

Wirtschaftsgeologie der Erze

Von

Dr. Ing. S. Janković

Professor an der Bergbaufakultät der Universität Belgrad

Mit 47 Textabbildungen



1967

Springer-Verlag

Wien · New York

ISBN-13: 978-3-7091-5101-3 e-ISBN-13: 978-3-7091-5100-6
DOI: 10.1007/978-3-7091-5100-6

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten

Ohne schriftliche Genehmigung des Verlages
ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus
auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
oder sonstwie zu vervielfältigen

© 1967 by Springer-Verlag/Wien
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1967
Library of Congress Catalog Card Number 67-17125

Titel Nr. 9204

Geleitwort

Anläßlich des Leobener Bergmannstages 1962 war in der Montanistischen Hochschule eine Fachbuchausstellung eingerichtet gewesen, in der das damals erschienene Buch „Ekonomiska Geologija“ von Professor Dr. S. JANKOVIĆ, Inhaber des Lehrstuhles für Ökonomische Geologie an der Bergbaufakultät der Universität Belgrad, in serbo-kroatischer Sprache auflag. Beim Durchblättern wurde es dem Schreiber dieser Zeilen klar, daß ein solches Buch in deutscher oder englischer Sprache notwendig wäre — ein Buch also, aus dem man die Methoden der Erkundung und die Gesichtspunkte der Beurteilung der mineralischen Rohstoffe unter einem wirtschaftlichen Blickwinkel entnehmen kann. Besonders nützlich im Vergleich zu vorhandenen, sehr alten Büchern über die Bewertung von Lagerstätten waren hier die speziellen Angaben über die technologischen Anforderungen an die einzelnen Erze.

Der Verfasser dieses Geleitwortes hat darum Herrn Professor JANKOVIĆ und dem Springer-Verlag in Wien die Anregung vorgebracht, eine deutsche Bearbeitung der „Wirtschaftsgeologie“ herauszubringen. Der Verlag hat diese in sehr dankenswerter Weise aufgegriffen und damit einen weiteren Baustein gesetzt zu dem Aufbau einer Buchreihe über die praktische Lagerstättenforschung, einen Wissenszweig, der im Hinblick auf die bergbauliche Erschließung der Entwicklungsländer in Österreich sehr aktuell geworden ist; das Buch von G. ZESCHKE (1964) über Prospektion war der zuletzt vorangegangene Schritt in dieser Richtung. Professor JANKOVIĆ seinerseits hat eine völlige Neubearbeitung des jugoslawischen Buches unter Einbeziehung sehr erweiterter allgemeiner Erfahrungen verfaßt. Als besonderer Vorzug gerade der wirtschaftlichen Abschnitte des Buches mag gelten, daß sein Verfasser dank der politischen Stellung seines Landes und seiner persönlichen Arbeiten in Ost und West die montan-ökonomischen Grundprinzipien der freiwirtschaftlichen *und* der sozialistischen Welt kennt und hier auch vergleichend darstellt.

Die Redigierung des deutschen Textes, den Herr Professor JANKOVIĆ teils selbst verfaßt hat, teils durch seine Belgrader Mitarbeiter aus dem Serbischen übersetzen ließ, hat einige zusätzliche Arbeit verursacht. Galt es doch, die fachliche Terminologie, zum Teil aber auch die Sprache der östlichen Planwirtschaft an unsere Darstellungsweise anzupassen. Dieser Aufgabe haben sich meine beiden Mitarbeiter am Institut für Geologie und Lagerstättenlehre der Montanistischen Hochschule, die Herren Dipl.-Ing. K. WIESNER und Dr. K. VOHRYZHA, unterzogen, und so hoffe ich, daß nunmehr aus der Feder des so kompetenten und hochgeschätzten Kollegen aus Belgrad ein für unsere Montanwissenschaft wertvolles Werk an die Öffentlichkeit tritt.

Vorwort

Der Begriff „Wirtschaftsgeologie der Erze“ soll im Gegensatz zu der in den USA herrschenden Auffassung, wonach unter „Economic Geology“ im wesentlichen Lagerstättenlehre verstanden wird, bedeutend mehr umfassen: wirtschaftliche Betrachtung der Erze, der Erzlagerstätten und der Erkundungsarbeiten, wirtschaftliche Beurteilung der Lagerstätten sowie eine umfassende wirtschaftsgeologische Analyse der Gewinnung von Lagerstätten und die Zusammenhänge der wirtschaftlichen Ausnutzungseffekte mit den Erkundungen. So gesehen, stellt die „Wirtschaftsgeologie“ eine spezielle Richtung der Geologie dar, die in Zukunft immer mehr an Bedeutung zunehmen wird.

Daß dieses Buch in der vorliegenden Form erscheinen konnte, ist ein besonderes Verdienst von Herrn Professor Dr. W. E. PETRASCHECK; ich bin ihm dafür zu besonderem Dank verpflichtet.

Desgleichen gilt mein Dank den Herren Dipl.-Ing. K. WIESNER und Dr. K. VOHRYZHA, Leoben, und Dipl.-Ing. E. RICHTER, Freiberg, für ihre Hilfe.

Für die Zusammenstellung und Auswertung von umfangreichem statistischem Material danke ich auch an dieser Stelle meiner Schwester LJ. JANKOVIĆ und meinen Mitarbeitern Dr.-Ing. D. MILOVANOVIĆ und M. SKARKA aus Belgrad.

Belgrad, im Frühjahr 1967

S. Janković

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	Seite 1
----------------------	------------

Erster Teil

Die Grundsätze der wirtschaftsgeologischen Bewertung von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe

I. Faktoren, die den Wert der Lagerstätten und deren Ausbeute bestimmen	4
A. Geologische Faktoren	4
1. Metallogenetische Faktoren	4
2. Lagerstättentypus	5
B. Technisch-wirtschaftliche Abbaufaktoren	6
1. Abbaukosten	7
a) Abbauverfahren	7
b) Produktionskapazität	9
c) Hydrogeologische Verhältnisse	14
2. Ausnutzungsgrad der Lagerstätte	14
a) Erzverluste	14
b) Erzverdünnung	15
3. Investitionen	16
a) Gesamtinvestitionen	17
b) Spezifische Investitionen	17
c) Amortisationsfrist	18
C. Technologische Faktoren	18
1. Aufbereitung	19
2. Metallurgische Verarbeitung	23
D. Regionale Faktoren	23
1. Transportverhältnisse	24
2. Energiequellen	25
3. Wasserversorgung	25
4. Klimatische Verhältnisse	25
5. Besiedlungsdichte	26
6. Versorgung des Bergwerks mit Material	26
E. Marktfaktoren	26
1. Preise	26
2. Absatzmöglichkeiten mineralischer Rohstoffe	28
a) Der Absatz der Mengen	28
b) Marktlage und Qualität mineralischer Rohstoffe	29
II. Parameter zur Bewertung der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe	30
A. Natürliche Parameter	30
1. Die Qualität der mineralischen Rohstoffe	31
a) Der Gehalt an nutzbaren und schädlichen Komponenten	31

	Seite
b) Mineralbestand und Gefüge des mineralischen Rohstoffes	39
c) Physikalische Eigenschaften der mineralischen Rohstoffe	41
2. Reserven mineralischer Rohstoffe	41
a) Die Klassifikation der Reserven	42
b) Einstufung der Reserven in Vorratskategorien	42
c) Vorratskategorien und Investitionen	48
d) Mindestreserven	50
B. Wirtschaftliche Kennziffern	52
Wirtschaftliche Bewertung	54
a) Die wirtschaftliche Lagerstättenbewertung ohne Berücksichtigung des Zeitfaktors	55
b) Die wirtschaftliche Bewertung von Lagerstätten und Bergwerken in west- lichen Ländern	57
α) Verfahren des Zinsfußes	57
β) Die Hoskoldformel	57
c) Die wirtschaftliche Lagerstättenbewertung in den sozialistischen Ländern	61
III. Wirtschaftsgeologische Lagerstättenbewertung während der einzelnen Untersuchungs- phasen	67
A. Die Phase der Aufsuchung von Lagerstätten	68
1. Geologische Faktoren der Lagerstättenbewertung	68
2. Faktoren der Gewinnung von Lagerstätten	69
3. Technologische Faktoren	69
4. Allgemeine ökonomische Faktoren	70
B. Vorerkundung	70
1. Geologische Faktoren	70
2. Faktoren der Gewinnung	71
3. Technologische Faktoren	72
C. Detailerkundung	73
1. Geologische Faktoren	73
2. Faktoren des Abbaues	74
3. Technologische Faktoren	75
4. Faktoren, die durch den Markt bestimmt werden	75
D. Beziehungen zwischen wirtschaftsgeologischer Bewertung und Lagerstättentyp.	76
E. Untersuchungskosten und wirtschaftliches Ergebnis der Investitionen für Unter- suchungsarbeiten	78
Literatur	84

Zweiter Teil

Wirtschaftsgeologische Charakteristiken der Lagerstätten einzelner Metalle

Eisen	88
I. Erze und Lagerstätten	88
A. Minerale und Erze	88
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	89
1. Magmatische Lagerstätten	89
2. Skarnlagerstätten	90
3. Hydrothermale Lagerstätten	91
4. Vulkanisch-sedimentäre Lagerstätten	92
5. Verwitterungslagerstätten in der Oxydationszone	93
6. Klastische Schuttlagerstätten	94

Inhaltsverzeichnis

	IX
	Seite
7. Lateritische Lagerstätten	94
8. Infiltrationslagerstätten	95
9. Sedimentäre Lagerstätten	95
10. Metamorphogene Eisenerzlagerstätten	96
II. Suche und Erkundung	97
III. Abbau	97
IV. Aufbereitung des Erzes	98
V. Metallurgische Verarbeitung von Erzen und Konzentraten	103
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	106
A. Metallurgische und bergbauliche Erzeugung von Eisen in der Welt	106
B. Rohstoffbasis der Welt	110
VII. Preise von Erzen und Metallen	112
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	112
A. Qualität der Erze	112
B. Erzvorräte	119
C. Transport	120
Literatur	121
Mangan	121
I. Erze und Lagerstätten	122
A. Minerale und Erze	122
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	123
1. Skarnlagerstätten	123
2. Hydrothermale Lagerstätten	123
3. Vulkanogen-sedimentäre Lagerstätten	124
4. Verwitterungslagerstätten	125
5. Infiltrationslagerstätten	126
6. Sedimentäre Lagerstätten	127
7. Metamorphogene Lagerstätten	129
II. Suche und Erkundung	129
III. Abbau	131
IV. Aufbereitung	131
V. Metallurgische Verarbeitung	133
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	134
A. Metallurgische und bergmännische Produktion	134
B. Rohstoffbasis der Welt	135
VII. Preis von Mn-Erzen	137
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	137
A. Qualität der Erze	137
B. Erzreserven	140
C. Abbaubedingungen	140
D. Transportverhältnisse	141
Literatur	141
Chrom	141
I. Erze und Lagerstätten	142

	Seite
A. Minerale und Erze	142
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	144
1. Stratiforme Lagerstätten (schichtförmige Lagerstätten)	144
2. Podiforme Lagerstätten (sackförmige Lagerstätten)	145
3. Seifenlagerstätten	146
II. Suche und Erkundung	146
III. Abbau	147
IV. Aufbereitung	147
V. Metallurgische Verarbeitung	148
A. Ferrochromerzeugung	148
B. Chromit für die feuerfeste Industrie	149
C. Chromsalzerzeugung	149
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	150
A. Metallurgische und bergmännische Produktion	150
B. Rohstoffbasis der Welt	150
VII. Chromitpreise	153
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	153
A. Qualität des Erzes	153
1. Metallurgisches Erz	153
2. Chromerz als feuerfester Rohstoff	154
3. Chemische Industrie	155
B. Erzreserven	156
C. Abbaubedingungen	156
D. Transportverhältnisse	157
Literatur	158
Zinn	159
I. Erze und Lagerstätten	159
A. Minerale und Erze	159
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	159
1. Pegmatitische Lagerstätten	159
2. Kassiterit-Quarz-Formation	160
3. Kassiterit-Sulfid-Formation	161
4. Seifenlagerstätten	162
II. Suche und Erkundung	163
III. Abbau	164
IV. Aufbereitung	164
V. Metallurgische Verarbeitung	166
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	167
A. Bergbau und Hüttenproduktion	167
B. Rohstoffbasis der Welt	168
VII. Zinnpreise	170
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	172
A. Qualität des Erzes	172
B. Lagerstättengröße	173
Literatur	174
Wolfram	175
I. Erze und Lagerstätten	175

	Seite
A. Minerale und Erze	175
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	175
II. Suche und Erkundung	177
III. Abbau	177
IV. Erzaufbereitung	178
V. Metallurgische Verarbeitung	179
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	180
A. Bergmännische und hüttenmännische Gewinnung	180
B. Rohstoffbasis der Welt	182
VII. Preise der Erze, der Konzentrate und der Metalle	183
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	183
A. Qualität der Erze	183
B. Erzreserven	185
Literatur	186
Molybdän	186
I. Erze und Lagerstätten	186
A. Minerale und Erze	186
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	187
1. Stockförmige Imprägnationslagerstätten	187
2. Skarnlagerstätten	187
3. Ganglagerstätten	188
4. Schichtenförmige sedimentäre Lagerstätten	188
II. Suche und Erkundung	189
III. Abbau	190
IV. Aufbereitung	190
V. Metallurgische Verarbeitung	192
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	192
A. Bergbau- und Hüttenproduktion	192
B. Rohstoffbasis der Welt	192
VII. Preise des Molybdäns	194
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	194
A. Qualität des Erzes	195
B. Erzvorräte	196
C. Allgemeine Faktoren	197
Literatur	197
Nickel	198
I. Erze und Lagerstätten	198
A. Minerale und Erze	198
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	199
1. Magmatische Lagerstätten	199
2. Hydrothermale Ganglagerstätten	200
3. Silikatlagerstätten	200
II. Suche und Erkundung	202
III. Abbau	203

	Seite
IV. Aufbereitung	203
V. Metallurgische Verarbeitung	204
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	206
A. Bergwerks- und Hüttenproduktion	206
B. Rohstoffbasis der Welt	206
VII. Nickelpreise	210
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	210
A. Qualität des Erzes	210
B. Erzreserven	214
Literatur	215
Kobalt	215
I. Erze und Lagerstätten	215
A. Minerale und Erze	215
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	215
II. Suche und Erkundung	217
III. Abbau	217
IV. Aufbereitung und technologische Verarbeitung	217
V. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	218
A. Bergmännische und hüttenmännische Gewinnung	218
B. Rohstoffbasis der Welt	218
VI. Kobaltpreise	220
VII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	220
Literatur	221
Kupfer	221
I. Erze und Lagerstätten	222
A. Minerale und Erze	222
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	223
1. Magmatische Kupfererzlagerstätten	223
2. Skarnlagerstätten	224
3. Hydrothermale Lagerstätten	225
a) Pyritlagerstätten	225
b) Stockförmige Imprägnations-Lagerstätten	226
c) Ganglagerstätten	226
d) Kupferführende Sandsteine	227
e) Lagerstätten mit gediegen Kupfer	228
4. Imprägnationen in roten Sandsteinen und tonigen Schiefern	228
5. Sedimentäre Lagerstätten	228
II. Suche und Erkundung	229
III. Abbau	229
IV. Aufbereitung	231
V. Metallurgische Verarbeitung	233
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	235
A. Bergwerks- und Hüttenproduktion	235

	Seite
B. Rohstoffbasis der Welt	235
VII. Die Kupferpreise	239
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	241
A. Qualität des Erzes	241
B. Erzvorräte	243
Literatur	243
Blei - Zink	244
I. Erze und Lagerstätten	244
A. Minerale und Erze	244
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	246
1. Skarnlagerstätten	246
2. Hydrothermallagerstätten in Silikatgesteinen	247
3. Metasomatische Lagerstätten in Karbonatgesteinen	247
4. Gangförmige Lagerstätten	249
5. Erzkörper in Schiefen und tuffig-effusiven Gesteinen	250
6. Sedimentäre Lagerstätten	251
II. Suche und Erkundung	251
A. Aufsuchung	252
B. Erkundung der Lagerstätten	252
III. Abbau	254
IV. Aufbereitung	255
A. Flotation	255
B. Schwerkraftaufbereitung	255
V. Metallurgische Verarbeitung	257
A. Bleiverarbeitung	257
B. Zinkverarbeitung	258
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	259
A. Bergwerks- und Hüttenproduktion	259
B. Rohstoffbasis der Welt	263
VII. Preise der Konzentrate und Metalle	265
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	268
A. Qualität des Erzes	268
B. Größe der Lagerstätte	273
Literatur	274
Aluminium	275
I. Erze und Lagerstätten	275
A. Minerale und Erze	275
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	277
1. Magmatische Lagerstätten	277
2. Pegmatitische Lagerstätten	277
3. Lateritische Lagerstätten	277
4. Sedimentäre Lagerstätten des Kalksteintyps	279
II. Suche und Erkundung	280
III. Abbau	281
IV. Aufbereitung	282

	Seite
V. Metallurgische Verarbeitung	282
A. Verarbeitung von Bauxit	283
1. Das Bayer-Verfahren	283
2. Brennmethode	284
B. Verarbeitung von Nephelin	284
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	286
A. Bergwerks- und Hüttenproduktion	286
B. Rohstoffbasis der Welt	288
VII. Preise des Bauxits und Aluminiums	290
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	292
A. Qualität des Erzes	292
1. Bauxit	292
2. Nephelinisches Gestein	294
B. Größe der Lagerstätten	295
C. Transportverhältnisse	296
Literatur	296
Antimon	297
I. Erze und Lagerstätten	297
A. Minerale und Erze	297
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	298
1. Lagerstätten reiner Antimonerze	298
2. Lagerstätten komplexer Antimonerze	299
II. Suche und Erkundung	300
III. Abbau	301
IV. Erzaufbereitung	301
V. Metallurgische Verarbeitung	303
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	303
A. Bergwerks- und Hüttenproduktion	303
B. Rohstoffbasis der Welt	304
VII. Preise der Erze und Metalle	305
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	307
A. Qualität des Erzes	307
B. Erzreserven	308
Literatur	309
Quecksilber	309
I. Erze und Lagerstätten	309
A. Minerale und Erze	309
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	310
II. Suche und Erkundung	311
III. Abbau	312
IV. Aufbereitung	312
V. Metallurgische Verarbeitung	313

VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	314
A. Bergwerkserzeugung	314
B. Rohstoffbasis der Welt	314
VII. Preise von Quecksilber	316
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	316
Literatur	318
Gold	319
I. Erze und Lagerstätten	319
A. Minerale und Erze	319
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	320
1. Erzführende Konglomerate	320
2. Gangförmige Lagerstätten	320
3. Stockförmige Lagerstätten	321
4. Sulfidlagerstätten	321
5. Seifenlagerstätten	321
II. Suche und Erkundung	322
III. Abbau	324
IV. Aufbereitung	324
V. Metallurgische Verarbeitung	326
IV. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	326
Rohstoffbasis der Welt	326
VII. Weltmarktpreis des Goldes	327
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	328
A. Qualität des Erzes	328
B. Erzreserven	328
Literatur	329
Uran	329
I. Erze und Lagerstätten	329
A. Minerale und Erze	329
B. Wirtschaftlich wichtige Lagerstättentypen	330
1. Ganglagerstätten	330
2. Pegmatitische Lagerstätten	332
3. Uranführende Konglomerate	332
4. Uranführende Sandsteine	333
5. Uranführende Schiefer	333
6. Uranführende Phosphate	333
II. Suche und Erkundung	334
III. Abbau	335
IV. Aufbereitung	336
V. Metallurgische Verarbeitung	337
VI. Produktion und Rohstoffbasis der Welt	340
A. Förderung des Urans	340
B. Rohstoffbasis der Welt	341

	Seite
VII. Uranpreise	343
VIII. Die wirtschaftsgeologische Bewertung der Erze und Lagerstätten	344
A. Qualität des Erzes	344
B. Erzreserven	345
C. Transportverhältnisse	346
Literatur	346