

Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien

Ihre Entstehung, Bewertung und Erschließung

Von

Prof. Dr. Dr. B. Granigg

Graz

Mit Beiträgen von

Dr.-Ing. J. Horvath und **Dipl.-Ing. V. E. Gerzabek**

Berlin

Wien

Mit 156 Textabbildungen



Wien

Springer-Verlag

1951

ISBN-13: 978-3-7091-7790-7 e-ISBN-13: 978-3-7091-7789-1
DOI: 10.1007/978-3-7091-7789-1

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

Copyright 1951 by Springer-Verlag in Vienna
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1951

Vorwort

Der erste Teil dieses Buches stellt sich zur Aufgabe, Verständnis und Einfühlen in jene Vorgänge der Natur zu fördern, welche zur Bildung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien führen.

Im zweiten Teil wird die Bewertung der natürlichen Darbietung behandelt. Bei der Illustrierung des Kapitels „Tiefbohrungen auf Erdöl“ wurden wir in großzügiger Weise von den Firmen The National Supply Export Corp., New York, Oil Well Supply Co., New York, und Reed Roller Bit Co., Houston (Texas) unterstützt. Allen Firmen wird auf diese Weise herzlichst dafür gedankt.

Der dritte Teil bringt die verschiedenen Verfahren der direkten und der indirekten (geophysikalischen) Erschließung einer Lagerstätte.

Aus ganzem Herzen danke ich meinen beiden lieben Freunden Dr. Ing. JOSEF HORVATH und Direktor Dipl.-Ing. J. V. GERZABEK dafür, daß sie den Schatz ihres Wissens und ihrer Erfahrungen auf den Gebieten der Geophysik und des Tiefbohrwesens für dieses Buch zur Verfügung gestellt haben. Dem Springer-Verlag, Wien, danke ich für die Umsicht und für die Sorgfalt, mit der er die Herausgabe dieses Buches betreut hat.

Graz, im Januar 1951

B. Granigg

Inhaltsverzeichnis

Erster Teil

Die Entstehung der Lagerstätten nutzbarer Mineralien

	Seite
Die Begriffe „Nutzbare Mineralien“ und „Lagerstätten“	1
Die Entstehung nutzbarer Mineralien in der Natur	2
Die drei Klassen von Lagerstätten	2
1. Erstarrungsgesteine	2
2. Sedimente	3
3. Kristalline Schiefer	3
Vom Schalenbau der Erde	3
1. Die Atmosphäre	4
2. Die Hydrosphäre	4
3. Die Biosphäre	5
4. Die Lithosphäre	5
5. Die Oxyd-Sulfidschale	7
6. Der Nickel-Eisenkern	7
A. Erstarrungsgesteine und Lagerstätten des magmatischen Zyklus	8
I. Die Erstarrung des Magmas in der Tiefe und die damit verbundenen Prozesse der Lagerstättenbildung	9
1. Schlierenbildung, magmatische Erzlagerstätten	10
Die Form magmatischer Lagerstätten 11. — Gewanderte Schlieren, injizierte magmatische Lagerstätten 11. — Der Stoff magmatischer Lagerstätten 12.	
2. Kontaktmetamorphose und kontaktmetamorphe Lagerstätten	12
a) Endogene Kontaktmetamorphose ohne Stoffzufuhr	13
b) Endogene Kontaktmetamorphose mit Stoffzufuhr	13
c) Exogene Kontaktmetamorphose ohne Stoffzufuhr	14
d) Exogene Kontaktmetamorphose mit Stoffzufuhr	14
3. Das Pegmatitstadium und die Lagerstätten der Restkristallisation	15
4. Die Pneumatolyse und die pneumatolytischen Lagerstätten	16
5. Die hydrothermalen Prozesse, hydrothermale Erzgänge, Imprägnationen und metasomatische Lagerstätten	17
II. Die Erstarrung des Magmas an oder nahe der Oberfläche und die damit verbundenen Prozesse der Lagerstättenbildung	21
III. Überlagerung mehrerer Lagerstättenbildungsprozesse	21
Sukzession 22. — Metallogenetische Epochen 22. — Metallprovinzen 22.	
B. Die Sedimente und der sedimentäre Lagerstättenzyklus	25
Die begriffliche Abgrenzung der Diagenese	26
I. Mechanische Sedimente als Lagerstätten nutzbarer Mineralien	28
Gehängeschutt	28
Sand und Schotter	28
Moränen	29
II. Chemische Sedimente als Lagerstätten nutzbarer Mineralien	31
a) Ausfällung durch Verdunstung des Lösungsmittels	31
b) Ausfällung durch Verlust von Kohlensäure	31
c) Ausfällung durch Oxydation	31
d) Ausfällung durch Schwefelwasserstoff	32
e) Ausfällung durch Bakterien	32
f) Ausfällung durch Basenaustausch	32
g) Ausfällung durch Adsorption	32
h) Ausfällung durch Elektrolyse (Zementation)	33

	Seite
Lösungsrückstände als Lagerstätten	34
a) Die Umwandlung von Gehängeschutt, von tonigen Sandsteinen und Schottern zu brauchbaren Lehmen	34
b) Die Entstehung von Lagerstätten von Findlingsquarziten	34
c) Entstehung der Kalkbauxite	35
d) Silikatbauxit und Laterit	35
e) Basische, eisenreiche Erstarrungsgesteine (Peridotite und Ser- pentine)	35
f) Entstehung von Kaolinlagerstätten	35
g) Feuerfeste Tone	36
h) Auslaugung bereits gebildeter Lagerstätten (Hutbildungen)	36
III. Organogene Sedimente als Lagerstätten nutzbarer Mineralien	37
a) Organogene Sedimente, bestehend aus den anorganischen Teilen der Organismen	37
Knochenphosphate der Karsthöhlen	37
b) Organogene Sedimente, gebildet aus den organischen Teilen der Lebewesen	38
Erdöllagerstätten 38. — Kohlenlagerstätten 40.	
C. Lagerstätten des regionalmetamorphen Zyklus	43
I. Die Entstehung kristalliner Schiefer	44
1. Kristallisation durch Erwärmung	44
2. Parallelanordnung durch Preß- und Walzvorgänge	44
3. Chemische Reaktionen im festen Zustand	45
4. Lösungsmittel	47
5. Zeit	47
6. Tiefenstufen	47
II. Regionalmetamorphe Umwandlung von Lagerstätten	47
1. Graphitlagerstätten sedimentären Ursprungs	47
2. Magnetitquarzite	48
3. Eisenglimmerschiefer	48
4. Schmirgellagerstätten regional-metamorpher Entstehung	48
5. Schwefelkieslager als kristalline Schiefer	49
III. Neubildung von Lagerstätten durch regionale Metamorphose	49
Rückblick	50
Anhang: Verschiedenheit der Beobachtungweise von Lagerstätten nutz- barer Mineralien	50
Geochemische Betrachtung der Lagerstätten	50
Metallogenetische Provinzen und metallogenetische Epochen	52
Wirtschaftliche Betrachtungsweisen	52

Zweiter Teil

Die Bewertung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien

A. Substanzziffer und Geologie einer Lagerstätte	53
I. Die Substanzziffer (das Lagerstättenvermögen)	53
1. Allgemeine Betrachtungen	53
Größenordnung der Substanzziffern	54
Beispiele von Größenordnungen	54
a) Eisenerzlagerstätten	54
b) Kupfererzlagerstätten	54
c) Goldlagerstätten	55
3. Substanzziffer und Betriebsgröße des Bergbaues	56
4. Die Rechnung von rückwärts	60
5. Einteilung der Substanzziffer	61
a) Die sichtbare Substanz	61
b) Die wahrscheinliche Substanz	61
c) Die mögliche Substanz	61
Beispiele 63. — a) Ein kohleführendes Tertiärbecken 63. —	
b) Eine Reihe von „Magnesitlagerstätten“ im gebirgigen Gelände	
64. — a) Unrichtige Beurteilung 64. — β) Richtige Beurteilung	
65. — γ) Bauxitlagerstätten 65.	

	Seite
6. Substanzzifferberechnung plattenförmiger Lagerstätten	66
a) Monomineralische Platten	66
b) Polyminalische, plattenförmige Lagerstätten	67
7. Substanzzifferberechnung linsenförmiger Lagerstätten	69
a) Seichte Linsen in flacher Lage	69
b) Seichte Linsen in steiler Lagerung	70
c) Linsen in geneigter Lage	70
d) Steilstehende Linsen in steilem Gehänge	71
e) Steilstehende, tiefreichende Linsen in der Ebene	71
8. Substanzzifferberechnung stockförmiger Lagerstätten	72
9. Lineare Lagerstättenkörper	72
10. Fälle, in denen eine zuverlässige Substanzzifferberechnung unmöglich ist	73
Zur Probenahme	73
Untersuchung der Proben	74
B. Die geographische Lage einer Lagerstätte in ihrem Einfluß auf deren Bewertung	75
a) Das Klima	75
b) Die Lage der Lagerstätten zu anderen menschlichen Siedlungen	75
c) Die Lage einer Lagerstätte zu bereits vorhandenen Verkehrswegen und die zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel	76
C. Substanzzifferbewertung und Stand der Technik	77
D. Die Bewertung von Lagerstätten in Abhängigkeit von Politik, Bevölkerung, Markt und Kapital	80
I. Das Ergebnis der Bewertung einer Lagerstätte	81
a) Wertlose Objekte	81
b) Wertvolle Objekte	82
c) Ungeklärte Objekte	82
II. Lagerstättenbewertung in Geld	82
a) Wertlose Objekte	82
b) Wertvolle Objekte	82
c) Wertberechnung ungeklärter Objekte	84
Entdeckerprämie 84. — Glückskauf 84. — Option 84.	
Anhang: Die Schätzung von Bergbauen, die in Betrieb sind	85
a) Abbruchwert eines Bergbaubetriebes	85
b) Bilanzwert eines Bergbaubetriebes	86
c) Zerlegte (aufgesplitterte) Bewertung eines Bergbauunternehmens	86
d) Schätzung nach dem zu erwartenden Ertragswert	87
Die Laufzeit der Rente 87. — Der Ertragswert 87.	

Dritter Teil

Die Erschließung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien

A. Schurfröschen, Schurfgräben, Schurfstollen und Schurfschächte	89
1. Schurfröschen und Schurfgräben	89
2. Schurfstollen	90
3. Schurfschächte	92
B. Aufschluß durch Bohrungen. Von Dr. J. HORVATH, Berlin	93
1. Grundlage für ein Aufschlußprogramm	94
2. Bohrungen als Aufschlußmethode	94
3. Handdrehbohrungen	95
4. Die Verrohrung	96
5. Craeliusbohrungen	97
6. Die Diamantkronen	99
7. Hartmetallkronen und Schrotkronen	100
Spülung	101
8. Kerngewinnung	101
9. Die Organisation der Bohrarbeit	103
10. Ansetzen von Bohrungen	103
11. Die Auswertung der Bohrerergebnisse	105
12. Leistungen und Kosten bei Schürfbohrungen	108

	Seite
C. Tiefbohrungen auf Erdöl. Von Dipl.-Ing. V. E. GERZABEK, Wien	109
I. Allgemeines	109
II. Methoden zur Aufsuchung von Erdöllagerstätten	110
1. Kartierung	110
2. Geophysik	110
3. Strukturbohrungen	110
III. Das Rotarybohrsystem	111
1. Allgemeines	111
2. Arbeitsweise des Rotarybohrverfahrens	112
3. Die Einzelteile einer Rotarybohrereinrichtung	113
a) Der Bohrturm	114
b) Die Fördereinrichtung	115
a) Die Turmrolleneinrichtung	115
β) Der Flaschenzugblock	115
γ) Der Sicherheitshaken	115
c) Das Bohrwerkzeug	116
d) Das Bohrgestänge	120
e) Der Spülkopf	121
f) Der Drehtisch	122
g) Das Hebewerk	123
h) Die Spülpumpen	125
4. Wahl des Antriebes und der Antriebsmaschinen	126
IV. Die Spülung	128
1. Bedeutung der Dickspülung	128
2. Zubereitung der Spülung	130
a) Aus natürlichem Ton	130
b) Aus veredeltem Ton	131
3. Vorteile bei der Verwendung veredelter Tonsorten	131
4. Eigenschaften der Dickspülung	131
a) Spezifisches Gewicht der Spülung	131
b) Stabilität der Spülung	132
c) Tixotropie (Versteifung)	132
d) Viskosität	132
5. Überwachung der Dickspülung und ihre meßtechnische Erfassung im Bohrbetrieb	133
a) Allgemeines	133
b) Das spezifische Gewicht	133
c) Die Viskosität	133
d) Versteifung und Tixotropie	133
e) pH-Wert	133
6. Behandlung der Spülung	134
a) Mechanische Behandlung	134
b) Entfernung von Gas aus der Spülung	135
c) Chemische Behandlung	136
a) Änderung des spezifischen Gewichtes 136. — β) Änderung der Viskosität 136. — γ) Änderung der kolloidalen Eigenschaften 136. — δ) Verhütung des Ausfallens von Ton 136. — ε) Behand- lung einer durch Zement verdorbenen Spülung 137	
d) Verhinderung von großen Spülungsverlusten	137
e) Durchbohren von quellenden Tonen	137
f) Durchbohren von Ölhorizonten	138
a) Mit Öl 138. — β) Mit Spülung 138.	
g) Durchbohren von Salzformationen	138
V. Das Verrohren eines Bohrloches	138
1. Rohrzementationen	140
2. Durchführung der Zementierung	141
3. Arten von Bohrlochzement und dessen Zusätze	142
4. Prüfung der Zementierung	143
VI. Geologische Überwachung und Verwendung elektrischer Meßmethoden beim Bohren	144
1. Die Potential- und Widerstandsmessungen	145
2. Feststellung von Wasserzuflüssen	145
3. Temperaturmessungen	145
4. Abweichungsmessungen	145

	Seite
5. Stratamessungen	145
6. Perforieren	145
7. Kernschießen	146
VII. Kontrolliertes Vertikalbohren	146
1. Allgemeines	146
2. Arten der Neigungsmesser	147
3. Abgelenkte Bohrlöcher	148
4. Ablenkkeile (Whipstocks)	148
5. Gelenksverbinder (Knuckle-joint)	150
6. Rohr- (Casing-) Whipstock	151
7. Die Wirkung eines Ablenkkeiles (Whipstockes)	151
8. Unterschiedliche Behandlung beim orientierten Bohren	151
9. Ausrichten krummer Bohrlöcher	151
10. Vorbohren	153
11. Zielbohrungen	153
VIII. Sicherheitseinrichtungen gegen Ausbrüche beim Bohren	154
1. Einsatz- (Konus-) Preventer	155
2. Schieber-Preventer	155
3. Totpumpen einer Bohrung	157
4. Folgen der Gasausbrüche	159
IX. Fangarbeiten beim Bohren	159
X. Überwachung und Kontrolle einer Tiefbohrung	161
XI. Inproduktionssetzung einer Bohrung	163
D. Geophysikalische Schürfverfahren. Von Dr. J. HORVATH, Berlin	166
I. Zweck und Aufgabe geophysikalischer Schürfung	166
II. Hauptanwendungsgebiete der angewandten Geophysik	168
III. Physikalische Eigenschaften der Gesteine	170
1. Die Raumdichte	170
2. Magnetische Suszeptibilität	171
3. Die elastischen Eigenschaften der Gesteine	172
4. Die elektrische Leitfähigkeit	172
IV. Untersuchungen der natürlichen Erdfelder	173
1. Das Schwerfeld	173
a) Die Gravimetermessungen	175
α) Prinzip 175. — β) Die Instrumente 177.	
b) Die Drehwaage	179
α) Prinzip 179. — β) Die Drehwaage 181.	
c) Die Auswertung der Schweremessungen	182
2. Magnetische Methoden	184
α) Prinzip 184. — β) Instrumente 186. — γ) Feldmessungen und deren Ergebnisse 188	
3. Radioaktivitätsmessungen	190
α) Prinzip 190. — β) Die Apparatur 191. — γ) Die Anwendung der Radioaktivitätsmessungen 191	
V. Beobachtung von künstlich hervorgerufenen Feldern	192
1. Die seismischen Methoden	192
a) Das Grundprinzip der seismischen Messungen	192
b) Die Refraktionsmethode	193
α) Die Zeitgeschwindigkeitskurve 193. — β) Fächerschießen und Laufzeitpläne für bestimmte Entfernungen 195. — γ) Apparatur für Refraktionsmessungen 195. — δ) Ergebnisse von seismischen Refraktionsmessungen 198.	
c) Das Reflexionsverfahren	199
α) Prinzip 199. — β) Die Reflexionsapparatur 201. — γ) Ergebnisse von seismischen Reflexionsmessungen 203	
2. Die elektrischen Methoden	205
a) Methoden ohne künstliche Stromzuführung	205
α) Die Eigenpotentialmethode 205. — β) Natürliche Erdströme 206.	
b) Methoden mit künstlicher Stromzuführung	206
α) Elektromagnetische Methoden 207. — β) Potential- oder Widerstandsmethoden 209.	
c) Elektrische Bohrlochmessungen	211
VI. Geochemisches Prospektieren	216