

Zur Praxis der wirtschaftsgeologischen Bewertung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe

ALEXANDER HORKEL & KONSTANTIN HORKEL*)

2 Tabellen

*Lagerstätten
Bergbau
Wirtschaftsgeologie
Bewertung*

Inhalt

Zusammenfassung	99
Abstract	99
1. Wirtschaftsgeologie und Versorgungssicherung	99
1.1. Verbrauch mineralischer Ressourcen	99
1.2. Wirtschaftsgeologie und Ressourcensicherung	101
2. Zielsetzungen und Resultate der Bewertungen	101
2.1. Zielsetzungen	101
2.2. Parameter	101
2.3. Resultate	101
3. Schema für wirtschaftsgeologische Beurteilungen von Lagerstätten (modifiziert vom CIMVAL-Standard)	102
Literatur	104
Normen, Standards und Codes	104

Zusammenfassung

Die wirtschaftsgeologische Bewertung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe ist essentieller Teil der langfristigen Versorgung der Gesellschaft mit mineralischen Rohstoffen. Sie bildet in der Praxis einen komplexen Prozess, der in einem Schema für Lagerstättenbewertungen dargestellt ist.

On the Practical Application of the Geological Evaluation of Deposits of Solid Mineral Resources

Abstract

The economic evaluation of deposits of solid mineral resources is an essential part of the process to secure the long-term supply of the society with minerals and solid fossil fuels. In practice, it forms a complex process, demonstrated in an attached model schedule for evaluating mineral deposits.

1. Wirtschaftsgeologie und Versorgungssicherung

1.1. Verbrauch mineralischer Ressourcen

Die jährliche Gesamtproduktion an festen mineralischen Rohstoffen expandierte im letzten Jahrhundert von rd. 1 Mrd. t auf über 30 Mrd. t (MARTENS & RATTMANN, 2001, MM 09/2003). Seit 1945 wurden mehr mineralische Rohstoffe verbraucht als in der gesamten menschlichen Geschichte zuvor (FETTWEIS, 1997). Diese Daten allein illustrieren die Rolle der Wirtschaftsgeologie bei der globalen Versorgung mit mineralischen Rohstoffen.

Die folgende Kompilation der primären Weltproduktion der wichtigsten mineralischen Rohstoffe (Tab. 1) zeigt in erster Linie Dimensionen, Trends, Relationen und die für Bewertungen wichtige Dynamik der Märkte einzelner Rohstoffe und Rohstoffgruppen.

Präzise aktuelle Produktionsdaten sind vor allem wegen der raschen Expansion der chinesischen Wirtschaft schwierig anzugeben.

*) Mag. Dr. ALEXANDER HORKEL, Zedlitzgasse 11, A 1010 Wien.

Mag. KONSTANTIN HORKEL, Montanuniversität Leoben, Institut für Geologie und Lagerstättenlehre, A 8700 Leoben.

Tabelle 1.
Globale Bergbauproduktion ausgewählter Rohstoffe [in 1000 t].

		1998	1998a	2005	Änderung 05/98a [%]
Edelmetalle, Diamanten	Diamanten	0,03	0,024	0,03	41,7
	Platingruppe	0,3	0,24 (nur Pt)	0,21 (nur Pt)	-12,5
	Gold	2,5	2,45	2,43	- 0,8
	Silber	16	16,67	20,46	22,7
Subtotal		18,83	19,38	23,13	19,3
Sonder- und Legierungsmetalle	Elektronik-Metalle	3			
	Kobalt	23	19	31	63,2
	Niob, Tantal	29	52*)	45*)	-13,5
	Wolfram	33	32	56	75,0
	Vanadium	46	37	46	24,3
	Antimon	81	101	161	59,4
	Molybdän	135	142	188	32,4
	Magnesium	380			
	Zirkon	397	833*)	962*)	15,5
Subtotal		1 127			
Buntmetalle und Eisen	Zinn	219	206	302	46,6
	Nickel	1 100	1 063	1 321	24,3
	Titan	2 770	4 954	5 392	8,8
	Blei	3 180	3 207	3 358	4,7
	Chrom	4 160	5 695	5 571	- 2,2
	Zink	7 400	7 631	9 436	23,7
	Mangan	8 500	9 505	13 961	46,4
	Kupfer	12 300	12 285	14 669	19,4
	Aluminium	28 000	21 693	30 167	39,1
	Eisen (Fe Inhalt)	563 000	560 158	746 496	33,3
	Subtotal		690 629	626 397	830 828
Industrieminerale	Glimmer	195			
	Disthen	538			
	Grafit	590	679	676	- 0,4
	Bor	776	3 476	4 725	35,9
	Asbest	1 790	1 863	2 241	20,3
	Diatomit	2 190	1 127	1 374	21,9
	Flußspat	4 750	4 777	5 207	9,0
	Baryt	5 800	6 860	7 862	14,6
	Talk	7 600	9 099	7 980	-12,3
	Feldspat	8 600	8 707	14 610	67,8
	Bentonit	9 600	10 346	10 789	4,3
	Magnesit	12 000	11 900	13 661	14,8
	Kalisalze	26 000	26 606	29 526	11,0
	Kaolin, Keramiktone	38 000	26 377	26 759	1,4
	Phosphat	45 000	69 019	59 243	-14,2
	Schwefel	56 000	40 715	44 673	9,7
Salz	190 000	187 286	224 740	20,0	
Subtotal		409 429			
Baustoffe	Gips	102 000	93 028	105 005	12,9
	Industriesande	300 000			
	Tone	500 000			

Tabelle 1.
Fortsetzung.

		1998	1998a	2005	Änderung 05/98 [%]
Baustoffe	Steinbruchprodukte	4 100 000			
	Sand, Kies	15 000 000			
Subtotal		20 002 000			
Energieträger	Uran	35	38	51	34,2
	Torf	26 000			
	Braunkohle	848 000	862 470	928 408	7,6
	Steinkohle	3 740 000	3 835 406	5 017 720	30,8
	Rohöl	3 578 006	3 522 960	3 867 274	9,8
	Erdgas (äquivalent)	2 121 300	2 349 926**)	2 647 144**)	12,6
Subtotal		10 313 335			
Total		31 356 335			

*) metr. t Konzentrat; **) mio m³.

Quelle: 1998: MARTENS & RATTMANN (2001), 1998a: WEBER & ZSAK (2001, 2004), 2005: WEBER & ZSAK (2007).

1.2. Wirtschaftsgeologie und Ressourcensicherung

Die Erschließung neuer mineralischer Reserven beginnt mit Prospektion, Exploration und ersten wirtschaftsgeologischen Bewertungen von Ressourcen und Reserven. Darauf folgen interdisziplinäre geologische, technische und wirtschaftliche Planungen, Bewertungen und Entscheidungen, die schließlich zu Investitionen in neue Bergbauproduktion führen (siehe auch HORKEL & HORKEL, im Druck). Die für die Gesellschaft verfügbaren mineralischen Reserven sind daher die Resultate eines dynamischen, interaktiven, zeitabhängigen Systems, das mit Prospektion, Exploration und wirtschaftsgeologischen Bewertungen beginnt und sich in einem komplexen und dynamischen Spannungsfeld bewegt. Hierzu findet sich im Annex ein Schema für wirtschaftsgeologische Lagerstättenbewertungen, das auf CIMVAL, PETERS (1978) und eigener Praxis beruht.

2. Zielsetzungen und Resultate der Bewertungen

2.1. Zielsetzungen

Wirtschaftsgeologische Bewertungen dienen in der Regel (HOBBS, 2003) zur Erstellung von Entscheidungsgrundlagen oder der Feststellung eines Preises. Hierbei werden meist technisch-wirtschaftliche Modellrechnungen angewandt. Die daraus resultierenden Parameter dienen unter Berücksichtigung des jeweiligen Definitionsniveaus für wirtschaftliche Investitionsentscheidungen (SCOTT, 1990; BHAPPU, 1995; FORREST & SAMIS, 2006) oder für normative Entscheidungen von Institutionen.

2.2. Parameter

Die wichtigsten Parameter für wirtschaftsgeologische Bewertungen sind:

- Quantität und Qualität einer mineralischen Ressource.
- Eine Fülle komplexer geologischer, geotechnischer, berg- und verfahrenstechnischer, rechtlicher, juridischer, ökonomischer, sozialer und umweltrelevanter Faktoren („Lagerstättenbonität“ [FETTWEIS, 1997], „Modifying Factors“ [Reporting Code 2001]). Diese Faktoren bestimmen, welcher Teil einer Ressource sich als bauwürdig einstufen lässt.

Die wirtschaftlichen Modellrechnungen zur Ermittlung der wirtschaftlich gewinnbaren, bauwürdigen Reserven er-

fordern naturgemäß Bewertungen der genannten Faktoren. Wichtig sind hierbei:

- Zeiträume (siehe HORKEL & HORKEL, im Druck), welche entweder vorgegeben sind oder eigenständig im Rahmen der Bewertung gewählt werden, und
- Definitionsniveau. Hierbei unterscheidet die ÖNORM G 1050 drei Stufen in der Entwicklung von Lagerstätten:
 - Wirtschaftsgeologische Beurteilung
 - Bergwirtschaftliche Beurteilung
 - Bergbauliche Bewertung.

Die UNFC-Klassifikation ist detaillierter mit den folgenden Phasen:

- Geologische Studie
 - Reconnaissance
 - Prospektion
 - Übersichtsexploration
 - Detailexploration
- Prä-Feasibility-Studie (Entscheidung über Bauwürdigkeit oder potenzielle Bauwürdigkeit)
- Feasibility-Studie und/oder Abbaubericht (Entscheidung über Bauwürdigkeit oder potenzielle Bauwürdigkeit).

Die Beurteilung all dieser Faktoren gemäß Definitionsniveau und Zeithorizont enthält daher – bei allem Verantwortungsbewusstsein und Bestreben um Objektivität und Integrität – stets ein subjektives Element, welches von Zielsetzung, Umständen und Zeitpunkt der Bewertung beeinflusst wird. Wirtschaftsgeologische Bewertungen lassen sich daher nicht leicht standardisieren und nur beschränkt objektivieren und normen. Wesentlich ist die Qualität der geologischen Analyse sowie das Annehmen angemessener und realistischer Parameter.

2.3. Resultate

Die Resultate wirtschaftsgeologischer Bewertungen sind in der Regel qualitative und/oder quantitative Aussagen betreffend das Vorliegen von mineralischen Ressourcen und Reserven oder von potenziell bauwürdigen Vorräten, dies unter Berücksichtigung von geologischer Gewissheit und jeweiligem Definitionsniveau. Für die Bewertung und die darauf fußende Entscheidung gibt es grundsätzlich folgende Möglichkeiten (siehe auch HORKEL, 1986; HORKEL & HORKEL, im Druck):

Wie in der allgemeinen Statistik gilt es auch hier, das Akzeptieren falscher Hypothesen zu vermeiden. In der Praxis erfolgt die Entscheidung, einen Prospekt bzw. eine Mineralisation als letztlich bauwürdig oder nicht bauwürdig

Tabelle 2.
Wirtschaftsgeologische Entscheidungsmatrix.

Entscheidung		Mineralisation	
		Bauwürdig	Nicht bauwürdig
Weiterinvestition, Sicherung	Ja	Korrekte Entscheidung	Fehler 2. Art
	Nein	Fehler 1. Art	Korrekte Entscheidung

einzustufen bzw. bei einem Projekt in den nächsten Schritt zu investieren, in der Regel anhand der Abwägung eines Mixes von Parametern.

In den ersten Phasen (Projektidentifikation, Beurteilung regionaler Lagerstättenpotenziale, Auswahl möglicher Konzessions- oder Rohstoffsicherungsgebiete, Erwerb von Bergrechten, etc.) konzentrieren sich wirtschaftsgeologische Bewertungen in der Regel auf die Beurteilung von Höffigkeiten und Ressourcenpotenzialen. In den folgenden Phasen der Reconnaissance, Prospektion und Übersichts-exploration werden in erster Linie Ressourcenpotenziale bewertet.

Erst in der Detailexploration werden mittels Bohrungen und Schürfen Ressourcen höherer geologischer Gewissheit identifiziert. Die Entscheidung, in eine u. U. bereits relativ aufwendige Prä-Feasibility-Studie weiter zu investieren, erfolgt anhand erster wirtschaftlicher Modellrechnungen zur Bewertung des Reservenpotenzials, wobei wirtschaftliche Parameter in erster Näherung einbezogen werden. Neben den Aussagen über Quantität und Qualität der Ressourcen verschiedener Kategorien lassen sich mit ersten statischen Kostenkalkulationen bereits Reservenpotenziale schätzen und die potenzielle Wirtschaftlichkeit eines Projekts mit dessen Lage auf der Kostenkurve präliminär einstufen.

Die Bewertung von Reserven in multidisziplinären Prä-Feasibility-Studien und Feasibility-Studien erfordert gemäß den international verwendeten Normen und Standards (UNFC, CMMI-Codes) Cash-Flow-Analysen. Bei diesen wirken sich langfristige Prognosen nicht-technischer oder geologischer Faktoren (Märkte, Erlöse, Steuern und Abschreibungen, Diskontsätze etc.) wesentlich auf die zur Bewertung dienenden Parameter aus, und die generell inhärenten Probleme der Bewertung mittels Modellen der Investitionsrechnung treten auf (HEINEN, 1974).

Die Cash-Flow-Modelle ergeben eine Fülle von Parametern für weitere Investitionsentscheidungen (z.B. POTTS, 1998; CASBEN, 2005; TORRIES, 1998; SCOTT, 1990; BHAPPU, 1995; FORREST & SAMIS, 2006). Wesentlich sind:

- Quantität und Qualität von mineralischen Reserven und Ressourcen aller Kategorien.
- Kosten (Produktionskosten bzw. Cash-Kosten, Betriebskosten, Kapitalkosten und Investitionskosten) und Position auf der Kostenkurve (oft nur Cash-Kosten).
- IRR, NPV, Payback.
- Kriterien betreffend Minima und Maxima von Volumen, Projektgröße, Mindestproduktion, Umsätzen, Marktanteilen etc.
- Robustheit und Risikoanalyse (geologisch, technisch, wirtschaftlich und politisch).

Neben den eigentlichen wirtschaftsgeologischen Daten sollten Bewertungen auch Empfehlungen für den nächsten Schritt mit Definition des Ziels, einer Abschätzung von Erfolgsaussichten und Risiken sowie Kosten, Budget und Zeitplan enthalten. Hierzu wird im Annex unterstützend ein möglichst weit gespanntes generelles Schema (modifiziert von primär CIMVAL und PETERS [1978]) präsentiert.

3. Schema für wirtschaftsgeologische Beurteilungen von Lagerstätten (modifiziert vom CIMVAL-Standard)

Zusammenfassung

- ★ Zielstellung, Datum, Lagerstätte mit Lage, Eigentumsverhältnissen, Geologie und Mineralisation.
- ★ Frühere Prospektion, Exploration und Produktion, derzeitiger Status, Explorationspotenzial und/oder Produktionsprognose, Ressourcen und Reserven (Menge und Qualität), Produktionsanlagen (falls vorhanden), Aspekte von Umwelt- und Genehmigungsverfahren.
- ★ Bewertungsansatz und -methode, einschränkende Bedingungen, Art und Höhe des bestimmten Werts, Schlussfolgerungen und Empfehlungen.

1. Einleitung

1.1. Generelles

- ★ Auftraggeber, Eigentümer der Bergrechte, andere autorisierte Benutzer, Bezahlung des Honorars.
- ★ Zweck und Zielsetzung der Bewertung, Auftrag und Mandat.
- ★ Kurzbeschreibung der Lagerstätte.
- ★ Datum von Bewertung und Bericht, Namen des Gutachters und sonstiger involvierter Personen, Unabhängigkeit bzw. mögliche Interessenskonflikte.
- ★ Angewandte Standards und Richtlinien, Definitionen und Kriterien.

1.2. Durchführung der Bewertung

- ★ Überprüfte bzw. verwendete Informationen mit Quellen, Zuverlässigkeit der Informationen, Verifikation der Daten.
- ★ Befahrung der Lagerstätte mit Datum, Gegenstand der Untersuchungen.
- ★ Vertraulichkeit von Daten mit Begründung.
- ★ Angabe der Berücksichtigung von Informationen und Meinungen Dritter.

2. Lage und Infrastruktur

- ★ Detaillierte Lage mit geografischen Koordinaten, Katasterzahlen, etc.
- ★ Distanzen zu wichtigen Bevölkerungszentren, Beschreibung der Zufahrt.
- ★ Infrastruktur.
 - ☆ Verkehr (Straßen, Bahn, Häfen [mit max. Schiffsgröße und Laderaten], Flughäfen).
 - ☆ Energieversorgung.
 - ☆ Wasserversorgung.
 - ☆ Arbeitsmarkt (Fachpersonal, Hilfspersonal).
 - ☆ Logistik und Dienstleistungen.
 - ☆ Kommunikation.
 - ☆ Unterkunft.
 - ☆ Medizinische Versorgung.
- ★ Sonstiges (z.B. Naturrisiken).

3. Rechts- und Eigentumsverhältnisse

3.1. Abriss des anzuwendenden Berggesetzes

3.2. Bergrechtlicher Titel

- ★ Name des bergrechtlichen Eigentümers und kontrollierender Anteilseigner, Eigentümer der Oberflächenrechte, Verpflichtungen zur weiteren Erhaltung des bergrechtlichen Titels, Befristungen von Bergrechten, Belastungen bergrechtlicher Titel.
- ★ Relevante Vereinbarungen (Optionen, Joint Ventures, Royalties, Hypotheken, etc.), eventuelle Einschränkungen für weitere Exploration und Erschlie-

bung wie Rechtsstreitigkeiten, Besitzansprüche an Grundrechten, Einschränkungen im Genehmigungsverfahren oder physische Behinderung effektiver Exploration, Haftungen und mögliche Prozessrisiken.

- ★ Rechtsstatus zum Bewertungsdatum, inkl. Auflagen, Grundbesitz, Wasser- und Umweltrecht, sonstige Rechtsfragen, Genehmigungsverfahren und mögliche Auswirkungen dieser Punkte auf die Entwicklung der Lagerstätte.

4. Exploration und Produktion

4.1. Historische Daten

- ★ Frühere Untersuchungsprogramme mit Resultaten und Methoden, Qualität der Arbeiten, damalige Auftraggeber und Eigentumsverhältnisse.
- ★ Historische Schätzungen von Ressourcen und Reserven, mit Quelle und Qualität der Schätzungen.
- ★ Frühere Produktion (Tonnagen und Qualitäten), Abgleichung von Reserven und Produktionszahlen.
- ★ Ähnliche Informationen für die Region bzw. benachbarte Lagerstätten.

4.2. Aktuelle Explorationsresultate Entwicklung und Potenzial

4.2.1. Obertage- und Untertageexploration

- ★ Aktuelle Explorations- und Entwicklungsarbeiten, Interpretation und Signifikanz der Resultate, Qualität und Zuverlässigkeit von Explorationsarbeiten und -daten.
- ★ Relevante Informationen von benachbarten Konzessionsgebieten.

4.2.2. Beprobung und Analytik

- ★ Methodik der Probenahme, Details von Lage, Name, Typ, Art und Dichte bzw. Raster der genommenen Proben, Details des von der Probenahme abgedeckten Gebietes. Bei Bohrungen Bohrlogs mit Details, Kernausschnitten und Probenahme, mögliche Auswirkungen auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Resultate.
- ★ Probenaufbereitung, Sicherheitsmaßnahmen, Analytik mit Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle, Kontrollmaßnahmen.
- ★ Verifikation der analytischen Daten, Repeitierbarkeit und Reproduzierbarkeit, sowie jede Einschränkung der Verifikation.

5. Geologie und Lagerstätte

- ★ Regionale Geologie und Lagerstättegeologie.
- ★ Aktuelle Konzepte über Genese und Kontrollen der Mineralisation, Modelle und Konzepte für die Exploration.
- ★ Relevante Information über benachbarte Lagerstätten.

6. Mineralische Ressourcen und Reserven

- ★ Detaillierte Geologie der Lagerstätte, Beschreibung von mineralisierten Aufschlüssen und Nebengestein (Petrografie, Mineralogie, Struktur, Gefüge, Tektonik) und geologischen Kontrollen der Vererzung, Details über Geometrie vererzter Zonen, mit Typ, Charakter, Kontinuität und Verteilung der Mineralisation.
- ★ Geologische Interpretation und Kontinuität der Mineralisation.
- ★ Reserven/Ressourcen-Datenbasis und deren Verifikation.
 - ☆ Methoden der Ermittlung und deren Anwendung.
 - ☆ Technische und wirtschaftliche Parameter (z.B.: Grenzgehalte, Erzverdünnung, Abbauverluste).

- ☆ Ermittlung der mineralischen Ressourcen und Reserven (mit Angabe von Aktualität und Gutachter, soweit nicht selbst ermittelt).
- ☆ Datum der Ermittlung, nachfolgende Beprobungen, Produktion oder andere relevante Information betreffend Änderung der Ressourcen und Reserven.
- ★ Details etwaiger Vergleiche von Reservenschätzungen und nachfolgenden Produktionsdaten.
- ★ Diskussion der Klassifizierung von Ressourcen und Reserven.
- ★ Beurteilung des Potenzials für die Entdeckung zusätzlicher Ressourcen.

7. Verfahrenstechnik

- ★ Mineralogie (inkl. Erzmikroskopie und sonstigen Untersuchungen).
- ★ Methodik der Probenahme für Aufbereitungstests und Repräsentanz der Proben.
- ★ Details der Aufbereitungstests, inkl. durchführender Labors, Überwachung und Kontrolle, verwendete Methoden und Resultate.
- ★ Vorgeschlagener Aufbereitungsprozess und Verfahrensstammbaum.

8. Umweltschutz

- ★ Einzuhaltende Umweltstandards, benötigte Genehmigungen und mögliche Einschränkungen von Exploration, Erschließung und Betrieb.
- ★ Status von Umweltbasisstudien (Base Line), Genehmigungen und Umweltverträglichkeitsprüfung.
- ★ Umfang des Umweltimpakts, und vorgeschlagene Schutzmaßnahmen.
- ★ Pläne für Garantien, Remediation vor Schließung, Reklamation, Schließungsplan und Verantwortung nach Schließung.

9. Bergbau und Aufbereitung

- ★ Derzeitiger Status, vorgeschlagene zukünftige Aktivitäten.
- ★ Beschreibung von Prä-Feasibility-, Feasibility- und Engineering-Studien (abgeschlossen und geplant), Bedeutung dieser Studien und Planung zukünftiger Arbeiten.
- ★ Beschreibung von Bergbau und Aufbereitungsmethodik, Erzverdünnung, Ausbringen, Durchsatz und Produktion der Aufbereitung, Berge- und Prozesswasserwirtschaft, Emissionen.
- ★ Geschätzte Gerätekapazitäten und Spezifikationen, generelle Arbeitsbedingungen in Bergbau und Aufbereitung.
- ★ Beurteilung aktueller Kapital- und Betriebskosten, Management, Marketing und sonstiger technischer / wirtschaftlicher Faktoren mit möglichen Auswirkungen auf die Bewertung, geplante Maßnahmen zu deren Verbesserung.

10. Bewertung

10.1. Generelles

- ★ Zielsetzung der Bewertung.
- ★ Begründung und Analyse der angewandten Zeiträume und des Definitionsniveaus.
- ★ Beschreibung und Analyse von verwendeter Information und Methoden.
- ★ Wesentliche Annahmen, Begründungen und Randparameter für Bewertung und Analyse bzw. Meinungen und Schlussfolgerungen betreffend den Wert.
- ★ Mit der Lagerstätte verknüpft materielle Risiken, inkl. technische, betriebliche, finanzielle, sozio-ökonomische, Umwelt-, Genehmigungs-, und Vermarktungsrisiken, Rohstoffpreise, öffentliche Akzeptanz und politische Risiken.

- ★ Vertrauen auf Informationen von Dritten.
- ★ Liste jüngster Bewertungen der Lagerstätte mit angewandter Methode und Resultaten.
- ★ Betrachtungen über mögliche alternative und vorteilhaftere Nutzungen der Konzession.
- ★ Betrachtung der verschiedenen Bewertungsmethoden und Begründung für Auswahl bzw. Nichtverwendung der jeweiligen Methode.
- ★ Wahl der Bewertungsmethode und Begründung der Anwendung, Details der verwendeten Datenbasis.

10.2. Bewertungsparameter

- ★ Überblick über den wirtschaftlichen Rahmen der Bewertung.
- ★ Angaben über Präzision der Ermittlung von Kosten und Erlösen, Datum bzw. Bezugswerte der Kostenbasis, Sicherheitsgrenzen, Einsparungspotenzial etc.
- ★ Nachfrage nach Konzessionen, derzeitige Konjunktur des Bergbaus und des speziellen Rohstoffs hinsichtlich Erschließung und Produktion, Verfügbarkeit und Kosten der Finanzierung von Projekten und Exploration.
- ★ Verwendete Währung, Wechselkurse, konstante bzw. reale Währung, Eigen/Fremdkapital-Ratio.

10.3. Resultate der Bewertung

10.3.1. Analyse von Rohstoffmärkten und Preisen, mit Diskussion von Zeithorizont und eventuellen Marketing-Maßnahmen

10.3.2. Kostenrechnung

- ★ Kapitalkosten
 - ✧ Kapitalinvestition inkl. Projektmanagement, Engineering, Bauaufsicht, Unvorhergesehenes, Vorlaufkosten (inkl. Abschreibung, Verlustvortrag, Kapitalisierung), Umlaufvermögen, Re-Investitionen, Schließungskosten.
 - ✧ Zinsen, inkl. Wahl von kalkulatorischem Zinsfuß und Diskontierungssatz.
 - ✧ Abschreibung und Restwert.
- ★ Betriebskosten
 - ✧ Personalbedarf und Personalkosten.
 - ✧ Treibstoff, Öle, Elektrizität.
 - ✧ Ersatz- und Verschleißteile.
 - ✧ Kontraktoren.
 - ✧ Fracht- und Verladekosten.
 - ✧ Overheads (Verwaltung, Lizenzgebühren, Genehmigungskosten, Planung und Exploration, Qualitätssicherung, Sicherheit, Sonstiges).
- ★ Royalties.
- ★ Steuern (speziell Körperschaftssteuer und MwSt.) und Abgaben.

10.3.3. Wirtschaftlichkeitsrechnung

- ★ Details und Resultate von Cash-flow-Analysen oder wirtschaftlichen Studien, inkl. Begründung von Dauer des Modells, Produktionsraten, Ressourcen- und Reservenbasis, Anlaufproduktion etc.
- ★ Zusammenfassung der Bewertungsergebnisse nach den verwendeten Methoden, Abgleichung bzw. Begründung für signifikante Differenzen in den jeweiligen Bewertungsschätzungen.
- ★ Schlussfolgerungen der Bewertung, Bereich der Werte sowie Diskussion von Vertrauenswürdigkeit oder Gewichtung verschiedener Schätzwerte zur Erstellung des Bereichs der Werte.
- ★ Falls ein einziger Wert erfordert wird, Begründung der Auswahl dieses Werts im angeführten Bereich der Schätzwerte.

11. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- ★ Schlussfolgerungen.
- ★ Empfehlungen für den nächsten Schritt mit Definition des Ziels, einer Abschätzung von Erfolgsaussichten und Risiken sowie Kosten, Budget und Zeitplan.

Literatur

- BHAPPU, R.R. (1995): Mineral Investment Decision Making. – E & MJ, 7/1995, 36–38.
- CASBEN, T. (2005): Why many have taken AIM. – World Mining Stocks, 2, 30–31, London.
- FETTWEIS, G.B.K. (1997): Lagerstätten und Bergbau. – In: WEBER, L. (ed.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs, Arch. f. Lagerst.forschung, 19 (1997), 19–41, Geol. B.-A. Wien.
- FORREST, M. & SAMIS, M. (2006): Get real – Calculating project value. – Materials World, May 2006, 28–30, Institute of Materials, Minerals and Mining, London.
- HEINEN, E. (ed.) (1974): Industriebetriebslehre. – 819 pp., Wiesbaden (Th. Gabler).
- HORKEL, A. (1986): On the Economic Evaluation of Individual Regional Mineral Exploration Projects. – Mitt. Öst. Geol. Ges., 78 (1985), 41–50, Vienna.
- HORKEL, A. & HORKEL, K. (im Druck): Aspekte der wirtschaftsgeologischen Bewertung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe (dieser Band).
- MARTENS, P.N. & RATTMANN, L. (2001): Mining and Society: No Mining, No Future. – 17th International Mining Congress of Turkey, IMCET 2001, 215–220, Chamber of Mining Engineers of Turkey, Ankara.
- MM 09/2003: A Century of Mining. – Mining Magazine, 94–106, Sept. 2003, London.
- PETERS, W.C. (1978): Exploration and Mining Geology. – 1st ed., 696 pp., J. Wiley, New York.
- POTTS, D. (1998): The Assessment of Mining Companies in the Private Sector. – Int. Mining & Minerals, Vol 1/6, 163–168, IMM, London.
- SCOTT, F. (1990): The Role of Banks and their requirements in Mining Project Finance. – Mine & Quarry, Jul–Aug 1990.
- TORRIES, T.F. (1998): Evaluating Mineral Projects: Applications and Misconceptions. – 91 pp., SME, Littleton, USA.
- WEBER, L. & ZSAK, G. (2001): World Mining Data. – 231 pp., Vienna (BmfWA / World Mining Congress).
- WEBER, L. & ZSAK, G. (2004): World Mining Data. – 253 pp., BmfWA / World Mining Congress, Vienna (BmfWA / World Mining Congress).
- WEBER, L. & ZSAK, G. (2007): World Mining Data. – 299 pp., Vienna (BmfWA / World Mining Congress).

Normen, Standards und Codes

- ÖNORM G 1050 (1989): Klassifikation von Vorkommen fester mineralischer Rohstoffe. – Fachnormenausschuß 097 Bergbau (13 pp.).
- Reporting Code (2001): Code for Reporting of Mineral Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (The Reporting Code), prepared by the Institute of Materials, Minerals and Mining Working Group on Resources and Reserves in conjunction with The European Federation of Geologists, the Geological Society of London and the Institute of Geologists of Ireland, effective October 2001 (35 pp.).
- CIMVAL Standards (2003): Standards and Guidelines for Valuation of Mineral properties – Special Committee of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum on Valuation of Mineral Properties (CIMVAL) February 2003 (Final Version) (35 pp.).
- CIM Standards (2004): CIM Definition Standards on Mineral Resources and Mineral Reserves, prepared by the CIM (Canadian Institute of Mining and Metallurgy) Standing Committee on Reserve Definitions, Adopted by CIM Council, November 14, 2004 (11 pp.).

- JORC Code (2004): Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves – The JORC Code – 2004 Edition, prepared by the Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia (JORC) effective December 2004 (21 pp.).
- SAMREC Code (2000): South African Code for Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves (The SAMREC Code), prepared by The South African Mineral Resource Committee (SAMREC) under the Auspices of the South African Institute of Mining and Metallurgy, effective March 2000 (38 pp.).
- SEC Guide (2005): Recommendations Concerning Estimation and Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves. Prepared for Submission to The United States Securities and Exchange Commission by The SEC Reserves Working Group / SME Resources and Reserves Committee of The Society for Mining, Metallurgy, and Exploration April 2005 (44 pp.).
- VALMIN Code (2005): Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports (The VALMIN Code) Final Version 20. April, 2005 – the VALMIN Committee, a joint committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy (The AusIMM), the Australian Institute of Geoscientists (AIG) and the Mineral Industry Consultants Association (MICA), with the participation of Australian Securities and Investment Commission (ASIC), Australian Stock Exchange Limited (ASX), the Minerals Council of Australia (MCA), the Petroleum Exploration Society of Australia (PESA), the Securities Institute of Australia (SIA) and representatives from the Australian finance sector (41 pp.).
- UNFC Classification (2004): United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Resources – UN Economic Commission for Europe (document E/2004/37-E/ECE/1416), February 2004 (25 pp.).

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 5. März 2007

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [148](#)

Autor(en)/Author(s): Horkel Alexander, Horkel Konstantin

Artikel/Article: [Zur Praxis der wirtschaftsgeologischen Bewertung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe 99-105](#)