsverhalten

Die Vermengung von harten, silbergrauen, gut geschichteten und eckig brechenden Grafiten mit weicheren, tiefschwarzen, blättrigen oder erdigen Stücken deutet eindeutig auf gemischtes Bruchverhalten hin. Es lässt sich daraus aber auch schließen, dass mit wenig Energieeintrag eine gute Zerkleinerung zu erzielen ist. Die weichen schmierenden Bestandteile vergeben dem Graphit durchaus plastisches Verhalten. Andererseits sind die Lücken zwischen den Hartgraphitteilchen mit Quarz ausgefüllt.

Bewertung: siehe Aufbereitbarkeit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.4.3.9 Mineralogische und chemische Zusammensetzung

Nach Peer sind im Lagerstättenbereich der Grafitlagerstätte Sunk oberkarbone Sedimente aufgeschlossen, die zum überwiegenden Teil aus Quarzkonglomeraten

neben feinkörnigen Sandsteinen, dunkelgrauen-schwarzen, siltigen, glimmerigen Tonschiefern und grafitführenden Tonschiefern bestehen.

Die Quarzkonglomerate, mit Gerölldurchmessern von 2 mm bis 7 cm und sehr guten Zurundungsgrad, zeigen Übergänge zu feinkörnigen, Muskovit-führenden Sandstein und lassen sich von diesem stellenweise nicht klar abgrenzen. Die Quarzkonglomerate sind im gesamten Lagerstättenbereich tektonisch stark zertrümmert und mit zahlreichen Mylonitzonen mit Mächtigkeiten bis zu 40 cm durchsetzt. In tektonisch stark beanspruchten Zonen zeigen die Quarzgerölle Auslängungen und das Sandsteinbindemittel eine Umprägung zu glimmerigen Serizitphylliten.

Die dunkelgrauen bis schwarzen Tonschiefer zeigen detritäre, eingeschwemmte, siltige Muskovitschüppchen und feinsandige Verunreinigungen, mit Übergängen zu Phylliten in den Scherzonen. Die Tonschiefer zeigen fast immer grafitisches Pigment und färben entsprechend ab.

Laut Mathias und Budin (1954) setzt sich der Hartgrafit aus Bruchstücken reinen Grafites zusammen, wobei die Lücken dazwischen mit Quarz ausgefüllt sind. Im Gegensatz dazu zeigt der Weichgrafit primäre Wechsellagerungen mit Grafit mit tonigen Schichten. Hart- und Weichgrafit haben einen geringen Gehalt an Schwefelkies gemeinsam. Weiters führt der Sunker Grafit wechselnde Mengen von hochinkohltem Anthrazit.

Die in Sunk selektiv gewonnenen Grafite mit 40 bis über 80 % Kohlenstoffgehalt weisen die in Tabelle 51 gezeigte Immediatzusammensetzung auf.

Probe	1	2	3
Feuchtigkeit	0,87	0,90	0,90
Asche	39,81	34,67	20,97
Grafit und Asche	96,57	96,80	97,49
Flüchtige Bestandteile	2,56	2,30	1,61
Verbrennlicher Schwefel	0,49	0,50	0,69
Angaben in Gew. %			

Tabelle 51: Immediatzusammensetzung Grafitlagerstätte Sunk (Mathias & Budin 1954, S. 97)

Bewertung: siehe Aufbereikbaarheit

Beurteilung: keine Beurteilung

4.4.3.10 Wertstoffmenge

Für das 1. und 2. Thorsailerlager wurden bereits Prognosen vom Niveau 1034 bis 994 m für wahrscheinliche Lagerstättenvorräte erstellt. Das Zubauflöz wurde dabei nicht berücksichtigt und könnte unter zusätzlichem Aufwand und genaueren Informationen über die Lage auch noch einbezogen werden.

Mitterer (1988, Anlage 7) stellte bereits Annahmen über die Lagerstätte und ihre Ausdehnungen im Zuge einer geplanten Abteufung. Die bekannte durchschnittliche Flözmächtigkeit ist 2 m. Die Dichte von Grafit beträgt 2,2 t/m³. Das 1. Thorsailerlager fällt bei dieser Annahme mit 80° ein und streicht über eine Länge von 150 m. Das 2. Thorsailerlager fällt durchschnittlich mit 45° ein und streicht auch über 147 m. Somit ergibt sich gemäß folgender Formel ein Lagerstätteninhalt von 65.000 t an Grafit.

$$G = 2 * 41 \frac{41}{\sin(80^\circ)} * 150 * 2,2 + 2 * \frac{41}{\sin(45^\circ)} * 147 * 2,2 \approx 65.000t$$

Bewertung: vermutete Reserven

Beurteilung: --

4.4.3.11 Lage und Infrastruktur

Der Sunkgraben befindet sich auf 1000 m Seehöhe und ist über die B114 1,5 km nach Trieben zu erreichen. Die Lagerstätte erstreckt sich bis auf 1300 m entlang des Hanges des sogenannten „Liften“. Der Sunkgraben selbst ist über eine gut ausgebaute Schotterstraße bis auf den Gipfel des „Liften“ zu befahren. Unwetter machen die Straße von Zeit zu Zeit unbefahrbar.

Strom und Wasserversorgung (Sunkbach) ist bis in den Graben (E-Werk bei der Abzweigung) vorhanden.

Das Gebiet wird rein forstwirtschaftlich genutzt. Ein Alpentourismus ist hier vermutlich nur geringfügig ausgeprägt.

Bewertung: zugänglich, jedoch Naturgewalten

Beurteilung: +-

4.4.3.12 Schurfberechtigungen / Bergbauberechtigungen

Die Firma Grafitbergbau Kaisersberg GmbH ist Inhaber der Bergbauberechtigungen für das Gebiet des ehemaligen Grafitbergbaus Sunk. (mündliche Mitteilung, Peer 2012)

4.4.3.13 Zusammenfassung bergtechnische Charakterisierung und Beurteilung der Bauwürdigkeit

Bergtechnische Charakterisierung der	Standort	Lagerstättenbonität				Lagerstättenqualität					Lagerstätten-quantität
		Teufe	Lagerstättenform	Hydrogeologie	Gebirgseigenschaften	Ø-Wertstoffgehalt	Wertstoffeigenschaften	Aufberei- barkeit	Zerkleinerungs- verhalten	Mineralogie und Petrologie	Wertstoffmenge
Grafitvorkommen Sunk	Lage & Infrastruktur										
Quantifiziert	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Verweis (Kapitel 3.4.3.X)	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bewertung	Zugänglich, mit Naturgewalten ist zu rechnen	250 m Überlagerung, jedoch von Talniveau erreichbar	Grafitflöze mit 1,5 m Mächtigkeit	wasserführend	Grundsätzlich standfest	Sehr hoch	-	Aufbereitbar		Ausreichende Mengen vermutet, jedoch nicht verifiziert	
Beurteilung ¹⁴	+ -	+	+ -	+ -	+	++		++		--	
Bauwürdigkeit	Derzeit nicht bauwürdig! Exploration zur Bestätigung der Fortsetzung der Flöze in die Teufe notwendig										

Tabelle 52: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für das Grafitvorkommen Sunk, Steiermark

Fazit: Beim Grafitvorkommen Sunk sprechen alle Parameter für einen Abbau, es gilt jedoch zu verifizieren wie und ob sich die Flöze in die Teufe fortsetzen. Einstweilen gilt die ehemalige Grafitlagerstätte als nicht bauwürdig.

¹⁴ Beurteilungsschema: Von „abbauförderndes Charakteristikum“ ++ bis „abbauhinderndes Charakteristikum“ --

5. „Deposit to Mill“ Konzepte – Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Mineralrohstoffvorkommen in Österreich

Wie bereits in Kapitel 3 analysiert wurde, ist derzeit keiner der vier Standorte abbauwürdig. Die nachfolgenden „Deposit to Mill“-Konzepte, mit einer Übersicht über die möglichen Abbauverfahren, beziehen sich ausschließlich auf vorhandene Daten aus der bestehenden Literatur und können nur einen ganz groben Überblick über mögliche Gewinnungsszenarien geben. Somit werden hier nur mögliche bergmännische Vorgehensweisen hypothetisch dargestellt.

Für eine detaillierte Bergbauplanung wären umfangreiche Explorationsarbeiten notwendig, die in einem fundierten Lagerstättenmodell resultieren, welches die Grundlage für die Bergbauplanung darstellt.

5.1 Übersicht über mögliche Abbauverfahren

Unterschiedliche Ausprägungen von Lagerstätten erfordern unterschiedliche Abbauverfahren und nicht immer ist es von vornherein klar, welches dieser Abbauverfahren sich am besten dafür eignet. Es gibt Parameter die ein KO-Kriterium für das jeweilige Abbauverfahren sind und andere wiederum die sich einer Bandbreite von Bedingungen anpassen können.

Ein Abbauverfahren an sich ist also kein starres Konstrukt an Vorgängen. Vielmehr stellt sich die Frage: Welche(s) Verfahren ist/sind am besten geeignet und inwieweit kann es angepasst werden?

Andersrum ist auch jede Lagerstätte individuell zu betrachten. Diese individuelle Betrachtung ist die Bergtechnische Charakterisierung und wurde in Kapitel 3 erläutert und in Kapitel 4 durchgeführt.

Um die Entscheidungsfindung des geeignetsten Abbauverfahrens nachvollziehen zu können werden hier anschließend einige relevante Abbauverfahren mit ihren Parametern aufgezeigt.

5.1.1 Abgrenzung: Tagebau – Untertagebau

Grundsätzlich ist zwischen Tagebau und Untertagebau zu unterscheiden. Ersteres ist bei oberflächennahen und ausbeißenden Lagerstätten realisierbar. Je größer die Teufe, in der sich die Lagerstätte befindet, desto weniger wirtschaftlich stellt sich ein Tagebau

dar. Die zu bewältigende Abbaumenge nimmt im Vergleich zur konstanten Wertmineralmenge zu und erzeugt somit Mehrkosten (Abraumverhältnis). Irgendwann ist somit der Punkt erreicht, wo der „teurere“ Untertagebau den „billigen“ Tagebau ablöst.

Je nach Ausbildung der Lagerstätte¹⁵ ist somit ein Tagebau, Untertagebau oder ein Tagebau mit anschließendem Untertagebau am geeignetsten.

Tabelle 53 zeigt die wichtigsten Vor- und nach Nachteile des Tagebaus gegenüber dem Untertagebau.

Tagebau	
<i>Vorteile</i>	<i>Nachteile</i>
<p>Sehr hohe Produktivität (10x Untertagebau)</p> <p>Weniger Komplex als Untertagebau, leichter Abbau</p> <p>Lagerstätte meist vollständig gewinnbar</p>	<p>Dimensionen (großer Platzbedarf, Einsehbarkeit)</p> <p>Emissionen (Staub, Lärm, Erschütterungen,...)</p> <p>Große Abraummengen</p> <p>Folgekosten (Rekultivierung,...)</p>

Tabelle 53: Vor- und Nachteile Tagebau

5.1.2 Abbaufverfahren Tagebau

Bei der Rohstoffgewinnung über Tage unterscheidet man nach dem Gesteinsverbund Lockergesteinstagebaue und Festgesteinstagebaue (methodus specialis: Werksteingewinnung). Da die hier diskutierten Lagerstätten Festgesteinslagerstätten sind, sind sie somit mit den Methoden des Festgesteinstagebaus zu gewinnen.

Die wesentlichen Charakteristika eines Festgesteinstagebaues sind die Unterscheidungen nach der Abbauart, dem Abbaufverfahren und der Abbauführung.

¹⁵ Weitere relevante Faktoren: Gebirgseigenschaften, Wertstoff, Raumplanung, Makrosoziale Umfeld, etc.

5.1.2.1 Abbauart: Hügel-/Hangabbau, Abbau nach der Teufe und flächenhafter Abbau

Beim Hügel- oder Hangabbau ragt der abzubauen Lagerstättenkörper aus der umliegenden Umgebung heraus (Abbildung 26). Meist handelt sich um erosionsbeständigeres Gestein.

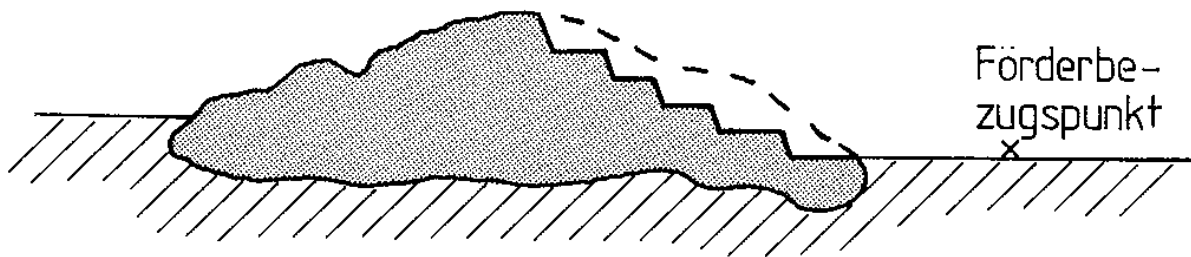


Abbildung 26: Hügelabbau (Goergen 1987, S. 7)

Beim Abbau nach der Teufe befindet sich der Abbau unter der Geländeoberkante. Der Abbaufortschritt ist hier vertikal (Abbildung 27). Meist sind die hier abzubauen Lagerstättenkörper massig oder linsenförmig.

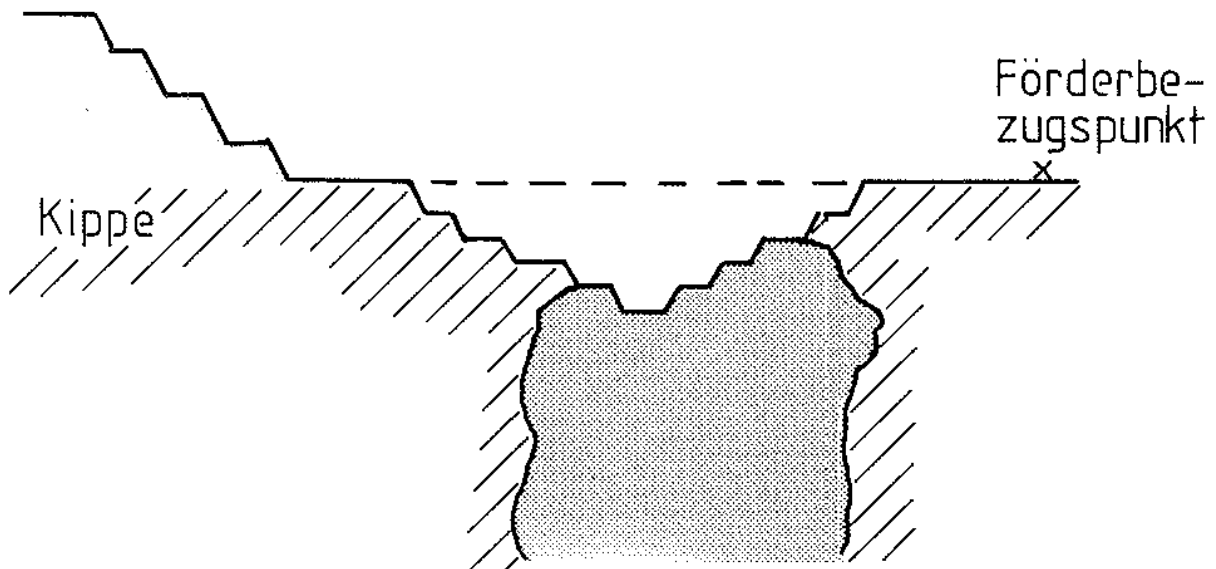


Abbildung 27: Abbau nach der Teufe (Goergen 1987, S. 7)

Der flächenhafte Abbau wird bei flözartigen Lagerstätten angewandt. Hier schreitet die Abbaufont horizontal unter oder über der Geländeoberkante voran (Abbildung 28).

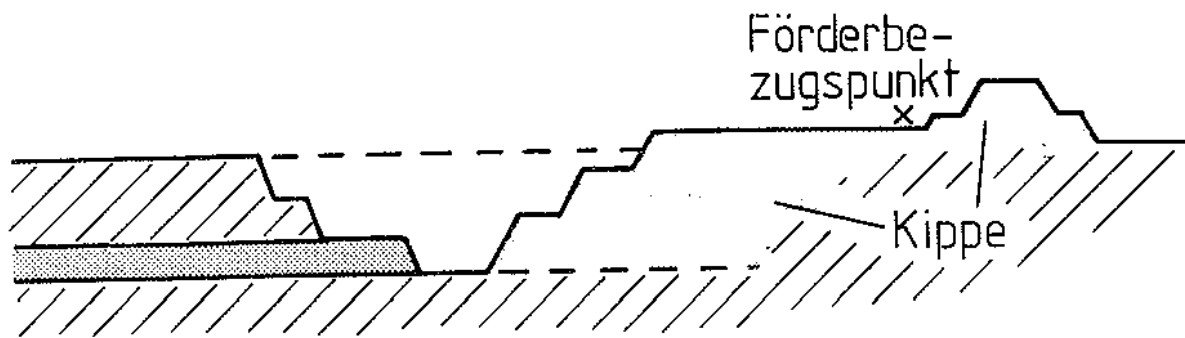


Abbildung 28: Flächenhafter Abbau (Goergen 1987, S. 8)

5.1.2.2 Abbauverfahren: Scheiben-, Gruppen- und Streifenabbau

Der Scheibenabbau wird häufig beim Abbau in die Tiefe angewendet. Das Lösen, Laden und Transportieren findet alles auf einer mächtigen Scheibe statt. Erst wenn diese völlig abgebaut ist, wird die nächst tiefere Scheibe abgebaut.

Beim Streifenabbau („Strip Mining“) beschränkt sich der Scheibenbau wegen flözartiger Lagerstätten nur ein auf eine Scheibe.

Der Gruppenabbau ist vorrangig beim Hügel- oder Hangabbau anzuwenden. Auf mehreren Etagen kann je nach Vorgehensweise (Verhiebmethode) der Abbau durchgeführt werden (Abbildung 29).

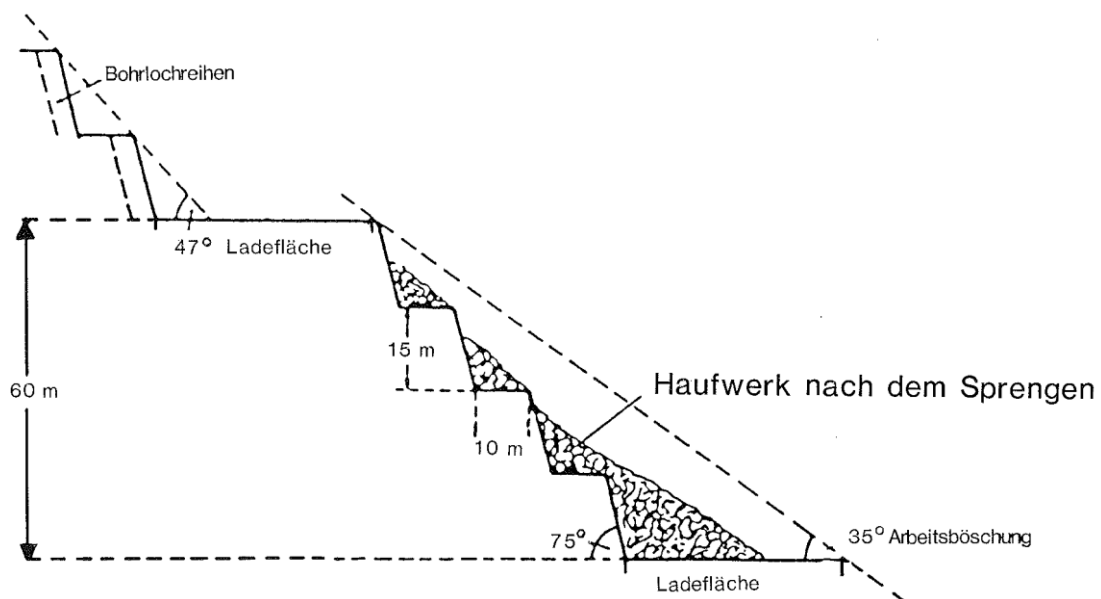


Abbildung 29: Etagenabbau (Korak 1978, S. 226)

5.1.2.3 Abbauführung: Parallelabbau, Schwenkabbau und Weitungsbau

Beim Parallelabbau wird eine regelmäßige Abbaufront in eine Richtung geführt.

Beim Schwenkbau dreht sich eine regelmäßige Abbaufront um einen Fixpunkt.

Beim Weitungsbau bewegt sich die Abbaufront je nach Abbauplanung unregelmäßig aus.

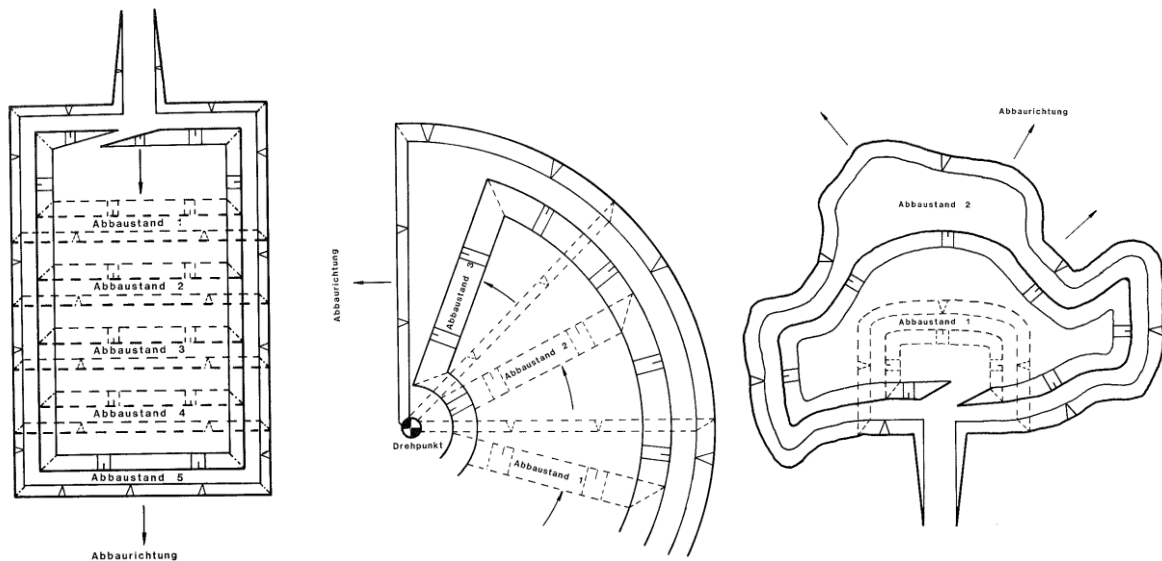


Abbildung 30: Parallel-, Schwenk- und Weitungsbau v. l. n. r. (Goergen 1987, S. 10)

5.1.3 Abbaufverfahren Untertagebau

Der Untertagebau gestaltet sich um einiges komplexer als der Tagebau. Faktoren wie Gebirgseigenschaften, Wässer oder einfach nur Luft spielen hier eine äußerst wichtige Rolle. Von ihnen hängen die Arbeitssicherheit und somit auch der Abbau ab. Wird nur einer dieser Faktoren vernachlässigt, könnte das fatale Auswirkungen nach sich ziehen. Dieser enorme Aufwand, einen sicheren und möglichst effizienten Abbau zu führen schlägt sich im Vergleich zum Tagebau in einer durchschnittlich 5-fach geringeren Abbaumenge pro Zeiteinheit und den durchschnittlich 5-fach höheren Kosten pro Abbaumenge nieder.

Abbaufverfahren	Merkmale						Lagerstätte																								
	Bauweise			Dachbehandlung			Form				Mächtigkeit				Einfallen				Beschaffenheit												
Bezeichnung	Langfrontartig	Stoßartig	Pfeilerartig	Kammerartig	Blockartig	Festebau	Brauchbau	Versatzbau	Flöz	Lager	Gang	Stock	Tasche	Gering	Mittel	Groß	Flach	Mäßig geneigt	Stark geneigt	Steil	Gebräch	Mäßig fest	Fest	Mineral	Gebräch	Mäßig fest	Fest	Nebengestein			
	Firstenbau																														
Strossenbau																															
Strebbau																															
Gewöhnlicher Stoßbau																															
Firstenstoßbau																															
Strossenstoßbau																															
Gewöhnlicher Pfeilerbau																															
Teilsohlenpfeilerbau																															
Querbau																															
Stockwerksbau																															
Örterbau																															
Kammerbau																															
Weitungsbau																															
Blockbau																															

Abbildung 31: Übersicht über die Abbaufverfahren (Reuther 1989, S. 527)

Abbildung 31 zeigt eine schematische Übersicht der Untertageabbauverfahren nach Reuther (1989). Die Parameter sind dabei als typisch (dunkelgrau), möglich (hellgrau) oder für dieses Verfahren unmöglich/ausgeschlossen (weiß) dargestellt.

5.1.3.1 Langfrontartig: Firsten-, Stroßen- und Strebbau

Die langfrontartigen Abbauverfahren werden auf plattenförmige Lagerstätten angewendet. Der Strebbau wird am häufigsten bei Kohleflözen genutzt. Beim Strebbau wird generell ein Bruchbau durchgeführt, im Gegensatz zu den andern langfrontartigen Abbauverfahren. Der Firsten- und Stroßenbau mit ihrer treppenartigen Abbaufont sind jedoch bereits antiquiert.

Ihre wesentlichen Merkmale sind eine einheitlich langgezogene Abbaufont mit kontinuierlichem Verhieb über mehrere 100 m – im Strebbau meist auf flache Lagerstätten mit einem hohen Automatisationsgrad.

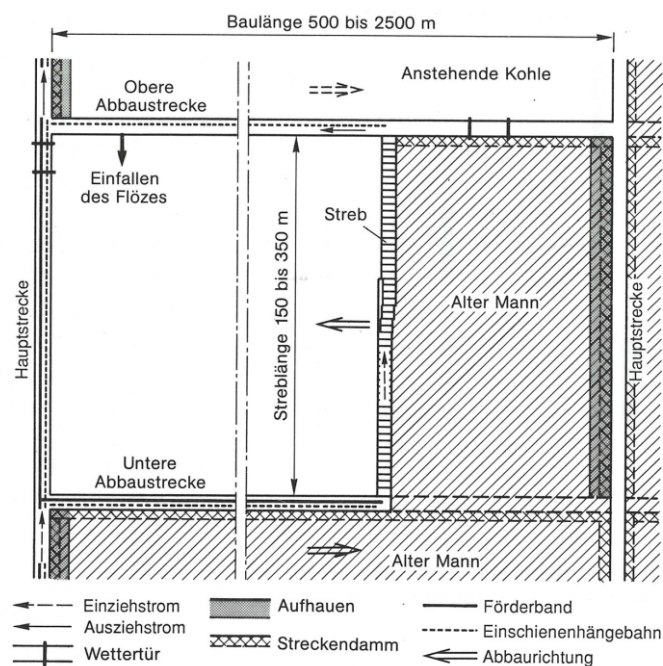


Abbildung 32: Beispiel für Strebbau im deutschen Steinkohlebergbau (Kundel 1985)

Ist die Lagerstätte geneigt und die Abbaurichtung schwebend spricht man vom Firstbau. Bei fallender Abbaurichtung nennt sich das Abbauverfahren Stroßenbau.

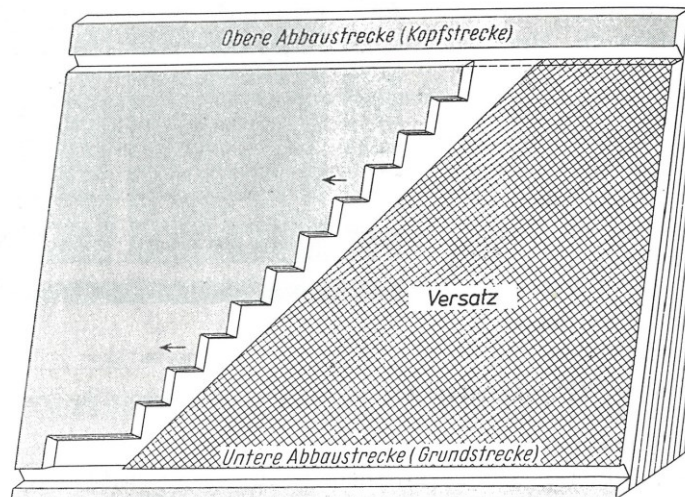


Abbildung 33: Schrägfrontbau mit firstartigem Verhieb (Dorstewitz et al 1959)

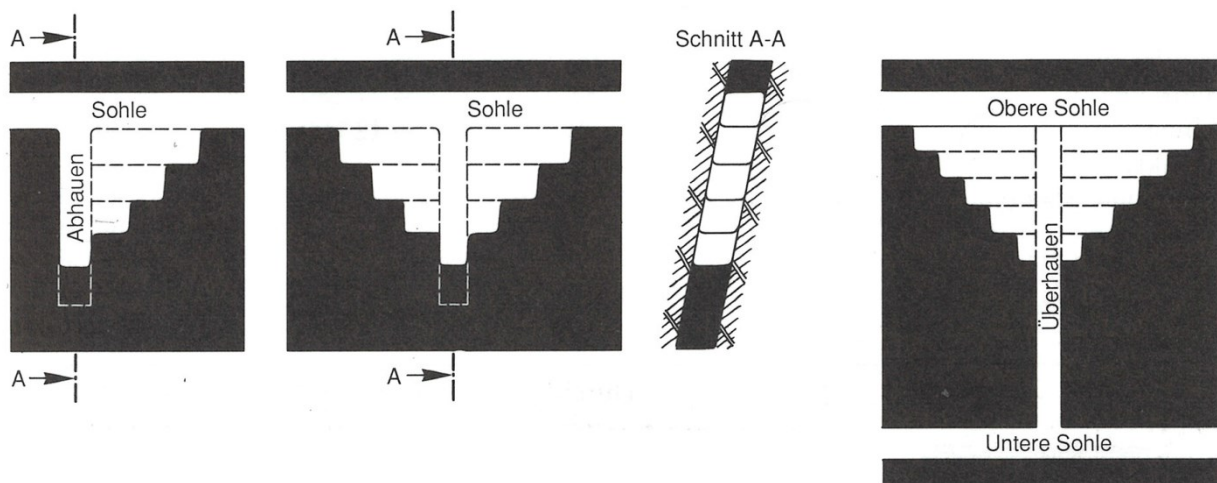


Abbildung 34: Prinzip des Stößenbaues auf Abhauen, einflügelig und zweiflügelig, sowie auf Überhauen zwischen Sohlen (Peele 1927)

5.1.3.2 Stoßartig: Gewöhnlicher -, Firsten- und Stroßenstoßbau

Die Stoßbaue unterscheiden sich von den herkömmlichen Firsten- und Stroßenbaue durch ihren diskontinuierlichen Verhieb und einer generellen Versatztätigkeit. D. h. der nächste Stoß wird erst in Verhieb genommen, wenn der gegenwärtige hereingewonnen wurde. Somit kann äußerst selektiv vorgegangen werden. Auch liegt eine Versatztätigkeit vor.

Der Gewöhnliche Stoßbau wird heutzutage nicht mehr angewendet. Er ist das diskontinuierliche Pendant zum Strebbau, jedoch mit Versatztätigkeit.

Der Firsten- und Stroßenstoßbau (auch Sohlenstoßbau genannt) sind geläufige Abbauverfahren, die sich auf steil-stehende, unregelmäßige und geringmächtige

Lagerstätten mit brauchbar festem Nebengestein anwenden lassen. Der Verhieb ist somit streichend. Die Hohlräume werden mit Versatz befüllt.

Beim Firstenstoßbau ist die Abbaurichtung schwebend. Eine Subvariante davon ist der Speicherbau, bei dem auf dem Haufwerk, das je nach Bedarf abgezogen wird, gearbeitet wird.

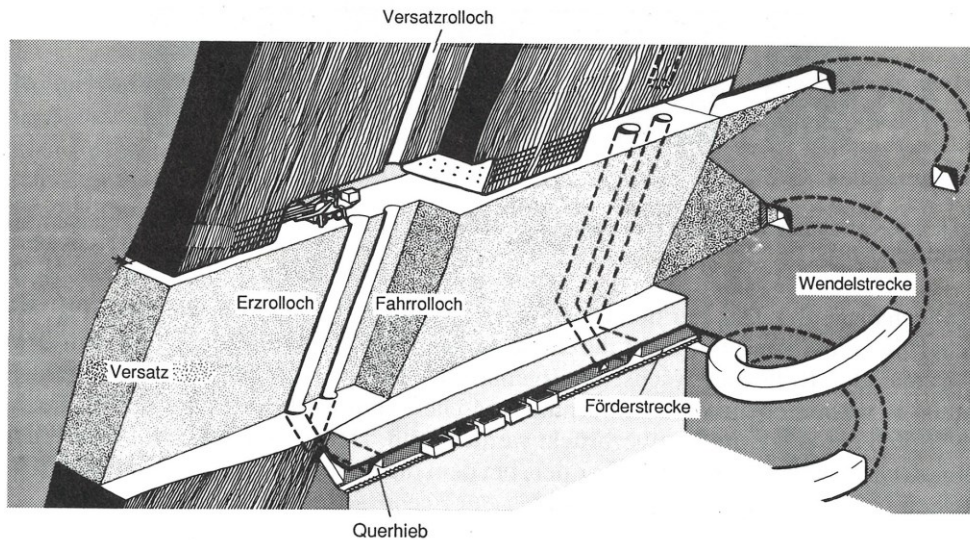


Abbildung 35: Prinzip des Firstenstoßbaus mit Wendelstrecke im Liegenden (Hustrulid 1982)

Hingegen ist beim Stroßenstoßbau die Abbaurichtung fallend und dadurch noch anpassungsfähiger. Das Einbringen von qualitativ hochwertigem Versatz (Magerbeton) ist notwendig, weil ständig unter dem Versatz gearbeitet wird.

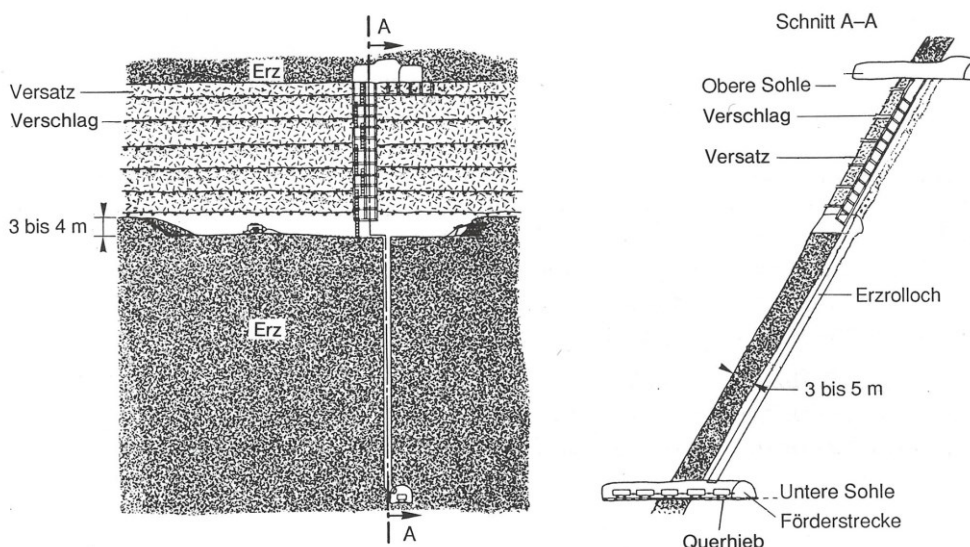


Abbildung 36: Stroßenstoßbau (Hustrulid 1982)

5.1.3.3 Pfeilerartig: Gewöhnlicher – und Teilsohlenpfeilerbau, Querbau

Bei den pfeilerartigen Abbauverfahren werden zuerst die Abbaue streckenartig aufgefahren (vgl. Örterbau). Im zweiten Schritt werden dann die stehengelassenen Pfeiler im Rückbau mit anschließendem Verbruch (ausgenommen Querbau) hereingewonnen.

Der gewöhnliche Pfeilerbau wird auf flözartigen und flachen Lagerstätten angewendet, um ein möglichst hohes Ausbringen zu erreichen. Er ist vor allem bei dickeren Kohleflözen mit hervorragender Qualität (Abbau durch „Continuous Miner“) eine Alternative zum StREBBau. Er fordert jedoch einen geschickten Umgang mit dem meist mächtigen Deckgebirge. Der Abbau ist selektiv und zyklisch. Somit kann an mehreren Örtern zeitgleich gearbeitet werden.

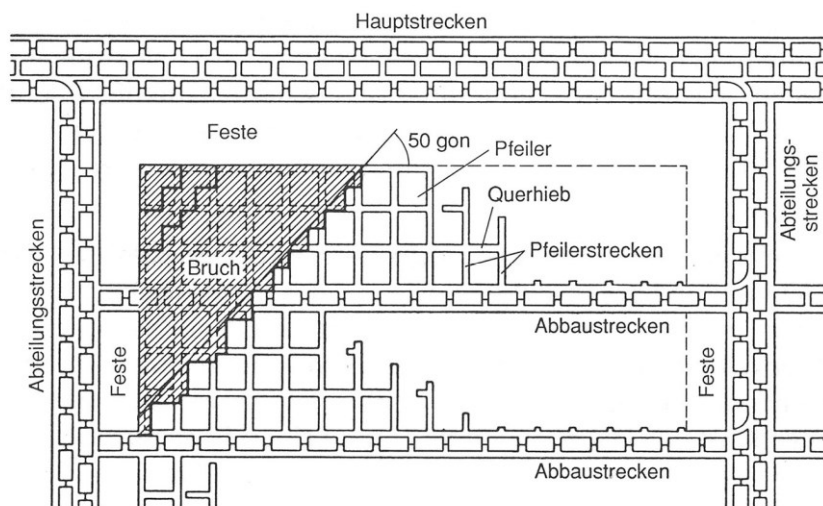


Abbildung 37: Schema des Pfeilerbruchbaus im nordamerikanischen Steinkohlenbergbau (Lewis 1964)

Der Teilsohlenpfeilerbau ist das Pfeilerartige Abbauverfahren bei steil einfallenden Lagerstätten. Hier befinden sich die Pfeiler übereinander. Der Abbau ist fallend (außer mit Versatz auch schwebend möglich) und der Verhieb mit anschließendem Verbrauch findet meist streichend im Rückbau statt. Das Verfahren wird bei schlechten Gebirgsverhältnissen angewendet und auf Auswirkungen an der Geländeoberfläche ist zu achten.

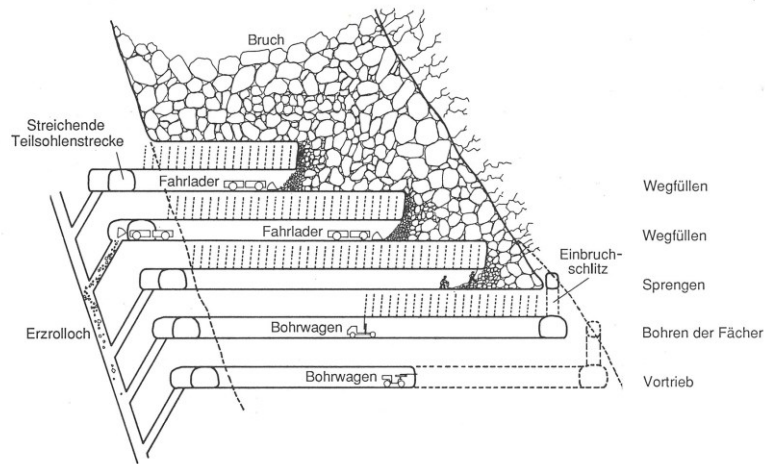
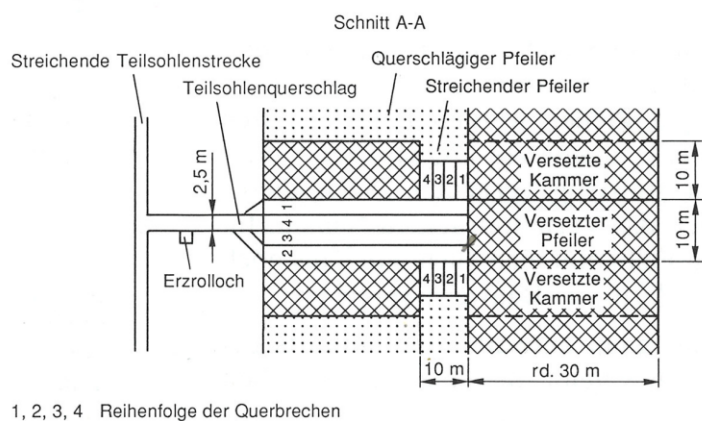
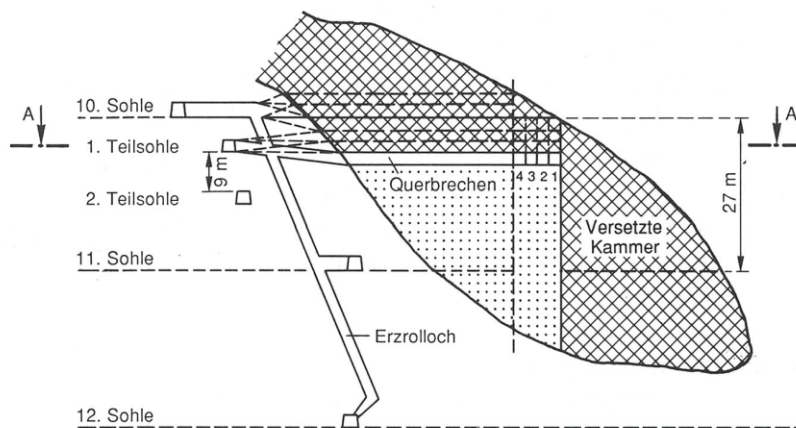


Abbildung 38: Prinzip des Teilsohlenpfeilerbaus – querschlägig und als Bruchbau (Hustrulid 1982)

Der Querbau kommt zum Einsatz, wenn bei einer flachen Lagerstätte wegen der schlechten Gebirgsverhältnisse ein Abbau im Pfeilerbau nicht möglich ist. Die Abbauörter werden somit in noch schmalere sogenannte Scheiben eingeteilt und systematisch abgebaut. Entweder im Bruch- oder Versatzbau (schwebend oder fallend)



1, 2, 3, 4 Reihenfolge der Querbrechen

Abbildung 39: Fallender Querbau mit Versatz (Reuther 1989, S. 486)

5.1.3.4 Kammerartig: Stockwerks-, Örter-, Kammer- und Weitungsbau

Bei den kammerartigen Abbauverfahren werden Abbauhohlräume hergestellt und dabei Lagerstättenpartien zur Stützung der Deckschichten stehen gelassen – die sogenannten Festen. Grundsätzlich sind bei diesem Abbauverfahren gute Gebirgsverhältnisse notwendig. Je besser diese sind, desto weniger Lagerstätteninhalt muss durch Festen zurückgelassen werden. Das Einbringen von Versatz ist möglich.

Der Stockwerksbau („Coyoting“) ist das „altertümliche Abbauverfahren“. Bei stabilen Gebirgsbedingungen werden unregelmäßige Lagerstättentypen hereingewonnen. Dabei wird reichen Lagerstättenpartien nachgegangen und geringschätzigte Partien werden als Festen stehen gelassen. Das geschieht auf mehreren Sohlen, wobei auf eine ausreichende Schwebelast und eine Überlagerung der Festen zu achten ist.

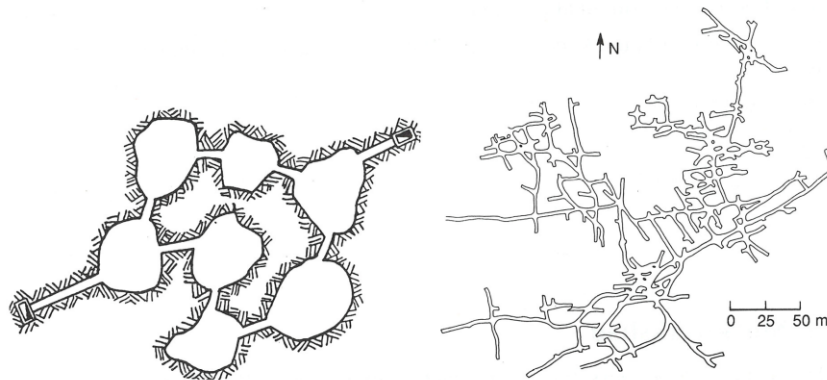


Abbildung 40: Schema eines Stockwerksbaus (Reuther 1989, S. 492)

Der Örterbau, welcher sich auf flözartige Lagerstätten beschränkt, versucht ebenfalls die Reicherzpartien hereinzugewinnen und dabei geringschätzigte Bereiche als Festen zu nutzen. Er ist eine Alternative, wenn ein Strebbau wegen Setzungen an der Oberfläche nicht zugelassen ist.

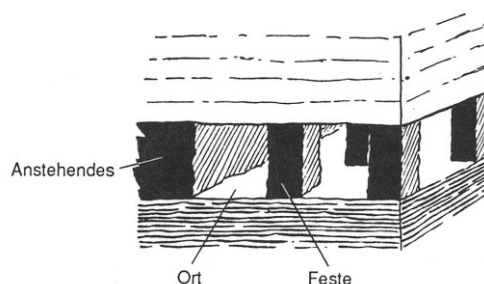


Abbildung 41: Prinzip des Örterbaus (Reuther 1989, S. 493)

Der Kammerbau ist ein Örterbau in größeren Dimensionen, d.h. die Abbauorte gleichen nicht mehr einem streckenartigen Querschnitt. Sie sind regelmäßig und werden zur Gewinnung des Minerals betreten (Vgl. Weitungsbau). Diese Kammern können somit durch zusätzlichen firstartigen bzw. stroßenartigen oder pfeilerartigen (Teilsohlenstrecken) Verhieb hergestellt werden.

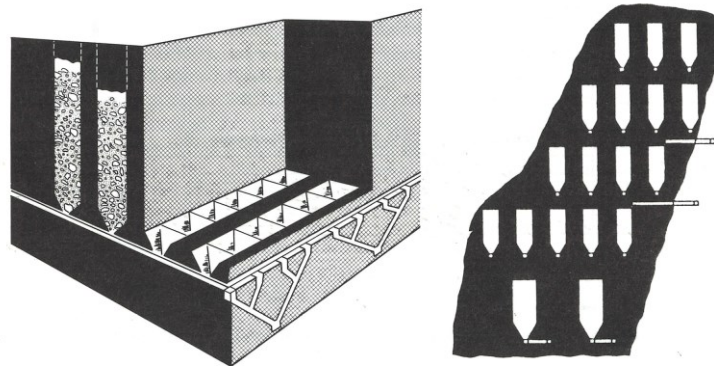


Abbildung 42: Schema eines Kammerbaus auf steiler mächtiger Lagerstätte mit Speichern des Haufwerks (Reuther 1989, S. 501)

Beim Weitungsbau hingegen werden die Abbauörter nicht betreten. Diese werden durch Teilsohlen (mit Langbohrlöchern) hergestellt und haben eine unregelmäßige Ausprägung. Somit entfällt eine Firstsicherung.

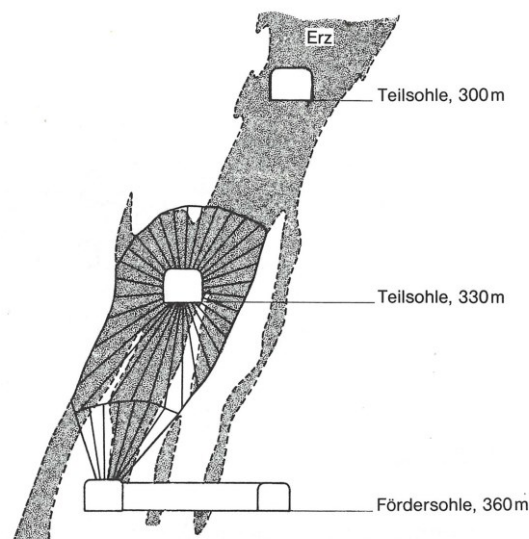


Abbildung 43: Ring- und Fächerbohren im Weitungsbau (Reuther 1989, S. 508)

5.1.3.5 Blockartig: Blockbau

Beim Blockbruchbau werden massige Lagerstättenkörper, oftmals in einem Block, in Angriff genommen. So kann der gesamte Lagerstätteninhalt hereingewonnen werden. Einerseits kann dieses Abbauverfahren mit Gerüstzimmerung und Versatz geführt werden, andererseits ist bei gebrächem Lagerstätteninhalt und stabilem Hangenden und Liegenden ein Bruchbau möglich. Dieses Variante ist in der Vorrichtung (Abzugs und Unterschneideniveau) aufwändig und erfordert bergmännisches Fingerspitzengefühl beim Abzug.

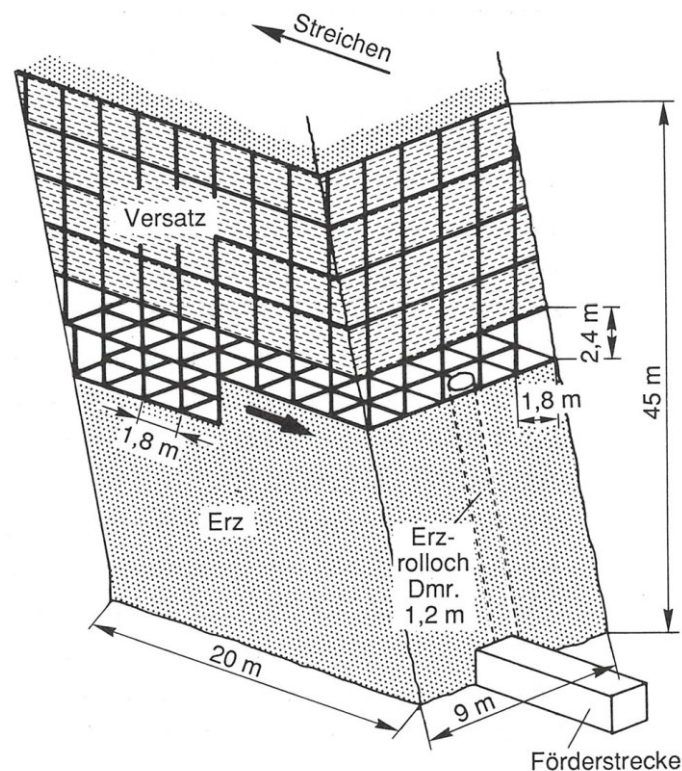


Abbildung 44: Abwärtsgeführter Blockbau mit Gerüstzimmerung und Versatz

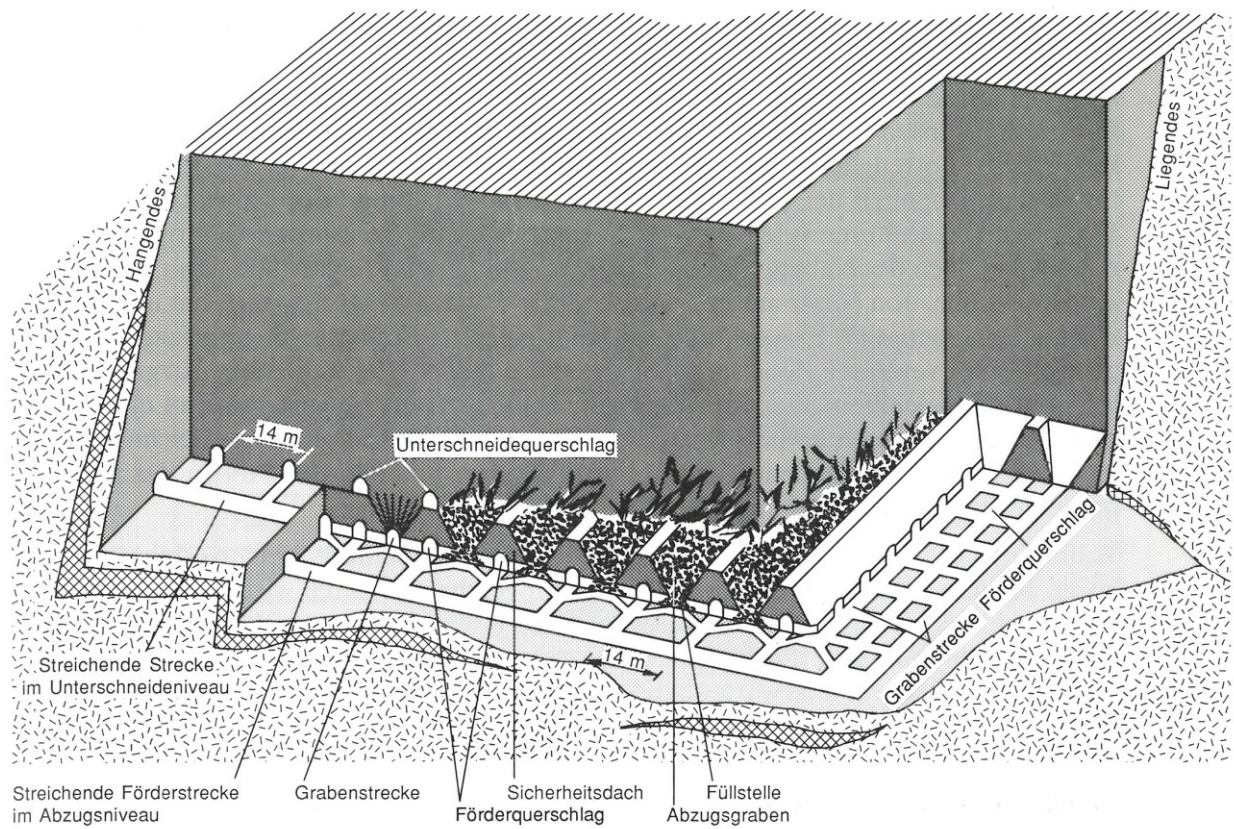


Abbildung 45: Blockbruchbau (Reuther 1989, S. 525)

5.2 Wolframvorkommen Hochrast Gumriaul und Taffinalpe, Thurntaler Quarzphyllitzone, Osttirol

5.2.1 Rahmenbedingungen

5.2.1.1 Wirtschaftlicher Rahmen

Der Preis für WO₃ liegt derzeit bei 310 USD/t (230 EUR/t). (Mineral Prices)

Für reines Wolfram existiert grundsätzlich kein handelbarer Preis. Es wird ein Zwischenprodukt „Ammonium Paratungstate“ gehandelt. Der Preis dafür liegt bei 320 USD/mtu¹⁶. Das entspricht derzeit rund 25.000 EUR/t. (Metal Pages)

Eine überschlagsmäßige Kalkulation (Tabelle 54) ist für hier nicht möglich. Für die gesamten Vorkommen im Bereich Hochrast-Gumriaul lassen sich zurzeit keine Abschätzungen treffen.

Position	Berechnung	Betrag [€]
Auffahrung	k. A.	-
Abbaukosten (Erz)	~22 €/t ¹⁷	-
Transportkosten (Erz)	~10 €/t ¹⁸	-
Aufbereitungskosten (Erz)	~11€/t ¹⁹	-
Ertrag (WO ₃)	230 €/t	-
Gewinn / Verlust	-	-

Tabelle 54: Überschlagsmäßige Kalkulation der Kubaturen des Versuchsstollen Taffinalpe

5.2.1.2 Bergrecht

Das Mineralrohstoffgesetz (MinroG) zählt Wolfram zu den „Bergfreien Mineralischen Rohstoffen.“

¹⁶ Das Standardgewicht zur Preisbestimmung von Wolfram ist die metrische Tonneneinheit ("MTU"), die 10 Kilogramm pro metrischer Tonne entspricht. APT, das Ammonium Paratungstate, ist das Vorprodukt auf dem Weg zur Fertigung des Wolframs. Auf APT basieren üblicherweise die Preisangaben für Wolfram. 1 MTU = 1 metrische Tonne oder 10 Kilogramm (22 lbs) WO₃, Wolframtrioxid) (Rohstoffwelt 2013)

¹⁷ Vergleichsdaten aus dem Wolframbergbau Mittersill

¹⁸ Veranschlagte Transportkosten Innervillgraten – Mittersill bei aktuellen Preisen

¹⁹ Vergleichsdaten aus dem Wolframbergbau Mittersill

Das Eigentumsrecht an Grund und Boden erstreckt sich nicht auf bergfreie mineralische Rohstoffe. Die bergfreien mineralischen Rohstoffe gehen mit der Aneignung in das Eigentum des hierzu Berechtigten über.

Es ist naheliegend, dass die Schurfberechtigungen bei der Wolfram Bergbau und Hütten AG liegen. Eine Auskunft darüber wurde von der zuständigen Behörde nicht erteilt.

Eine UVP ist mit der Option eines Untertagebaus und einer Ausdehnung der obertägigen Anlagen von nicht mehr als 10 ha nicht erforderlich.

5.2.1.3 Bergtechnische Charakterisierung und Bauwürdigkeit

Für die detaillierte Bergtechnische Charakterisierung siehe Kapitel 3.1. Demnach wird dieses Scheelitvorkommen als derzeit nicht bauwürdig eingeschätzt.

5.2.2 Bergbauplanungskonzept

5.2.2.1 Abbaumethode

Ein Vorschlag für eine Abbaumethode kann hier kaum gegeben werden. Die im Erkundungsstollen Taffinalpe aufgefahrenen Lagerstättenkörper sind ausbeißende Prasinitlinsen in denen die Scheelitvererzung liegt. Über die Ausdehnung sowie die Erstreckung in der Teufe gibt es keine gesicherten Aussagen. Ebenso sind die bisher bekannten Reserven von gut 20 t an WO_3 äußerst gering.

Aus der Sicht der zur Verfügung stehenden Informationen könnte sowohl ein obertägiger Festgesteinstagebau als auch ein untertägiger Abbau in Frage kommen. Das Abbaufahren hängt wesentlich vom Auftreten und der Ausdehnung der Prasinitlinsen/-körper ab, was bisher nicht bekannt ist.

5.2.2.2 Aufbereitung

Eine Brechanlage und die Vorabscheidung könnten direkt vor Ort in Innervillgraten installiert werden. Die Aufbereitung selbst könnte mit den vorhandenen Anlagen der Wolfram Bergbau und Hütten AG in Mittersill durchgeführt werden. Die Distanz von Innervillgraten nach Mittersill beträgt 100 km und ist verkehrstechnisch gut erschlossen. Für diese Transportdistanz werden aufgrund der derzeitigen Transportpreise 10 EUR/tkm (Euro pro Tonnenkilometer) festgesetzt.

5.3 Ehemalige Antimonlagerstätte Rabant/Gurskerkammer, Kreuzeckgruppe, Ostalpines Kristallin, Kärnten, Osttirol

5.3.1 Rahmenbedingungen

5.3.1.1 Wirtschaftlicher Rahmen

Der internationale Antimonitpreis (99,65 % Sb, CIF USPort) liegt derzeit bei 5 USD / LB. Das entspricht ca. 8000 EUR / t. (Metal Price)

Die internationale Handelsklausel CIF USPORT bedeutet Kosten, Versicherung und Fracht werden bis zum Bestimmungshafen (in diesem Fall USA) vom Versender getragen und befindet sich bis dahin in seinem Besitz.

Bei der Berechnung in Tabelle 55 handelt es sich um eine generelle Abschätzung des Ertrages bei den derzeitigen Rohstoffpreisen. Die Auffahrung und Abbaukosten beziehen sich auf generische Modelle von Western Mine Engineering Inc. (2003). Die Aufbereitungskosten sind Ca.-Kosten vom Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung an der Montanuniversität Leoben. Für exakte Aussagen ist, je nach Lagerstätte individuell, aus einer umsichtigeren Planung zu kalkulieren.

Position	Berechnung	Betrag [€]
Auffahrung	~7.78 Mio. € ²⁰	7.78 Mio. €
Abbaukosten	~77 €/t ²¹	-
Transportkosten	-	-
Aufbereitungskosten	k. A.	-
Ertrag	8.000 € / t * ~[(10.440 t + 2.560 t) * 0,72] ²²	74,88 Mio. €
Gewinn / Verlust	-	-

Tabelle 55: Überslagsmäßige Berechnung für das Antimonvorkommen Rabant

²⁰ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003) bei 200 Tonnen pro Tag Abbaumenge Erz; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

²¹ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003); Für weitere Berechnung Verdünnung, Erzgehalt notwendig; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

²² Erzvorräte; Umrechnung in Antimon aus Antimonit

5.3.1.2 Bergrecht

Das Mineral Rohstoff Gesetz (MinroG) zählt Grafit zu den „Bergfreien Mineralischen Rohstoffen“.

Das Eigentumsrecht an Grund und Boden erstreckt sich nicht auf bergfreie mineralische Rohstoffe. Die bergfreien mineralischen Rohstoffe gehen mit der Aneignung in das Eigentum des hierzu Berechtigten über.

Die Schurfberechtigung des genannten Gebietes befand sich zuletzt in den Händen der BBU (Bleiberger Bergwerksunion), welche in den 90er Jahren Konkurs anmeldete und anschließend liquidiert wurde.

Eine UVP ist mit der Option eines Untertagebaus und einer Ausdehnung der obertägigen Anlagen von nicht mehr als 10 ha nicht erforderlich.

5.3.1.3 Bergtechnische Charakterisierung und Bauwürdigkeit

Für die detaillierte Bergtechnische Charakterisierung siehe Kapitel 3.2. Demnach wird dieses Antimonitvorkommen als derzeit nicht bauwürdig eingeschätzt.

5.3.2 Bergbauplanungskonzept

5.3.2.1 Abbaumethode

Die bisherige Abbaumethode in den ehemaligen Bergbauen der Rabantserie ist mit den heutigen Methoden nicht zu beschreiben. Der Abbauvorgang wurde einfach gehalten. Die langfristige Planung stand eher im Hintergrund und behördliche Vorgaben waren aufgrund der damaligen Zwangslage (1940er Jahre) kaum vorhanden. Man versuchte also so schnell wie möglich die reichsten Lagerstättenpartien anzufahren und diese abzubauen (Vgl. Stockwerksbau). Prognosen und Analogien zur Lagerstättenfortsetzung erstellte man mittels bereits abgebauter Lagerstättenbereiche.

Somit wurden angefahrene Reicherzzonen solange verfolgt bis sie augenscheinlich ausdünnten und im Bedarfsfall neue Reicherzzonen gesucht. Die dafür benötigten Strecken wurden wegen der schlechten, stark wasserführenden Gebirgsverhältnisse so gut als möglich ausgebaut. Nach einiger Zeit konnte man auch so Rückschlüsse auf die Fortsetzung der Lagerstätte ziehen und modellhafte Annahmen treffen, was eine mittelfristige Abbauplanung wiederum ermöglichte.

Viele der Charakteristika dieser Lagerstätte (Tabelle 56) schließen die meisten Abbauverfahren für eine Wiederauffahrung von vornherein aus und ermöglichen wenn überhaupt, einen Sohlenstoßbau:

- Schlechte, stark wasserführende Gebirgsverhältnisse

- Zwei (evtl. drei) unregelmäßige Reicherzonen mit 1–2 m Mächtigkeit im Abstand von 10 m
- Mittelsteiles Einfallen mit 50–70 °

Dabei stellte sich die Frage ob die Imprägnationsvererzungen zwischen den Reicherzonen gewinnbringend mit abgebaut werden könnten.

Die einzige sinnvolle Möglichkeit zur Auffahrung der Lagerstätte Rabant ist eine Unterfahrung vom Drautal aus (ca. 800 m), welche größtenteils im Triasdolomit angesiedelt wäre (Vgl. Weber 1982, S. 40).

Abbauverfahren	Merkmale		Lagerstätte																													
	Bauweise	Dachbe-handlung	Ausbildung			Beschaffenheit			Form			Mächtigkeit			Einfallen			Mineral			Neben-gestein											
Bezeichnung																																
Firstenbau																																
Strossenbau																																
Strebbau																																
Gewöhnlicher Stoßbau																																
Firstenstoßbau																																
Strossenstoßbau																																
Gewöhnlicher Pfeilerbau																																
Teilschalenpfeilerbau																																
Querbau																																
Stoßwerksbau																																
Örtterbau																																
Kammerbau																																
Weitungsbau																																
Blockbau																																

Ungewöhnlich oder ausgeschlossen
 Möglich, weniger verbreitet
 Charakteristisch, kennzeichnend, artgemäß, typisch

Tabelle 56: Auswahl des Abbauverfahrens für die Antimonlagerstätte Rabant/Gurskerkammer nach Reuther

5.3.2.2 Aufbereitung

Eine Aufbereitungsanlage wäre für diesen Standort komplett neu zu konzipieren. Bei einer Unterfahrung der Lagerstätte könnte diese im Drautal angesiedelt werden. Die notwendige Infrastruktur dafür ist vorhanden. Raumplanerische Aspekte sind zu berücksichtigen. Halden könnten aufgrund der Versatztätigkeit vermieden bzw. gering gehalten werden.

Durch die sehr feingliedrige Verwachsung des Antimonits mit Arsenkies ist die Aufbereitung ein wesentliches Kriterium. Die zuletzt an der Montanuniversität Leoben durchgeführten Aufbereitungsversuche waren hinsichtlich des verbliebenen Arsengehaltes im Aufbereitungsgut nicht erfolgreich (vgl. Kapitel 4.2.3.7).

5.4 Ehem. Grafitlagerstätten und -vorkommen in der Böhmisches Masse (Moldanubikum), Niederösterreich

5.4.1 Rahmenbedingungen

5.4.1.1 Wirtschaftlicher Rahmen

Das untere Preislimit für Flockengrafit mit den Spezifikationen 85–87 % C, +100 mesh – 80 mesh, FCL, CIF EUROPE Port beträgt 900 USD/t bzw. ca. 670 EUR/t. (Industrial Minerals) Hierbei handelt sich um eine geringwertige Grafitqualität. Für bessere Qualitäten lassen sich mehr als die doppelten Preise erzielen.

Bei der Berechnung in Tabelle 57 handelt es sich um eine generelle Abschätzung des Ertrages bei den derzeitigen Rohstoffpreisen. Die Kalkulation wird auf Basis der vorhandenen Grafitlinsen um Röhrenbach durchgeführt. Die Auffahrung und Abbaukosten beziehen sich auf generische Modelle von Western Mine Engineering Inc. (2003). Die Aufbereitungskosten sind vom Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung der Montanuniversität Leoben nicht eruiert. Die Transportkosten werden wegen geringen Distanzen nicht berücksichtigt. Für exakte Aussagen ist, je nach Lagerstätte individuell, aus einer umsichtigeren Planung zu kalkulieren.

Position	Berechnung	Betrag [€]
Auffahrung	~5,59 Mio. € ²³	5,59 Mio. €
Abbaukosten	~37 €/t ²⁴ * 54.000 t	2,00 Mio. €
Transportkosten	-	-
Aufbereitungskosten	k. A.	-
Ertrag	~54.000 t * 670 €/t	36,18 Mio. €
Gewinn / Verlust	-	-

Tabelle 57: Überslagsmäßige Kalkulation für das Grafitvorkommen Röhrenbach

5.4.1.2 Bergrecht

Das Mineralrohstoffgesetz (MinroG) zählt Grafit zu den „Bergfreien Mineralischen Rohstoffen“.

²³ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003) bei 250 Tonnen pro Tag Abbaumenge Erz; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

²⁴ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003); Kosten pro Tonne Erz bei einem Abraumverhältnis von 4:1; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

Das Eigentumsrecht an Grund und Boden erstreckt sich nicht auf bergfreie mineralische Rohstoffe. Die bergfreien mineralischen Rohstoffe gehen mit der Aneignung in das Eigentum des hierzu Berechtigten über.

Die Schurfberechtigungen für die jeweilige Grafitlagerstätte sind im Bedarfsfall zu eruieren. Für die zuletzt betriebenen ehemaligen Bergbaue sind die Bergbauberechtigungen noch aufrecht (z.B. Weinberg). Für das hier herangezogene Beispiel Röhrenbach bei Horn sind derzeit keine bergmännischen Berechtigungen verliehen.

Eine UVP ist mit der Option eines Tagebaues und einer Ausdehnung der obertägigen Anlagen von mehr als 10 ha in vollem Ausmaß erforderlich.

5.4.1.3 Bergtechnische Charakterisierung und Bauwürdigkeit

Für die detaillierte bergtechnische Charakterisierung siehe Kapitel 3.3. Demnach wird dieses Grafitvorkommen als derzeit nicht bauwürdig eingeschätzt.

5.4.2 Bergbauplanungskonzept

5.4.2.1 Abbaumethode

Die Grafitlagerstätten des Waldviertels wurden über mehrere Jahrhunderte hinweg im Tagebau und auch Untertagebau abgebaut. Ausbisse und Schwarzfärbungen der Oberfläche indizierten den Grafit. Waren die oberflächennahen Partien bereits geringfügig überlagert, wechselt man in den Untertagebau. Im Laufe der Zeit wurde aufgrund der immer größer werdenden Maschinen und der fallenden Rohstoffpreise nur mehr im Tagebau abgebaut. Viele dieser Tagebaue bestanden aus mehreren kleinen Tagebauen, wegen der einzeln auftretenden Grafitlinsen. Sie wurden meist mit einer gemeinsamen Aufbereitung zusammengefasst.

Die bekannten Grafitlinsen befinden sich alle nahe an der Oberfläche, viele davon wurden aber in der Vergangenheit auch untertägig aufgeschlossen. Die Erstreckung in die Tiefe ist zumeist unbekannt, da hier nie exploriert wurde.

Wegen der geringen Teufen der anstehenden Grafitlinsen wäre Abbau im Tagebau sinnvoll. Da bereits auch Lagerstätten mit alten Grubenbauen vorhanden sind, würden auch diese einen Tagebau bestätigen. Auch die Ressourcensynergien mit Abraummaterial könnten in angrenzenden Steinbrüchen und Schottergruben genutzt werden.

Das entscheidende Kriterium bei Tagebauen ist das Abraumverhältnis. Dieses wird im Wesentlichen durch folgende Parameter bestimmt:

- Teufe des Lagerstätten-Körpers

- Geometrie des Lagerstätten-Körpers
- Böschungswinkel (abhängig vom Deckgebirge, steil bei Hartgestein, flach bei Lockergestein; im Kristallin des Moldanubikums ist durchgehend mit Hartgestein als Deckgebirge zu rechnen)

Da Teufe und Geometrie der einzelnen Grafitlinsen kaum bekannt sind, kann ein Tagebaumodell und die Berechnung der Wirtschaftlichkeit nur unter modellhaften Annahmen und einer Variation der kritischen Parameter durchgeführt werden.

5.4.2.2 Aufbereitung

Als Konzept für einen Abbau, wäre eine gemeinsame Betrachtung aller bauwürdigen Grafitvorräte im Waldviertel vorzuschlagen und diese mit einer gemeinsamen Aufbereitung zu versehen. D. h. in einer ersten Stufe könnte man ein Konzept für die Grafitvorkommen rund um Röhrenbach (als Beispiel) schaffen und diese sukzessiv je nach Vorrat, Qualität und Kosten erweitern.

5.5 Ehemalige Grafitlagerstätte Sunk bei Trieben, Veitscher Decke, Grauwackenzone, Steiermark

5.5.1 Rahmenbedingungen

5.5.1.1 Wirtschaftlicher Rahmen

Der österreichische Grafit erzielt einen Preis von 550 \$/t bzw. ca. 420 €/t (Industrial Minerals) am Markt. Hierbei handelt sich um den „amorphen“ Grafit aus Kaisersberg. Die Grafitqualitäten von Kaisersberg und Sunk weisen durch eine einheitliche geologische Genese dieselben Eigenschaften auf.

Bei der Berechnung in Tabelle 58 handelt es sich um ein generelles Modell des Ertrages bei den derzeitigen Preisen. Die Auffahrung-, Abbau-, Aufbereitungs- und Transportkosten sind je nach Lagerstätte individuell, aus einer umsichtigen Planung, zu kalkulieren.

Position	Berechnung	Betrag [€]
Auffahrung	~7.78 Mio. € ²⁵	7,78 Mio. €
Abbaukosten	~ 77 €/t ²⁶ * ~65.000 t	5,01 Mio. €
Transportkosten	~5 €/t * ~65.000 t	0,33 Mio. €
Aufbereitungskosten	k. A.	-
Ertrag	~65.000 t * 420 €/t	27,3 Mio. €
Gewinn / Verlust	-	-

Tabelle 58: Überslagsmäßige Berechnung für das Grafitvorkommen Sunk

²⁵ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003) bei 200 Tonnen pro Tag Abbaumenge Erz; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

²⁶ Modell von Western Mine Engineering Inc. (2003); Für genauere Berechnung Verdünnung notwendig; Überslagsmäßige Umrechnung in € und Berücksichtigung der Inflation

5.5.1.2 Bergrecht

Das Mineralrohstoffgesetz (MinroG) zählt Grafit zu den „Bergfreien Mineralischen Rohstoffen“. Das Eigentumsrecht an Grund und Boden erstreckt sich nicht auf bergfreie mineralische Rohstoffe. Die bergfreien mineralischen Rohstoffe gehen mit der Aneignung in das Eigentum des hierzu Berechtigten über.

Die Schurfberechtigungen für den Grafit in Sunk besitzt die Firma Grafitbergbau Kaisersberg GesmbH. (mündliche Mitteilung Dr. Peer)

Eine UVP ist mit der Option eines Untertagebaus und einer Ausdehnung der obertägigen Anlagen von nicht mehr als 10 ha nicht erforderlich.

5.5.1.3 Bergtechnische Charakterisierung

Für die detaillierte bergtechnische Charakterisierung siehe Kapitel 3.4. Demnach wird dieses Grafitvorkommen als derzeit nicht bauwürdig eingeschätzt.

5.5.2 Bergbauplanungskonzept

5.5.2.1 Abbaumethode

Vor der Schließung des Bergbaus Sunk wurde im sogenannten Scheibenbruchbau streichendem bzw. querschlägigem Verhieb und Scheibenversatzbau mit fallendem Verhieb gearbeitet. Zweiteres wurde dort verwendet wo darüber liegende Grubenbaue geschützt werden mussten. Da sich der Abbau im Sohlenstoßbau (Strossenstoßbau nach Reuther 1989, undercut-and-fill mining nach Hustrulid 1982) mit und teilweise ohne Versatz bewährt hat, sollte dieser beibehalten werden. Folgende Parameter der Grafitflöze bestätigen diese Methode (Tabelle 59):

- steilstehende ($>60^\circ$) → Schwerkrafftförderung
- tektonisch stark beansprucht → flexibles Abbauverfahren
- durchschnittliche Mächtigkeit von 2 m
- Standfestes Hangendes und Liegendes
- Hartgrafite (eckig brechend) und Weichgrafite (schmierend, erdig)

Abbauverfahren	Lagerstätte															
	Merkmale					Ausbildung					Beschaffenheit					
Bezeichnung	Bauweise		Dachbehandlung			Flöz	Gering	Mittel	Groß	Flach	Mäßig geneigt	Stark geneigt	Steil	Gebräch	Mäßig fest	Fest
	Langfrontartig	Stoßartig	Pfeilerartig	Kammerartig	Blockartig											
<i>Firstenbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Strossenbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Strebbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gewöhnlicher-Stoßbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Firstenstoßbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Strossenstoßbau						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gewöhnlicher-Pfeilerbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Teilsohlenpfeilerbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Querbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stoßwerksteinbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Örtchenbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Kammerbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Weitungsbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Blockbau</i>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabelle 59: Auswahl des Abbauverfahrens für Sunk nach Reuther

Ein Sohlenstoßbau (Tabelle 60) kann überall dort angewendet werden, wo meist andere Abbauverfahren versagen. Aufgrund der hohen Selektivität kann auch unregelmäßigen Lagerstätten gefolgt werden. Was einerseits ein hohes Ausbringen und geringe Verdünnung bedeutet, wirkt sicher andererseits auf hohe Abbaukosten und eine geringe Abbauleistung aus.

Sohlenstoßbau (Strossenstoßbau, undercut-and-fill mining)	
Vorteile	Nachteile
<p>Sehr gut anpassbar an unvorhergesehene Änderungen (Gebirgs- und Lagerstättenverhältnisse, Einfallen, Streichen, Gehalte)</p> <p>Selektives Verfahren (Verdünnung gering)</p> <p>Abbauverluste können gering gehalten werden (hohes Ausbringen)</p> <p>Sehr geringe Oberflächenauswirkungen</p>	<p>Teures Verfahren</p> <p>Aufwändige Versatztätigkeit (Betonversatz) für die Firstsicherung im Abbau</p> <p>Geringe Jahresförderung je Abbaubetriebspunkt</p>

Tabelle 60: Sohlenstoßbau (Strossenstoßbau) Vor- und Nachteile

5.5.2.2 Aufbereitung

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit Naturgewalten im Raum Trieben, wäre bei einer Aufbereitung im Sunktal mit starken Umwelteinflüssen durch Hochwässer und Erdbeben zu rechnen.

Der nächste mögliche Standort wäre das 1,5 km entfernte Trieben. Ein straßentauglicher LKW-Transport müsste eingerichtet werden. Sinnvoll wäre jedoch somit gleich ein Transport zur bereits vorhandenen Aufbereitungsanlage Kaisersberg. Dort ist auch das notwendige Know-How vorhanden. Die Entfernung beträgt hierbei 55 km. Als Verkehrswege dienen Bundesstraßen und Autobahn.

6. Verzeichnisse

6.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rohstoffverbrauch eines EU Bürgers in 70 Lebensjahren (Tiess 2009, S. 96)	9
Tabelle 2: Rohstoffe und Technologien (EU Kommission 2010a, S. 43).....	16
Tabelle 3: Antimon Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 189).....	18
Tabelle 4: Import/Export WKN 81101000 Antimon in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)	19
Tabelle 5: Beryllium Top5 Weltjahresproduktion (ungefähre Daten) (USGS 2011, S. 29)	20
Tabelle 6: Import/Export WKN 81121200 Beryllium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)	20
Tabelle 7: Kobalt Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 142).....	21
Tabelle 8: Import/Export WKN 81052000 Cobalt-matte ua. Zwischenerz.; Rohform, Pulver aus Cobalt (Statistik Austria 2010)	22
Tabelle 9: Flussspat Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 205f).....	22
Tabelle 10: Import/Export 25292100 Flussspat, Calciumfluorid =<97% (Statistik Austria 2010)	23
Tabelle 11: Import/Export 25292200 Flussspat, Calciumfluorid >97% (Statistik Austria 2010)	23
Tabelle 12: Gallium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 192).....	24
Tabelle 13: Import/Export WKN 81129289 Gallium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)	25
Tabelle 14: Germanium Top4 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 193)	26
Tabelle 15: Import/Export WKN 81129295 Germanium in Rohform; Pulver aus Germanium (Statistik Austria 2010).....	26
Tabelle 16: Graphit Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 206).....	27

Tabelle 17: Import/Export WKN 25041000 Grafit, natürlich, in Pulverform oder in Flocken (Statistik Austria 2010).....	27
Tabelle 18: Indium Top5 Weltjahresproduktion aus USGS (USGS 2011, S. 75).....	28
Tabelle 19: Import/Export WKN 81129281 Indium in Rohform; Pulver (Statistik Austria 2010)	29
Tabelle 20: Lithium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 206).....	30
Tabelle 21: Import/Export WKN 28252000 Lithiumoxid und Lithiumhydroxid (Statistik Austria 2010)	30
Tabelle 22: Import/Export WKN 28369100 Lithiumcarbonate (Statistik Austria 2010)...	30
Tabelle 23: Magnesit Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 209)	31
Tabelle 24: Import/Export WKN 81041900 Magnesium in Rohform, Magnesium <99,8% (Statistik Austria 2010)	32
Tabelle 25: Import/Export WKN 81041100 Magnesium in Rohform, Magnesium =>99,8% (Statistik Austria 2010)	32
Tabelle 26: Tantal – Columbium Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 186).....	33
Tabelle 27: Import/Export WKN 71101100 Platin, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)	36
Tabelle 28: Import/Export WKN 71102100 Palladium, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)	36
Tabelle 29: Import/Export WKN 71103100 Rhodium, in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010)	36
Tabelle 30: Import/Export WKN 71104100 Iridium, Osmium und Ruthenium,in Rohform od. als Pulver (Statistik Austria 2010).....	36
Tabelle 31: Seltene Erden Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 194)	39
Tabelle 32: Import/Export WKN 28053090 Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium (Statistik Austria 2010)	39
Tabelle 33: Import/Export WKN 28053090 Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium (Statistik Austria 2010)	39
Tabelle 34: Wolfram Top5 Weltjahresproduktion aus World Mining Data (Weber, L. et al 2011, S. 187f).....	41
Tabelle 35: Circa-Recyclingraten der 14 kritischen Rohstoffe (EU Kommission 2010b)	48

Tabelle 36: Kritische Rohstoffe in Österreich: Vorkommen, Lagerstätten und Bergbau mit Produktions-, Import- und Recyclingdaten	53
Tabelle 37: Geographische Gegebenheiten (i. w. S.) am Standort eines Rohstoffvorkommens. (Fettweis et al. 1990, S. 26)	58
Tabelle 38: Allgemeine geologische Angaben zur Taffinalpe, Hochrast Gumriaul und Walchecke (IRIS 2012)	62
Tabelle 39: Bilanztafel der Aufbereitungsversuche Taffinalpe (VOEST-ALPINE 1978, S. 13)	68
Tabelle 40: Gesteinsanalysen Gumriaul und Taffinalpe (Heinisch und Schmidt 1976)	70
Tabelle 41: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für das Wolframerzvorkommen Taffinalpe und Hochrast/Gumriaul, Osttirol	73
Tabelle 42: Allgemeine geologische Angaben zu den Antominitvorkommen der Rabantalm (IRIS 2012)	75
Tabelle 43: Antimongehalte laut Betriebsberichten (Weber 1982, S.24)	78
Tabelle 44: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für die Antimonitvorkommen der Rabantserie, Osttirol, Kärnten	82
Tabelle 45: Grafitlagerstätten des Waldviertels (Liste), aufgenommen 1937 (Steffan 1944, S. 4)	83
Tabelle 46: Allgemeine geologische Einteilung der Grafitvorkommen in der Böhmisches Masse (IRIS 2012)	85
Tabelle 47: Chemische Zusammensetzung des Weinberger Grafits im Waldviertel (Pichlhöfer 1985, S. 28)	93
Tabelle 48: Grafitvorräte im Waldviertel (Polegeg 1987)	94
Tabelle 49: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für die Grafitvorkommen der „Bunten Serie“, Waldviertel, Niederösterreich	96
Tabelle 50: Allgemeine geologische Angaben zu Sunk bei Trieben (IRIS 2012)	98
Tabelle 51: Immediatzusammensetzung Grafitlagerstätte Sunk (Mathias & Budin 1954, S. 97)	104
Tabelle 52: Zusammenfassung der bergtechnischen Parameter für das Grafitvorkommen Sunk, Steiermark	107
Tabelle 53: Vor- und Nachteile Tagebau	109
Tabelle 54: Überslagsmäßige Kalkulation der Kubaturen des Versuchsstollen Taffinalpe	123
Tabelle 55: Überslagsmäßige Berechnung für das Antimonvorkommen Rabant	125

Tabelle 56: Auswahl des Abbaufahrens für die Antimonlagerstätte Rabant/Gurskerkammer nach Reuther.....	127
Tabelle 57: Überslagsmäßige Kalkulation für das Grafitvorkommen Röhrenbach...	129
Tabelle 58: Überslagsmäßige Berechnung für das Grafitvorkommen Sunk	132
Tabelle 59: Auswahl des Abbaufahrens für Sunk nach Reuther.....	134
Tabelle 60: Sohlenstoßbau (Strossenstoßbau) Vor- und Nachteile.....	135
Tabelle 61: Rohstoffrelevante Im- und Exporte in Kilogramm (Statistik Austria 2008).	174

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bewertungsdiagramm der Rohstoffe nach Gruppen (EU Kommission 2010a, S. 34).....	14
Abbildung 2: Bewertung nach dem Umweltrisiko (EU Kommission 2010a, S. 35).....	15
Abbildung 3: Kritische Rohstoffe in Österreich nach (Weber et al. 2012) und (BMVIT&FFG 2012).....	17
Abbildung 4: Physikalische Eigenschaften der Platingruppenmetalle (Angerer et al 2009, S. 288).....	34
Abbildung 5: PGM produzierende Länder (Rainer, Henning & Sokolova 2010)	35
Abbildung 6: Eigenschaften der Lanthanoide (Ruby 2008 in Angerer et al 2009, S. 304)	37
Abbildung 7: Karte der Grafitbergbaue von Leoben bis Rottenmann (Klar 1964, S. 123)	45
Abbildung 8: Einflussgrößen für den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit von Bergwerken (Fettweis et al. 1990, S.23).....	55
Abbildung 9: Geologisch bestimmte Einflussgrößen der Abbauwürdigkeit (Fettweis 1990, S. 29).....	56
Abbildung 10: Geologische Übersicht über die Wolframerzvorkommen von Villgraten bis Lienz (IRIS 2012).....	60
Abbildung 11: Freischurfkarte Sillian mit Informationen zur Geologie (M 1:20.000) (Metallgesellschaft AG 1978).....	61
Abbildung 12: Erkundungsstollen Taffinbach (Metallgesellschaft AG 1978)	64
Abbildung 13: Prasinitlinsen am Höhenrücken des Gumriaul (Metallgesellschaft AG 1978)	65
Abbildung 14: Kernbohrungen am Höhenrücken des Gumriaul (Metallgesellschaft AG 1978)	66
Abbildung 15: UV-Aufnahme aus dem Barbarastollen mit 0,52 % WO ₃ (nördlicher Prasinitkörper) (Metallgesellschaft AG 1978)	71
Abbildung 16: Geologische Übersicht über die Antimonvererzungen der Rabantserie (IRIS 2012)	74
Abbildung 17: Bergbau Rabant mit Adelszonen E (Hiessleitner 1949, S. 47)	77
Abbildung 18: Grafitlagerstätten des Waldviertels (Karte), aufgenommen 1937 (Steffan 1944, S. 4)	84

Abbildung 19: Geologisch-tektonische Übersicht und schematisches Profil durch den Österreichischen Anteil der Böhmisches Masse (WEBER 1987, S. 373).....	86
Abbildung 20: Entstehung einer Sapropelfazies (Weber 1987, S. 371)	88
Abbildung 21: Grubenfelder bei Mühldorf (Hohn 2004, S. 4).....	90
Abbildung 22: Geologische Übersicht des Grafitvorkommens Sunk (IRIS 2012)	97
Abbildung 23: Übersichtskarte Bergbau Sunk (Mitterer 1988, Anhang)	100
Abbildung 24: B-B Schnitt durch die Grafitflöze (Mitterer 1988, Anhang).....	101
Abbildung 25: Aufbereitung steirischer Grafite (Klar 1964, S. 69).....	103
Abbildung 26: Hügelabbau (Goergen 1987, S. 7).....	110
Abbildung 27: Abbau nach der Teufe (Goergen 1987, S. 7).....	110
Abbildung 28: Flächenhafter Abbau (Goergen 1987, S. 8).....	111
Abbildung 29: Etagenabbau (Korak 1978, S. 226)	111
Abbildung 30: Parallel-, Schwenk- und Weitungsbau v. l. n. r. (Goergen 1987, S. 10)	112
Abbildung 31: Übersicht über die Abbauverfahren (Reuther 1989, S. 527).....	113
Abbildung 32: Beispiel für Strebbau im deutschen Steinkohlebergbau (Kundel 1985)	114
Abbildung 33: Schrängfrontbau mit firstartigem Verhieb (Dorstewitz et al 1959).....	115
Abbildung 34: Prinzip des Stroßenbaues auf Abhauen, einflügelig und zweiflügelig, sowie auf Überhauen zwischen Sohlen (Peele 1927)	115
Abbildung 35: Prinzip des Firstenstoßbaus mit Wendelstrecke im Liegenden (Hustrulid 1982)	116
Abbildung 36: Stroßenstoßbau (Hustrulid 1982).....	116
Abbildung 37: Schema des Pfeilerbruchbaus im nordamerikanischen Steinkohlenbergbau (Lewis 1964)	117
Abbildung 38: Prinzip des Teilsohenpfeilerbaus – querschlägig und als Bruchbau (Hustrulid 1982).....	118
Abbildung 39: Fallender Querbau mit Versatz (Reuther 1989, S. 486).....	118
Abbildung 40: Schema eines Stockwerksbau (Reuther 1989, S. 492)	119
Abbildung 41: Prinzip des Örtlerbaus (Reuther 1989, S. 493).....	119
Abbildung 42: Schema eines Kammerbaus auf steiler mächtiger Lagerstätte mit Speichern des Haufwerks (Reuther 1989, S. 501)	120
Abbildung 43: Ring- und Fächerbohren im Weitungsbau (Reuther 1989, S. 508).....	120
Abbildung 44: Abwärtsgeführter Blockbau mit Gerüstzimmerung und Versatz	121

Abbildung 45: Blockbruchbau (Reuther 1989, S. 525)..... 122

6.3 Literaturverzeichnis

ANGERER, U. ET AL: Rohstoffe für Zukunftstechnologien, 2. Aufl., Fraunhofer Verlag, 2009

BMVIT & FFG: Definition: Kritische Rohstoffe und potentiell kritische Rohstoffe mit Bezug zu Österreich, 2012,
<http://www.ffg.at/intelligente-produktion/downloadcenter> (31.01.2013)

BMWFJ: IRIS-Online, Interaktives Rohstoff Informations System,
<http://geomap.geolba.ac.at/IRIS/einstieg.html> (31.01.2013)

DEPARTMENT FÜR MINING & TUNNELLING LEOBEN: Minerals Planning Policies and Supply Practices in Europe,
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/rawmaterials/files/bestpractices/leoben_2004_en.pdf, (31.01.2013)

DORSTEWITZ, G.; FRITZSCHE, C. H. & PRAUSE, H.: Zur Einteilung und Bezeichnung der Abbauverfahren, in Glückauf 95 (1959), Nr. 20, S. 1245-1251

EMSLEY, J.: Die Elemente, 2. Aufl., Walter de Gruyter, 1991

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Critical Raw Materials for the EU – Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials, 2010a

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Critical Raw Materials for the EU – Annex V, 2010b

FETTWEIS, G. B. et al.: Bergwirtschaft (Band I), Verlag Glück Auf GmbH, 1990

GOERGEN, H. et al.: Festgesteinestagebau, Trans Tech Publ., 1987

GOLDMANN, CH.: Grafitvorkommen in Niederösterreich, Geologie und Genese in MEFOS Nr. 33 2007, Vereinsmitteilung, 2004

HEINISCH, H. & SCHMIDT, K.: Zur kaledonischen Orogenese in den Ostalpen, 1976

HIESSLEITNER, G.: Die geologischen Grundlagen des Antimonitbergbaues in Österreich, Geologische Bundesanstalt Wien, 1949

HOHN, M.: Grafitbergbau Mühldorf in NÖ in MEFOS Nr. 33 2007, Vereinsmitteilung, 2004

HÖLL, R.: Scheelitvorkommen in Österreich. Erzmetall, 24, 273-282, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart, 1971

HOFBAUER, R.: 36 Jahre Grafitabbau der Firma Industrie & Bergbaugesellschaft Prysok & Co.K.G. im niederösterreichischen Waldviertel, in Res montanarum, Vereinsmitteilung, 1990

HUSTRULID, W. A.: Underground Mining Methods Handbook. New York: Society of Mining Engineers (Hrsg.), 1982

INDUSTRIAL MINERALS:

<http://www.indmin.com/MarketTracker/197195/Graphite.html?id=GT-C> &
<http://www.indmin.com/Print.aspx?ArticleId=3114260> (31.01.2013)

KLAR, G.: Geschichtlicher Rückblick auf die Grafitbergbaue Kaisersberg-Leims und Hohentauern. Unveröff. Ber. Lagerst. Arch. Geol. BA.), 4 S., Blg., o.O., 1963

KLAR, G.: Steirische Graphite. Styria, 149 S., Graz, 1964

KORAK, J.: Technisch-Wirtschaftliche Untersuchungen der Transportmittel unter besonderer Berücksichtigung der Transportmittel – Kombination fahrbare Brechanlage – Gurtbandanlage für den Transport der Haufwerke im engeren Festgestein – Tagebaubereich., Diss. Aachen, 1978

KUNDEL, H.: Stand und Entwicklungsaussichten des Strebbaus. In: Glückauf 121 (1985), Nr. 11, S. 795–808

LAHUSEN, L.: Die Schicht- und zeitgebundene Antimonit-Scheelit-Vorkommen und Zinnober-Vererzungen in Kärnten und Osttirol Österreich, Springer Verlag, 1969

LEWIS, R. S.: Elements of mining, New York, Wiley, 1964

MATHIAS, E-P. & BUDIN, F: Die Graphitlagerstätte Sunk bei Trieben in der Steiermark, in Berg und Hüttenmännische Monatshefte Band 99, 1954

MATTHES, S.: Mineralogie – eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde, 6. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001

METAL PAGES:

<http://www.metal-pages.com/metals/tungsten/metal-prices-news-information/>
(31.01.2013)

METAL PRICE: <http://www.metalprices.com/p/AntimonyFreeChart/> (31.01.2013)

METZ, K.: Die Geologie der Grauwackenzone von Mautern bis Trieben. Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, 1, 1940

MINERAL PRICES: <http://www.mineralprices.com/> (31.01.2013)

MITTERER, F.: Planung und kostenmäßige Erfassung eines neuen Grubenzuschnitts des Bergbaus Sunk der Graphitbergbau Trieben GesmbH als Folge eines Unterfahrungsstollens unter besonderer Berücksichtigung von Wetterführung, Förderung und Wasserhaltung, MU-Leoben, 1988

NEINAVAI, H.; GHASSEMI, B. & FUCHS, H.W.: Die Erzvorkommen Osttirols. – Veröffentl. Mus. Ferdinandeum, 63, 69-113, Innsbruck, 1983

OKRUSCH, M. & MATTHES, S.: Mineralogie, 7. Aufl., Springer Verlag, 2005

PEELE, R. (Hrsg.): Mining Engineer's Handbook, 2. Aufl. New York: Wiley, 1927

PEER, H.: Die Graphitlagerstätte Trieben/Sunk, unveröffentl. Bericht, 1980

PICHELHÖFER, R.: Montangeologische Untersuchungen der Graphitlagerstätte Weinberg bei Amstall NÖ, Montanuniversität Leoben, 1985

POLEGEG, S. (FREN): Beurteilung von Graphitvorkommen im Waldviertel, o. V., 1987

- PORTUGALLER, T.: Scheelitvererzungen in der Thurntaler Quarzphyllitzzone, unveröff. Masterarbeit, Montanuniversität Leoben, Leoben 2010
- RAINER, L.; HENNING W. & SOKOLOVA, I.: Weltweite Wiedergewinnung von Platingruppenmetallen (PGM), http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/MaRess_AP2_3.pdf (31.01.2013), 2010
- REIMANN, C.: Lithochemie und schichtgebundene Vererzung ,Kreuzeckgruppe. - Unveröffentl. Diss. Montanuniv. Leoben ,1980 Leoben.
- REUTHER, E. U.: Lehrbuch der Bergbaukunde, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 1989
- ROESER, S.: Werkstoffliche Recyclingraten bei verschiedenen Mineralen und Metallen, o. V., 2010
- ROHSTOFFWELT:
<http://www.rohstoff-welt.de/basiswissen/wolfram-tungsten.php> (25.05.2013)
- SCHRÖCKE, H. & WERNER, K. L.: Mineralogie, Walter de Gruyter, 1981
- STADTSCHNITZER, A. & FLACHBERGER, H.: Orientierende Untersuchungen zur Aufbereitbarkeit von Quarz-, Grafit-, Antimonit- und Bentonitproben, unveröffentl. Bericht, 2007
- STATISTIK AUSTRIA (BACHNER, R.; HANIKA, F.; HOFBAUER, A.; ET AL): Außenhandelsstatistik Österreich CD v1.0, 2008
- STEFFAN, J.: Die Graphitvorkommen des Waldviertels, Dissertation, 1944
- STERK, G.: Rohstoffe für neue Technologien, Univ.-Buchdruckerei Styria, 1994
- TIESS, G.: Rohstoffpolitik in Europa, Springer Verlag, 2009
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Bd. 1, Deuticke Wien, 1977
- TRADIUM GMBH: Verwendung von Seltenen Erden,
http://www.selteneerden.de/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=57 (31.01.2013)
- METALLGESELLSCHAFT AG: Scheelit-Exploration Sillian/Osttirol, unveröff. Abschlussbericht, Frankfurt am Main, 1978
- USGS (US GEOLOGICAL SERVICE): Mineral Commodity Summaries 2011, o. V., 2011
- VOEST-ALPINE AG: Systematische, geochemische Untersuchung Osttirols-Probenahme, unveröff. Bericht, 1978
- VOEST-ALPINE AG: Wolframprospektion im Raum Villgraten – Lienz, unveröff. Abschlussbericht Projekt TA 3/1979 1979, Leoben, 1980
- WEBER, L.: Geologie der Osttiroler Antimonvorkommen der Kreuzeckgruppe, unveröffentl. Bericht, 1982
- WEBER, L.: Die geologischen Grundlagen des Grafitbergbaues in Niederösterreich in Bergbau in Niederösterreich (Hrsg. Kusternig A.), o. V. , 1987

WEBER, L. (Hrsg.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs, Archiv für Lagerstättenforschung, Band 19, Geologische Bundesanstalt, Wien, 1997

WEBER, L., ZSAK G.; REICHL C. & SCHATZ, M.: World Mining Data 2012, BMWFJ ed., <http://www.bmwfj.gv.at/energieundbergbau/weltbergbaudaten/Seiten/default.aspx> (31.01.2013)

ÖSTERREICHISCHE WIRTSCHAFTSKAMMER: Thematische Strategie für die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, (KOM/2005/670), http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=227907&dstid=31, (31.01.2013)

6.4 Abkürzungsverzeichnis

ATO	Antimonzinnoxid
CIF	Cost Insurance & Freight
EOL RR	End of Life Recycling Rate
EPI	Environmental Performance Index
EWR	Europäische Wirtschaftsraum
FCL	Full Container Load
Gew.%	Gewichtsprozent
HHI	Herfindahl-Hirschmann-Index
IC	Integrated Circuit
IR	Infrarot
ITO	Indiumzinnoxid
Kfz	Kraftfahrzeug
LCD	Liquid Crystal Display
Lgst.	Lagerstätte
MinroG	Mineralrohstoffgesetz
mtu	Metric ton unit (10 kg an Wertstoff)
RC	Recycled Content
RFID	Radiofrequenzidentifikation
RGB	Rot-Gelb-Blau
tkm	Tonnenkilometer: [t]*[km]
USPort	Beliebiger amerikanischer Hafen
WGI	Worldwide Governance Indicators
WLED	White light emitting diodes
YBCO	Yttrium-Barium-Kupfer-Oxiden

Anhang I: Befahrungsberichte

Befahrung der Lagerstätte Taffinalm

Am 07.10.2012 wurde die Lagerstätte Taffinalm in der Thurntaler Quarzphyllitzone von Peter und Andreas Janisch befahren. Ausgangspunkt der Befahrung war der Ort Innervillgraten, welcher von Lienz aus nach Sillian über Außervillgraten zu erreichen ist.

Um 09:30 wurde mit der Befahrung des Bereichs Erkundungstollen Taffinalm/Taffinbach begonnen. Der Aufstieg zur Taffinalm führte über den markierten Steig dorthin, vom Ortsteil Klamperplatz. Erreicht man das untere Ende der Taffinalm, ist von dort aus noch etwa 200 m entlang des Schotterwegs nach NNO zu gehen. Direkt nach der Überquerung des Baches befand sich der Eingang zum Erkundungstollen. Das Portal ist bereits verbrochen und unkenntlich. Die exakten Koordinaten sind N 46° 47,344' E 12° 22,568' auf 1813 m Seehöhe (Foto 1).

Das anstehende Gestein in diesem Bereich laut Foto 2 ist ein oberflächlich verwitterter Quarzphyllit. Die Aufnahmen zeigen einen herausgeschlagenen Gesteinsbrocken. Man erkennt deutlich die Quarzschlieren im Phyllit.

15 m links davon ist ein weiterer Ausbiss welcher auch Scheelitmineralisationen beinhaltet. Diese zeigen sich vorwiegend in Vergesellschaftung mit Quarzeinschlüssen in den Phylliten. Der Scheelit wurde mittels UV-Licht prospektiert, was sich aufgrund der Helligkeit zwar als umständlich erwies, jedoch umso genauer feststellen lässt (Foto 3). Größere Bereiche konnte mit dieser Methode jedoch nicht beleuchtet werden. Mit freiem Auge erkennt man diese Mineralisationen nicht.

Anschließend wurde dem Verlauf des Taffinbaches bis etwa 300 Höhenmeter unter dem Hochrast gefolgt. Der Aufstieg endete an diesem Punkt (Foto 4). Das Ende der Befahrung war um 15:00 Uhr am Ausgangspunkt.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Befahrung der Lagerstätten der Rabantserie

1. Teil: Am 14.07.2012 und 09.09.2012 wurden die Lagerstätten der Rabantserie – Rabant und Gurskerkammer - von Mag. Robert Treimer, Renate Schweitzer, Nesrin Negm und Andreas Janisch befahren. Ausgangspunkt der Befahrung war der Gladerhof, welcher über Zwickenberg von Oberdrauburg (Anschluss an die B100) über eine einspurige, steile, jedoch asphaltierte Straße erreichbar ist.

Am Samstag, 14.07.2012 wurde um 15:00 mit der Besichtigung des Bereichs Gurskerkammer begonnen. Die Lagerstätte befindet sich etwa 300 m NO des Gladerhofs. Sie ist über einen Weg, der vom Gladerhof aus nach NW führt und von dem nach etwa 150 m nach der ersten Kehre ein Weg abzweigt, erreichbar. Das Mundloch (Unterbau, 1250 m NN) befindet sich kurz vor dem ersten Bach auf dieser Strecke. Es ist deutlich erkennbar. Der Zugang ist noch erhalten, dieser wird jedoch durch eine Tür versperrt (Foto 5)

10 m darüber befindet sich das zweite Mundloch („Alter Stollen“). Der Bereich ist komplett verbrochen, die Umrisse sind jedoch noch erkennbar (Foto 6). Folgt man ca. 80 m einem schmalen Steig nach NW ist ein weiterer Einbruch zu sehen, der auf einen weiteren Zugang schließen lässt.

Die Petrologie im Bereich der Gurskerkammer zeichnet sich durch Granatglimmerschiefer mit Quarzlinsen und im geringen Ausmaß an Amphiboliten aus. Im Bereich des Unterbaus ist auf einen Erzaufschluss zu schließen. Im Graphitschiefer sind hier Quarzlinsen mit imprägnierten und umschließenden metallischen Erzen zu erkennen. Aufgrund der Beschreibung in der Literatur kann eine Vergesellschaftung mit Pyrit, Arsenopyrit und Antimonit in Erwägung gezogen werden (Foto 7).

Überquert man den Bach nach dem Unterbau, befindet sich nach 20 m eine bewachsene, jedoch noch erkennbare, Halde auf der rechten Seite. Einzelne Gesteinsproben zeigen hier deutlich Antimoniterzanteile (Foto 8).

Der gesamte Bereich wurde ca. im Radius von 80 m begangen, wobei keine Auffälligkeiten hervortraten. Die Befahrung wurde um 18:00 beendet.

2. Teil: Am 09.09.2012 von 13:30 Uhr bis 17:00 wurde von Andreas Janisch auch die Örtlichkeit rund um den Edengang und weiter zur Rabantalm befahren. Ausgangspunkt war dabei der Gasthof Glader.

Geht man vom Gasthof Glader in Richtung Westen und nimmt die untere Abzweigung auf der Schotterstraße kommt man nach etwas 150 m zu einem Bach. Dort befand sich der Eingang zum Edenstollen. Hier ist jedoch nichts mehr erkennbar.

Folgt man dem Weg weiter, kommt man zu den gut erhaltenen Knappenhäusern. Von dort aus nimmt man den Weg rechts hinauf über den Höhenrücken zur etwa 500 m entfernten Rabantalm.

Am Fuße der Rabantalm, hinter einer Hütte, sieht man die ehemaligen Fundamente der Seilbahnstation (Foto 9).

Ca. 100 m nördlich davon befindet sich der Chrysantbach entlang der Rabantalm. Laut Karte befinden sich hier drei ehemalige Portale des Bergbaues. Durch den mürben Schiefer und die ständige Kraft des nahegelegenen Baches, sieht man von der Bergbautätigkeit jedoch nichts mehr. Einzig lässt die Topografie vermutlich auf eine ehemalige Halde schließen.



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9

Befahrung der Lagerstätte Weinberg

Am 12.10.2012 wurde die Graphitlagerstätte Weinberg von Mag. Robert TREIMER und Andreas JANISCH befahren. Das Ziel dieser Befahrung ist Erkenntnisse über dem im Moldanubikum auftretenden Graphit anhand dieser zugänglichen jedoch erschöpften Lagerstätte zu erhalten. Daraus sollen Informationen zur Behandlung der verbleibenden höffigen Graphitvorkommen in dieser Region gewonnen werden.

Die Zufahrt erfolgte von Spitz an der Donau über Mühldorf nach Amstall. 1 km nach dem westlichen Ortsende erreicht man eine 180 ° Kurve. In dieser Kurve fährt man den Waldweg gerade aus und erreicht nach wenigen Metern das Bergbauggebiet. Zur Linken sieht man das verfallene Aufbereitungsgebäude.

Die Befahrung wurde um 14:00 Uhr am Standort der ehemaligen Aufbereitungsanlage begonnen (Foto 10). Folgt man von dort aus dem Weg nach NW erreicht man über eine Kehre und eine Abzweigung (beide führen ins Bergbauggebiet) eines der Abbaugebiete der Lagerstätte Weinberg. Hier wurde etagenartig Graphit hereingewonnen. Es dürfte sich um mehrere Linsen gehandelt haben, die dem Abbau eine unregelmäßige Etagendimension beschert haben.

Die oberste Etage weist dabei die größten Dimensionen auf. Hier lagern auch noch letzte Knauer, die mit rötlichem Limonit des verwitternden Pyrit überzogen sind (Foto 11).

Blickt man dann nach W in den Abbauort, sieht man die schwarzen massigen Graphitbänke von 10 cm bis etwa 1 m Mächtigkeit, die häufig mit feinen Pyritlagen durchsetzt sind. Diese sind nicht an die Schichtung gebunden, sondern sind bankungsparallel und diffus durchgehend vorhanden (Foto 12).

Vereinzelt treten auch unregelmäßig verteilte Quarzeinschlüsse auf, in denen häufig grünliche Minerale vorkommen (Foto 13). Des Weiteren zeigt sich der in Lösung gegangene und wieder ausgefällte Schwefel an der Oberfläche geschützter Gesteinspartien und erzeugt von weitem ein helles Erscheinungsbild (Foto 14).

Der Graphit weist an dieser Stelle eine horizontale Mächtigkeit von mehr als 20 Metern auf. Erst am äußersten Ende des Abbauortes, abfallend mit dem Gelände, sieht man den Übergang (in Wechsellagen) zum massigen Marmor und weiter zum geschichteten Amphibolit (Foto 15). Die gesamte Abfolge fällt dabei approximativ um die 45 ° nach NNO ein, wobei der oberflächennahe Amphibolit übersteilt.

Die Befahrung endete um 16:00 am Ausgangspunkt.



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15

Befahrung der Lagerstätte Sunk

Am 1.09.2012 wurde die Graphitlagerstätte Sunk von Andreas JANISCH befahren. Die Zufahrt war von Trieben aus über die B114 in Richtung Judenburg geplant. Diese konnte aber wegen heftiger Unwetter und den folgenden Sanierungsarbeiten nicht befahren werden. Es wurde somit über eine Ersatzstraße nahe der B114 ausgewichen, welche bei der Einfahrt zum Sunkgraben wieder in die B114 mündete. In den Sunkgraben beim Kraftwerk Sunkbach führte eine nicht befestigte einspurige Straße. An der Einfahrt in den Sunk befindet sich auch ein stillgelegter Grünschiefersteinbruch.

Die Befahrung wurde um 13:00 Uhr am Standort der ehemaligen Aufbereitungsanlage begonnen. Diese befindet sich am Zufluss des Hertabaches zum Sunkbach etwa 50 m vor der zweiten Brücke im Sunkgraben. Es waren weder Aufbereitungsgebäude noch Fundamente zu erkennen. Jedoch fanden nicht unlangst im ganzen Bereich Sanierungsarbeiten statt. Hier zeigen sich am planierten Geröll erste Graphitbrocken (Foto 16, Probe „unten“).

Überquert man von diesem Standort aus den Sunkbach über eine Brücke in Richtung Norden befindet man sich direkt am Mundloch des Hertastollens. Das Portal ist unkenntlich verschüttet und von Bewuchs überdeckt. Einzig ein Ableitungsrohr der Grubenwässer weist noch auf das frühere Portal hin. 50 m entlang des Weges in Richtung Westen weist die Geländestruktur auf das rezente Portal des Erkundungstollens aus den 80er Jahren hin. Auch dieses ist wegen der Geröllmassen nicht mehr erkennbar.

Folgt man der Abzweigung um 180 ° bei der ersten Gabelung sieht man den Übergang vom Quarzkonglomerat (Foto17) zum dickbankigen und weiter zum feinlagigen Schiefer (Foto 18). Das Einfallen zeigt sich etwa in Richtung NW und mit flacher Neigung.

Folgt man dem Weg, gelangt man zu einer geologischen Störungszone. Diese wurde mit Stützbauwerken gegen Hangrutschungen und Geröllabgänge gesichert. Am Ende dieses Weges befindet sich das durch Geröll und Bewuchs unkenntliche Portal des Hildastollen.

Folgt man von dort aus einem verwachsenen Steig bergauf und einem Weg weiter in Richtung Osten gelangt man um den Hangrücken herum, zu Graphitschieferaufschlüssen und dessen Geröll (Foto 19).

Folgt man dem Weg jedoch in Richtung Westen gelangt man zur verfallenen Thorsailerhube und einer angrenzenden Wiese. Hinter der Thorsailerhube befindet sich eine verwachsene Abraumhalde direkt an einem verschütteten Portal.

Nach etwa 100 Meter kommt eine Weggabelung nahe der Kuppe. Folgt man dem Weg nach rechts entlang der Kuppe kommt man nach weiteren 100 Metern zu einem Graphitabstich (Foto 20, Probe „oben“). Unterhalb des Weges sind ebenfalls sehr graphitreiche Schiefer zu finden. Hier dürfte es sich um eines der Thorsailer Lager handeln.

Weitere Anzeichen von graphitreichen Material zeigen sich immer wieder an dunklen Einfärbungen des Straßenbaumaterials (Foto 21). Hier wird das Umgebungsgesamt mit dem zugelieferten Material vermischt.

Der Abstieg folgte über dieselbe Route. Die Befahrung wurde um 17:00 Uhr am Ausgangspunkt beendet.



Foto 16



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20



Foto 21

Anhang II: Probendokumentation

Antimonerz Gurskerkammer

Für eine Probe aus der Halde Gurskerkammer (Foto 23) wurde eine RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse) am Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie und eine RDA (Röntgendiffraktometrie) am Institut für Gesteinshüttenkunde an der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Das Probenstück (Foto rechts) und die Ergebnisse der Analyse sind nachfolgend dokumentiert.

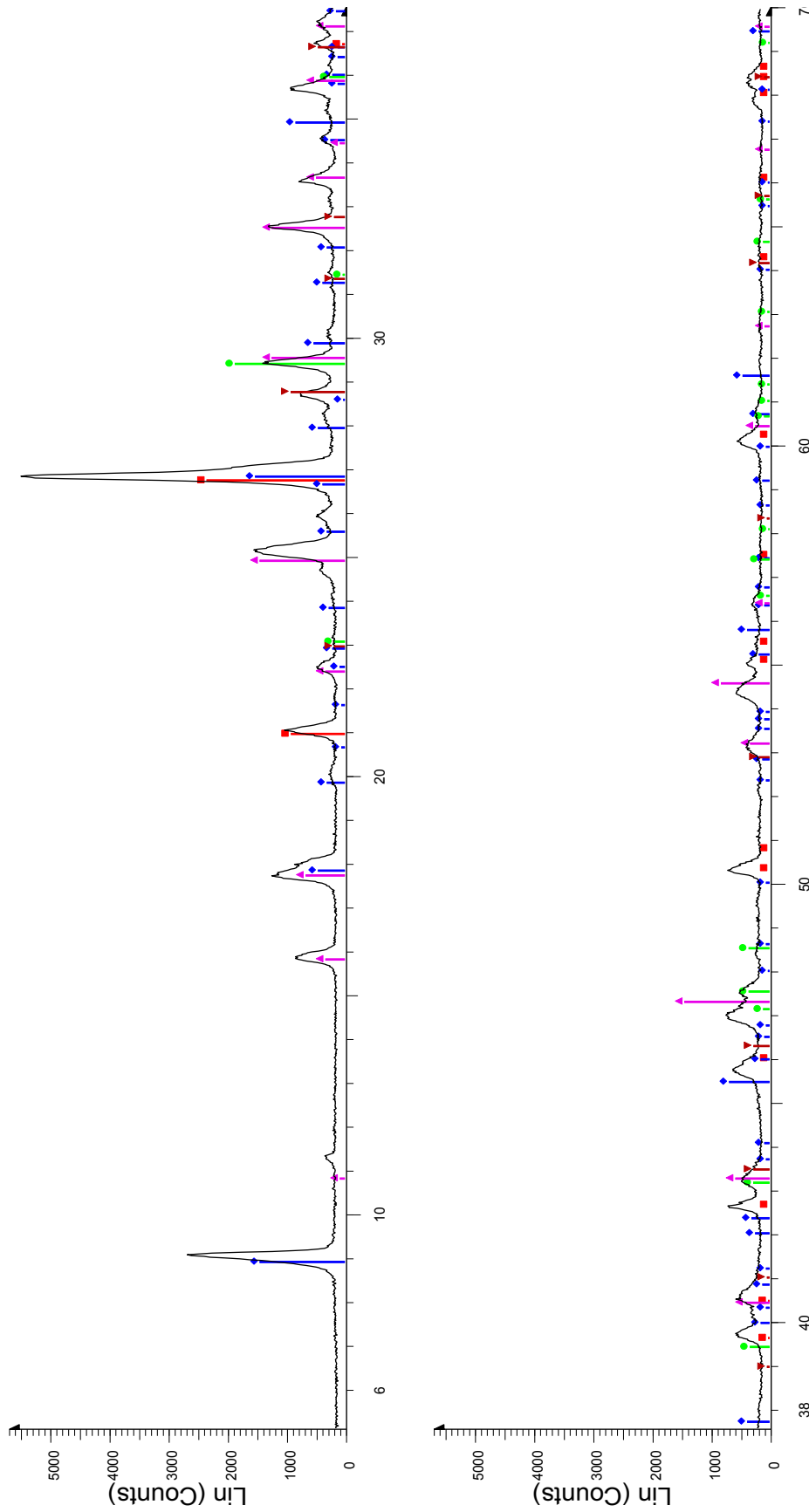


Foto 22

Chemische Verbindung	Gewichts-%	Standardabweichung
SiO ₂	44,47	0,25
Sb	19,66	0,2
Al ₂ O ₃	12,99	0,17
S	9,04	0,14
Fe	4,97	0,11
Na ₂ O	3,69	0,09
K ₂ O	2,16	0,07
CaO	1,1	0,05
TiO ₂	0,802	0,089
As	0,653	0,033
MgO	0,237	0,012
P ₂ O ₅	0,135	0,007
V ₂ O ₅	0,0363	0,0038
ZrO ₂	0,0254	0,0022
Co ₃ O ₄	0,0111	0,0029
Cr ₂ O ₃	0,0103	0,0031

Chemische Zusammensetzung der Probe aus der Halde Gurskerkammer

Rabant - Antimon



Grafit Weinberg

Für die Proben aus dem ehemaligen Tagebau Weinberg wurden eine RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse) am Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie und eine RDA (Röntgendiffraktometrie) am Institut für Gesteinshüttenkunde an der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Das Probenstück (Foto rechts) und die Ergebnisse der Analyse sind nachfolgend dokumentiert.

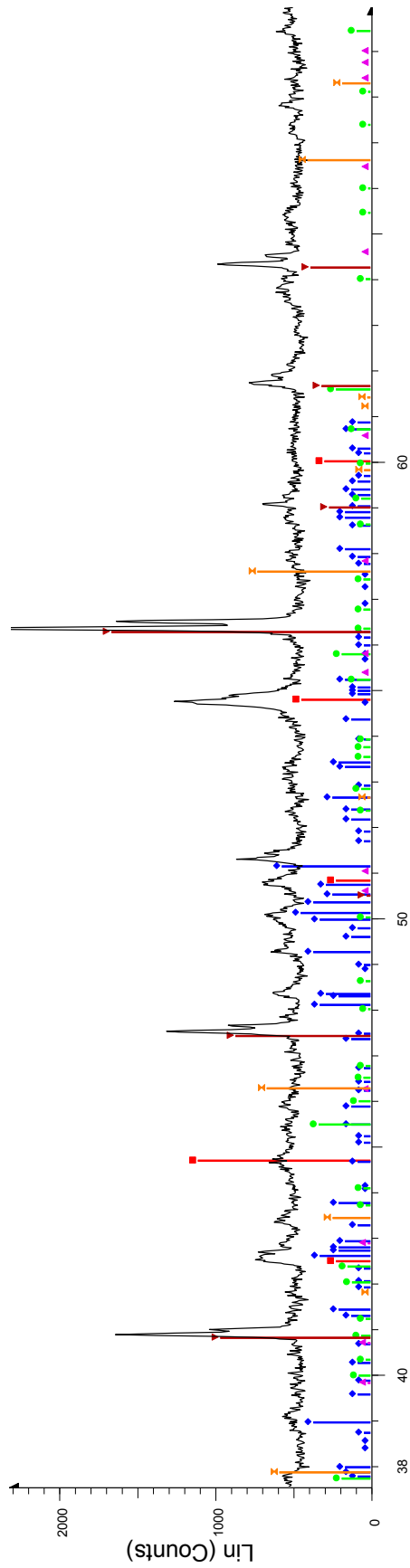
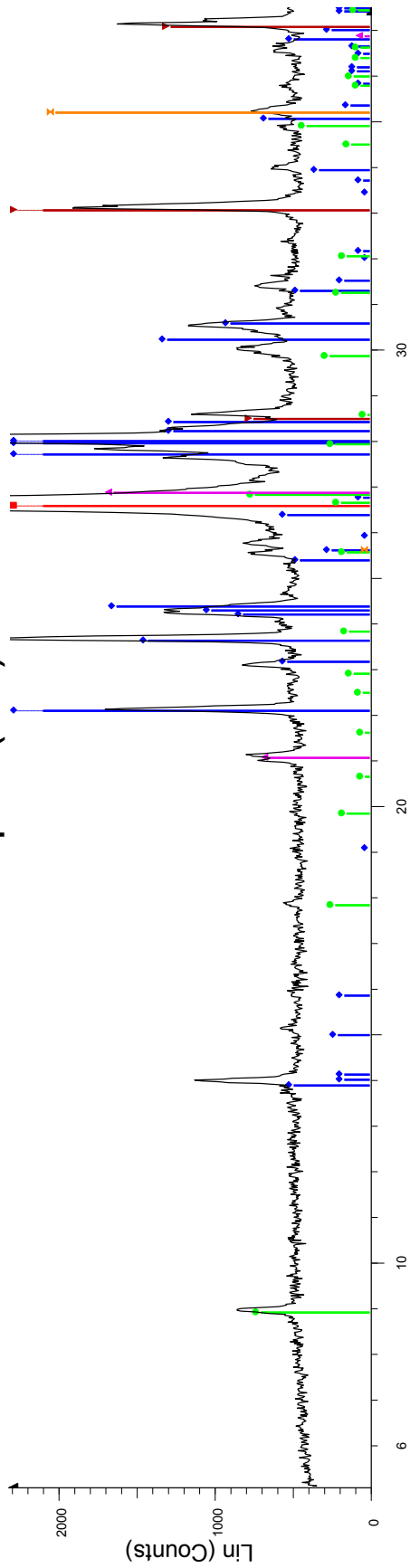


Foto 23

Chemische Verbindung	Gewichts-%	Standardabweichung
SiO ₂	39,25	0,24
Al ₂ O ₃	12,98	0,17
Fe ₂ O ₃	5,94	0,12
Na ₂ O	5,32	0,11
S	4,09	0,1
K ₂ O	1,56	0,06
CaO	1,45	0,06
TiO ₂	0,554	0,061
MgO	0,188	0,009
P ₂ O ₅	0,176	0,009
V ₂ O ₅	0,0288	0,0019
ZrO ₂	0,0275	0,0014

Chemische Zusammensetzung der Probe aus dem ehemaligen Tagebau Weinberg

Graphit (US)



Graphit (US) - File: ho12-267.raw - Type: Locked Coupled - Start: 2.000 ° - End: 69.992 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 76.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 13 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X-Operations: Import

- 00-025-0284 (D) - Graphite, syn - C - Y: 36.37 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- 01-084-0982 (C) - Albite low - from Amelia, Virginia, USA - Na(AlSi3O8) - Y: 20.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 0.7 -
- 00-006-0263 (I) - Muscovite-2M1 - KAl2(Si3Al)O10(OH,F)2 - Y: 3.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
- 01-083-2468 (C) - Quartz - synthetic - SiO2 - Y: 8.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 0.6 -
- 00-042-1340 (*) - Pyrite - FeS2 - Y: 11.86 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - I/lc PDF 1.6 -
- 01-075-0783 (C) - Corundum - Al2O3 - Y: 9.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2.2 -

Mineralische Zusammensetzung der Probe aus dem ehemaligen Tagebau Weinberg

Anhang III: Statistik Austria Import Export

25041000 Grafit, natürlich, in Pulverform oder in Flocken					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	17689720	30771210	4589725	18478814
	Ausfuhr	7458556	8852157	6258816	9482626
	Bilanz	-10231164	-21919053	1669091	-8996188
25049000 Anderer Grafit, natürlich					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	67234	91841	32359	22009
	Ausfuhr	1769	1284	1378	36053
	Bilanz	-65465	-90557	-30981	14044
25191000 Magnesiumcarbonat (Magnesit), natürlich					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	933109	2319417	937131	848210
	Ausfuhr	760622	601763	1746239	988376
	Bilanz	-172487	-1717654	809108	140166
25199010 Magnesiumoxid, auch chemisch rein					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	29603957	46525936	21707902	57981500
	Ausfuhr	25865251	28778474	26715447	39588399
	Bilanz	-3738706	-17747462	5007545	-18393101
25199030 Magnesia, totgebrannt (gesintert)					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	258880722	201510679	0	188131134
	Ausfuhr	11174206	0	0	0
	Bilanz	-	-	0	-
25199090 Magnesia, geschmolzen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	29466848	0	0	26119089
	Ausfuhr	20924765	0	0	0
	Bilanz	-8542083	0	0	-26119089
25292100 Flussspat, Calciumfluorid =<97%					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	2102947	2692730	1193728	2656613
	Ausfuhr	0	19	88	26
	Bilanz	-2102947	-2692711	-1193640	-2656587
25292200 Flussspat, Calciumfluorid >97%					
		2007	2008	2009	2010

	Einfuhr	414149	712333	762396	833057
	Ausfuhr	4100	0	0	0
	Bilanz	-410049	-712333	-762396	-833057
25302000 Kieserit und Epsomit (natürliche Magnesiumsulfate)					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	10896630	16418456	8500557	8346616
	Ausfuhr	4110	3052	2517	18262
	Bilanz	-10892520	-16415404	-8498040	-8328354
28053010 Seltenerdmetalle usw., gemischt od. legiert					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	438681	476804	199323	409585
	Ausfuhr	342839	330689	184220	229202
	Bilanz	-95842	-146115	-15103	-180383
28053090 Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	73760	84515	69284	140499
	Ausfuhr	15943	41766	59419	29188
	Bilanz	-57817	-42749	-9865	-111311
28161000 Magnesiumhydroxid und Magnesiumperoxid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	605925	614498	417160	1286834
	Ausfuhr	13048147	10952750	10752686	15968477
	Bilanz	12442222	10338252	10335526	14681643
28220000 Cobaltoxide und Cobalhydroxide					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	3512	39016	4640	9851
	Ausfuhr	145	181	366	428
	Bilanz	-3367	-38835	-4274	-9423
28252000 Lithiumoxid und Lithiumhydroxid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	21757	25377	26939	22466
	Ausfuhr	0	570	1079	0
	Bilanz	-21757	-24807	-25860	-22466
28256000 Germaniumoxide und Zirconiumdioxid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	148367	151588	156987	189351
	Ausfuhr	718	434	1795	2199
	Bilanz	-147649	-151154	-155192	-187152
28258000 Antimonoxide					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	276898	244593	191987	248876
	Ausfuhr	25400	25109	11272	18851

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

	Bilanz	-251498	-219484	-180715	-230025
28259020 Berylliumoxid und Berylliumhydroxid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	1	500
	Ausfuhr	4249	0	0	0
	Bilanz	4249	0	-1	-500
28259040 Wolframoxide und Wolframhydroxide					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
28273100 Magnesiumchlorid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	3780824	4366179	2454236	3881041
	Ausfuhr	70431	878495	76486	78559
	Bilanz	-3710393	-3487684	-2377750	-3802482
28273930 Cobaltchloride					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	4394	825	753	784
	Ausfuhr	12	3	156	201
	Bilanz	-4382	-822	-597	-583
28309011 Calciumsulfide, Antimonsulfide und Eisensulfide					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	10155	49955	23804	34032
	Ausfuhr	693553	124857	147033	2
	Bilanz	683398	74902	123229	-34030
28332100 Magnesiumsulfat					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	5378206	6302943	2843712	5789013
	Ausfuhr	568136	528480	348499	193607
	Bilanz	-4810070	-5774463	-2495213	-5595406
28332930 Cobaltsulfate und Titansulfate					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	8562	1993	2122	10536
	Ausfuhr	1630	245	1024	9570
	Bilanz	-6932	-1748	-1098	-966
28342920 Barium-, Beryllium-, Cadmiumnitrat usw.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	137257	55885	1926	319
	Ausfuhr	15545	10502	9	4
	Bilanz	-121712	-45383	-1917	-315
28369100 Lithiumcarbonate					

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	248029	333038	326870	402472
	Ausfuhr	44629	27519	10055	169884
	Bilanz	-203400	-305519	-316815	-232588
28369911 Magnesiumcarbonate und Kupfercarbonate					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	141594	151585	93243	93775
	Ausfuhr	27801	24374	9861	3769
	Bilanz	-113793	-127211	-83382	-90006
28418000 Wolframate					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	250	1	83
	Bilanz	0	250	1	83
28461000 Cerverbindungen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	3431449	3487197	1984878	1766037
	Ausfuhr	2595998	2701603	2035372	1936172
	Bilanz	-835451	-785594	50494	170135
28469000 Verbindungen,anorganisch/organ.d. Seltenerdmetalle usw.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	3761637	3588617	2470948	3375114
	Ausfuhr	9039047	8507685	8436536	8657383
	Bilanz	5277410	4919068	5965588	5282269
28499030 Wolframcarbid, auch chemisch uneinheitlich					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	568044	1267475
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	-568044	-1267475
28499050 Aluminiumcarbid,Chromcarbid usw.,auch chem.uneinheitl.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	3331	12952
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	-3331	-12952
36069010 Cer-Eisen und and. Zündmetall-Legierungen in jeder Form					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
38011000 Grafit, künstlich					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	7130574	8650448	7189217	9502826

Ressourcenverfügbarkeit, Bergtechnische Charakterisierung und Bergbauplanungskonzepte ausgewählter Vorkommen kritischer Rohstoffe in Österreich

	Ausfuhr	5069684	4906850	3300491	7676062
	Bilanz	-2060890	-3743598	-3888726	-1826764
38012010 Grafit, kolloid, in öliger Suspension usw.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	17194	18289	31014	7315
	Ausfuhr	265	871	621	1212
	Bilanz	-16929	-17418	-30393	-6103
38012090 Grafit, kolloid					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	439113	486832	197273	220476
	Ausfuhr	89948	67455	21789	16420
	Bilanz	-349165	-419377	-175484	-204056
38019000 Zubereitungen a.Grundlage von Grafit ua.,in Platten usw					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	107959	171113	167175	1005717
	Ausfuhr	416838	609076	640290	904816
	Bilanz	308879	437963	473115	-100901
68151090 Waren aus Grafit oder anderem Kohlenstoff					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	958172	1239195	1192456	1258521
	Ausfuhr	808004	880477	746660	791934
	Bilanz	-150168	-358718	-445796	-466587
69031000 Retorten,keram.Waren ua.,feuerfest, Grafit/and.C >50%					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	147492	235325	18482	43170
	Ausfuhr	814	308	10434	12722
	Bilanz	-146678	-235017	-8048	-30448
69039010 Retorten,keram.Waren ua.,feuerf.,Grafit/and.C >25-50%					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	316289	327910	207217	163997
	Ausfuhr	157243	76252	31811	23016
	Bilanz	-159046	-251658	-175406	-140981
71101100 Platin, in Rohform od. als Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	126	183	235	165
	Ausfuhr	292	901	696	258
	Bilanz	166	718	461	93
71101910 Platinstäbe,-drähte,-bleche,-bänder usw., Dicke >0,15mm					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	868	860	684	749
	Ausfuhr	474	570	537	1382
	Bilanz	-394	-290	-147	633

71101980 Platin als Halbzeug					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	809	299	1167	1047
	Ausfuhr	1155	470	161	115
	Bilanz	346	171	-1006	-932
71102100 Palladium, in Rohform od. als Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	86	172	288	227
	Ausfuhr	142	28	28	208
	Bilanz	56	-144	-260	-19
71102900 Palladium als Halbzeug					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	436	425	488	598
	Ausfuhr	72	127	354	1106
	Bilanz	-364	-298	-134	508
71103100 Rhodium, in Rohform od. als Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	112	77	98	126
	Ausfuhr	11	38	7	21
	Bilanz	-101	-39	-91	-105
71103900 Rhodium als Halbzeug					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	324	235	59	94
	Ausfuhr	0	1	142	2
	Bilanz	-324	-234	83	-92
71104100 Iridium, Osmium und Ruthenium, in Rohform od. als Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	193	94	37	123
	Ausfuhr	92	113	57	115
	Bilanz	-101	19	20	-8
71104900 Iridium, Osmium und Ruthenium, als Halbzeug					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	71	77	135	129
	Ausfuhr	208	226	138	85
	Bilanz	137	149	3	-44
71129200 Abfälle u.Schrott von Platin u.-platt., zur Wiedergewin.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	1	158	5	89
	Ausfuhr	40	29	1455	1214
	Bilanz	39	-129	1450	1125
71151000 Katalysatoren, in Form von Geweben od. Gittern, aus Platin					
		2007	2008	2009	2010

	Einfuhr	749	1239	221	143
	Ausfuhr	124	1325	105	0
	Bilanz	-625	86	-116	-143
81011000 Pulver aus Wolfram					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
81019400 Wolfram in Rohform, einschl. nur gesinterte Stangen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	7833	3865	15572	4863
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-7833	-3865	-15572	-4863
81019600 Draht aus Wolfram					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	2189	1707	1431	2548
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-2189	-1707	-1431	-2548
81019700 Abfälle und Schrott aus Wolfram					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	503807	396916	319806	540446
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-503807	-396916	-319806	-540446
81019910 Stangen,Profile,Bleche,Bänder,Folien,a.Wolfram,ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	9595	8117	7756	8845
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-9595	-8117	-7756	-8845
81019990 Andere Waren aus Wolfram, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	25824	25659	24870	77313
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-25824	-25659	-24870	-77313
81032000 Tantal in Rohform,einschl.nur gesinterte Stangen;Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	70172	0	0	0
	Ausfuhr	100	10	1399	10288
	Bilanz	-70072	10	1399	10288
81033000 Abfälle und Schrott aus Tantal					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	74	0	0	16906
	Ausfuhr	12728	20104	33384	16218

	Bilanz	12654	20104	33384	-688
81039010 Stangen, Bänder u. Folien, Profile usw. aus Tantal ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
81039090 Waren aus Tantal, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
81041100 Magnesium in Rohform, Magnesium =>99,8%					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	8383405	6551294	3900010	3657912
	Ausfuhr	12950163	12555143	8995504	14897240
	Bilanz	4566758	6003849	5095494	11239328
81041900 Magnesium in Rohform, Magnesium <99,8%					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	7083809	6666461	4350616	5086783
	Ausfuhr	16288690	17979518	13351138	18555164
	Bilanz	9204881	11313057	9000522	13468381
81042000 Abfälle und Schrott aus Magnesium					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	1730461	4286517	2920830	6725926
	Ausfuhr	3662391	5951027	6045879	7879385
	Bilanz	1931930	1664510	3125049	1153459
81043000 Drehspäne u.Körner aus Magnesium, größensortiert;Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	8506062	7277293	1188751	4529538
	Ausfuhr	10674388	8073386	4465666	4547303
	Bilanz	2168326	796093	3276915	17765
81049000 Waren aus Magnesium, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	270616	239545	198997	208774
	Ausfuhr	6529191	6091088	3362678	3851582
	Bilanz	6258575	5851543	3163681	3642808
81052000 Cobalt-matte ua. Zwischenerz.;Rohform,Pulver aus Cobalt					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	581025	640869	229004	545557
	Ausfuhr	5985	7130	2892	4456
	Bilanz	-575040	-633739	-226112	-541101
81053000 Abfälle und Schrott aus Cobalt					

		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	22739	21682	5160	735
	Ausfuhr	8747	17826	10952	18206
	Bilanz	-13992	-3856	5792	17471
81059000 Waren aus Cobalt, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	26443	77820	98339	107559
	Ausfuhr	3918	6391	45966	49285
	Bilanz	-22525	-71429	-52373	-58274
81101000 Antimon in Rohform; Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	104156	62573	64077	36990
	Ausfuhr	609	0	0	0
	Bilanz	-103547	-62573	-64077	-36990
81102000 Abfälle und Schrott aus Antimon					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	23
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	-23
81109000 Waren aus Antimon, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	2	34	0	3
	Ausfuhr	724	94	13	0
	Bilanz	722	60	13	-3
81121200 Beryllium in Rohform; Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	273	737	1	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-273	-737	-1	0
81121300 Abfälle und Schrott aus Beryllium					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
81121900 Waren aus Beryllium, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	631	1877	42	52
	Ausfuhr	125	0	0	44
	Bilanz	-506	-1877	-42	-8
81129221 Abfälle, Schrott a. Niob 'Columbium', Rhenium, Gallium ua.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	585	0	0	4355

	Ausfuhr	0	0	100	20
	Bilanz	-585	0	100	-4335
81129231 Niob'Columbium' und Rhenium in Rohform; Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
81129281 Indium in Rohform; Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	22	93	73	61
	Ausfuhr	0	19	23	24
	Bilanz	-22	-74	-50	-37
81129289 Gallium in Rohform; Pulver					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	3	25	27	40
	Ausfuhr	0	5	14	22
	Bilanz	-3	-20	-13	-18
81129295 Germanium in Rohform; Pulver aus Germanium					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	9	4	0	9
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-9	-4	0	-9
81129920 Waren aus Hafnium und Germanium, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	4	15	9	4
	Ausfuhr	30	150	0	0
	Bilanz	26	135	-9	-4
81129930 Waren aus Niob oder Rhenium, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	36426	64515	41475	138315
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	-36426	-64515	-41475	-138315
81129970 Waren aus Gallium, Indium, Vanadium, ang.					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	10869	70135	103
	Ausfuhr	311	726	702	6
	Bilanz	311	-10143	-69433	-97
85065010 Lithiumelemente und -batterien, Rundzellen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	51512	54941	37972	55423
	Ausfuhr	7709	6687	6978	14419
	Bilanz	-43803	-48254	-30994	-41004

85065030 Lithiumelemente und -batterien, Knopfzellen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	19911	23133	29652	42015
	Ausfuhr	1076	9503	17251	15743
	Bilanz	-18835	-13630	-12401	-26272
85065090 Andere Lithiumelemente und -batterien					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	70302	47873	44603	69615
	Ausfuhr	6124	5695	3875	5796
	Bilanz	-64178	-42178	-40728	-63819
85078030 Lithium-Ionen-Akkumulatoren					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	87992	127120	192752	579025
	Ausfuhr	21946	33801	73528	302014
	Bilanz	-66046	-93319	-119224	-277011
85451100 Elektroden für elektrische Öfen					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	6815137	6546467	3290450	4822455
	Ausfuhr	30070610	28460193	17720044	32731054
	Bilanz	23255473	21913726	14429594	27908599
85451900 Elektroden für elektrotechnische Zwecke					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	0	0	0	0
	Ausfuhr	0	0	0	0
	Bilanz	0	0	0	0
85459010 Heizwiderstände, elektrisch					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	15258	22189	16735	15093
	Ausfuhr	2023	1484	1191	613
	Bilanz	-13235	-20705	-15544	-14480
85459090 Andere Waren für elektrotechnische Zwecke					
		2007	2008	2009	2010
	Einfuhr	72764	120672	138550	187215
	Ausfuhr	90361	70909	65387	81889
	Bilanz	17597	-49763	-73163	

Tabelle 61: Rohstoffrelevante Im- und Exporte in Kilogramm (Statistik Austria 2008)

Anhang IV: Mine Cost Models

Tagebau

Abbaukosten und Investitionskosten (in USD, Jahr 2003, Standardparameter ²⁷)				
Tages- produktion (t)	Abraumverhältnis (Abraum/Erz)			
	1:1	2:1	4:1	8:1
250	\$18.18 \$3,167,600	\$22.29 \$3,752,300	\$29.15 \$4,424,500	\$46.73 \$6,579,300
500	\$14.38 \$3,985,200	\$18.12 \$4,902,800	\$26.86 \$6,459,000	\$41.23 \$10,057,300
1,000	\$9.34 \$4,908,500	\$12.24 \$6,091,500	\$14.19 \$8,196,900	\$20.73 \$13,668,600
2,000	\$7.09 \$8,460,700	\$8.72 \$10,297,200	\$10.59 \$14,692,400	\$15.61 \$24,079,900
5,000	\$4.04 \$13,637,800	\$5.30 \$16,541,900	\$7.36 \$24,741,100	\$11.63 \$43,116,000
10,000	\$3.08 \$19,860,100	\$4.15 \$26,408,700	\$6.74 \$50,261,800	\$11.31 \$85,065,500
20,000	\$2.55 \$36,807,600	\$3.66 \$54,575,200	\$5.53 \$85,463,800	\$9.03 \$149,121,300
40,000	\$2.11 \$58,655,400	\$2.98 \$98,767,600	\$4.84 \$160,381,400	\$8.69 \$305,298,600
80,000	\$1.80 \$116,910,800	\$2.71 \$182,861,900	\$4.63 \$340,805,500	\$9.17 \$641,039,600

Abbau und Investitionskosten Modell für Festgesteinstagebaue

²⁷ Mine Cost Models 2003 Standardparameter der Software Sherpa von Western Mine Engineering Inc.

Untertagebau

Abbaukosten und Investitionskosten			
(in USD, Jahr 2003, Standardparameter²⁸)			
Abbaumethode (Zugang)	Abbaumenge [t/Tag]		
	200	1,000	2,000
<i>(underhand) Cut & Fill</i>			
Rampe	\$78.79 \$8,059,600	\$45.64 \$14,500,000	\$37.91 \$22,706,500
Schacht	\$82.67 \$12,978,600	\$47.72 \$20,706,700	\$39.35 \$31,478,900
<i>Shrinkage</i>			
Rampe	\$67.35 \$8,132,500	\$33.51 \$14,262,100	\$31.87 \$23,355,700
Schacht	\$70.61 \$12,332,800	\$35.79 \$20,429,200	\$33.77 \$33,047,400
<i>End Slice</i>			
Rampe	\$23.05 \$13,025,100	\$17.27 \$21,017,800	\$14.42 \$35,733,900
Schacht	\$25.13 \$17,906,300	\$18.55 \$28,988,500	\$15.94 \$56,483,400
<i>Vertical Crater Retreat</i>			
Rampe	\$34.31 \$17,571,300	\$25.74 \$31,465,100	\$23.44 \$56,681,600
Schacht	\$36.64 \$23,865,700	\$29.68 \$41,647,400	\$24.55 \$85,999,500
<i>Sublevel Longhole</i>			
Rampe	\$22.00 \$12,059,900	\$12.60 \$30,432,100	\$11.56 \$47,845,400
Schacht	\$23.74 \$15,893,900	\$13.78 \$42,493,800	\$12.24 \$71,666,000
<i>Room & Pillar</i>			
Rampe	\$23.38 \$20,822,100	\$13.50 \$64,727,300	\$10.02 \$80,936,800
Schacht	\$25.71 \$26,517,400	\$14.12 \$81,127,300	\$11.11 \$96,313,000
<i>Sublevel Caving</i>			
Rampe	\$15.02 \$33,105,200	\$11.70 \$52,472,900	\$10.28 \$88,348,800
Schacht	\$16.38 \$52,118,300	\$13.75 \$88,808,300	\$11.66 \$129,242,100

²⁸ Mine Cost Models 2003 Standardparameter der Software Sherpa von Western Mine Engineering Inc.

<i>Block Caving</i>	20,000	30,000	45,000
Rampe	\$5.15 \$48,801,300	\$4.62 \$72,140,600	\$4.18 \$97,521,200
Schacht	\$6.12 \$69,928,100	\$5.69 \$110,816,600	\$5.36 \$160,235,300

Abbau und Investitionskosten Modell für Untertagebaue

Danksagung

Folgenden Personen sei für ihre wertvollen Expertenmeinungen, Diskussionsbeiträge und Mitwirkung herzlichst gedankt:

Hannes Blaha

Andreas Böhm

Helmut Flachberger

Michael Götzinger

Heinrich Mali

Peter Moser

Helmut Peer

Felix Gaul

Johann Raith

Albert Schedl

Oskar Thalhammer

Horst Wagner

Leopold Weber