

Schriftenreihe des praktischen Geologen

**Herausgegeben
im Auftrage des Zentralen Geologischen Instituts
und der
Zentralen Vorratskommission für mineralische Rohstoffe
der Deutschen Demokratischen Republik**

von

Prof. Dr. E. KAUTZSCH

Dr. F. STAMMBERGER

Dr. G. TISCHENDORF

Band 11



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1966

FRIEDRICH STAMMBERGER

Grundfragen der ökonomischen Geologie

Mit 21 Abbildungen und 10 Tabellen



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1966

Prof. Dr.-Ing. GÜNTER HOLWEG

zum Gedenken

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XIII
1. Einleitung	1
1.1. Die Stellung der Ökonomischen Geologie unter den geologischen Wissenschaften . . .	1
1.2. Das Wesen der geologischen Erkundung und ihr Platz in der Gesellschaft	10
2. Die geologische Erkundung (Ökonomische Geologie)	19
2.1. Die Veränderlichkeit der Erfolgsaussichten	20
2.2. Ein Axiom der geologischen Erkundung . . .	21
2.2.1. Die kürzeste Frist	22
2.2.2. Der geringstmögliche Aufwand . . .	24
2.2.3. Der maximale Nutzeffekt	25
2.3. Drei Erkundungsgrundsätze	27
2.3.1. Das minimale Erkundungsrisiko . .	28
2.3.2. Die Systematik der Erkundung . . .	30
2.3.3. Eindeutige Lösungen der gestellten Aufgaben	32
2.4. Drei Hauptmethoden der geologischen Erkundung	35
2.4.1. Der Begriff "Erkundungsmethode" .	35
2.4.2. Die geologisch-statistische Erhebung	37
2.4.2.1. Die Anordnung geologischer Aufschlüsse in der Lagerstätte	38
2.4.2.1.1. Erkundungslinien	39
2.4.2.1.2. Erkundungsnetze	40

VIII Inhaltsverzeichnis

2.4.2.2. Die erforderliche Anzahl geologischer Aufschlüsse	43
2.4.2.2.1. Lösungsversuche auf statistischem Wege	44
2.4.2.2.2. Lösungsversuche auf anderem Wege	46
2.4.3. Die Bemusterung	51
2.4.4. Die geologisch-ökonomische Analyse	52
2.5. Technische Mittel der Erkundung	55
2.6. Die Erkundungssysteme	57
3. Die Bestimmung des ökonomischen Nutzeffekts der geologischen Erkundung	59
3.1. Der ökonomische Nutzeffekt geologischer Sucharbeiten	61
3.2. Der ökonomische Nutzeffekt geologischer Erkundungsarbeiten	68
3.2.1. Die kostenbeeinflussenden Faktoren bei der Erkundung	69
3.2.2. Die Ermittlung des ökonomischen Nutzeffekts der geologischen Erkundung	75
3.2.2.1. Die Bestimmung des zulässigen Gesamterkundungsaufwands (A)	76
3.2.2.2. Die Berücksichtigung der geforderten Genauigkeit .	77
4. Der Lagerstättenvorrat als ökonomische Kategorie	86
4.1. Klassifikationsgrundsätze für anstehende mineralische Vorräte	87
4.2. Die Festlegung der Konditionen	91
4.2.1. Die Bestimmung des ökonomisch Vertretbaren	91

4.2.2.	Die Ermittlung der maßgebenden Kostenfaktoren	94
4.2.3.	Die Ableitung der wichtigsten Kon- ditionsparameter	99
4.2.3.1.	Der industrielle Minimal- gehalt	100
4.2.3.1.1.	Die Berechnung des industriellen Minimalge- halts	101
4.2.3.1.2.	Der ökonomische Inhalt des in- dustriellen Mi- nimalgehalts	103
4.2.3.1.3.	Ökonomische Nut- zungsprinzipien von Lagerstät- ten	106
4.2.3.1.4.	Geologisch-öko- nomische Ge- sichtspunkte zur Nutzung ge- ringwertiger Lagerstätten- vorräte	111
4.2.3.2.	Der geologische Schwellen- gehalt	117
4.2.3.3.	Die Mindestmächtigkeit	119
4.2.3.4.	Die Mindestvorratsmenge	121
4.3.	Der Lagerstättenvorrat im gesellschaftli- chen Reproduktionsprozeß	126
4.3.1.	Die Bestimmung des Wertes eines er- kundeten Lagerstättenvorrats	129
4.3.1.1.	Die Wertbestandteile eines erkundeten Lagerstätten- vorrats	130

4.3.1.2.	Die Wertbestimmung des Vorrats durch den Aufwand für seine Reproduktion	132
4.3.2.	Die Einführung von Vorratspreisen für erkundete Lagerstättenvorräte	134
4.3.2.1.	Vorschläge zur Festlegung von Vorratspreisen . . .	135
4.3.2.2.	Ökonomische Vorteile der Festlegung von Vorratspreisen	137
4.3.2.3.	Bedenken gegen die Einführung von Vorratspreisen	141
4.3.3.	Die Berücksichtigung des Zeitfaktors	143
5.	Die geologisch-ökonomische Bewertung von Lagerstätten	146
5.1.	Die industrielle Einschätzung und die ökonomische Bewertung	148
5.2.	Die geologisch-ökonomische Bewertung und die Investvorbereitung	151
5.3.	Benötigte geologisch-industrielle Parameter der Lagerstätte	156
5.3.1.	Die Ermittlung der industriellen Vorräte	157
5.3.1.1.	Die Einschätzung der bei der Lagerstättennutzung zu erwartenden Vorratsverluste	157
5.3.1.2.	Tagebau oder Tiefbau . .	158
5.3.1.3.	Der Einfluß der Lagerstättenform und der Anzahl der Kehlenflüße	160
5.3.1.4.	Der Einfluß der Flächengröße und Lagerungsteufe	164

5.3.1.5. Zusätzliche Charakteristiken	166
5.3.2. Das volkswirtschaftliche Wertäquivalent der Vorräte	167
5.4. Die optimale Größe des zukünftigen Tagebaus	169
5.4.1. Die natürlichen Faktoren (Lagerstättenverhältnisse)	170
5.4.2. Die vorzusehende Lebensdauer des Betriebes	172
5.4.3. Besondere Umstände und sogen. Zwangsbedingungen	175
5.5. Die Ermittlung der benötigten Investitionen	176
5.5.1. Bemerkungen zu einigen Investitionsbegriffen des Braunkohlentagebaus	177
5.5.2. Die Struktur der Grundinvestitionen	179
5.5.3. Die Bestimmung der Grundinvestitionen	181
5.5.4. Einige abschließende Bemerkungen .	188
5.6. Die Ermittlung der zukünftigen Selbstkosten	189
5.6.1. Die Kostenstruktur des zukünftigen Förderprodukts	189
5.6.2. Die Bestimmung der Selbstkosten nach Kennziffern	192
5.6.3. Einige Bemerkungen zur Verwendung von Kennziffern	195
5.7. Die Rentabilität der Produktion und die Effektivität der Investitionen	196
5.7.1. Kennziffern der Rentabilität . . .	196
5.7.2. Der ökonomische Nutzeffekt	199
5.7.2.1. Der Produktionszuwachs .	199
5.7.2.2. Der Akkumulationszuwachs und der Gewinn	201
5.7.2.3. Die Rückflußdauer der Investitionen	202
5.7.2.4. Die Arbeitsproduktivität	203
5.7.2.5. Abschließende Bemerkung	205

XII Inhaltsverzeichnis

5.8. Die erforderliche Genauigkeit der geologisch-ökonomischen Bewertung nach den einzelnen Erkundungsstadien	206
5.8.1. Nach den Sucharbeiten	206
5.8.2. Nach der Vorerkundung und eingehenden Erkundung	212
6. Anhang	217
6.1. Nachwort des Verfassers	217
6.2. Zu beachtende Besonderheiten bei der Berücksichtigung wertvoller disperser Komponenten im Rohstoff	220
6.2.1. Allgemeine Bemerkungen und Abgrenzung einiger Begriffe	220
6.2.2. Zu beachtende Besonderheiten der dispersen Nutzkomponenten	224
6.2.3. Kriterien für die Einstufung der Vorräte in die Vorratsgruppen	227
6.2.4. Einige Bemerkungen zur Festlegung der Konditionsparameter	229
6.2.5. Die komplexe wirtschaftliche Betrachtung des Rohstoffs	232
6.3. Kennwerte (technische Daten) einiger Tagebaugroßgeräte	235
6.4. Literaturverzeichnis	240
6.5. Sachregister	246
6.6. Namenregister	256

Vorwort

Die Bezeichnung "ökonomische Geologie" ist in der Vergangenheit bei den deutschen Geologen auf wenig Gegenliebe gestoßen und hat sich im deutschen Sprachgebrauch bisher noch nicht eingebürgert. Verbreitet sind dagegen - und oft als ihr Synonym gebraucht - "angewandte" und "praktische" Geologie. Darum wird dieses Buch durch einige allgemeine Bemerkungen zur Entstehung und Entwicklung der ökonomischen Geologie und zu ihrer Stellung unter den geologischen Wissenschaften und in der Gesellschaft eingeleitet, die zum Verständnis der Position des Verfassers dienen, aus der dieses Buch geschrieben wurde.

Innerhalb der Geologie hat die Differenzierung und Spezialisierung der Wissenschaften zu einer Vielzahl selbständiger Disziplinen geführt. Neue Wissenschaften sind hinzugekommen, die mit spezifischen Methoden und Mitteln die neuesten Errungenschaften der Chemie und Physik in den Dienst der Untersuchung und Erforschung der Erde stellen. Der bekannte sowjetische Geotektoniker und Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR W.W. BJELOUSSOW (1964) hat aus dieser Sicht sogar die Anerkennung einer neuen Wissenschaft, der Geonomie,¹⁾ gefordert, die als eine die Geologie, Geophysik und Geochemie zusammenfassende Wissenschaft die Erde als Wissenschaftsgegenstand besitzt.

Wenn auch die Zweckmäßigkeit eines solchen Vorschlags deshalb schwer einzusehen ist, weil Bezeichnungen in der Regel nicht die Arbeit verändern und für das Ergebnis bedeutungslos sind, besteht der rationelle Kern dieses Vor-

1) sprachliche Anlehnung an Astronomie u.ä.

schlags offenbar darin, daß die Erdforschung als Ganzes durch die technischen Hilfsmittel wissenschaftlicher Forschung stark beeinflußt wird und die wissenschaftlich-technischen Errungenschaften unserer Zeit noch entschiedener und zielstrebigter nutzen muß.

Die starke Entwicklung der Geophysik und Geochemie in jüngster Vergangenheit und die Besonderheiten ihres wissenschaftlichen Arsenalen haben zu einer gewissen autarken Stellung dieser Wissenschaften, zu Ansätzen einer von der Sache her völlig unbegründeten "Opposition" zur Geologie i. e. S. geführt. Andererseits sehen viele Geologen auf die Geophysik und Geochemie oft noch als Wissenschaften herab, die nach ihrer Meinung nur zu einer Art Dienstleistung für die Geologie fähig sind. Sie unterschätzen damit die Möglichkeiten dieser Wissenschaften und ihre Rolle als gleichberechtigte Verbündete bei der Lösung gemeinsamer Aufgaben. Es ist zweifellos dringend notwendig, dem Auseinanderleben dieser Wissenschaften Einhalt zu gebieten und geophysikalische, geochemische und spezielle geologische Untersuchungen als wissenschaftliche Einheit zu planen, durchzuführen und auszuwerten; denn nur in der Einheit, im Zusammenwirken dieser Wissenschaften ist die moderne Geologie (hier als Sammelbegriff) überhaupt denkbar und lebensfähig.

Dabei deuten sich entwicklungsmäßig gewisse Verschiebungen der Proportionen an. Immer mehr Probleme, z. B. der Suche, die früher ausschließlich mit spezifisch geologischen Arbeitsverfahren gelöst wurden, werden mit den indirekten und direkten Methoden der Geophysik und Geochemie schneller, billiger und oft eindeutiger entschieden. Sie werden sich zukünftig immer stärker durchsetzen und immer häufiger an die Stelle hergebrachter spezifisch geologischer Arbeitsverfahren treten.

Diese Entwicklung wird oft als Verlust an Bedeutung der Geologie (i. e. S.) interpretiert. Das ist sicher falsch geurteilt. Sie muß vielmehr als völlig gesetzmäßig und

normal anerkannt werden; denn jede Entwicklung besteht nicht nur in einem kontinuierlichen allmählichen Wachstum, das von "wenig" über "mehr" zu "viel" führt. Ebenso gesetzmäßig sind Diskontinuitäten, sogenannte Sprünge in der Entwicklung. Und zur Entwicklung gehört schließlich auch das Verkümmern und Absterben von Überholtem und Veraltetem. Nicht die Geologie verliert an Bedeutung, sondern geologische Arbeitsrichtungen und Arbeitsmethoden, die durch den allgemeinen wissenschaftlich-technischen Fortschritt überholt und veraltet sind, die sich die neuen Ideen und Erkenntnisse nicht angeeignet, sie nicht genutzt und in ihr System eingebaut haben.

Geologie, Mineralogie, Geophysik und Geochemie sind - bildlich gesprochen - keine feindlichen oder um ein Erbteil streitende Brüder. Sie sind nur vergleichbar mit den DUMASSchen vier Musketieren. Sie sind wissenschaftliche Waffengefährten, die durch ihr Bündnis, ihre gegenseitige Hilfe und ihren Einsatz für den anderen alle Widerwärtigkeiten und Hindernisse überwinden. In diesem Sinne der gleichberechtigten Zusammenarbeit der genannten Wissenschaften bei der Lösung einer gemeinsamen Gesamtaufgabe werden "Geologie" und "geologisch" hier gebraucht und verstanden.

Die ökonomische Geologie im dargelegten Sinne ist eine noch junge Wissenschaft. Viele Grundfragen, Prinzipien usw. befinden sich noch im Stadium ihrer Ausarbeitung und weiteren Vervollkommnung. Der Verfasser ist sich bewußt, daß die von ihm vertretenen Auffassungen noch keineswegs allgemeine Zustimmung gefunden haben. Da er sich bei ihrer Ausarbeitung jedoch von anerkannten theoretischen Maximen und seiner Erfahrung in der praktischen Arbeit leiten ließ, ist er von ihrer Richtigkeit überzeugt.

Die vorgelegte Arbeit hat weder in deutscher Sprache noch international einen Vorgänger. Sie hat jedoch viele Berührungspunkte mit zahlreichen Arbeiten, die in verschiedenen Ländern in der Vergangenheit veröffentlicht

wurden, z.B. mit B. GRANIGG (1951) aus Österreich, mit E.O.POGREBIZKIJ (1964) und anderen Autoren aus der UdSSR, mit H. HOOVER (1909) und anderen amerikanischen Autoren, die "principles" und "economics" des Bergbaus behandelten und dabei die geologische Erkundung streiften. Das vorliegende Buch wendet sich jedoch im Unterschied zu den letzten Arbeiten nicht in erster Linie an den Bergmann und Bergwirtschaftler, sondern an den Geologen, den Ökonomischen Geologen. Behandelt werden hauptsächlich geologisch-ökonomische Probleme der Erkundung. Nur beiläufig werden weitergehende Schlußfolgerungen gezogen und Vorschläge gemacht und dann nur so weit, wie sie sich aus dem Erkundungsergebnis ableiten.

Aus alledem ergibt sich der besondere Charakter dieses Buches, das neben einem bereits gesicherten Grundbestand unseres Wissens bevorzugt Lösungsvorschläge für neue Probleme zur Diskussion, zur weiteren Untersuchung und Prüfung stellt.

Die Ökonomische Geologie ist nicht nur die technologische Anwendung der geologischen Wissenschaften, sie ist eine geologische Disziplin, die im Grenzbereich Geologie/Ökonomie entstanden und beheimatet ist. In unserer Zeit sind gerade in den Grenzbereichen und Berührungspunkten verschiedener Wissenschaften beachtliche Erfolge auf vielen Gebieten erzielt worden. Alles spricht dafür, daß auch die Ökonomische Geologie ein solches Gebiet ist, und wir deutschen Geologen haben die nicht oft wiederkehrende Gelegenheit, heute an den Streifzügen der wissenschaftlichen Vorhut teilzunehmen, statt morgen oder übermorgen im Troß der Entwicklung zum Ziele zu gelangen. Noch ist der Vorsprung - vor allem der UdSSR und der USA - bei einigen zu lösenden Problemen nicht so bedeutend, daß er sich nicht schnell einholen ließe, zumal wir in der DDR bei anderen mindestens gleichgezogen haben, wenn nicht sogar um ein Geringes vorausgeeilt sind.

Davon, wie wir diese gebotene Gelegenheit nutzen werden, wird nicht nur abhängen, ob wir unsere Tagesaufgaben befriedigend lösen werden. Davon wird auch abhängig sein, ob wir das Ansehen der deutschen Geologen in der Welt festigen, ob wir uns als Enkel unserer großen Vorgänger würdig erweisen werden.

Die Herausgabe dieses Buches fällt mit dem zehnjährigen Bestehen der Zentralen Vorratskommission für mineralische Rohstoffe der DDR zusammen, einer Institution, die in Deutschland für die Ökonomische Geologie und das Wirksamwerden ihrer Grundsätze in aller Stille eine große Arbeit geleistet hat; sie hat nicht nur in der DDR Beachtung und Anerkennung gefunden. Möge die Zentrale Vorratskommission die begonnene Arbeit in Zukunft noch erfolgreicher fortsetzen. Dafür sind in diesem Teile Deutschlands offensichtlich günstigere Voraussetzungen vorhanden als im Westen unserer Heimat; denn für die DDR gilt heute bereits, wovon der junge H. HOOVER vor beinahe 60 Jahren in seiner klassischen Arbeit¹⁾ nur träumen konnte:

"Die Zeit wird kommen, wenn die Leute fragen werden, nicht wer hat ein Ding bezahlt, sondern wer hat es gemacht."

FRIEDRICH STAMMBERGER

Berlin, 1. Dezember 1965

1) "The time will come when people will ask, not who paid for a thing, but who built it" (1909, S. 193)

1. Einleitung

1.1 Die Stellung der ökonomischen Geologie unter den geologischen Wissenschaften

Die geologische Wissenschaft hat menschheitsgeschichtlich zwei Nährwurzeln: den bis in die Urgeschichte der Menschheit zurückreichenden Bergbau und die Vorstellungen der Alten über die Entstehung der Erde. Aus beiden Wurzeln entwickelten sich nebeneinander zwei geologische Wissensgebiete, die weitgehend unabhängig voneinander existierten. Die Geognosie war im wesentlichen eine Sammlung beobachteter Einzelerkenntnisse und diente ausschließlich dem Bergbau. Die Geogenie beruhte fast völlig auf Spekulationen und ordnete sich willig in die jeweilige herrschende Weltanschauung ein.¹⁾

Das 18. und 19. Jahrhundert mit seinen gewaltigen Fortschritten in Naturwissenschaft und Technik brachte die Vereinigung beider, zwang sie zugleich, sich mit den neuesten Erkenntnissen der Physik, Chemie und Biologie in Einklang zu bringen und verschaffte der Geologie durch neue Erkenntnisse den Eintritt in den Kreis der Naturwissenschaften.

1) "Und so fristeten zwei Teile der Geologie, die heute untrennbar zusammengehören, bis in das 18. Jahrhundert ein gesondertes und kümmerliches Dasein: die Geognosie, welche vor allem dem Bergbau diente, auf jede genetische Betrachtung verzichtete und nur eine Beschreibung blieb - AGRICOLA ist wohl einer ihrer interessantesten frühen Vertreter -, und die Geogenie, die Lehre von der Entstehung der Welt, welche gar nicht mit den Tatsachen rechnete, zuerst auf der mosaischen Schöpfungsgeschichte fußte, dann aber, obwohl sie sich inhaltlich von derselben frei gemacht hatte, formal und methodisch doch auf dem gleichen spekulativen Weg blieb und als integrierender Bestandteil der Weltanschauung, also der Philosophie, betrachtet wurde" (S.v.BUBNOFF 1949).



Abb. 1. Geologische Sucharbeiten im Mittelalter

Erzgänge werden mit Hilfe von Wünschelrute und Schurfgräben aufgesucht. (Aus AGRICOLA, "De re metallica")

In dieser Eigenschaft lieferte sie - vor allem durch die ihr eigene historische Methode - einen unschätzbaren Beitrag zum modernen Weltbild.

In neuerer Zeit hat die Geologie ihre Bedeutung als Entwicklungswissenschaft der Erde keineswegs verloren; sie tritt jedoch hinter ihre Bedeutung für die materielle Produktion zurück.

Eine allgemeine Eigenart der modernen Großindustrie ist

die Tatsache, daß sie sich die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen dienstbar macht und sogar für eigene Bedürfnisse neue Wissenschaften entstehen läßt.

Dabei geht die Wissenschaft keineswegs in der Industrie unter oder verliert irgend etwas von ihrer selbständigen Bedeutung. Im Gegenteil, die moderne Industrie und ihre Probleme wirken anregend und befruchtend auf die Wissenschaft als solche.

Auch die Geologie wurde von diesem Sog der gesellschaftlichen Entwicklung ergriffen. Einerseits vertiefte sie sich und spaltete sich in Spezialdisziplinen auf, andererseits wurden die Erkenntnisse dieser Wissenschaften immer produktionswirksamer, zumal die Dienstbarmachung der Natur, ihrer Kräfte und Schätze in ungeahntem Umfang industrielle Ausmaße angenommen hatte. Bereits 1923 konnte C.K. LEITH mit vollem Recht feststellen, daß die Geologie als Ganzes in irgendeiner Weise praktisch wirksam geworden war.

Die Geologie war für eine solche Entwicklung besonders empfänglich und "anfällig", weil sie auch als Naturwissenschaft nie ihre enge Verbindung zum Bergbau verlor. (Die Blütezeit mancher montanistischen Hochschule und ihr Welt-ruhm entstanden nicht zuletzt dank dieser engen Beziehungen.)

Die geognostische Wurzel unserer Wissenschaft brachte sich immer wieder in Erinnerung und begünstigte die erwähnte Entwicklung. Keineswegs haben alle geologischen Disziplinen in gleich intensiver Weise an dieser Entwicklung teilgenommen, obwohl die dafür entstandene Bezeichnung "angewandte Geologie" dies vermuten lassen könnte.

Diese Bezeichnung bezog sich jedoch vornehmlich auf die Lagerstättengeologie und in geringerem Maße auf Hydro-, Ingenieurgeologie u.a. Es ist nicht zufällig, daß der von den Gründern der Zeitschrift "Economic Geology" (am 16.5. 1905) zuerst beschlossene Titel zunächst "The Journal of Applied Geology" war (A. BATEMAN 1955).

"Applied" geology entspricht der deutschen Bezeichnung angewandte oder praktische Geologie und schließt nicht nur die Ingenieur- und Hydrogeologie, sondern auch jede andere mögliche Anwendung irgendeines geologischen Wissenszweiges in der menschlichen Praxis ein.

Offensichtlich ließen sich die Begründer der Zeitschrift - eine ganze Plejade weltbekannter Namen - von diesem Umstand und ihrer besonderen Absicht leiten, eine Zeitschrift für die wissenschaftliche Lagerstättengeologie¹⁾ zu schaffen, wenn sie in der folgenden Sitzung den Titel der zukünftigen Zeitschrift mit "Economic Geology" festlegten.

Dieser feine Unterschied ist lange Zeit den Verfassern von Monographien über Ökonomische Geologie nicht bewußt geworden, wenn sie ihr Thema mit der angewandten Geologie identifizierten. Doch selbst innerhalb der so verstandenen ökonomischen Geologie nimmt seit Jahrzehnten die Suche und Erkundung von Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe und ihre geologische Vorbereitung für eine Nutzung einen so überragenden Platz ein, daß A.M. BATEMAN (1951) neben die übliche Definition der economic geology eine andere stellte:

"Die Ökonomische Geologie behandelt die Stoffe aus dem Reich der Minerale, die der Erde von den Menschen für die Bedürfnisse ihres Lebens und ihrer Behaglichkeit entzogen werden."

Er wies zugleich darauf hin, daß die Zukunft der Grundstoffindustrie - einer der Grundlagen jeder nationalen Wirtschaft - weitgehend von der kontinuierlichen Versorgung mit bauwürdigen Lagerstätten abhängt und daß dies die Hauptfunktion der Ökonomischen Geologie ist. Diese Aufgabe ist immer schwieriger zu lösen, weil sich die Lagerstättenuche - wie BATEMAN durchaus richtig hervorhob - von unverkennbaren Lagerstättenausbissen immer häufiger

1) In einem Werbeschreiben vom 25.5.1905 für die neue Zeitschrift wird völlig eindeutig von "Erzlagertstätten und anderen Rohstoffquellen" als Hauptthema der Zeitschrift gesprochen (A. BATEMAN 1955).

auf weniger augenfällige, in der Regel von anderen Schichten überdeckte Lagerstätten orientieren muß:

"Jeder Zweig der Geologie", schrieb er, "muß für dieses Ziel eingesetzt werden. Dies verspricht die wichtigste Arbeit des ökonomischen Geologen zu werden."

Doch wenn dies so ist - und das dürfte kaum bestritten werden -, ist offensichtlich die Zeit gekommen, den Begriff economic geology exakter zu fassen und die ökonomische Geologie insbesondere vom allgemeineren Begriff der angewandten Geologie zu unterscheiden.

Die bisher in dieser Richtung vorliegenden Versuche können leider nicht befriedigen. Heinrich RIES (1937) u. a. machten aus der ökonomischen Geologie entweder eine Lagerstättenkunde oder beschränkten sie auf eine Übersicht über die Verteilung und die Erscheinungsformen der Lagerstättenvorräte in der Welt. Das ist unrichtig, weil in diesem Aspekt die Geologie durch die Mineralrohstoffe bzw. ihre Vorräte ersetzt wird.

E.R. LILLEY (1936) wies mit vollem Recht darauf hin, daß die ökonomische Geologie nicht nur im Studium der Formationen sowie der physikalischen und chemischen Besonderheiten der Minerallagerstätten besteht.

"Diese Einzelheiten sind von allergrößter Bedeutung, sie dürfen jedoch nicht in solchem Maße überbetont werden, daß die Studenten die Tatsache nicht erkennen können, daß der ökonomische Geologe und der Bergingenieur verpflichtet sind, Mineralrohstoffe zu entdecken, zu erkunden und abzubauen, die im Wettbewerb mit den Produkten aus anderen Gruben verkauft werden sollen."

Die Entwicklung in den letzten Jahrzehnten hat dazu geführt, daß die Suche und Erkundung von Lagerstätten aus einer wichtigen zur dominierenden Aufgabe der ökonomischen Geologie wurde und gegenwärtig sogar Ausschließlichkeitsansprüche erheben kann.

Die ökonomische Geologie unterscheidet sich offensichtlich von allen übrigen Formen der angewandten Geologie dadurch, daß sie unmittelbar dazu beiträgt, Teile der

Erde, d.h. Mineralrohstoffe, für die Wirtschaft zu nutzen. Ihre Tätigkeit ist ein Teil der Arbeitsvorbereitung des Bergbaus. Ihre Arbeitsergebnisse sind wesentliche Arbeitsvoraussetzungen für diesen.

Arbeitsgegenstand der Ökonomischen Geologie ist die Lagerstätte als natürliche Grundlage für Industrie und Wirtschaft. Die Ökonomische Geologie ist in diesem Sinne ein selbständiger¹⁾ Zweig der Geologie, der sich mit der Theorie und Praxis der Suche und Erkundung von Lagerstätten ökonomisch nutzbarer mineralischer Rohstoffe beschäftigt.

Mit der Konstituierung der Ökonomischen Geologie zu einem selbständigen Zweig der Geologie setzte die Eigenentwicklung dieser Wissenschaft ein. Sie wurde geprägt von zwei Faktoren, der ungewöhnlichen technisch-wissenschaftlichen Bereicherung unserer Untersuchungsverfahren und dem gigantischen Wachstum der bergbautreibenden Industrie und ihrer Betriebe. Durch ungleichmäßigen Einfluß dieser Faktoren, durch Überbetonungen des einen oder anderen entstanden Verschiebungen der Proportionen und häufig Einseitigkeit in der Betrachtungsweise. Beispiele dafür ließen sich nicht wenige anführen; wir beschränken uns hier auf zwei repräsentative: auf die Entwicklung der amerikanischen Zeitschrift "Economic Geology" und auf die bisher einzige Monographie in russischer Sprache "Fragen der Ökonomischen Geologie" (1963) von B.S. LEWONIK.

Beginnen wir mit der "Economic Geology".

Am 25. Mai 1905 bestimmten die Gründer der Zeitschrift deren Platz unter den geologischen und montanistischen Zeitschriften wie folgt:

"Dies wird ein rein wissenschaftliches Veröffentlichungsorgan sein, dessen Platz weder durch die technischen Montanzeitschriften einerseits noch durch die geologischen Zeitschriften andererseits besetzt ist" (A. BATEMAN 1955).

1) "Gegenwärtig ist die Ökonomische Geologie ein besonderer Zweig der Geologie, so wie die Mineralogie, Petrologie, Paläontologie und Stratigraphie, die Strukturgeologie, die Physiographie oder Geomorphologie" (A.M. BATEMAN 1951).

Die Zeitschrift sollte zu einem unschätzbaren Informationsmittel für alle ökonomischen Geologen und Bergingenieure werden, "die als Klasse mit wachem Interesse den Einfluß geologischer Probleme auf ihren Beruf verfolgen" (A. BATEMAN 1955). Das war natürlich nur möglich, wenn die Lagerstätten als Rohstoffquellen theoretisch beschrieben und diskutiert wurden, womit sich bis dahin keine der vorhandenen Zeitschriften beschäftigte.

Dieser Aufgabe, der Beschreibung und Diskussion geologischer Lagerstättenprobleme, hat sich die "Economic Geology" mit Intensität und bemerkenswertem Erfolg in den vergangenen 60 Jahren angenommen, so sehr, daß das ökonomische Moment und das bei ihrer Gründung gegebene Versprechen fast vergessen wurde.

Diese einseitige Entwicklung der "Economic Geology" stieß zunächst auf keinen Widerspruch. Mehr noch, sie wurde für die Mehrzahl der Gelehrten und Forscher zu einem Programm, das zum Schaden der ökonomischen Geologie auf Lehre und Praxis übertragen wurde. Wie weit diese Entwicklung inzwischen gediehen ist, zeigt die Tatsache, daß Peter T. FLAWN (1965) auf den Seiten der "Economic Geology" die Frage stellen konnte: "Who took the 'economic' out of economic geology?"

Schon diese Frage ist erstaunlich, weil sie im klassischen Land der ökonomischen Geologie und in der führenden Zeitschrift der ökonomischen Geologen gestellt wurde. Noch erstaunlicher sind die mitgeteilten Auswirkungen der Verschiebung jener traditionellen Proportionen, die seit jeher die ökonomische Geologie auszeichnen:

"Die meisten geologischen Fakultäten an den Universitäten der USA haben sich von den Problemen der mineralischen Reserven abgewandt und dieses Feld zur Teilung den Ingenieuren und Wirtschaftlern überlassen. Und wenn, wie einige behaupten, die Geologie in die Rolle einer zwar farbigen, jedoch relativ unbedeutenden Feldwissenschaft gezwängt wurde, so ist das vor allem dadurch verursacht worden, daß wir der ökonomischen Anwendung unserer Wissenschaft den Rücken zugewandt haben."

FLAWN vergleicht einen Geologieabsolventen amerikanischer Universitäten, wenn er die Berechnung oder Einschätzung einer Lagerstätte vornehmen soll, mit einem auf das Trockene geworfenen Fisch. "Und ich wage zu sagen, daß ein "Fisch" mit dem Doktorgrad - selbst für Ökonomische Geologie - nicht viel besser gewappnet ist als einer mit einem bescheideneren Titel."

"Der Absolvent der Fachrichtung Ökonomische Geologie kennt wahrscheinlich die Bedeutung der verschiedenen Schwefelisotopen, er weiß sicher eine Menge über den Chemismus erzbildender Fluide, und er zitiert mit Leichtigkeit die Argumente, die mehr auf eine epigenetisch denn syngenetische Lagerstätte hinweisen. Tatsächlich ist er jedoch ein seltener Vogel, wenn er irgend etwas über die Ökonomiken der mineralischen Rohstoffindustrie weiß. Die Wahrheit ist vielmehr, daß Geologen - die in der Bewertungsarbeit beschäftigt sind - weitgehend Autodidakten sind."

Völlig richtig formuliert FLAWN das vom Ökonomischen Geologen (unabhängig von der sozialen Struktur eines Landes) zu lösende Hauptproblem: Er muß vor allem auf die Frage antworten, ob die betreffende Lagerstätte mit minimalen Investitionen und einem Minimum an Betriebskosten eine nationale Bedarfsücke ganz oder teilweise schließen kann. Das ist nur möglich, wenn alle Einfluß nehmenden Faktoren berücksichtigt werden, insbesondere auch die geologisch-ökonomischen.

Ökonomische Geologie erfordert folglich zwangsläufig auch die Untersuchung und Beachtung des "Ökonomischen".

Die andere Abweichung von der Ökonomischen Geologie führt zu ihrer Einengung und Beschränkung auf betriebswirtschaftliche und gewisse geologisch-ökonomische Teilaufgaben der Erkundung. B.S. LEWONIK (1963) formulierte z.B. als spezifische Besonderheit der Ökonomischen Geologie:

- a) "Die Umwandlung der geologischen Vorräte in industrielle",
- b) "die Bestimmung des relativen Fehlers (Genauigkeit) der Klassen in der bestehenden Vorratsklassifikation",
- c) "die Ermittlung von Kennziffern für die Effektivität der Such- und Erkundungsarbeiten",

- d) "die Ausarbeitung von Konditionen für den mineralischen Rohstoff",
- e) "die Bestimmung des Ökonomischen Nutzeffekts beim Abbau einer Lagerstätte".

Eine solche enge Auffassung der Ökonomischen Geologie verwandelt diese Wissenschaft in eine Betriebswirtschaft der Erkundung plus geologisch-ökonomische Bewertung der aufgefundenen Lagerstätten, d.h. beschränkt sie auf gewisse ökonomische Beziehungen und Aufgaben, erfaßt jedoch nicht ihren Kern.

Es ist unrichtig, die Ökonomische Geologie auf das ökonomische Moment zu beschränken; denn Ökonomische Geologie ist vor allem eine geologische Wissenschaft, die sich bewußt ist, daß sie eine ökonomische, volkswirtschaftlich äußerst wichtige Aufgabe hat.

Aufgabe der Ökonomischen Geologie ist, natürliche mineralische Rohstoffe in der Erde nachzuweisen, die nach ihren Eigenschaften und den bei ihrer Nutzung entstehenden Kosten einen vorhandenen Bedarf der Wirtschaft ganz oder teilweise decken können.

Diese Aufgabe löst sie auf zwei Arbeitsgebieten: der geologischen Suche und Erkundung sowie z.T. der Grubengeologie (mining geology). Auf beiden Gebieten ist ihr Ziel, Arbeitsvoraussetzungen für den Bergbau zu schaffen.

Die geologische Suche und Erkundung ist folglich der Hauptbestandteil der Ökonomischen Geologie. In der geologischen Suche und Erkundung sind geologische und ökonomische Erkenntnisse und Methoden aufs engste miteinander verwachsen:

1. Jede Beobachtung, jedes Erkundungsergebnis, jeder geologische Tatbestand werden geologisch-ökonomisch analysiert und eingeschätzt, ob sie für oder gegen eine industrielle Nutzungsmöglichkeit der sich andeutenden oder bereits nachgewiesenen Lagerstätte sprechen.
2. Der erforderliche Aufwand für die Suche und Erkundung wird mit dem zu erwartenden Ergebnis verglichen und

entschieden, ob er ökonomisch zu vertreten ist, d. h. die Erkundung rechtfertigt.

In der geologischen Erkundung sind Ökonomie und Geologie untrennbar zu einer Einheit verbunden. Wird die geologische Suche und Erkundung umfassend verstanden, d. h., werden ihre wissenschaftliche Vorbereitung (Prognose) als auch die geologisch-ökonomische Bewertung der erkundeten Lagerstätte einbezogen, wird sie zu einem Synonym für ökonomische Geologie.

1.2. Das Wesen der geologischen Erkundung und ihr Platz in der Gesellschaft

In jüngster Vergangenheit wurden wiederholt das Wesen der geologischen Erkundung und ihre Stellung in der Gesellschaft bzw. in der Volkswirtschaft diskutiert. Dabei konzentrierte sich die Aufmerksamkeit auf zwei grundlegende Fragen:

Ist die geologische Erkundung (ökonomische Geologie) eine selbständige Wissenschaft?

Ist die geologische Erkundung (als Tätigkeit) ein Bestandteil der materiellen Produktion der Gesellschaft?

Dieser etwas akademisch anmutende Meinungsstreit hat große praktische Bedeutung, weil sich daraus wichtige Entscheidungen sowohl für die Ausbildung an den geologischen Fakultäten der Hochschulen als auch Veränderungen in den Leitungsformen der praktischen Erkundungsarbeit herleiten.

Was ist eine Wissenschaft? Es zeigt sich, daß über die Definition der Wissenschaft gegenwärtig noch beträchtliche Meinungsverschiedenheiten unter den Gelehrten bestehen. Im allgemeinen dürfte von ihrer Mehrheit anerkannt werden, daß darunter die systematische Zusammenfassung und Verallgemeinerung gesicherter Tatsachen, ermittelter und durch die Praxis überprüfter Gesetze sowie auf der Grundlage von Tatsachen entwickelter Hypothesen (die mit der weiteren

Entwicklung der Wissenschaft bestätigt oder verworfen werden) sowie die für das jeweilige Arbeitsgebiet entwickelten spezifischen Arbeitsmethoden verstanden werden können.

Wenn darüber Einigkeit erzielt wurde, ist es erfahrungsgemäß sinnvoll, sich über den Unterschied der sogen. "reinen" und "angewandten" Wissenschaften klarzuwerden.

Man kann E.G. EDWARDS (1962) sicher zustimmen, wenn er den Standpunkt vertritt, daß es zwar keinerlei scharfe Trennungslinien gibt und geben darf, die jeweilige Tätigkeit dennoch vom Wissenschaftler eine andere Anschauungsweise und andere Einstellung erfordert.

Er zitiert in diesem Zusammenhang BACONS "Neue Atlantis", in der der große englische Philosoph Wissenschaftler vorausahnte, die "darauf sinnen, aus den Experimenten ihrer Kollegen Dinge zu entnehmen, die praktisch sind und den Menschen nützen, und Wissen sowohl für die Anwendung als auch, um Ursachen aufzuzeigen".

Wissenschaften entstehen und wachsen auf dem Boden der gesellschaftlichen Bedürfnisse. Sie verändern sich mit der gesellschaftlichen Entwicklung, differenzieren sich und zweigen Spezialdisziplinen ab, die oft einen stürmischen und kraftvollen Wachstumsprozeß durchmachen. Die geologischen Wissenschaften sind in dieser Hinsicht keine Ausnahme. Einer der Altmeister der geologischen Wissenschaft in der UdSSR, Akademienmitglied D.I. SCHTSCHERBAKOW (1964) stellte erst jüngst fest:

"Vor allem muß ein sehr charakteristischer Zug in der gegenwärtigen Entwicklung des Wissens hervorgehoben werden: die plötzliche und schnelle Differenzierung der Wissenschaften. Einzelne Wissenszweige wachsen häufig in selbständige Disziplinen hinüber, wobei nicht selten der Hauptstamm, von dem sich die verschiedenen Richtungen abzweigen, verblaßt und sich im Wachstum der neuen Zweige verliert."

Es kann nur von Nutzen sein, wenn die geologische Erkundung (Ökonomische Geologie) als ein solcher kräftiger "Zweig" am Stamm der Geologie erkannt wird.

Mit der kolossalen Ausweitung des Bergbaus im 19. und 20. Jahrhundert und der Entstehung von Montangroßbetrieben wurde es notwendig, für sie ausreichend gesicherte Rohstoffgrundlagen zu schaffen. Das war nur durch den Einsatz wissenschaftlicher, vor allem geologischer Kenntnisse und spezieller Verfahren möglich, sowie durch die organisatorische Loslösung dieser Tätigkeit vom eigentlichen Bergbau und die allmähliche Entwicklung der vorhandenen Kenntnisse und Arbeitsmethoden zu einer selbständigen Wissenschaft.

Nur über den Weg dieser Verselbständigung konnte die "Geologie" als Naturwissenschaft für die Industrie umfassend nutzbar und anwendbar werden. Dabei nahm sie, eine typische Naturwissenschaft, immer mehr Züge einer technologischen Wissenschaft an; denn in gleichem Maße, wie wir - nach einer Bemerkung von E.G. EDWARDS - "von der bloßen Wißbegierde zur Anwendung übergehen, muß unsere Tätigkeit unvermeidlich immer mehr von der Rücksichtnahme auf menschliche und soziale Notwendigkeiten, auf Wünsche und Beweggründe bestimmt werden".

Manche Geologen sehen in einer solchen Entwicklung eine unerwünschte Entartung ihrer Wissenschaft und in der Bezeichnung Ingenieur eine abwertende Einschätzung ihres Könnens und Wissens. Die 1954 von den Ingenieurgesellschaften Westeuropas und der USA vereinbarte Definition des Ingenieurs gibt für solche Einsprüche offenbar keinen Anlaß:

"Ein Ingenieur ist durch seine Grundausbildung befähigt, wissenschaftliche Methoden und Ansichten bei der Analyse und Lösung technischer Probleme anzuwenden. Er ist imstande, die persönliche Verantwortung für die Entwicklung und die Anwendung der Ingenieurwissenschaft und des technischen Wissens zu übernehmen, insbesondere in der Forschung, der Konstruktion, beim Bau, in der Fabrikation; bei der Überwachung, Leitung und Ausbildung des Maschinenarbeiters."

E.G. EDWARDS ist der Meinung, daß eine ähnliche Definition mit geringfügigen Änderungen auch für Physiker, Bio-

logen u.a. in der Industrie beschäftigte Naturwissenschaftler zutrifft.

Wenn Ökonomische Geologie wissenschaftlich fundiert betrieben wird und gegen ihren wissenschaftlichen Charakter keine stichhaltigen Einwände erhoben werden können, bleibt noch die Frage, ob sie eine selbständige Wissenschaft ist, die ihren eigenen, von keiner anderen Wissenschaft bearbeiteten Gegenstand besitzt.

Eine gewisse Verwirrung hat in dieser Hinsicht W.M. KREJTER (1962) geschaffen, als er zur Begründung der Selbständigkeit der geologischen Erkundung als Wissenschaft darauf hinwies, daß sie ihren eigenen Gegenstand (Untersuchungsobjekt), spezifische Methoden und die Möglichkeit der wissenschaftlichen Prognose besitzt, und dabei als ihren Gegenstand die "industriellen Lagerstättentypen mineralischer Rohstoffe" bezeichnete. Daraus ergaben sich für die Lagerstättenlehre und die geologische Erkundung gleiche Wissenschaftsgegenstände - die Lagerstätten.

KREJTER versuchte, diese Tatsache dadurch abzuschwächen, daß er - nach W.I. SMIRNOW - den Begriff der industriellen Lagerstätte dem genetischen Lagerstättenbegriff gegenüberstellte. Er bemerkte jedoch nicht, daß er Wissenschaftsgegenstand und Bearbeitungsobjekt (Arbeitsgegenstand) nicht unterschieden hatte; denn während für die Lagerstättenlehre zweifellos die Lagerstätte der Gegenstand wissenschaftlicher Betrachtungen ist, trifft das für die Lehre vom Aufsuchen und Erkunden nicht zu. Für sie ist wissenschaftlicher Gegenstand die Suche und Erkundung, d.h. der Erkundungsprozeß selbst. Arbeitsgegenstand ist für beide die Lagerstätte wie - als Analogie - der menschliche Organismus Arbeitsgegenstand sowohl der Chirurgie als der Therapie ist.

Daraus ergibt sich völlig eindeutig das Verhältnis der Erkundung zur Lagerstättenlehre und zu anderen geologischen Wissenschaften. Sie sind geologische Grundlagenwissenschaften für den Erkunder; er muß ihre Ergebnisse

und Erkenntnisse für seine Tätigkeit - die Suche und Erkundung - nutzen, ebenso wie er wissenschaftliche Ergebnisse anderer, nichtgeologischer Wissenschaften nutzen muß. Diese Beziehungen zu den geologischen Grundlagen und ihre Arbeit selbst machen die Erkundung zu einer geologischen Disziplin. Ihre Besonderheit wird dagegen durch den ökonomischen Charakter der geologischen Erkundung hervorgehoben. Keine andere geologische Disziplin besitzt auch nur einen annähernd so ausgeprägten geologisch-ökonomischen Charakter, erfordert in so starkem Maße die Einbeziehung ökonomischer und technischer Probleme in den Kreis der Untersuchungen.

Die Selbständigkeit der geologischen Erkundung wird weiter durch ihre vielfältigen und spezifischen Arbeitsmethoden betont, die sie von anderen geologischen Disziplinen unterscheidet.

Es kann zusammengefaßt werden:

Aus der geologischen Erkundung im weiteren Sinne, d.h. einschließlich Sucharbeiten, industrieller Einschätzung und ökonomischer Bewertung der Lagerstätten, ist in den letzten Jahrzehnten eine eigene Wissenschaft hervorgegangen, die sich dadurch auszeichnet, daß sie im Unterschied zur allgemeinen Geologie konkrete Aufgaben der Volkswirtschaft löst und geologisch-ökonomischen Charakter besitzt.

Wenn die Suche und Erkundung eine selbständige Wissenschaft ist, wenn außerdem ihre große volkswirtschaftliche Bedeutung anerkannt wird, ergibt sich zwangsläufig die Forderung, sie auf den Hochschulen zu lehren, ihre Methoden durch spezielle Forschungen zu vervollkommen, ihre Effektivität durch Auswertung der neuesten Ergebnisse von Wissenschaft und Technik und eine wohldurchdachte Organisation zu erhöhen.

Gehört die geologische Erkundung zur materiellen Produktion der Gesellschaft? Diese Frage ist keineswegs von Gelehrten im Elfenbeinturm der Wissenschaft gestellt worden,

wie manche glauben mögen, sondern von den Praktikern; denn wenn die geologische Erkundung nicht zur materiellen Produktion gehört, muß sie wie eine Forschungsarbeit finanziert und abgerechnet werden, ergeben sich völlig andere Kennziffern für ihren Nutzeffekt.

Geschichtlich ist die geologische Erkundung aus der Geognosie hervorgegangen. Der wachsende Rohstoffbedarf der modernen Wirtschaft, die Entwicklung des Bergbaus zur Großindustrie, die wachsend komplizierteren Bedingungen des Bergbaus und die erforderliche Sicherheit durch eine ausreichende Rohstoffbasis haben dazu geführt, daß sich die Lagerstättenuche und -erkundung, einem traditionellen Zubehör zum Bergbau, verselbständigte und in unseren Tagen industriell durchgeführt wird.

Die geologische Erkundung als Wissenschaft und Tätigkeit ist ein Kind der modernen Entwicklung des Bergbaus. Im Unterschied zu allen übrigen geologischen Disziplinen ist sie losgelöst vom Bergbau nicht denkbar. Sie ist seine Vorstufe, eine Arbeitsvorbereitung für ihn. Sie ortet sein zukünftiges Arbeitsobjekt (die Lagerstätte) und liefert jene Angaben, die zur zweckmäßigsten Errichtung des Grubengebäudes, der Struktur des Bergbaubetriebes unerläßlich sind und die optimale Nutzung der Lagerstätte möglich machen.

Aber - wird eingewendet - ist materielle Produktion nicht gleichbedeutend mit der Herstellung materieller Güter? Wie kann die geologische Erkundung zur materiellen Produktion gehören, wenn sie keine Güter erzeugt, sondern lediglich Informationen für einen Produktionsprozeß und Industriezweig, den Bergbau, liefert?

Die Industrie ist einerseits das Ergebnis der technischen Entwicklung der Produktivkräfte und andererseits der gesellschaftlichen Arbeitsteilung. K. MARX unterschied bekanntlich drei Arten wechselseitig verboundener und bedingter Arbeit, d. h. Formen der Arbeitsteilung: 1. innerhalb der Gesellschaft (Ackerbau, Industrie, Transport u. a.),

die allgemeine Arbeitsteilung; 2. innerhalb des Wirtschaftszweiges, die besondere Arbeitsteilung, und 3. innerhalb eines Betriebes, die einzelne Arbeitsteilung.

"Die Teilung der Arbeit ist ein naturwüchsiger Produktionsorganismus, dessen Fäden hinter dem Rücken der Warenproduzenten gewebt wurden und sich fortweben Gestern noch eine Funktion unter den vielen Funktionen eines und desselben Warenproduzenten, reißt sich eine besondere Arbeitsverrichtung heute vielleicht los von diesem Zusammenhang, verselbständigt sich und schickt eben deswegen ihr Teilprodukt als selbständige Ware zu Markt" (K. MARX, "Das Kapital", I).

Die besonders in neuerer Zeit spürbare Tendenz dieser Entwicklung besteht darin, daß nicht nur die Produktion jedes einzelnen Produkts in einen besonderen Industriezweig verlagert wird, sondern sogar Teile und Teiloperationen zur Herstellung des Produkts. Auf gleiche Weise hat sich auch die Suche und Erkundung als unerläßliche Vorstufe des Bergbaus verselbständigt und industrielle Formen angenommen.

Aber - wird weiter eingewendet - geht bei einer solchen Betrachtungsweise nicht der wesentliche Gesichtspunkt verloren, daß geologische Erkundung doch vor allem geistige Arbeit ist? Kann geistige Arbeit zur materiellen Produktion gerechnet werden? Es stiftet - wie die Erfahrung zeigt - nur Verwirrung, wenn die Naturwissenschaften, die technischen und technologischen Wissenschaften im Hinblick auf ihre Zugehörigkeit oder Nichtzugehörigkeit zu den Produktivkräften der Gesellschaft nicht von den sogen. Gesellschaftswissenschaften, den juristischen, philosophischen u.a. Wissenschaften unterschieden werden.

Arbeit ist Gebrauch der Arbeitskraft, ist Handlung von Kopf und Hand. Die Produktivkraft der Arbeit wird u.a. durch die "Entwicklungsstufe der Wissenschaft und ihre technologische Anwendbarkeit bestimmt" (K. MARX, "Das Kapital", I). Es heißt den Begriff der produktiven Arbeit und der materiellen Produktion einengen, wenn die im Produktionsprozeß verbrauchte geistige Arbeit als nicht zur materiellen Produktion gehörig betrachtet wird.

"Mit der Entwicklung der spezifisch kapitalistischen Produktionsweise, wo viele Arbeiter an der Produktion derselben Ware zusammenarbeiten, muß natürlich das Verhältnis, worin ihre Arbeit unmittelbar zum Gegenstand der Produktion steht, sehr verschieden sein. Zum Beispiel die früher erwähnten Handlanger in einer Fabrik haben nichts direkt mit der Bearbeitung des Rohstoffs zu tun. Die Arbeiter, die die Aufseher der direkt mit dieser Bearbeitung zu tun Habenden bilden, stehn einen Schritt weiter ab; der Ingenieur hat wieder ein andres Verhältnis und arbeitet hauptsächlich nur mit seinem Kopf etc. Aber das Ganze dieser Arbeiter, die Arbeitsvermögen von verschiedenem Werte besitzen (obgleich die angewandte Masse ziemlich die gleiche Höhe behauptet), produziert das Resultat, das sich - das Resultat des bloßen Arbeitsprozesses betrachtet - in Ware oder einem materiellen Produkt ausspricht."1)

Völlig eindeutig hat MARX anschließend die Zusammengehörigkeit aller Beteiligten an einem Produktionsprozeß hervorgehoben:

"Es ist ja eben das eigentümliche der kapitalistischen Produktionsweise, die verschiedenen Arbeiten, also auch die Kopf- und Handarbeiten - oder die Arbeiten, in denen die eine oder die andre Seite vorwiegt - , zu trennen und an verschiedene Personen zu verteilen, was jedoch nicht hindert, daß das materielle Produkt das gemeinsame Produkt dieser Personen ist oder ihr gemeinsames Produkt in materiellem Reichtum vergegenständlicht; was andererseits ebensowenig hindert oder gar nichts daran ändert, daß das Verhältnis jeder einzelnen dieser Personen das des Lohnarbeiters zum Kapital und in diesem eminenten Sinn das des produktiven Arbeiters ist. Alle diese Personen sind nicht nur unmittelbar in der Produktion von materiellem Reichtum beschäftigt, sondern sie tauschen die Arbeit unmittelbar gegen das Geld als Kapital aus und reproduzieren daher unmittelbar außer ihrem Salär einen Mehrwert für den Kapitalisten."2)

Wenn dieser Gesichtspunkt nicht akzeptiert wird, muß der gegenwärtig zu beobachtende Trend in der Entwicklung der Industrie ökonomisch unverstündlich bleiben.

1) K. MARX, Theorien über den Mehrwert, Teil I

2) K. MARX, Theorien über den Mehrwert, Teil I

J.D. BERNAL (1962) faßte diese Entwicklung während des Internationalen Symposiums über Hochschulbildung (September 1962) folgendermaßen zusammen:

"Die quantitativen Veränderungen, die die wissenschaftlich-technische Revolution nach sich zieht, werden zweifellos dazu führen, daß immer mehr Menschen auf wissenschaftlich-technischem Gebiet tätig sind, und zwar in dem Sinne, daß sie ihre Zeit der Vorbereitung der Zukunft statt der gegenwärtigen Produktion widmen. In einigen Industriezweigen sind die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen schon größer als die Produktionsabteilungen. In den USA ist die Zahl der "weißen Kittel" größer als die Zahl der Produktionsarbeiter. Diese Tendenz wird sich verstärkt durchsetzen. Wir müssen damit rechnen, daß ein immer größerer Prozentsatz - angefangen von gegenwärtig etwa 1 % über 5 % in 20 Jahren bis zu etwa einem Viertel der Bevölkerung - mit der Vorbereitung der Zukunft, d.h. mit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, und ein weiteres Viertel mit der Ausbildung beschäftigt sein werden."

Es kann nur verwirren, wenn der unbestreitbare Forschungs- oder Untersuchungscharakter jeder geologischen Erkundungsarbeit mit ihrem ökonomischen Inhalt verwechselt wird, der darin besteht, daß die geologische Erkundung als vornehmlich geistige Arbeit eine Produktionsvoraussetzung und -vorbereitung des Bergbaus (im weitesten Sinne) ist. Es ist deshalb sinnvoll, für Erkundungsarbeiten nicht den verschwommenen - weil zu abstrakten - Begriff der Untersuchungsarbeiten zu verwenden; denn dabei wird tatsächliche "immatrielle Produktion" auf geologischem Gebiet mit jener zusammengefaßt, die als ökonomische Geologie unmittelbar am Gesamtprozeß der Erzeugung materieller Güter beteiligt ist.

2. Die geologische Erkundung (ökonomische Geologie)

Die geologische Erkundung umfaßt alle jene Arbeiten, die unmittelbar dem Auffinden einer Lagerstätte und ihrer Vorbereitung für eine industrielle Nutzung dienen. Dazu gehören:

- a) die sogen. prognostische Einschätzung eines Gebietes,
- b) die Lagerstättensuche im höffigen Teile dieses Gebiets,
- c) die systematische geologische Erkundung jener Lagerstätten (von den insgesamt entdeckten), die geologisch-ökonomisch die besten Voraussetzungen für eine industrielle Nutzung besitzen.

Bei der Durchführung dieser Arbeiten zeichnen sich gewisse, in sich relativ abgeschlossene Arbeitsprozesse ab, für die allgemeingültige Methoden und Regeln vorliegen: Das sind die Bemusterung, die Vorratsberechnung, die Begründung der sogen. Konditionen für die Lagerstätte, ihre geologisch-ökonomische Bewertung u. a.

Im zeitlichen Ablauf der geologischen Erkundung (Prognose, Suche, eigentliche Erkundung) wechseln die Probleme und Aufgaben und damit die Anforderungen, die in fachlicher Hinsicht an den Erkundungsgeologen gestellt werden. Das ist die Ursache dafür, daß die Suche und Erkundung zu selbständigen Fachrichtungen der Erkundung geworden sind und unter den Erkundungsgeologen eine Spezialisierung (Suche, Erkundung) stattgefunden hat.

Wir beschränken uns in dieser Arbeit vor allem auf die ökonomischen Probleme der geologischen Erkundung, auf jene ökonomischen Grundfragen, durch die sie erst zu einer geologisch-ökonomischen Wissenschaft, zur ökonomischen Geologie wird.

2.1. Die Veränderlichkeit der Erfolgsaussichten

Die Erfolgsaussichten für die Entdeckung bisher unbekannter Lagerstätten hängen stets von der Höflichkeit des ins Auge gefaßten Gebietes ab. Diese Aussichten sind für ein und dasselbe Gebiet nicht konstant. Ist es geologisch noch völlig unerforscht, sind dem subjektiven Optimismus des Erkunders fast keine Grenzen gesetzt. Sind die geologischen Verhältnisse des Gebiets wenigstens in den Grundzügen bekannt, kann meist auf allgemeine Faktoren geschlossen werden, die einen möglichen Erfolg begünstigen oder erschweren.

Wurde in dem betreffenden Gebiet schon eine Lagerstätte des gesuchten Typs entdeckt, kann erwartet werden, ähnliche andere noch zu finden. Wurden dort gar so viele Lagerstätten entdeckt, daß befürchtet werden muß, der natürliche Lagerstättenbestand sei bereits weitgehend erschöpft, wird jede neue Entdeckung sehr schwierig und oft unmöglich.

Es kann zusammenfassend formuliert werden, daß sich die Erfolgsaussichten für die Entdeckung neuer Lagerstätten in einem Gebiet in dem Maße verringern, wie dessen geologische Durchforschung zunimmt und bereits Lagerstätten entdeckt wurden.

Für ein und dasselbe Gebiet können im zeitlichen Ablauf folgende Situationen unterschieden werden:

- a) Bisher unbekannte Ausbisse von Erzkörpern werden noch unmittelbar im Gelände entdeckt. Das ist die große Zeit der Prospektoren alter Prägung, die ihre für die heutige Bergwirtschaft oft bedeutungsvollen Entdeckungen meist unter großen persönlichen Opfern, physischen Entbehrungen und Anstrengungen, ausgerüstet mit einem

mehr oder weniger großen Erfahrungsschatz, in der Regel jedoch ohne Einsatz wissenschaftlicher Kenntnisse machten.

- b) Lagerstätten unter geringer Überdeckung werden durch systematische geologische Kartierung im klassischen Sinne, durch die Untersuchung von Lesesteinen u.ä. entdeckt. Für diese Arbeit, die bereits größeren Aufwand erfordert, sind umfassende geologische Kenntnisse und kein geringes Können erforderlich. Der technisch-materielle Aufwand ist noch verhältnismäßig gering, Erfolge - vor allem in der ersten Zeit - nicht selten. Diese Situation war um die Jahrhundertwende typisch für die entwickelten europäischen Länder.
- c) Lagerstätten müssen vor allem - teils durch andere Schichten überdeckt, teils durch Nebengestein verdeckt - in größeren Tiefen (mehr als 150 - 200 Meter) entdeckt werden. Das ist eine sehr schwierige und risikoreiche Aufgabe, die neben großem technischem Aufwand den Einsatz modernster wissenschaftlicher Methoden erfordert.

In den meisten entwickelten Ländern sehen sich die Erkundungsgeologen fast ausnahmslos den zuletzt geschilderten Verhältnissen gegenübergestellt. Das höhere materielle Wagnis zwingt die Geologen und ihre Auftraggeber zu größter Umsicht bei allen zu treffenden Entscheidungen, zu sorgfältigster Vorbereitung der Arbeiten und ihrer wissenschaftlich ausreichenden Begründung.

2.2. Ein Axiom der geologischen Erkundung

Wenn anerkannt wird, daß die Aufgabe der Suche und Erkundung darin besteht, nutzbare Lagerstätten zu entdecken und für ihre bergmännische Nutzung vorzubereiten, ist der Erkundungsgeologe verpflichtet, diese Aufgabe mit aller

Konsequenz vorrangig zu lösen. Zur Erreichung dieses Zieles - und nicht zum allgemeinen stratigraphischen, petrographischen usw. Studium der durchhörten Schichten - werden die Arbeiten angesetzt und die Mittel bereitgestellt. Jede Beobachtung und jeder geologisch-mineralogische Tatbestand müssen geologisch-ökonomisch analysiert und nach dem - im Grunde ökonomischen - Kriterium eingeschätzt werden, ob sie für oder gegen eine erfolgreiche Lösung der gestellten Aufgabe sprechen, ob sie eine Fortsetzung der Arbeiten oder ihre Einstellung anraten.

Als ökonomische Geologie unterliegt die geologische Erkundung denselben ökonomischen Gesetzen wie die übrige Wirtschaft, gelten deren allgemeine ökonomische Kategorien (wie Selbstkosten, Arbeitsproduktivität, Nutzeffekt u. a.). Für die geologische Erkundung ist deshalb maximaler Nutzeffekt in kürzester Frist bei geringstmöglichem Aufwand ein ökonomisches Axiom, das die Forderung nach der maximal erreichbaren Arbeitsproduktivität für den Erkundungsprozeß als Ganzes ausdrückt. Die Arbeitsproduktivität wird neben anderen Faktoren auch durch die gegebenen Naturverhältnisse bestimmt, die in der geologischen Erkundung eine besonders große Rolle spielen.

Ein Axiom bedarf keines Beweises. Infolge gewisser, oft übersehener Besonderheiten der geologischen Erkundung sind jedoch einige Erläuterungen unerlässlich.

2.2.1 Die kürzeste Frist

Der Zeitfaktor wirkt sich in der geologischen Erkundung in zweifacher Hinsicht aus: direkt und indirekt. Direkt führt eine Verkürzung der Erkundungsfrist (bei Erfüllung der gestellten Aufgaben) zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität des Erkundungskollektivs und unterscheidet sich in dieser Hinsicht grundsätzlich nicht von der in anderen Industriezweigen. Indirekt führt die Verkürzung einer Erkundungsfrist zu einer zusätzlichen Erhöhung des Nutzeff-

fektes, weil die untersuchte Lagerstätte früher genutzt und damit die verausgabten Erkundungskosten früher amortisiert werden können.

Die angestrebte kürzeste Erkundungsfrist ist nur zu erreichen,

- a) wenn der für die Lösung der gestellten Aufgabe verausgabte Arbeitsumfang sowohl tatsächlich notwendig als auch ausreichend war;
- b) wenn durch entsprechende Arbeitsorganisation jene Arbeiten gleichzeitig durchgeführt wurden, die von den Ergebnissen anderer nicht beeinflusst werden bzw. abhängig sind;
- c) wenn der erteilte Erkundungsauftrag im Hinblick auf die zu klärenden Fragen umfassend war und exakt formuliert wurde.

Wesentlich für die Erreichung der kürzesten Erkundungsfrist ist eine sorgfältige Ausarbeitung des Erkundungsprojekts, in dem festgelegt wird, mit welchen Mitteln, auf welchem Wege und in welchem zeitlichen Ablauf das vorgegebene und angestrebte Ziel erreicht werden soll.

Notwendig und ausreichend ist für den bergmännischen Aufschluß jeder Lagerstätte stets ein ganz spezifischer Kenntnisstand. Das Projekt muß den hierfür benötigten materiellen und finanziellen Aufwand bestimmen, obwohl es in dieser Hinsicht sehr oft nicht mehr als eine allgemeine Direktive sein kann, die mit wachsendem Kenntnisstand bei der Realisierung des Projekts überprüft und präzisiert werden muß.

Die Verkürzung der Erkundungsfristen ist jedoch außerdem (d.h. zusätzlich) noch durch eine entsprechende Arbeitsorganisation möglich, die eine zeitliche Konzentration bzw. Zusammendrängung der erforderlichen Arbeiten zum Ziele hat. Dazu gehört z.B. der Grundsatz, möglichst viele Arbeiten, die voneinander unabhängig sind und unbedingt durchgeführt werden müssen, gleichzeitig in Angriff zu nehmen, z.B. Bohrungen, mit denen die flächenhafte

Verbreitung des Mineralkörpers festgestellt wird, mit Hilfe vieler Bohrgeräte in möglichst kurzer Frist niedersubringen; gleichzeitig Erkundung auf mehreren Sohlen zu treiben u.a.).

Ein anderer, oft verletzter Grundsatz besteht darin, die Bearbeitung bestimmter Teilergebnisse (z.B. die Dokumentation, Bemusterung usw. einer Bohrung oder Strecke) parallel mit der Durchführung dieser Arbeiten vorzunehmen; die Teilergebnisse ständig in der jeweiligen Gesamtsicht zu überprüfen (z.B. die Daten der einzelnen Bohrungen laufend - nicht erst nach ihrem Abschluß - in Arbeitsprofile einzutragen). Nur so ist es möglich, fast immer erforderliche Kontrollen der erhaltenen Ergebnisse ohne den sonst eintretenden lästigen Zeitverlust durchzuführen und die abschließende Beurteilung auf gesicherte Arbeitsergebnisse aufzubauen.

2.2.2. Der geringstmögliche Aufwand

Der benötigte Aufwand für die Lösung der gestellten Aufgaben hängt einerseits von der geforderten Genauigkeit und damit der Detailliertheit der Erkundung, andererseits von der Kompliziertheit des geologischen Objekts ab, von den Schwierigkeiten, die es der Untersuchung entgegenstellt.

Der gesamte Erkundungsaufwand setzt sich aus den Anteilen für geistige und materielle Arbeit zusammen. Kosteneffektiv ist insbesondere der materielle Anteil. Verständlich, daß sich die Praxis deshalb besonders auf diesen orientiert und anstrebt, den Umfang der technischen Erkundungsarbeiten (Bohrungen, bergmännischen Arbeiten, ohe-mischen Analysen u.a.) auf ein Minimum zu reduzieren, das jedoch zur Lösung der gestellten Aufgabe noch ausreicht.

Es wird oft übersehen, daß auf längere Sicht eine Erhöhung des geistigen Arbeitsanteils (d.h. des Umfangs und der Tiefe wissenschaftlicher Bearbeitungen) zu beträchtlichen Einsparungen bei den materiellen Aufwendungen und damit zu einer allgemeinen Kostensenkung führt.

Wie die praktische Erfahrung lehrt, ist es unmöglich, den zukünftigen Gesamtumfang des erforderlichen Aufwands im voraus exakt zu bestimmen. Die individuellen Besonderheiten jeder Lagerstätte ("Naturverhältnisse" bei K. MARX) machen es auch unmöglich, allgemein verbindliche Normsätze für die Höhe des erforderlichen Erkundungsaufwands festzulegen. Daraus resultieren entsprechende Schwierigkeiten bei der Beurteilung des tatsächlich entstandenen Aufwands. Es besteht die Gefahr, daß vom Erkundungsgeologen objektiv zuviel technische Arbeiten, durchaus überflüssige Erkundungsbohrungen, Schürfe usw. durchgeführt werden. Diese Gefahr steht im umgekehrten Verhältnis zur wissenschaftlichen Qualifikation des Erkundungsgeologen, weil er

- a) bei geringerer Qualifikation mehr Aufschlüsse und direkte Beobachtungen braucht, um überhaupt Schlußfolgerungen zu ziehen;
- b) bei geringerer Qualifikation seine Entscheidungen stets mit einem gewissen Gefühl der Unsicherheit fällen wird, das er durch - an sich überflüssige - zusätzliche Beweise zu beruhigen versucht.

Das führt zur sogen. "Übererkundung" einer Lagerstätte.

Unzureichende Qualifikation der Erkundungsgeologen verhindert nicht selten mögliche Einsparungen (gegenüber den projektierten Arbeiten), weil sich die Aktivität des Geologen in der formalen Projekterfüllung erschöpft, das Erkundungsprojekt als Dogma und nicht als Anleitung zum Handeln betrachtet wird.

2.2.3. Der maximale Nutzeffekt

Der Nutzeffekt geologischer Erkundungsarbeiten kann nur daran gemessen werden, wie gut und ausreichend der Bergbau mit der Information versorgt wird, die er für seine Entscheidungen zur Nutzung der Lagerstätte benötigt. Dazu gehören vor allem folgende Komplexe:

- a) die vorhandene Vorratsmenge und ihre Verteilung in der Lagerstätte;
- b) die Vorratsqualität, ihre Schwankungen und Veränderungen sowie deren räumliche Verteilung in der Lagerstätte und den Mineralkörpern;
- c) die Formen der Mineralkörper, ihre Lagerungsverhältnisse u.a.;
- d) die technologischen Besonderheiten des oder der Rohstoffe für ihre industrielle Verarbeitung;
- e) die natürlichen Verhältnisse in der Lagerstätte, die eine bergmännische Gewinnung erleichtern oder erschweren können.

Wenn mit der Zentralen Vorratskommission für mineralische Rohstoffe der DDR ein mineralischer Vorrat als natürliche Mineralkonzentration definiert wird, die gegenwärtig oder in absehbarer Zukunft volkswirtschaftlich genutzt werden kann und dadurch gekennzeichnet ist, daß sie einen bestimmten Umfang (Menge) und bestimmte Qualitäten (Gehalte, Mächtigkeit, Lagerung, hydrogeologische Verhältnisse u.a.) besitzt und zu ihrer Nutzung einen ökonomisch vertretbaren Aufwand verlangt, so umfaßt diese Definition des Vorrats so weitgehend die oben aufgezählten Komplexe, daß der im Sinne der ZVK verstandene Vorrat zum Maßstab des Nutzeffekts geologischer Erkundungsarbeiten gemacht werden kann.

Bei gleichen natürlichen Verhältnissen könnte mit Fug und Recht der gleiche Nutzeffekt, d.h. die gleiche Vorratsmenge für den gleichen Aufwand, erwartet werden. Weiter fortgesetzt, führt dieser Gedanke jedoch zu Trugschlüssen:

- a) Die Erkundung eines kleinen Vorrats ist relativ kostspieliger als die eines großen, d.h. einer großen Lagerstätte, selbst bei sonst gleichen Verhältnissen.
- b) Die Erkundung eines minderwertigen Vorrats (z.B. von Armerz) ist in der Regel genauso kostenaufwendig wie die eines Überdurchschnittlich guten (wenn sich diese Vorratssorten nicht in ihren Lagerungsbedingungen o.a. unterscheiden).

- c) Die Erkundung eines in seiner Qualität sehr absetzigen Rohstoffkörpers ist - bei sonst gleichen Verhältnissen - kostenaufwendiger als die eines homogenen oder homogenen Körpers.
- d) Die Erkundung der gleichen Vorratsmenge ist in einem einfach gebauten Rohstoffkörper billiger und einfacher als in einem nach Form und Bau komplizierten Körper. Usw.

Mit einem Wort: Der gleiche Arbeitsaufwand führt auch bei einwandfreier Erkundungsarbeit je nach den natürlichen Verhältnissen nicht nur zu verschiedenen Vorratsmengen, sondern auch zu unterschiedlich genauen und zuverlässigen Angaben über die Vorräte.

Der maximale Nutzeffekt kann deshalb nur in allgemeiner Form definiert werden. Es ist die maximal erreichbare Vorratsmenge (Vorräte im Sinne der ZVK), die mit dem betriebenen Aufwand und der geforderten Genauigkeit unter den gegebenen geologischen Verhältnissen erkundet werden könnte.

2.3. Drei Erkundungsgrundsätze

Trotz aller Vielfalt der Erkundungsaufgaben, der Erkundungsmethoden sowie ihrer Anwendung und Kombination können einige allgemeine Leitsätze der geologischen Erkundung formuliert werden:

- a) Die Erkundung muß mit geringstmöglichem Risiko betrieben werden.
- b) Die Erkundung muß systematisch betrieben werden.
- c) Die Erkundung muß die ihr gestellten Aufgaben erschöpfend lösen.

Diese Grundsätze bestimmen wesentlich die Organisation und Durchführung des Erkundungsprozesses.

2.3.1. Das minimale Erkundungsrisiko

Wenn die geologische Wissenschaft auch mit immer größerem Erfolg die sprichwörtliche "Unsicherheit" der Natur überwindet, indem sie deren Gesetzmäßigkeiten aufdeckt, sind Enttäuschungen in der geologischen Erkundung dennoch keine Seltenheit. Hier liegen die Wurzeln für das objektive Risiko, das stets geologische Erkundungsarbeiten begleitet. Alle Bestrebungen der Praxis sind darauf gerichtet, es maximal einzuschränken und einen "normalen", d. h. zum Erfolg führenden, Ablauf der Erkundungsarbeiten zu gewährleisten. Die Hauptrolle kommt dabei der richtigen Organisation des Erkundungsablaufs zu. Dazu gehören:

- a) eine gründliche wissenschaftliche Vorbereitung der Arbeiten, die ihren Ausdruck in der Berechnung prognostischer Vorräte für das betrachtete Gebiet finden muß;
- b) die unbedingte Einhaltung der Erkundungsstadien und ihre sorgfältige Projektierung;
- c) die obligatorische geologisch-ökonomische Analyse der in jedem Erkundungsstadium ermittelten Fakten und ihre geologisch-ökonomische Bewertung am Ende jedes Erkundungsstadiums.

Aus der Sicht der einzelnen Lagerstätte gliedert sich die geologische Erkundung in die Auswahl hoffiger Gebiete für die Suche (die Prognose), in die Suche, d. h. die Entdeckung der prognostizierten Lagerstätte, und ihre eigentliche geologische Erkundung. Jeder dieser Arbeitsabschnitte stellt an das Können und Wissen des Erkundungsgeologen hohe und z. T. spezifische Anforderungen.

Die Prognose setzt einerseits umfassende allgemeine Kenntnisse über die Bildungsbedingungen von Lagerstätten der verschiedenen mineralischen Rohstoffe voraus. Andererseits erfordert sie ein nichtunterschreitbares Minimum an Kenntnissen über den geologischen Bau und die geologische, tektonische sowie fazielle Entwicklung des zu prognostizierenden Gebietes. Nur auf dieser Grundlage können einzelne direkte oder indirekte Hinweise auf möglicherweise vorhan-

dene Lagerstätten richtig eingeschätzt, und nur so kann beurteilt werden, ob eine Lagerstättenuche in diesem Gebiet Erfolgsaussichten besitzt oder nicht. Gewöhnlich wird diese Arbeit in den wissenschaftlichen Forschungsstätten der geologischen Dienste ohne zusätzliche technische Arbeiten durchgeführt, geht sie von der Summe der Ergebnisse früher durchgeführter Arbeiten aus.

Die Lagerstättenuche ist in unserer Zeit besonders schwierig und bereits mit beträchtlichen Ausgaben verbunden; deshalb ist sie ohne vorausgegangene geologische Analyse undenkbar. Sie wird nur in solchen Gebieten durchgeführt, die durch die Lagerstättenprognose günstig beurteilt wurden. Die Suche hat folglich einerseits die Aufgabe, die geologische Prognose auf ihre Richtigkeit zu überprüfen, andererseits bei ihrer Durchführung möglichst viele Tatsachen zu ermitteln, die auf Lagerstätten, ihren Charakter und ihr Ausmaß hinweisen, kurz alle vorhandenen Lagerstätten eines bestimmten Gebietes zu erfassen. Der Erkundungsgeologe muß folglich besonders gute regionale Kenntnisse des für Sucharbeiten vorgesehenen Gebietes besitzen, sich in Anzeihen auf nutzbare Lagerstätten gut auskennen und sich zusätzlich gewisse erkundungstechnische und -ökonomische Kenntnisse angeeignet haben, die es ihm gestatten, eine industrielle Einschätzung der entdeckten Lagerstätten vorzunehmen.

Die geologische Erkundung im engeren Sinne hat die Aufgabe, die erforderlichen Unterlagen für die endgültige industrielle Einschätzung der Lagerstätte vor ihrer Übergabe zur Nutzung, für die Projektierung und Planung des zukünftigen Abbaus zu liefern. Der Erkundungsgeologe muß daher gute Kenntnisse über die Lagerstättentypen und ihre Besonderheiten besitzen, mit der Technik des Bergbaus und der den Rohstoff verarbeitenden Industrie bekannt sein und eine industrielle Einschätzung der Lagerstätte vornehmen, d.h. beurteilen können, ob die Lagerstätte für einen Produktionsbetrieb eine ökonomisch vertretbare und ausreichende Vorratsbasis darstellt.

Die betriebliche geologische Nacherkundung in einem produzierenden Montanbetrieb dient der erforderlichen Klärung von Details, der evtl. Vorratserweiterung in Randgebieten oder nach der Teufe zu, vor allem jedoch schafft sie die detaillierten Unterlagen, mit deren Hilfe der optimale Abbau der Lagerstätte und die planmäßige Sicherung der in den Konditionen und Lieferverträgen geforderten Rohstoffqualitäten möglich sind. Hier werden folglich verstärkt bergmännische, ökonomische und rohstofftechnische Kenntnisse erwartet.

Auf jedem dieser Arbeitsabschnitte werden somit besondere Kenntnisse und Fähigkeiten des Erkundungsgeologen vorausgesetzt. Daneben sind Arbeiten durchzuführen, die sich auf jedem Arbeitsabschnitt in ihren Grundzügen wiederholen (Dokumentation, Bemusterung, Vorratsberechnung, industrielle Einschätzung u. a.).

Nicht minder bedeutungsvoll für ein minimales Erkundungsrisiko ist die verständnisvolle Durchführung der projektierten Arbeiten: ihre Anpassung an die tatsächlich vorgefundenen und von den vorausgesehenen abweichenden Verhältnisse, die kritische Analyse dieser Abweichungen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Erfüllung des Erkundungsauftrags bis zur äußersten Konsequenz, d.h. bis zum vorzeitigen Abbruch der Erkundungsarbeiten, wenn offenkundig ist, daß die Lagerstätte nicht hält, was sie versprochen hat.

Der Grundsatz des minimalen Erkundungsrisikos bedingt ferner, daß besonders aufwendige Erkundungsarbeiten (z.B. ein Erkundungsschacht) erst dann durchgeführt werden, wenn durch die orientierende Umgrenzung der Rohstoffkörper in der Lagerstätte die Existenz ausreichend großer Vorratsmengen und ihre räumliche Lage bestimmt wurden.

Dieser Grundsatz fordert jedoch auch, daß die erforderliche Detaillierung einer Information nötigenfalls schrittweise vorgenommen wird, von geringerem Aufwand zu immer größerem. Selbstverständlich hängt die Anwendung dieses Grundsatzes sowohl von den individuellen Eigenschaften jeder Lagerstätte als auch von anderen Faktoren ab (z.B. dem Zeitfaktor).

2.3.2. Die Systematik der Erkundung

Die Systematik einer Erkundung wird oft danach beurteilt, ob ein regelmäßiges Netz von Erkundungsarbeiten (z.B. Bohrnetz) angelegt wurde oder nicht. Dieses Kriterium ist wegen seines formalen und oberflächlichen Charakters abzulehnen; es ist auch von der Sache her untauglich.

Die Systematik der Erkundung besteht vielmehr darin, daß die gestellte Aufgabe mit Hilfe ausreichender, jedoch auch minimaler Erkundungsarbeiten umfassend und eindeutig gelöst wird. Bei der eingehenden Erkundung bedeutet das z.B., daß alle für die Projektierung und Errichtung eines Gewinnungs-

betriebs erforderlichen Unterlagen (Daten) beschafft wurden. Dazu gehört z.B., daß

- a) alle Rohstoffkörper - in für den Bergbau erreichbaren Teufen - mit ausreichender Genauigkeit umgrenzt wurden. Es ist unrichtig und führt nicht selten zu wirtschaftlichen Verlusten, wenn ein zufällig zuerst angetroffener Mineralkörper oder Abschnitt einer großen Lagerstätte eingehend erkundet (und vielleicht sogar in Nutzung genommen) wird, ohne daß ein Überblick über die gesamte nutzbare Lagerstätte vorliegt.
- b) Bei systematischer Erkundung muß der Mineralkörper nicht nur bis zu seiner Liegendgrenze durchteuft werden, einzelne Aufschlüsse müssen auch Auskunft über das Liegende selbst geben. Viele Kieslagerstätten z.B. werden noch oft nur bis zu einer Teufe erkundet, die den Vorstellungen der Auftraggeber (Bedarf, Abbaugeräte u.a.) über die Art der Nutzung - ohne Rücksicht auf die Lagerstätte - entsprechen. Solche Vorstellungen ändern sich erfahrungsgemäß oft, außerdem ändern sich die technischen Mittel, der Bedarf u.a. Unter so veränderten Bedingungen ist keine echte neue Entscheidung möglich, wenn nicht zusätzliche Erkundungsarbeiten mit zusätzlichen Kosten durchgeführt werden, die bei richtiger Erkundung hätten vermieden werden können.
- c) Zur systematischen Erkundung gehört vorzüglich die gründliche und möglichst allseitige Untersuchung des Rohstoffs, die einwandfreie Durchführung der Bemusterung. Viel zu oft wird leider die Rohstoffuntersuchung nur auf die Komponenten beschränkt, die bei der Auftragserteilung bedeutungsvoll waren. Es wird dabei übersehen, daß nützliche Nebenkompenten und Beimengungen das vorgesehene Hauptprodukt verbilligen, die Beseitigung schädlicher es verteuern und die Verwertung der Abgänge und Abfälle (z.B. der Schlacke) nicht nur volkswirtschaftlich, sondern auch oft betriebswirtschaftlich vorteilhaft ist.

- d) Bestandteil einer systematischen Erkundung ist auch die Klärung der natürlichen, die Gewinnung beeinflussenden Faktoren (Klüftigkeit, Wasserführung, Gasgeföhrdung, bei Tagebauen der Charakter der Deckschichten u.a.). Oft können diese Faktoren die Durchführung spezieller Maßnahmen beim Aufschluß und Abbau erforderlich machen, die das Kostenbild des zukünftigen Betriebes nicht unwesentlich beeinflussen.

Das bereits erwähnte regelmäßige Erkundungsnetz hat vor allem Beziehungen zur angestrebten Gleichmäßigkeit der Information ["gleicher Zuverlässigkeit", wie W.M. KREJTER (1961) formulierte]. Für sich genommen, hat es relativ geringe Bedeutung, weil gleiche Zuverlässigkeit bei entsprechenden natürlichen Verhältnissen oft nur durch Abweichungen vom regelmäßigen Netz (z.B. Verdichtungen der Bohrungen in sehr absetzigen oder tektonisch beanspruchten Abschnitten) erreicht werden kann.

Es müssen auch keineswegs über alle zu klärenden Fragen gleich genaue Informationen vorliegen. Darauf wurde bereits hingewiesen. Die jeweilige Problematik und ihre Bedeutung für die zu treffenden Entscheidungen sind hinsichtlich der zu fordernden Genauigkeit und Zuverlässigkeit maßgebend.

2.3.3. Eindeutige Lösungen der gestellten Aufgaben

Es wurde schon erwähnt, daß der Erkundung - auf ihren verschiedenen Stadien - verschiedene Fragen zu lösen aufgegeben werden. Sie müssen in jedem Falle eindeutig und - im gestellten Umfang - umfassend beantwortet werden. Dazu müssen die geologisch-ökonomischen Hauptaufgaben der einzelnen Stadien erkannt und ihre Besonderheiten beachtet werden. Die Suche wird z.B. nicht auf einer bestimmten Lagerstätte durchgeführt, sondern in einem bestimmten, relativ großen Gebiet, in dem mehrere Lagerstätten vorhanden sein können.

PROGNOSEKARTE FÜR DIE BRAUNKOHLENPROGNOSE (DDR)

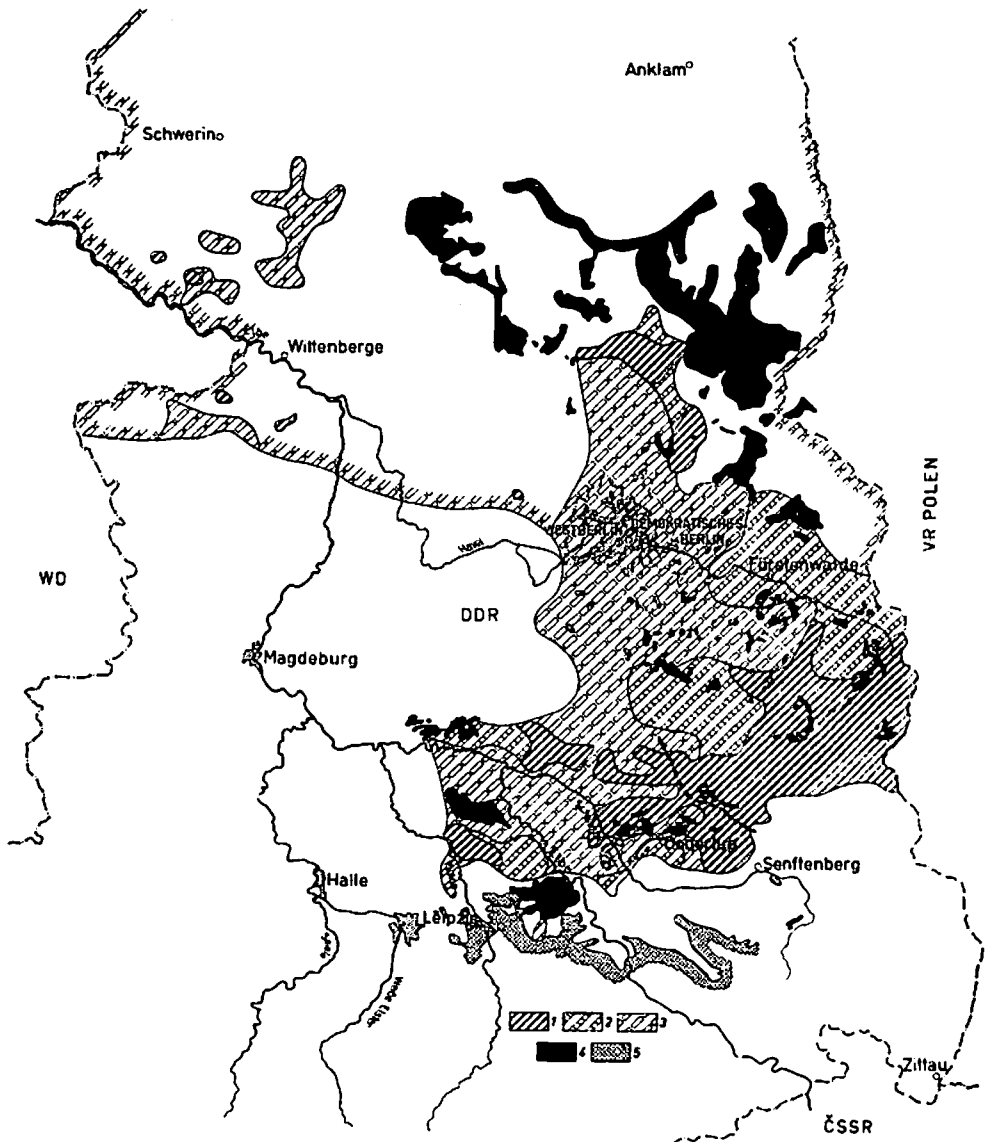


Abb. 2. Prognosekarte des 3. Lausitzer Flözhorizonts (Flözhorizonte der Quarzsand- und Formsandgruppe) nach G. Herbst, G. Magalowski und G. Tzschoppe (1964)

1 — sicher nachgewiesen, nicht den Richtwerten entsprechend; 2 — vereinzelt nachgewiesen, nicht den Richtwerten entsprechend; 3 — Braunkohlenanzeichen vorhanden bzw. paläogeographisch möglich; 4 — Verbreitung pleistozäner Stauchmoränen; 5 — Prätertiär anstehend oder unter geringmächtiger Überdeckung

Ihre Hauptaufgabe ist nicht - wie immer wieder irrtümlich behauptet wurde -, Vorräte niedriger Klassen zu ermitteln, sondern in dem untersuchten Gebiet möglichst viele Lagerstätten bzw. Lagerstättenhinweise zu finden. Natürlich können dabei u.U. auch solche Ergebnisse erhalten werden, die eine Berechnung z.B. von C_2 -Vorräten für eine oder mehrere Lagerstätten zulassen. Der Suche muß vor allem jedoch die Aufgabe gestellt werden, möglichst alle Lagerstätten aufzuspüren, die im Untersuchungsgebiet überhaupt vorhanden sind, damit die geologisch-ökonomisch am meisten versprechende Lagerstätte für die spätere Erkundung ausgewählt werden kann. Die Möglichkeit der Auswahl ist wesentlich. Kann das geschehen - begründet, nach entspr. geologisch-ökonomischer Analyse -, hat die Suche ihren Auftrag erfüllt, im letzten Falle eindeutig erfüllt.

Die Vorerkundung hat eine völlig andere Aufgabe. Sie soll mit einfachsten Mitteln und auf billigste Weise feststellen, ob nach den Sucharbeiten die Lagerstätte richtig ausgewählt wurde, d.h. den Erwartungen bei der Auswahl tatsächlich entspricht. Ihre konkrete Aufgabe ist daher die Ermittlung bestimmter durchschnittlicher Lagerstättenparameter mit einer Genauigkeit, die für die zu treffende Entscheidung ausreicht.

Zu entscheiden ist am Ende dieses Stadiums nur eines: Wird die Lagerstätte - so wie sie tatsächlich vorliegt - von der Wirtschaft jetzt gebraucht oder nicht. Im ersten Falle wird die Erkundung fortgesetzt, im zweiten eingestellt.

Die Aufgaben der eingehenden Erkundung unterscheiden sich wesentlich von denen der Vorerkundung. Auf ihren Ergebnissen bauen die Entscheidung über die Art und Weise der Nutzung der Lagerstätte und die bergmännische Projektierung auf.

Jedes Erkundungsstadium hat folglich seine spezifischen Aufgaben. Diese Aufgaben müssen eindeutig gelöst werden. Damit ist jedoch bereits gesagt, daß der Grundsatz der

eindeutigen Lösungen relativ, bezogen auf das Erkundungsstadium und die jeweils geforderte Genauigkeit und Zuverlässigkeit, zu verstehen ist.

Es ist unqualifiziert, wenn einer geologischen Erkundung abstrakt die Aufgabe gestellt wird, eine Lagerstätte erschöpfend und umfassend zu untersuchen; denn das wäre unreal und nur in den seltensten Fällen überhaupt zu verwirklichen.

Die geologische Erkundung muß jedoch eindeutig (und im benötigten Umfang auch erschöpfend) in jedem Stadium jene konkreten Probleme klären, die lt. Erkundungsauftrag geklärt werden müssen.

Wenn z.B. die Sucharbeiten über den Gehalt eines Erzes nur dessen Typ und die Bilanzwürdigkeit festzustellen haben, muß die Vorerkundung bereits nachweisen, daß sich diese Bilanzwürdigkeit des Erzes tatsächlich auf eine ausreichend große Menge bezieht, und außerdem grob die Streubereiche der Gehalte ermitteln, während die eingehende Erkundung einzelne Sorten und ihre räumliche Verteilung, die Verteilung der Gehalte in der Lagerstätte und deren Schwankungen in für den Bergbau wichtigen Volumen feststellen muß.

Doch jede dieser unterschiedlichen, zu liefernden Informationen muß im betreffenden Stadium der Arbeiten eindeutig und gleich zuverlässig sein.

Bei der Erkundung großer Lagerstätten ist es üblich, einen (den zuerst für die Nutzung vorgesehenen) Teil der Lagerstätte eingehend zu erkunden und sich über den Rest der Lagerstätte zunächst mit einem Überblick zu begnügen. Dieses Vorgehen widerspricht zwar formal dem KREJTERSchen "Prinzip der Gleichmäßigkeit", kann jedoch im Erkundungsauftrag vorgesehen und in den meisten Fällen durchaus richtig sein. Die Erkundung hat dann die so gestellte Aufgabe zu lösen und ist verpflichtet, für den beschränkten Auftrag eindeutige Lösungen zu geben.

Dieser Grundsatz der Eindeutigkeit der Ergebnisse verpflichtet den Erkundungsgeologen auch, ein solches System der laufenden und periodischen Kontrolle für die verschiedenen Arbeiten vorzusehen, daß ihre Ergebnisse weder Zweifel über ihre Korrektheit noch mehrere Deutungen zulassen. Es ist ökonomisch günstig, wenn derartige Kontrollen (z.B. Kontrollbohrungen) gleichzeitig noch zusätzliche Aufgaben erhalten und die Kenntnisse über die Lagerstätte erweitern.

2.4. Drei Hauptmethoden der geologischen Erkundung

Aus dem allgemeinen Sprachgebrauch wurde in die geologische Erkundung der Begriff "Methode" im Sinne eines Verfahrens, der Art und Weise einer Tätigkeit übernommen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß häufig irgendeine simple Tätigkeit des Erkundungsgeologen gleich in den Rang einer Methode erhoben wurde: Methode der Erkundungsprofile, Methode der Erkundung verdeckter Erzkörper, Methode der Erkundung von Braunkohlenlagerstätten usw.

2.4.1. Der Begriff "Erkundungsmethode"

W.M. KREJTER (1961) hat sich gegen diesen Mißbrauch des Begriffes gewandt und gefordert, zu dessen ursprünglichem Sinn zurückzukehren (Art und Weise der Erkenntnis, des Studiums, der Erforschung einer Erscheinung) und

- a) ihn nur für solche Erkundungsmaßnahmen zu verwenden, "die es gestatten, die Hauptaufgaben der Erkundung theoretisch begründet zu lösen";
- b) in den Begriff "Methode" etwas "Allgemeines, Vergleichbares und auf einen beliebigen Erkundungsprozeß (unabhängig von der Kompliziertheit und der Vielseitigkeit der eingesetzten technischen Mittel) Anwendbares zu legen";

- e) "nur solche Untersuchungsverfahren von Lagerstätten als Methoden zu bezeichnen, die es zulassen, etwas über die Genauigkeit der Untersuchungen zu schlußfolgern".

Zweifellos muß eine Erkundungsmethode wissenschaftlich begründet und die mit ihr erhaltenen Ergebnisse müssen reproduzierbar und überprüfbar sein.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, daß W.M. KREJTER hier dem Begriff "Methode" einen Sinn gibt, der sich weder auf das ursprüngliche "Nachgehen" (metodos) noch auf die allgemein anerkannte Definition (planmäßiges und folgerichtiges Verfahren bei der Untersuchung von Erscheinungen oder auf dem Wege zur wissenschaftlichen Erkenntnis) beschränkt. Andererseits ist dieser allgemeinübliche Gebrauch des Begriffes sprachlich und gedanklich in der Erkundungsgeologie stark verwurzelt; deshalb dürfte es zweckmäßig sein, von "Hauptmethoden" der Erkundung zu sprechen, um sie von anderen Methoden, d.h. planmäßigen und folgerichtigen Verfahren bei der Untersuchung von Erscheinungen, abzugrenzen.

Welche Hauptmethoden besitzt die geologische Erkundung?

Ihre Hauptmethoden ergeben sich aus ihren Aufgaben. Allgemein gesprochen muß sie dem Bergbau mit definierter Genauigkeit Informationen über die Menge, die Qualität, die natürlichen Gewinnungsbedingungen und die Ökonomie der Vorräte liefern. Zur Lösung dieser Aufgaben bedient sich die geologische Erkundung

- a) der geologisch-statistischen Erhebung,
- b) der Bemusterung und
- c) der geologisch-ökonomischen Analyse.

Diese Verfahren müssen deshalb als Hauptmethoden der geologischen Erkundung bezeichnet werden.

2.4.2. Die geologisch-statistische Erhebung

Arbeitsmäßig ist die geologische Erkundung nichts anderes als eine mehr oder weniger umfangreiche Sammlung von Einzeldaten über die Lagerstätte, aus denen auf die Gesamtlagerstätte und ihre Teile geschlossen wird, also eine sogen. statistische Erhebung und deren Auswertung. Dieser unleugbare Grundcharakter wird durch außerordentlich wirksame Besonderheiten jedoch so stark modifiziert, daß unvermeidliche Fehler entstehen, wenn diese Besonderheiten nicht beachtet werden:

Eine Lagerstätte hat mit jeder Variationsreihe gemeinsam, daß sich jeder der zu ermittelnden Parameter verändert. Diese Veränderungen sind jedoch nicht zufällig im Sinne der Wahrscheinlichkeitstheorie, sondern mehr oder weniger beeinflußt durch geologische, geochemische, tektonische u.a. Faktoren. Diese Beziehungen müssen erkannt und bereits bei der Erhebung berücksichtigt werden. Darin, daß die statistische Erhebung den Charakter der Veränderlichkeit nicht nur berücksichtigen, sondern auch während und durch die Erhebung erst ermitteln muß, besteht eine der Besonderheiten (und Schwierigkeiten) der geologisch-statistischen Erhebung.

Ferner übt der Veränderlichkeitscharakter der einzelnen Parameter sowohl Einfluß auf die Art und Weise aus, wie die Einzeldaten gesammelt und statistisch ausgewertet werden. Hinzu kommt die Schwierigkeit, daß sich die einzelnen Parameter, über die Informationen durch die Erkundung beschafft werden sollen, keineswegs gleichartig verändern, d.h. differenziertes Arbeiten voraussetzen.

Die geologisch-statistische Erhebung, d.h. die ausreichend umfangreiche Sammlung von Einzeldaten und ihre Auswertung, besteht arbeitstechnisch aus folgenden Prozessen:

1. Schaffung geologischer Aufschlüsse und ihrer Dokumentation;
2. Zusammenstellung geologisch-statistischer Kollektive;
3. geologisch-statistische und sonstige Auswertung.

Mit dieser Hauptmethode kann eine eindeutige Aussage über das Volumen (Mächtigkeit und Verbreitung), die Form und Lagerung, kurz über die sogenannten äußeren Eigenschaften des Mineralkörpers und einige montangeologische Fragen der Lagerstätte erhalten werden.

Wesentlich - und besonders verantwortungsvoll - ist von diesen Arbeitsprozessen der erste - die Schaffung geologischer Aufschlüsse; denn der überwältigende Teil der bereitgestellten Erkundungsmittel wird gerade dafür verausgabt. Einsparungen oder auch eine Überziehung der geplanten Mittel sind hier nicht nur am ehesten möglich, sie sind ihrer erreichbaren Höhe wegen auch besonders schwerwiegend. Vor allem muß geklärt werden, wieviel derartige Aufschlüsse benötigt werden und wo sie - unter Beachtung der Veränderlichkeit der untersuchten Parameter - zu schaffen sind. (Daneben ist oft noch die Art ihrer technischen Durchführung wichtig - z.B. Bohrungen oder Schürfe.)

Es zeigt sich, daß die Antwort auf diese Fragen, d.h. über Art, Anzahl und Anordnung der geologischen Aufschlüsse, von Form und Größe der Lagerstätte, den Lagerungsverhältnissen der Rohstoffkörper und der Veränderlichkeit ihrer Parameter abhängig ist.

2.4.2.1. Die Anordnung geologischer Aufschlüsse in der Lagerstätte

Die Rohstoffkörper in den Lagerstätten besitzen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine oder zwei Dimensionen, die die andere(n) bedeutend übertreffen (Schichten, Gänge, Schläuche, Säulen usw.).

Die dominierenden Dimensionen beeinflussen durch ihre Lage im geologischen Verband die Anordnung der Erkundungsaufschlüsse wesentlich.

2.4.2.1.1. Erkundungslinien

In jeder Lagerstätte und jedem Rohstoffkörper können bestimmte Richtungen festgestellt werden, in denen sich Parameter extrem stark oder verschwindend schwach verändern. Es sind das die von der geologischen Erkundung zu beachtenden "kompetenten" Richtungen, die z.B. mit der Streichrichtung des Körpers o.ä. zusammenfallen können.

Die Untersuchung der Veränderlichkeit eines Parameters muß diesen kompetenten Richtungen Rechnung tragen; sie tut dies u.a. bei der Festlegung der Erkundungslinien.

Als Erkundungslinie wird eine solche Anordnung von Erkundungsaufschlüssen bezeichnet, bei der diese - gedanklich miteinander verbunden - die Verbreitungsfläche der Lagerstätte (der Rohstoffkörper) geradlinig in bestimmter Richtung queren. Solche Erkundungslinien können mit den kompetenten Richtungen übereinstimmen, sie können quer zu diesen (z.B. quer zum Streichen) oder beliebig anders verlaufen.

Vorhandene Erkundungslinien sind die Voraussetzungen zur Anfertigung gesicherter geologischer Schnitte (deren Spur ist mit den Erkundungslinien identisch).

Die geologische Verfolgung eines Vererzungsfundes mit Hilfe von Erkundungslinien ist in der geologischen Erkundung außerordentlich verbreitet. Besonders bei Sucharbeiten und der Vorerkundung sind zwei oder mehr (einander unter 90° schneidende) Erkundungslinien oft die rationellste Form der Anordnung geologischer Aufschlüsse. Bei langgestreckten Körpern ist ein System aus quer zur Erstreckung angelegten Erkundungslinien eine bewährte Anordnungsform. Suche und Vorerkundung unterscheiden sich oft nur durch die Häufigkeit der realisierten Erkundungslinien. Reichen diese nicht aus, um die Lagerstätte (Rohstoffkörper) eindeutig genug zu umgrenzen oder das Verhalten eines Parameters zu erkennen, müssen zu diesem Zweck zwischen den Erkundungslinien noch zusätzliche Aufschlüsse geschaffen werden.

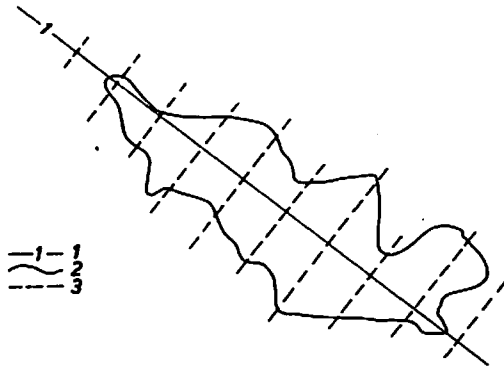


Abb. 3. Erkundungslinien

1 - Generalstreichen der Lagerstätte; 2 - Umriss der Lagerstätte; 3 - Erkundungslinien

Die Kombination aus zwei Systemen verschieden gerichteter Erkundungslinien führt zu einer als Erkundungsnetz bezeichneten Anordnung der Erkundungsaufschlüsse.

2.4.2.1.2. Erkundungsnetze

Als Erkundungsnetz wird die flächenhafte Verteilung punktartiger Erkundungsaufschlüsse auf der Verbreitungsfäche der Lagerstätte (Rohstoffkörper) bezeichnet. Es wird dann bevorzugt, wenn keine deutlich ausgeprägten kompetenten Richtungen (Streichen, Fallen u.a.) erkannt werden konnten.

Es werden regelmäßige und unregelmäßige Erkundungsnetze unterschieden. Regelmäßige Erkundungsnetze besitzen zwischen den Aufschlüssen (z.B. Bohrungen) regelmäßige (nicht unbedingt gleiche) Abstände, d.h., sie haben eine geometrisch einheitliche Form. Es gibt drei verbreitete regelmäßige Erkundungsnetze: das quadratische, rechteckige und rhombische. [Andere regelmäßige Netze (z.B. dreieckige) lassen sich aus diesen Grundformen ableiten.] Sie entste-

hen durch die o.e. Kombination zweier verschiedener Systeme paralleler Erkundungslinien:

- a) Beim quadratischen Netz stehen die Bohrungen in den Ecken eines Quadrats, das aus zwei Systemen von Erkundungslinien gebildet wird, die voneinander gleiche Abstände haben, einander mit 90° schneiden und auf denen die Bohrungen in gleichen Abständen angeordnet sind.
- b) Beim rechteckigen Netz stehen die Bohrungen in den Ecken eines Rechtecks, das aus zwei Systemen von Erkundungslinien gebildet wird, deren Abstände voneinander verschieden, innerhalb eines Systems jedoch gleich groß sind. Sie schneiden sich ebenfalls mit 90° . Die Abstände der Bohrungen sind auf den Erkundungslinien verschiedener Richtung jedoch verschieden groß.
- c) Das rhombische Netz unterscheidet sich vom quadratischen und rechteckigen dadurch, daß die Erkundungslinien nicht vertikal zueinander liegen und die Bohrungen einer Zelle des Netzes in den Ecken eines Rhombus stehen.

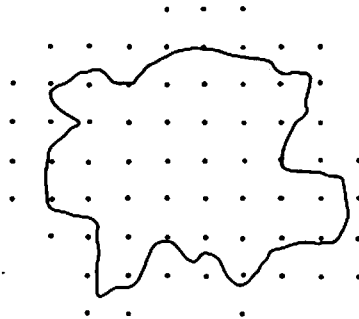


Abb. 4. Regelmäßiges quadratisches Erkundungsnetz. (Die Punkte stellen niedergebrachte Bohrungen dar.)

Regelmäßige Erkundungsnetze haben mehrere Vorteile:

- a) Es können relativ viele Profile über die Lagerstätte gelegt und die Veränderungen in einer fast beliebigen Richtung studiert werden.

- b) Die zuverlässige Umgrenzung der Lagerstätte ist fast immer - ohne zusätzliche Aufschlüsse - gewährleistet.
- c) Es können gleichzeitig umfangreichere technische Mittel eingesetzt und die Erkundungsfristen abgekürzt werden.
- d) Der Vorteil des Prinzips "vom Bekannten zum Unbekannten" kann auf den zahlreichen Erkundungslinien des Netzes in hohem Maße genutzt werden.

Erkundungsnetze sind bei langgestreckten Körpern und vor allem während der Vorerkundung nicht immer zweckmäßig.

Das Können der Erkundungsgeologen offenbart sich bei der Anwendung eines Erkundungsnetzes nicht in dessen schematischer Festlegung und sturer Einhaltung der einmal vorgesehenen Abstände. Es muß sich vor allem in der dynamischen Entwicklung dieses Netzes zeigen, seiner Auflockerung dort, wo es die geologischen Verhältnisse zulassen, und seiner Verdichtung in komplizierteren Abschnitten. Das Können eines Erkundungsgeologen beweist sich durch eine möglichst schnelle und wenig kostspielige Aufdeckung der vorhandenen Gesetzmäßigkeiten innerhalb der Lagerstätte.

Das Erkundungsnetz ist für den qualifizierten Erkunder kein Dogma, sondern ein erprobter Weg zum Erfolg, der durchaus Abweichungen zuläßt und in besonderen Fällen sogar notwendig macht.

Unregelmäßige Erkundungsnetze sind gegenwärtig vor allem noch in der Erdöl-Erdgas-Erkundung anzutreffen; außerdem in sehr kleinen Lagerstätten bzw. tektonisch sehr gestörten. Doch auch für diese Fälle werden in jüngerer Zeit immer häufiger regelmäßige Erkundungsnetze vorgeschlagen.

Die Abstände der Aufschlüsse auf den Erkundungslinien und zwischen den Erkundungslinien (also auch im Netz) sind abhängig von der Veränderlichkeit (Charakter und Intensität) der Parameter und der angestrebten Genauigkeit.

Die Anordnung der Aufschlüsse auf Erkundungslinien verfolgt das Ziel, möglichst viele Daten über die Lagerstätte

in bestimmten Schnittflächen zu erhalten: Die Darstellung der Erkundungsergebnisse auf Schnitten der verschiedensten Richtung vermittelt nicht nur ein anschauliches Bild der geologischen Verhältnisse in den Aufschlußpunkten, sondern führt auch oft zu weitgehend eindeutigen Aussagen über die Veränderungen zwischen den dokumentierten Aufschlußpunkten.

Geologische Schnitte sind traditionelle und bewährte Zwischenstationen auf dem Wege zur umfassenden Kenntnis der Lagerstätte. Ihre Anschaulichkeit wird durch die der Blockdiagramme und Lagerstättenmodelle (die bedeutend größeren Arbeitsaufwand verursachen) zwar übertroffen, praktisch jedoch nicht eingeschränkt.

2.4.2.2. Die erforderliche Anzahl geologischer Aufschlüsse

Die Ermittlung der optimalen Anzahl (notwendig und ausreichend) an Erkundungsaufschlüssen gehört zu den am meisten diskutierten und untersuchten Problemen der Erkundungstheorie. Dennoch liegen bis heute lediglich Teillösungen vor sowie gewisse Kenntnisse über die Faktoren, die auf die Lösung des Problems Einfluß nehmen.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen haben jedoch den hausbackenen "gesunden Menschenverstand" insofern überrascht, als sie nachweisen konnten, daß seine "selbstverständliche" Meinung: "Für eine doppelt so große Lagerstätte werden doppelt so viel Aufschlüsse benötigt", keineswegs selbstverständlich ist, keineswegs immer oder in der Mehrheit der Fälle zutrifft und überhaupt nur bei bestimmten Voraussetzungen richtig ist. Ferner hat sich die Lagerstättengröße als dominierender Faktor für die notwendige Aufschlußanzahl nicht bestätigt. Es zeigt sich vielmehr, daß die Lösung der Frage anspruchsvolleres Arbeiten voraussetzt.

Das Studium der vorliegenden Untersuchungen zu diesem Thema zeigt, daß zwei grundsätzlich verschiedene Wege zur Lösung des Problems beschritten wurden: die statistische Untersuchung und die Untersuchung des Einflusses der Veränderlichkeit der Lagerstätte. Ein solches Herangehen an die Problematik muß grundsätzlich als richtig anerkannt werden, obwohl die bisher unbefriedigenden Ergebnisse einer Erläuterung bedürfen.

2.4.2.2.1. Lösungsversuche auf statistischem Wege

Diese Lösungsversuche gehen von der unbestrittenen Tatsache aus, daß die Schaffung von Aufschlüssen (und ihre Dokumentierung) nichts anderes als eine statistische Erhebung ist (Materialsammlung) und die erhaltenen Einzelwerte für die verschiedenen Lagerstättenparameter ein sogen. statistisches Kollektiv bilden, von dem auf die Grundgesamtheit (die untersuchte Lagerstätte) geschlossen werden kann.

Bei dieser Betrachtungsweise reduziert sich die Frage nach der Anzahl der Erkundungsaufschlüsse auf den notwendigen Umfang (n) eines statistischen Kollektivs, bei dem mit einer definierten Wahrscheinlichkeit und zugestandenen Ungenauigkeit die Höhe des Parameters in der Grundgesamtheit (der Lagerstätte) ermittelt werden kann.

Gewöhnlich wird auf die Formel

$$n = \left(\frac{\sigma \cdot 100}{p \cdot \bar{m}} \right)^2 = \left(\frac{V}{p} \right)^2 \quad (1)$$

zurückgegriffen, wo

\bar{m} = das arithmetische Mittel,

V = der Variationskoeffizient,

p = zulässiger Fehler (in %)

ist.

Wie unschwer zu erkennen ist, geht in diese Formel die Lagerstättengröße (oder ihre Fläche) nicht ein und übt

folglich auch auf die errechnete Anzahl von Erkundungsaufschlüssen keinen Einfluß aus.

Nach dieser Formel würden - bei gleichem V - eine Teillagerstätte und die ganze Lagerstätte die gleiche Anzahl an Aufschlüssen erfordern, ein nicht nur Überraschendes, sondern auch unlogisches Ergebnis, das im Widerspruch zu unserer Erkundungserfahrung steht.

Wenn eine einheitliche Ungenauigkeit (p) unterstellt wird, folgt aus dieser Formel ferner, daß die Aufschlußanzahl direkt vom Variationskoeffizienten abhängig ist bzw. ihm proportional ist.

Nun hat jedoch bereits 1939 W.G. SOLOWJOW nachgewiesen, daß sich bei Vergrößerung der untersuchten Lagerstättenfläche V verändert, ebenfalls zunimmt. Zwar besteht zwischen der Veränderung der Lagerstättenfläche und des Variationskoeffizienten größenordnungsmäßig ein beträchtlicher Unterschied. Dennoch deutet dieser Umstand auf gebotene Vorsicht bei Schlußfolgerungen auf Grund statistisch erhaltener Ergebnisse hin.

Die sogen. wahrscheinlichkeitsstatistischen Verfahren sind für die geologische Erkundung nur in streng definierten Fällen anwendbar. In der Mehrheit der Fälle liefert ihre Anwendung unrichtige oder unexakte Ergebnisse. Ursache dafür ist der Umstand, daß die in einer Lagerstätte vorhandenen Einzelwerte eines Parameters in der Mehrheit der Fälle voneinander nicht stochastisch unabhängig sind. Vielmehr sind in Lagerstätten fast immer sogen. lokale Abhängigkeiten ausgebildet, bei denen in der engeren Nachbarschaft eines Wertes A gewöhnlich Werte der gleichen Größenordnung angetroffen werden und nur höchst selten des entgegengesetzten Extremfalles B .

Verändern sich die Werte eines Parameters in einer oder mehreren Richtungen gesetzmäßig (wie z.B. sehr häufig die Mächtigkeit eines Körpers), müssen wahrscheinlichkeitsstatistische Verfahren unrichtige oder ungenaue Ergebnisse liefern; meist werden für n zu hohe Werte erhalten.

Aus diesen Tatsachen kann der Schluß gezogen werden, daß

- a) die mathematischen Verfahren nur bei regelloser Verteilung der zu ermittelnden Parameterwerte eine brauchbare Lösung liefern;
- b) die üblichen mathematischen Verfahren bei gesetzmäßigen Veränderungen in der Lagerstätte unbrauchbar sind, bestenfalls grob orientierend zu einer Überprüfung benutzt werden könnten;
- c) ein minimaler Umfang des Kollektivs (Anzahl der Aufschlüsse) nur dann unterschritten werden darf, wenn sich die Lagerstätte durch eine stark entwickelte Homogenität auszeichnet;
- d) die üblichen mathematischen Verfahren lediglich in Verbindung (Kombination) mit anderen verwendet werden sollten.

2.4.2.2.2. Lösungsversuche auf anderem Wege

Wenn mit S die Fläche der gesamten Lagerstätte und mit S_0 jener Teil der Lagerstätte bezeichnet wird, über den ein Aufschluß bei vorgegebener Genauigkeit mit der üblichen Wahrscheinlichkeit verlässliche Informationen liefern kann, ergibt sich die Anzahl der benötigten Aufschlüsse (n) aus:

$$n = \frac{S}{S_0} \quad (2)$$

Die Schwierigkeit besteht darin, S_0 richtig festzulegen. Wenn von den übrigen Parametern zunächst abgesehen wird, weil sie zwangsläufig mit ermittelt bzw. speziell erforscht werden müssen, kann die Ableitung von S_0 aus der Veränderlichkeit des Gehalts und der Mächtigkeit erfolgen.

Veränderungen von Gehalt und Mächtigkeit können in bestimmten Richtungen kontinuierlich und nach bestimmten Gesetzen eintreten; beide Parameter können sich jedoch auch

diskontinuierlich und chaotisch verändern. Am meisten verbreitet sind jedoch Veränderungen, die ein kontinuierliches und gesetzmäßiges Element enthalten, das von einem chaotischen zufälligen und oft diskontinuierlichen Überprägt ist.

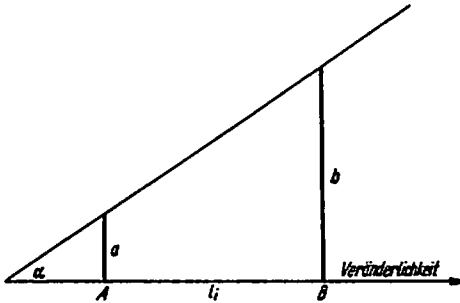


Abb. 5. Lineare Veränderlichkeit eines Lagerstättenparameters (Erläuterungen im Text)

Diese drei Grundtypen der Veränderlichkeit eines Lagerstättenparameters haben für die Lösung zahlreicher erkundungsgeologischer Probleme entscheidende Bedeutung, so auch für die Ermittlung von S_0 zur Bestimmung der Anzahl der Erkundungsaufschlüsse.

1. Nehmen wir als Vertreter des ersten Grundtyps eine lineare Veränderung des Parameters (Abb. 5), wobei dieser im Punkt A einen Wert von a besitzt, der sich kontinuierlich über die Entfernung l bis zum Punkt B auf b erhöht. Jeder Punkt zwischen A und B besitzt einen Wert des Parameters in Höhe von

$$a + \operatorname{tg} \alpha l_0$$

wo l_0 die jeweilige Entfernung dieses Punktes von A und $\operatorname{tg} \alpha$ die gesetzmäßige Veränderung von b in Abhängigkeit von l ausdrücken.

S_0 kann eindeutig bestimmt werden; es entspricht dem Gebiet, in dem die ablaufende Veränderung gleich $tg \alpha$ ist. Dieses Gebiet kann theoretisch in einer Richtung bereits durch zwei Aufschlüsse abgegrenzt werden. S_0 erreicht bei diesem Veränderlichkeitstyp die größten Ausmaße; folglich wird bei gesetzmäßigen Veränderungen überhaupt die geringste Aufschlußanzahl benötigt.

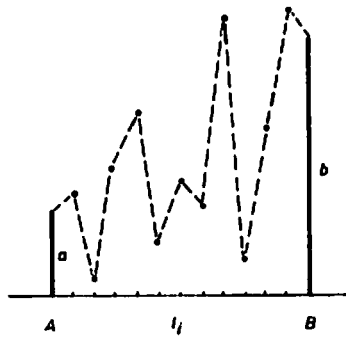


Abb. 6. Diskontinuerliche und chaotische Veränderlichkeit eines Lagerstättenparameters (Erläuterungen im Text)

2. Als Vertreter des diskontinuerlichen und chaotischen Veränderlichkeitstyps nehmen wir eine echte zufällige Verteilung, bei der jeder Einzelwert stochastisch unabhängig ist (Abb. 6). Wie früher setzen wir voraus, daß der Parameter im Punkt A den Wert a und im Punkt B den Wert b besitzt. Wie im ersten Beispiel steigt der Wert folglich über die Entfernung l von a auf b an. Der Unterschied besteht nur in der Art und Weise, in der sich diese Veränderung vollzieht. Ihre Besonderheit drückt sich im folgenden aus:
- a) Sie ist nicht kontinuierlich; steile Anstiege wechseln mit schroffem Fallen.
 - b) In zwei unmittelbar benachbarten Punkten können völlig verschiedene, selbst größenordnungsmäßig verschiedene Werte vorhanden sein.

- c) In einem beliebigen Punkt zwischen A und B können beliebige Werte, sehr hohe oder sehr niedrige, auftreten. Kein Wert wird folglich durch seine Lage beeinflusst.
- d) Die Veränderlichkeit kann daher nicht als Funktion von l oder α ausgedrückt werden.

Bei solchem Charakter der Veränderlichkeit kann für S_0 keine noch so kleine Fläche als Geltungsbereich der Bohrung bestimmt werden. S_0 ist in diesem Falle praktisch gleich Null. Daraus ergibt sich eine wichtige Schlußfolgerung: Wenn stochastische Unabhängigkeit der Werte vorliegt, können für derartige Veränderlichkeitstypen die Verfahren der wahrscheinlichkeitsstatistischen Bestimmungen mit Erfolg angewandt werden.

3. Beim dritten Veränderlichkeitstyp, einem Mischtyp aus (1) und (2), besteht eine der ersten Hauptaufgaben darin, den Anteil der gesetzmäßigen und der zufälligen Komponente in den Einzelwerten für die untersuchten Parameter zu ermitteln. Ist der Einfluß einer der beiden Typen nur gering, kann er für praktische Belange oft vernachlässigt und der Mischtyp wie Grundtyp 1 oder 2 behandelt werden. Ist der Einfluß beider Typen annähernd gleich groß, müssen spezielle Verfahren angewandt werden, die in Spezialarbeiten beschrieben werden.

Es muß hervorgehoben werden, daß die Parameter einer Lagerstätte (auch die Hauptparameter Gehalt und Mächtigkeit) sogar zu verschiedenen Grundtypen der Veränderlichkeit gehören können, wenn in der Natur tatsächlich der Mischtyp auch überwiegt.

So gehört die Veränderlichkeit der Mächtigkeit in der Regel zum vorwiegend gesetzmäßigen Typ, die Veränderlichkeit des Gehalts dagegen zum vorwiegend zufälligen oder stark durch diesen beeinflussten Typ.

Die Anzahl der Aufschlüsse, aus denen wünschenswertweise Informationen über alle Parameter gleichzeitig erhalten werden sollen, wird unter solchen Umständen nach dem wichtigen Parameter bestimmt, der sich am wenigsten gesetzmäßig verändert.

Ein anderer elementarer Vorschlag zur Bestimmung von n führt über die Bestimmung der Aufschlußabstände. Wenn bekannt ist, daß die geringste Verbreitungsfläche eines industriell noch bergmännisch nutzbaren Rohstoffkörpers mindestens gleich S sein muß, wenn ferner berücksichtigt wird, daß die kompakteste Form dieser Fläche ein Kreis ist (πr^2), kann der Körper u.U. nicht entdeckt werden, wenn die Bohrabstände gleich oder größer als der Durchmesser dieses Kreises sind. Wenn außerdem beachtet wird, daß sich die Projektion einer solchen Fläche bei nichthorizontaler Lage des Körpers entsprechend verringert, kann die Faustregel für den Abstand (1) der Erkundungsaufschlüsse formuliert werden:

$$l = \sqrt{\pi \cdot r^2} = 1,77 r \approx 1,75 r$$

bei $\pi r^2 = S$, d.h. minimaler Fläche des Körpers.

Andere Verfahren, mit denen die notwendige und ausreichende Anzahl von Erkundungsaufschlüssen gegenwärtig ermittelt wird, bestehen in der Analyse und dem Vergleich durchgeführter Erkundungen und ihre Übertragung auf geologisch analoge Lagerstätten. Von diesen Verfahren sind der Vergleich der Erkundungsergebnisse mit denen des Abbaus und das sogen. Auslassen, d.h. die systematische Nichtberücksichtigung einer immer größer werdenden Anzahl von Aufschlüssen bei sehr eingehend erkundeten Lagerstätten, besonders verbreitet.

Beide Verfahren werden bei anderer Gelegenheit ausführlich beschrieben und analysiert werden. Ihre

Brauchbarkeit für die Erkundung hängt unter anderem davon ab, ob die "analoge" Lagerstätte, auf welche die Untersuchungsergebnisse übertragen werden, richtig eingeschätzt wurde.

2.4.3. Die Bemusterung

Durch die geologisch-statistische Erhebung werden Einzeldaten über die Verbreitung, die Lagerung, die Mächtigkeit u.a. Lagerstättenparameter erhalten. Über die Qualität des vorhandenen Rohstoffs für eine industrielle Nutzung können damit jedoch noch keine eindeutigen Aussagen gemacht werden. Dazu bedarf es der zweiten Hauptmethode der geologischen Erkundung: der Bemusterung.

Das Wesen der Bemusterung besteht darin, daß durch die Untersuchung repräsentativer kleiner Teilmengen verlässliche Angaben über die Qualität der gesamten anstehenden Rohstoffmenge gemacht werden können. Solche repräsentativen Teilmengen werden als Proben bezeichnet.

Die Bemusterung gliedert sich in die Arbeitsprozesse: Entnahme der Proben aus dem Anstehenden, Vorbereitung des entnommenen Materials für die Untersuchung und die Untersuchung selbst. Ferner ist die obligatorische Kontrolle dieser Arbeitsprozesse von wesentlicher Bedeutung.

Damit diese angestrebte Repräsentationsfähigkeit erreicht wird, sind Vorschriften und Regeln einzuhalten, die an anderer Stelle ausführlich beschrieben wurden (F. STAMMBERGER 1965 d).

Aufgabe der Bemusterung ist die Ermittlung der Rohstoffqualität. Da die Rohstoffqualität in einer Lagerstätte jedoch nur äußerst selten gleichbleibend ist, muß die Bemusterung repräsentative Werte für die Lagerstätte als Ganzes und ihre Teile liefern. Sie muß die Verteilung der verschiedenen Qualitäten in der Lagerstätte und in den einzelnen Rohstoffkörpern ermitteln. Sie muß außerdem so

detailliert sein, daß die Abbauplanung für eine definierte Qualität des zukünftigen Förderprodukts möglich ist.

Nach den Bemusterungsergebnissen muß es möglich sein, industriell derzeit nutzbare Rohstoffe von solchen abzugrenzen, deren Nutzung gegenwärtig aus irgendeinem Grunde unmöglich ist. In bestimmten Fällen - bei allmählichem Ausklingen der Vererzung - ist es nur mit Hilfe der Bemusterung möglich, die Umgrenzung industriell nutzbarer Rohstoffe vorzunehmen.

Zwecks Lösung dieser Aufgaben ist es notwendig, bei der Probenahme zu entscheiden, wie, wieviel und wo Material für eine Probe und wie viele Proben für eine verlässliche Aussage genommen werden müssen (denn auch die Probenahme ist ihrem Wesen nach eine geologisch-statistische Erhebung).

Da die eigentliche Untersuchung gewöhnlich nur an sehr kleinen Materialmengen durchgeführt wird, ist bei der Probenvorbereitung das Hauptproblem: Wie kann das oft umfangreiche Ausgangsmaterial auf eine so geringe Menge reduziert werden, ohne daß die Repräsentationsfähigkeit vermindert wird?

Nur mit Hilfe einer richtig durchgeführten Bemusterung kann einwandfrei beurteilt werden, ob sich ein vorhandener mineralischer Rohstoff für eine vorgesehene industrielle Nutzung tatsächlich eignet. Gegenwärtig sind die Ansprüche der Industrie in dieser Hinsicht so exakt festgelegt, daß eine geologische Erkundung ohne Bemusterung des Rohstoffs oder mit wesentlichen Bemusterungsmängeln so gut wie wertlos wird.

2.4.4. Die geologisch-ökonomische Analyse

Die geologisch-ökonomische Analyse ist in der geologischen Erkundung eine Hauptmethode und kein einmaliger Akt, der bei Abschluß gewisser Arbeiten durchgeführt werden muß. Als Hauptmethode durchzieht sie den gesamten Erkun-

dungsprozeß, beeinflusst in Permanenz jede Entscheidung, ist von den geologischen Überlegungen nicht zu trennen.

Damit dieser Gedanke richtig erfaßt wird, kann etwas überspitzt formuliert werden, daß der Erkundungsgeologe nicht geologisch und noch ökonomisch, sondern vielmehr geologisch-ökonomisch arbeiten muß. Das heißt: Es gibt nichts Geologisches, das er nicht vom Standpunkt seines ökonomischen Erkundungsauftrags überprüft und analysiert.

Jede Beobachtung, jeder mineralogische Tatbestand oder paläontologische Fund muß daraufhin analysiert werden, ob er - wenn überhaupt - zur Lösung der gestellten Aufgabe beitragen kann oder nicht. Jede vorgesehene Arbeit muß nicht nur danach beurteilt werden, welchen Beitrag sie zur Lösung der gestellten Aufgabe liefert, sondern auch danach, wie kostenaufwendig das zu erwartende Resultat ist. Der Erkundungsgeologe treibt "Geologie" nicht schlechthin, sondern für und im Interesse der Wirtschaft, der Ökonomie; denn der moderne Erkundungsgeologe ist ökonomischer Geologe im besten Sinne des Wortes.

Im Vordergrund seiner gesamten geologischen Arbeit steht immer das ökonomische Moment des Erkundungsauftrags. Daneben - wenn nötig, unabhängig davon - steht das Sammeln von geologisch allgemein interessantem Material und dessen Bearbeitung (u. U. durch Spezialisten oder Spezialinstitute).

Der geologische Bearbeiter ist also doppelt verpflichtet: als Erkundungsgeologe für die Erfüllung seines geologisch-ökonomischen Auftrags; als Geologe schlechthin für die Auswertung der Erkundungsaufschlüsse im Interesse der Entwicklung der geologischen Wissenschaften.

Die geologisch-ökonomische Analyse setzt nicht nur geologisches Verständnis voraus, sondern auch die Urteilsfähigkeit über ökonomische Auswirkungen geologischer Tatbestände, kurz geologisch-ökonomisches Denken. Diese Fähigkeit zu vermitteln, ist eine der Hauptaufgaben der Ausbildung von Erkundungsgeologen. Dabei kommt es nicht in erster Linie darauf an, die geologischen Grundkenntnisse

durch einige elementare ökonomische zu ergänzen, sondern zum Bewußtsein zu bringen, daß die gesellschaftliche Bedeutung des geologischen Erkunders darin besteht, "Wissen mit Zweck zu ergänzen" (E.G. EDWARDS), d. h., Wissen und Können der Rohstoffversorgung des Landes dienstbar zu machen. Beim zukünftigen Erkunder muß die Fähigkeit entwickelt werden, in schöpferischer Weise das erworbene Wissen und Verständnis auf jene konkreten Probleme anzuwenden, mit denen jede zukünftige Erkundung gesättigt ist und mit denen der Erkunder in der Praxis konfrontiert wird.

Jede Analyse fordert vom Analysierenden eine kritische, schöpferische Einstellung zum Objekt. Sie setzt Überlegen und Grübeln voraus und ist ein Feind gedankenloser Zustimmung zu Überliefertem, verrät eine schöpferische Einstellung zur Arbeit. Sie ist ein Ausdruck des Ringens um die Wahrheit und damit ein Weg, der neues Wissen schafft.

Zur Beherrschung der geologisch-ökonomischen Analyse als Hauptmethode der Erkundung ist folglich nicht die Kenntnis einer Vielzahl von erprobten Einzelentscheidungen und aus ihnen abgeleiteter Rezepturen ausreichend oder notwendig; dazu gehören vielmehr die Erkenntnis der Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten und die Fähigkeit, sie methodisch anzuwenden. Denn unsere Zeit unterscheidet sich von der Vergangenheit u. a. auch dadurch, daß kein Mensch Zeit seines Lebens von der in früheren Jahren errungenen Grundausbildung und dem dabei vermittelten Wissen zehren kann und sie nur praktisch anzuwenden braucht. Gegenwärtig muß jeder während seines ganzen Lebens fachlich hinzulernen. Nur ein solcher kontinuierlicher Qualifizierungsprozeß wird ihn befähigen, unter veränderten Bedingungen erfolgreich zu arbeiten.

Das macht die Aneignung der geologisch-ökonomischen Analyse als Methode so bedeutungsvoll.

Für die geologisch-ökonomische Analyse können drei wesentliche Funktionsbereiche genannt werden:

- a) Als Erkundungsmethode lenkt sie den Erkundungsprozeß auf das für das Erkundungsziel Nützliche und Notwendige;
- b) als Ökonomik der Erkundung stellt sie Aufwand und Erkundungsergebnis in annehmbare Relationen;
- c) als geologisch-ökonomische Bewertung der erkundeten Lagerstätte entscheidet sie über Brauchbarkeit oder Wertlosigkeit der Lagerstätten für eine industrielle Nutzung, über ihre volkswirtschaftliche Bedeutung.

Keine dieser Funktionen ist unwichtig oder darf vernachlässigt werden, auch nicht auf Kosten der einen oder anderen.

Später werden einige Probleme eingehend behandelt, die vornehmlich zu den unter b) und c) genannten Funktionen gehören, weil sie gegenwärtig noch in der praktischen Arbeit die größten Schwierigkeiten bereiten.

2.5. Technische Mittel der Erkundung

Dem modernen geologischen Erkunder steht die leistungsfähige Technik unserer Zeit zur Lösung der gestellten Aufgaben zur Verfügung. Er macht davon nach der jeweiligen geographischen und geologischen Situation sinnvollen Gebrauch. Derzeit können zur unmittelbaren Lösung der Erkundungsaufgaben lediglich drei Arten technischer Erkundungsmittel eingesetzt werden:

- a) Bohrgeräte der verschiedensten Konstruktionen;
- b) bergmännische Mittel der verschiedensten Art;
- c) geophysikalische Verfahren für bestimmte Aufgaben.

Der Einsatz dieser technischen Mittel ist abhängig von natürlichen und ökonomischen Faktoren. Im Vordergrund stehen die natürlichen Faktoren, weil sie bestimmen, ob auf eine gestellte Aufgabe bei Einsatz bestimmter technischer Erkundungsmittel eine eindeutige Antwort erhalten

wird. Bei Gleichwertigkeit entscheiden ökonomische Gesichtspunkte.

Die dem Erkundungsgeologen zur Verfügung stehenden technischen Erkundungsmittel sind hinsichtlich der Informationen, die mit ihrer Hilfe über die Lagerstätte erhalten werden können, nicht gleichwertig.

Bohrungen können bildlich mit Nadelstichen in die Lagerstätte verglichen werden. Ihr Durchmesser ist gewöhnlich sehr gering; daher liefern sie im Grunde direkte Informationen nur über eine verschwindend kleine Fläche der Lagerstätte; und auch das ausgebrachte Gesteinsmaterial (z.B. Kern) informiert nur über einen "Punkt" der Verbreitungshöhe. Die Informationen aus einer Bohrung reichen nicht immer aus, um gesicherte Aussagen über die Lagerungsverhältnisse des Rohstoffkörpers zu machen.

Dieser allen Bohrungen eigene objektive Mangel kann zwar nicht beseitigt, jedoch gemildert werden:

- a) Durch sogen. Ablenkungen kann unter Ausnutzung des ersten Bohrlochs der Rohstoffkörper in mehreren Punkten durchörtert werden;
- b) durch die Niederbringung mehrerer folgerichtig angelegter Bohrungen kann die weitgehende Klärung offener Fragen erreicht werden;
- c) durch Einsatz zusätzlicher technischer Mittel (z.B. bestimmter Apparate, geophysikalischer Meßgeräte u.a.) kann die Aussage der einzelnen Bohrungen über ihren unmittelbaren Durchmesser hinaus mehr oder weniger erweitert werden.

Bergmännische Arbeiten geben dem Erkunder im Unterschied zu Bohrungen die Möglichkeit, die Aufschlüsse unmittelbar zu "befahren" und in ihnen mit kaum begrenzter Genauigkeit und Zuverlässigkeit Feststellungen zu treffen. Ein weiteres Vorteil ist der Umstand, daß geologische Unklarheiten durch Fortsetzung oder Ergänzung des Aufschlusses (in beliebiger Richtung) zu klären möglich sind.

Bergmännische Arbeiten bieten ferner die Möglichkeit, die Bemusterung des Rohstoffs zweckmäßig den Vererzungsverhältnissen anzupassen. (Bei Bohrungen sind diese Möglichkeiten stark eingeengt.)

Geophysikalische Verfahren erweisen sich in ihrer fortschreitenden Entwicklung als immer wirksameres technisches Erkundungsmittel des Geologen. Während sie in der Vergangenheit lediglich ausgesprochenen Hilfscharakter trugen, weil sie weder über die Form des Mineralkörpers noch über die Qualität des Rohstoffs direkte Aussagen liefern konnten, nimmt ihre Bedeutung gegenwärtig immer mehr zu. Sie sind als wesentlicher Bestandteil insbesondere der Vorerkundung nicht mehr zu missen und liefern (Bohrlochgeophysik) während der eingehenden Erkundung eine unerlässliche Ergänzung der durch Bohrungen erhaltenen Informationen.

2.6. Die Erkundungssysteme

In der geologischen Erkundung hat sich der von W.I. SMIRNOW bereits vor 1940 vorgeschlagene Begriff des "Systems der Erkundungsarbeiten" eingebürgert, der im Russischen und Deutschen später mit "Erkundungssystem" ausgedrückt wurde. Das ist offensichtlich nicht korrekt.

Wenn W.I. SMIRNOW (1957) nach den eingesetzten technischen Erkundungsmitteln drei Gruppen von Systemen der Erkundungsarbeiten (bergmännische, Bohrsysteme und die aus beiden kombinierte) unterscheidet, so ist das noch logisch, wenn es auch möglicherweise keine praktische Bedeutung hat.

Es muß selbstverständlich überraschen, daß bei der dargelegten Konzeption der sowjetischen Forscher (Grundlage für die Gruppierung sind die technischen Erkundungsmittel) die Geophysik überhaupt keine Rolle spielt.

Wenn W.M. KREJTER (1961) nach der gleichen Gruppierung Systeme der Erkundungsarbeiten mit Erkundungssystemen gleichsetzt, so kann dem nicht zugestimmt werden.

Es ist ausgesprochen formal, die Erkundungssysteme nach ihren technischen Hilfsmitteln zu klassifizieren. Sinnvoller dürfte es sein, von den Hauptmethoden der Erkundung und ihren Varianten auszugehen.

Was könnte und müßte tatsächlich als Erkundungssystem bezeichnet werden? Offensichtlich nur die systematische Verbindung aller Arbeitsprozesse, die zur Erreichung des Erkundungszieles notwendig sind, m.a.W.: die Kombinationen der drei Hauptmethoden der Erkundung, d.h. der konkreten Formen der geologisch-statistischen Erhebung, der Bemusterung und der geologisch-ökonomischen Analyse.

Erkundungssysteme, d.h. Kombinationen der drei Hauptmethoden der Erkundung, könnten nach verschiedenen Gesichtspunkten gebildet werden:

- a) nach konkreten Varianten jeder Hauptmethode,
- b) nach den Grundtypen der Veränderlichkeit der Lagerstättenparameter,
- c) nach der konkreten Aufgabenstellung (Suche, Vorerkundung, Erkundung).

Verfasser sieht in einer solchen Ausarbeitung ebenso wie in einer Klassifizierung dieser Erkundungssysteme keinen unmittelbaren Nutzen für Theorie und Praxis. Außerdem werden sich z.B. Systeme der Vorerkundung und Systeme der eingehenden Erkundung in der Hauptsache voneinander nur durch ihren absoluten Umfang (bezogen auf eine Lagerstätte) und verschiedene Proportionen der einzelnen Arbeitskomplexe unterscheiden. (Das ergibt sich aus der unterschiedlichen Detailliertheit der Untersuchungen und der jeweiligen Aufgabenstellung.) Neben den damit verbundenen Unterschieden in der Genauigkeit vieler Angaben ist der wesentlichste Unterschied (Ganglagerstätten etwas abweichend) im entstehenden ökonomischen Aufwand zu sehen.

3. Die Bestimmung des ökonomischen Nutzeffekts der geologischen Erkundung

Wir bezeichnen mit Effektivität der geologischen Erkundung die Wirksamkeit (und Zweckmäßigkeit) der angewandten Varianten der Hauptmethoden der geologischen Erkundung, der eingesetzten technischen Erkundungsmittel und der durchgeführten Untersuchungen. Unter Nutzeffekt der geologischen Erkundung verstehen wir dagegen die Wirkung und das praktische Ergebnis der Erkundung selbst, bezogen auf den betriebenen materiellen und geistigen Aufwand.

In diesem Kapitel werden wir uns nicht mit der Wirksamkeit der einzelnen geologischen Erkundungsverfahren, sondern mit

- a) der Bestimmung des ökonomischen Ergebnisses der Erkundung und
- b) seinen Maßstäben und Kriterien

beschäftigen.

Nach dem erwarteten Arbeitsergebnis - und häufig auch nach den Quellen der Finanzierung - können alle in der Praxis anfallenden geologischen Arbeiten in vier Gruppen eingeteilt werden: staatliche Hoheitsaufgaben (zu denen vor allem die regionale geologische und geophysikalische Kartierung gehören), Forschungsarbeiten (für die eine Zweiteilung in Grundlagen- und Zweckforschung sinnvoll ist), Dienstleistungen (wozu ingenieur-, bodengeologische u.ä. Arbeiten rechnen) und ökonomische Geologie, mit der die Suche und Erkundung von Lagerstätten einschließlich ihrer wissenschaftlichen Vorbereitung zusammengefaßt werden.

Die regionale Kartierung unterscheidet sich als Hoheitsaufgabe nicht von der Landesvermessung, dem Meteorologischen Dienst u.a. Ihr Arbeitsergebnis sind Karten der

verschiedensten Art und Maßstäbe. Ihre Finanzierung erfolgt gewöhnlich aus dem Staatshaushalt analog Volksbildung u. a.

Die Arbeitsergebnisse der Grundlagenforschung müssen zu einer Bereicherung der geologischen Wissenschaften, zur Erweiterung unseres Wissens führen. Sie werden durch den Staatshaushalt oder spezielle Fonds der Industrie finanziert. Arbeitsergebnisse von Zweckforschungen sind die Lösungen gestellter konkreter Aufgaben (z. B. die Parallelisierung von Flözen einer Lagerstätte nach paläontologischen Funden). Diese Arbeiten werden vom Auftraggeber finanziert, d. h. entweder von der Erkundung oder der regionalen Kartierung.

Geologische Dienstleistungen zur Erledigung konkreter Aufträge - z. B. der Bauindustrie - müssen nach der Art und Weise beurteilt werden, wie der Auftrag erfüllt wurde, und in diesem Umfang vom Auftraggeber finanziert werden. (Die hydrogeologische Erkundung darf nicht länger als Dienstleistung betrachtet werden; durch ihre Aufgabenstellung - nutzbare Grundwasservorräte nachzuweisen - gehört sie zur geologischen Erkundung.)

Die geologische Erkundung (ökonomische Geologie) hat nur eine Aufgabe: mineralische Lagerstättenvorräte zu suchen und zu erkunden. Ihr Nutzeffekt kann daher an der Menge und der Güte der erkundeten Vorräte gemessen werden. Die Finanzierung der Suche und Erkundung muß durch den Nutznießer ihrer Arbeitsergebnisse erfolgen, durch die Industrie und vor allem den Bergbau.

Um die Frage beantworten zu können, wie der Nutzeffekt der Suche und Erkundung bestimmt werden kann, ist es sinnvoll, Suche und Erkundung getrennt zu betrachten.

3.1. Der ökonomische Nutzeffekt geologischer Sucharbeiten

Als Hauptaufgabe der Suche war formuliert worden: In einem als häufig erkannten Gebiet sind möglichst viele Lagerstätten (theoretisch alle) eines bestimmten Rohstoffs aufzuspüren, damit die wirtschaftlich günstigste für die weitere Erkundung und die spätere Nutzung ausgewählt werden kann. Für die Beurteilung einer durchgeführten Lagerstättensuche ist folglich wesentlich, ob sie eine solche Auswahl zuläßt.

Wie muß nun ein Ergebnis beurteilt werden, bei dem nur eine oder überhaupt keine Lagerstätte gefunden wurde (weil tatsächlich nur eine oder gar keine Lagerstätte im untersuchten Gebiet vorhanden ist), folglich eine Auswahl nicht getroffen werden kann?

Konnte nur eine einzige Lagerstätte entdeckt werden, verwandelt sich die Auswahl notgedrungen in eine Beurteilung darüber, ob die Lagerstätte wirtschaftlich brauchbar ist oder nicht.

Wurde gar keine Lagerstätte nachgewiesen, ist das Ergebnis der Sucharbeiten ebenso negativ wie dann, wenn die eine oder alle entdeckten Mineralkonzentrationen heute und in absehbarer Zukunft wirtschaftlich uninteressant sind. (Besteht bei der einen oder anderen die begründete Erwartung, daß sie in Zukunft wirtschaftliche Bedeutung erhält, d. h., liegen gegenwärtig wenigstens Außerbilanzvorräte vor, ist das Ergebnis ökonomisch ebenfalls als negativ zu bezeichnen, wenngleich die Außerbilanzvorräte das Ergebnis etwas freundlicher gestalten.)

Die Möglichkeit eines Mißerfolgs ist bei der geologischen Suche von mineralischen Lagerstätten und ihrer Erkundung stets vorhanden. Sie ist vor allem bei der Suche beachtlich groß. Dieser Umstand hat in den sozialistischen Ländern eine Diskussion darüber hervorgerufen, wer dieses Risiko zu tragen hat. Es mehren sich insbesondere die

Stimmen, die dieses Risiko dem Auftraggeber übertragen wollen (d. h. entweder dem Staat oder der bergbautreibenden Industrie).

Ein solcher Standpunkt ist deshalb nicht annehmbar, weil er die Besonderheit der geologischen Erkundung und die Ursachen für ihre Verselbständigung (Loslösung vom Bergbau) unberücksichtigt läßt. Die moderne ökonomische Geologie wurde notwendig, weil die Vorratssicherung der Bergbaubetriebe immer komplizierter und damit auch risikvoller wurde. Mit ihren spezifischen Aufgaben hat die ökonomische Geologie selbstverständlich auch das Erkundungsrisiko übernommen, weil das eine mit dem anderen organisch verbunden ist.

Es wäre unlogisch und würde Verwunderung hervorrufen, wenn z. B. vorgeschlagen würde, daß ein Jäger auf die Jagd geht und ein anderer, der daheim geblieben ist, die Verantwortung dafür übernehmen soll, daß und ob auch etwas getroffen wird.

Jeder Erkundungsgeologe befindet sich - vor allem bei der Suche - in der Rolle des Jägers. Es wäre deshalb sachlich unbegründet, wenn ihm die Verantwortung genommen und er vom Erkundungsrisiko befreit würde. Es kann bestenfalls darüber beraten werden, wie das jeweilige Erkundungsrisiko vermindert und der Erfolg organisiert und vorbereitet werden kann.

Genauso wie von einem Jäger erwartet wird, daß er rechtzeitig das Schießen gelernt hat, gut bewaffnet ist und sein Jagdrevier kennt, ebenso muß vom Geologen erwartet werden, daß er für seine viel schwierigere, jedoch analoge Arbeit nicht schlechter gerüstet ist. Neben einer entsprechenden wissenschaftlichen Qualifikation des Geologen und modernen technischen Erkundungsmitteln für die Durchführung der Arbeiten ist die wissenschaftliche Vorbereitung der Suche, vor allem die Auswahl lagerstättenhöflicher Bereiche, für den Erfolg geologischer Sucharbeiten von erst-rangiger Bedeutung.

Das wissenschaftliche Niveau bei der Auswahl hüffiger Gebiete hat sich in den letzten Jahren bedeutend erhöht; dafür wurde eine spezielle Methodik entwickelt; die Bestimmtheit der Voraussage wurde durch die Einführung der sogen. prognostischen Vorräte und ihrer Berechnung verstärkt. In den sozialistischen Ländern wurde die Forderung gesetzt, daß Sucharbeiten nur auf der Grundlage wissenschaftlicher Prognosen und berechneter prognostischer Vorräte finanziert werden dürfen. Das führte in der Praxis zu einer Erhöhung der Effektivität der Sucharbeiten und verringerte spürbar das Risiko.

Trotzdem sind negative Ergebnisse der Sucharbeiten noch keineswegs selten, insbesondere in den industriell hochentwickelten Ländern, in denen der Fonds der überhaupt vorhandenen Lagerstätten durch die bereits genutzten bzw. bekannten Lagerstätten weitgehend erschöpft ist. Aus diesem Grunde wird oft die Frage aufgeworfen, ob ein negatives Ergebnis nicht auch ökonomisch bedeutungsvoll für ein Land (oder eine Industrie) sei, weil die Wirtschaft definitiv darüber informiert wird, daß eine einheimische Rohstoffversorgung ausgeschlossen ist.

Eine solche Frage vermengt zwei Dinge: 1. daß für die Planung und Leitung der Volkswirtschaft jede verlässliche Unterlage und Information nützlich und wertvoll ist; 2. daß jede Suche mit dem Ziel durchgeführt wird, Lagerstätten und Rohstoffe zu finden.

Es ist ein unbegründeter Trugschluß, wenn die Kosten für eine ergebnislose Lagerstättenuche dem Informationswert ihres negativen Ausgangs gleichgesetzt werden. Unbegründet deshalb,

1. weil sich der Aufwand für die Sucharbeiten bei positivem Ausgang in der aufgefundenen Lagerstätte als Zuwachs an materiellem Reichtum niedergeschlagen hätte, während ein negatives Ergebnis ihn eindeutig zu einem gesellschaftlichen Verlustposten macht;

2. weil, von außerordentlichen Zwangs- und Notlagen abgesehen, die verausgabten Mittel mit Gewißheit nicht für die Suche bereitgestellt worden wären, wenn das negative Ergebnis im voraus wahrscheinlich gewesen wäre;
3. weil die Information über die Unmöglichkeit einer heimischen Rohstoffversorgung sehr oft bei ausreichender Wahrscheinlichkeit durch geringeren Aufwand (z.B. durch wissenschaftliche Analysen) hätte erhalten werden können.

Ein negatives Ergebnis bei Sucharbeiten ist dann relativ wahrscheinlich bzw. ebenso möglich wie ein positives, wenn das betreffende Gebiet allgemein-geologisch bisher nur schwach oder überhaupt nicht untersucht wurde, wenn sich seine prognostische Einschätzung auf zu wenige Fakten und hauptsächlich auf Annahmen stützt. Die Qualität der Prognose bestimmt daher maßgebend das Ausmaß des vorhandenen Risikos vorgesehener Sucharbeiten.

Die Bedeutung der Prognose und der wissenschaftlichen Vorbereitung der Sucharbeiten kann kaum überschätzt werden, zumal die Praxis immer neue Beispiele dafür liefert:

"Es ist wohl bekannt, daß die Entdeckung von Erdöl in Westsibirien und auf Mangyschlak nur auf Grund der wissenschaftlichen Prognose möglich war. Der Entdeckung einer sehr großen Lagerstätte mit Vorräten von Weltbedeutung an Phlogopit und Vermiculit gingen theoretische Untersuchungen über die präglaziale Verwitterungsrinde der Halbinsel Kola voraus. Die Entdeckung der jakutischen Diamanten war vor allem theoretisch begründet. Die Reihe solcher Beispiele könnte fortgesetzt werden" (A.W. SIDORENKO 1964).

Andererseits ist die Qualität der Prognose - ordnungsgemäßes Arbeiten der Geologen vorausgesetzt - eine Funktion des vorhandenen allgemein-geologischen und speziellen Kenntnisstandes über das prognostisch erfaßte Gebiet und die eine Lagerstättenbildung kontrollierenden Faktoren. Ihre Aussage ist stets relativ, nämlich bezogen auf die jeweils bekannten Fakten und erkannten Gesetzmäßigkeiten.

Daraus folgt, daß auch eine vom wissenschaftlichen Standpunkt einwandfreie Prognose das der Suche objektiv eigene geologische Risiko nicht absolut beseitigen kann.

Hinsu kommt der Umstand, daß sich eine Prognose stets auf gewisse geologische Einheiten von meist beträchtlicher regionaler Größe beziehen muß. Wissenschaftlich richtig vorausgesagte prognostische Vorräte für dieses Gebiet können dabei nur in den seltensten Fällen in größerem Maße prognostisch lokalisiert werden, d.h., es bleibt meist offen, wo die prognostischen Vorräte (in diesem Gebiet) tatsächlich konzentriert sind.

Daraus muß geschlußfolgert werden, daß die Sucharbeiten für diese prognostizierte geologische Einheit als Ganzes betrachtet werden müssen, daß z.B. ein negatives Ergebnis für ein überprüftes Teilgebiet nur in Verbindung mit den Ergebnissen für die Restflächen hinsichtlich des ökonomischen Nutzeffekts richtig beurteilt werden kann.

Sucharbeiten sind daher stets mit einem nicht zu unterschreitenden Umfang an Arbeiten verbunden, der wesentlich durch die Größe des höffigen Gebietes bestimmt wird. Diesen Umfang im voraus optimal zu bestimmen (d.h. sowohl notwendig als auch ausreichend), ist für den ökonomischen Nutzeffekt besonders wichtig.

Ziel ist es in jedem Falle, die Aufgabe der Sucharbeiten mit einem Kostenminimum zu erfüllen. Dieses Minimum kann nur erreicht werden, wenn der Informationswert jeder beabsichtigten Arbeit kritisch analysiert und den dafür auszugebenden Mitteln gegenübergestellt wird. Insbesondere ist stets zu prüfen, ob die benötigte Information nicht auf anderem Wege billiger erhalten werden kann.

Ist so verfahren worden, kann der ökonomische Nutzeffekt von Sucharbeiten durch Vergleich des Suchergebnisses mit den entstandenen Kosten erhalten werden. Es sind dabei zwei Extremfälle möglich: Es wurde eine industriell mit

Vorteil nutzbare Lagerstätte gefunden, oder es wurde überhaupt nichts gefunden.

- a) Wurde in dem prognostisch eingeschätzten Gebiet durch Sucharbeiten eine nutzbare Lagerstätte gefunden, müssen nach den ersten vorliegenden Unterlagen ihre Größe und Qualität eingeschätzt werden. Es werden folglich - zwar relativ grobe - Vorstellungen über die entdeckten Vorräte vorliegen. Der ökonomische Nutzeffekt der durchgeführten Sucharbeiten kann folglich durch die tatsächlichen Suchkosten pro Tonne Vorrat ausgedrückt werden; er sei gleich a .

Empirisch wurde in der UdSSR ermittelt (A.P. KEFALA 1964), daß von den Gesamterkundungskosten einer Lagerstätte auf die Suche 5 - 10 % (bei Ganglagerstätten) und etwa 5 % bei Schichtlagerstätten entfallen. Dazu muß jedoch bemerkt werden, daß in der UdSSR Sucharbeiten bisher unter relativ günstigen geologischen Verhältnissen durchgeführt wurden (noch geringe Durchforschung des gesamten Territoriums). Daraus kann geschlossen werden, daß unter unseren Verhältnissen der Anteil der Kosten für die Suche höher liegen wird und orientierungsmäßig mit 15 - 30 % (bei Ganglagerstätten) und etwa 10 % bei Schichtlagerstätten angesetzt werden kann.

Wenn der Gesamtaufwand für die Erkundung (d.h. einschließlich der Vor- und eingehenden Erkundung) mit A bezeichnet wird ¹⁾, kann für die Bestimmung des ökonomischen Nutzeffekts einer Sucharbeit bei positivem Ausgang die Formel herangezogen werden:

$$\left. \begin{array}{l} a \leq 0,2 A \text{ (für Ganglagerstätten)} \\ a \leq 0,1 A \text{ (für Schichtlagerstätten)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{pro} \\ \text{Tonne} \\ \text{Vorrat} \end{array}$$

1) Später wird die Ermittlung von A erörtert.

Wir erhalten mit a einen durchschnittlichen Wert für die zulässigen (noch vertretbaren) Kosten für eine Tonne Vorrat der durch Sucharbeiten entdeckten Lagerstätte. Diese Kennziffer multipliziert mit den Vorräten der entdeckten Lagerstätte ergibt den zulässigen Gesamtaufwand für die Suche des betr. Objekts.

Diese Ziffer ist jedoch nicht mehr als eine innerbetriebliche Planungs- und Leitungskennziffer; sie kennzeichnet als Durchschnittswert weder den für ein konkretes Objekt zu projektierenden noch den später tatsächlich entstehenden Kostenumfang, weil beide wesentlich durch die natürlichen Faktoren beeinflusst werden.

Wird mit a_p der projektierte spezifische, d.h. auf eine Vorratseinheit bezogene Suchaufwand, mit a_t der tatsächlich entstandene bezeichnet, gilt für die Summe aller Suchobjekte die Gleichung bzw. Ungleichung:

$$\sum a_t \leq \sum a_p \leq \sum a \quad (3)$$

Kehren wir zur Betrachtung eines einzelnen Suchobjekts zurück. Die Differenz (x) zwischen dem tatsächlichen Aufwand und dem projektierten kennzeichnet keineswegs immer die Leistung des mit der Suche beauftragten Geologen, weil diese Differenz objektiv notwendig und durch die natürlichen Verhältnisse begründet sein kann. Liegen derartige geologische Abweichungen von den Vorstellungen, auf die das Projekt aufbaute, nicht vor, ist x , d.h. $a_p - a_t$, tatsächlich eine Kennziffer für die Leistung des Geologen. Sie ist durch Einsparung von vorgesehenen Arbeiten bei gleichem Informationsumfang erreicht worden.

Für den Erkundungsbetrieb ist die Differenz

$$x' = a - a_t \quad (4)$$

von größter Bedeutung. Bei jedem einzelnen Objekt kann sie ökonomisch als "Gewinn" gedeutet werden, der sich aus zwei Bestandteilen $(a - a_p)$ und $(a_p - a_t)$ zusammensetzt. $(a_p - a_t)$ ist durch die Mitarbeiter des Erkundungsbetriebes unmittelbar beeinflussbar und könnte als echter Betriebsgewinn bezeichnet werden. $(a - a_p)$ dagegen ist - bei richtiger Festlegung von a_p - durch die Abweichung der natürlichen geologischen Verhältnisse des betreffenden Objekts von den durchschnittlichen verursacht. Dieser Gewinnbestandteil ist nichts anderes als ein ökonomischer Puffer, mit dem positive und negative Werte dieser Differenz betriebsökonomisch abgefangen werden. Es gilt langfristig für alle Objekte daher die Beziehung

$$\Sigma (a - a_p) \approx 0 \quad (5)$$

- b) Diese Differenz dient u.a. auch dazu, um negative Sucharbeiten, bei denen keine Lagerstätten entdeckt wurden, zu finanzieren. Bei negativem Ausgang einer konkreten Sucharbeit wird (und muß in der Regel sogar) ebenfalls die Differenz $(a_p - a_t)$ auftreten. Auch in diesem Falle charakterisiert sie die Leistung des mit den Sucharbeiten beauftragten Geologen, obwohl in diesem Falle natürlich kein volkswirtschaftlicher Gewinn im echten Sinne des Begriffes erzielt wird.

3.2. Der ökonomische Nutzeffekt geologischer Erkundungsarbeiten

Im Interesse eines möglichst geringen Erkundungsrisikos ist es unbedingt erforderlich, die Stadien Vorerkundung und eingehende Erkundung einzuhalten. Ökonomisch unterscheiden sich beide vor allem durch den Anteil an den Gesamterkundungsmitteln, der in jedem Erkundungsstadium

verausgibt wird. Statistische Untersuchungen (A.P. KEFALA 1964) in der UdSSR haben ergeben, daß diese Anteile für die Vorerkundung bei Schichtlagerstätten 10 - 20 % und bei Ganglagerstätten 30 - 45 % der Gesamterkundungskosten ausmachen. Bei Ganglagerstätten verbrauchen Suche und Vorerkundung nach diesen Untersuchungen bereits etwa die Hälfte der Gesamtmittel. Folglich muß schon die Entscheidung über die Durchführung einer Vorerkundung von Ganglagerstätten mit größter Umsicht (und Vorsicht) getroffen werden, weil bereits bei diesem Erkundungsstadium die Kosten - absolut und anteilmäßig - außerordentlich hoch sind.

Die Qualität des Rohstoffs (arm oder reich) übt auf die Erkundungskosten keinen Einfluß aus. Bezogen auf 1 t Nutzkomponente ist die reichste Lagerstätte folglich am ökonomischsten zu erkunden. Sehr absetzige Qualität verteuert in jedem Fall die Erkundung.

3.2.1. Die kostenbeeinflussenden Faktoren bei der Erkundung

Aus der Praxis und der Lagerstättengruppierung in den ZVK-Instruktionen folgt, daß sich Lagerstätten für die geologische Erkundung vor allem durch ihre Größe, die Kompliziertheit ihrer Form, ihres Baues und ihres Inhalts sowie hinsichtlich des Rohstoffs unterscheiden.

Ein weiterer kostenwirksamer Faktor ist die geforderte Genauigkeit, mit der die Untersuchungen durchgeführt werden müssen.¹⁾ Mit Ausnahme der Genauigkeit sind dies

1) Die Genauigkeit und Detailliertheit unserer Kenntnisse (der Untersuchungsgrad sind Hauptkriterien für die Klasseneinteilung der Vorräte in der Vorratsklassifikation der DDR und anderer sozialistischer Länder. Grob orientierungsmäßig können diese Klassen und die Graduierung des Untersuchungsgrads wie folgt charakterisiert werden: Die Kenntnisse über den Vorrat sind für Klasse A so, daß zwischen Vorausberechnung eines Vorratsblocks und Abbauergebnis keine wesentlichen Differenzen auftreten, weil alle Fak-

natürliche Faktoren, aus denen sich übrigens auch die Schwierigkeiten für eine geforderte Genauigkeit oder Detailliertheit der Erkundung ableiten.

Für die analytische und statistische Ermittlung der Kostenwirksamkeit der natürlichen und anderen Faktoren ist ein möglichst umfangreiches Untersuchungsmaterial erste Voraussetzung.

In Ländern wie der DDR und anderen westeuropäischen Ländern kann es nicht vorliegen, weil sie zu klein sind, die Zahl der erkundeten Lagerstätten für statistische Betrachtungen nicht ausreicht. Wir stützen uns daher auf Unterlagen aus der Sowjetunion, die gegenwärtig über etwa 9000 erkundete Lagerstätten der verschiedenen Rohstoffe ohne Steine-und-Erden-Lagerstätten verfügt (A.W. SIDORENKO 1964).

Aus vorliegenden Daten können folgende Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

1. Die Kompliziertheit der Lagerstätte (ihr Typ) entscheidet über die Größenordnung der Erkundungskosten. Bei Ganglagerstätten (der Buntmetalle) ist z.B. jede Tonne Vorrat mit Erkundungskosten in der Größenordnung von Rubeln belastet; bei Schicht-, Linsen-, Stocklagerstätten (des Eisens) liegt diese Größenordnung bei Kopeken.
2. Die Größe der Lagerstätte bestimmt die Variationsbreite der in jeder Größenordnung anfallenden Erkundungskosten.

(Fortsetzung der Fußn. von S. 69)

toren, die den Abbau des Vorrats beeinflussen, bekannt sind; bei Klasse B sind gewisse Details zwar noch unbekannt, der Abbau kann sie jedoch ohne Schwierigkeiten durch entspr. organisatorische Maßnahmen überwinden. Bei Klasse C₁ sind die Kenntnisse auf die maßgebenden, den Abbau beeinflussenden Grundfragen ohne Details beschränkt, und bei Klasse C₂ sind diese Faktoren nur in den allgemeinsten Grundzügen und auf Grund einer wenig umfangreichen Information bekannt (2. DDR-Vorratsklassifikation, 1962).

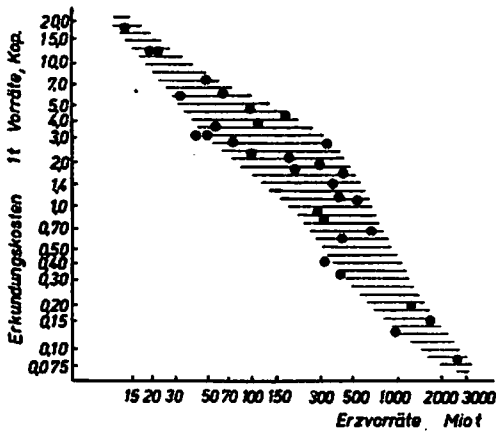


Abb. 7. Abhängigkeit der Erkundungskosten von der Größe der Eisenerzlagertstätten
(Nach A.P. KEPALA 1964)

Die Variationsbreite der Kosten erstreckt sich bei Ganglagerstätten z.B. von 0,20 Rubel bis 23,00 Rubel, bei Schichtlagerstätten von 0,08 Kopeken bis 18 Kopeken.

3. Die Tiefe untersuchter Mineralkörper übt auf die Kosten großen Einfluß aus. Sie ist kostenwirksam jedoch nur im Hinblick auf die vorgesehenen Aufschlüsse und wird durch die übrigen Faktoren nicht beeinflußt. (Sie wird hier deshalb nicht näher untersucht.)

Aus den von A.P. KEPALA (1964) veröffentlichten Unterlagen wurde eine Auswahl getroffen und in Tab. 1 zusammengestellt:

Tabelle 1.

Rohstoff	Erzinhalt der Lagerstätte	Kosten pro Tonne
Zinn	45 000 t	23,00Rubel
	5 Mill. t	0,60 "
Blei-Zink	50 000 t	20,60Rubel
	4,2 Mill. t	0,22 "
Molybdän	100 000 t	17,00Rubel
	13 Mill. t	0,35 "
Kupfer	1,2 Mrd. t	0,4 Kopeken
	300 000 t	1,5 Rubel
	200 Mill. t	2 Kopeken
Eisen	15 Mill. t	18 "
	1 Mrd. t	0,13 "
	2,7 Mrd. t	0,08 "

Aus diesen Daten (und anderen vorliegenden) kann der Schluß gezogen werden:

1. Der Lagerstättentyp ist wesentlich kostenwirksamer als der mineralische Rohstoff; bei gleichem Typ und gleicher Größe der Lagerstätte sind die Erkundungskosten für verschiedene Rohstoffe fast gleich groß. (Die Rolle des Rohstoffs tritt bei den Kosten folglich zurück.)
2. Die Streubreite (Schwankungen) der Kosten ist bei Ganglagerstätten absolut größer als bei Schichtlagerstätten. Relativ schwankt sie bei Ganglagerstätten zwischen 1 und 100, bei Schichtlagerstätten dagegen zwischen 1 und 200 (vermutlich, weil die Größen der Schichtlagerstätten ebenfalls in solch großem Ausmaß schwanken).
3. Der Einfluß der Lagerstättengröße muß bei allen Lagerstättentypen als dominierend für die Kosten bezeichnet werden; er ist entscheidend bei sehr großen Lagerstätten (in diesem Falle kann sich sogar die Größenordnung ändern!).

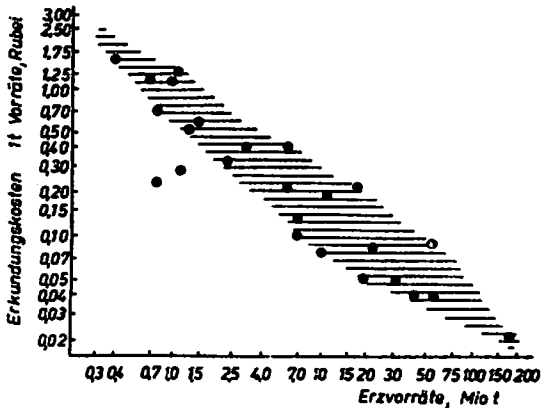


Abb. 8. Abhängigkeit der Erkundungskosten von der Größe der Kupferkieslagerstätten

(Nach A.P. KEFALA 1964)

Soll der Einfluß der Lagerstättengröße näher betrachtet werden, ist zu beachten, daß die Größenbegriffe relativ und vom Rohstoff abhängig sind.

Bezeichnen wir bedingt als mittelgroße Lagerstätten z.B. bei Buntmetallen solche mit 0,5 - 5,0 Mill. t Vorräten, bei Eisen von 100 - 1000 Mill. t, so ergeben sich nach den genannten sowjetischen Unterlagen folgende Kostensenkungen für die Erkundung einer Tonne Vorrat bei Veränderung der Vorratsgröße um das Fünffache:

Buntmetalle (Veränderung von etwa 0,5 - 2,5 Mill. t)

Wolfram	von 4,00 Rubel auf 1,3 Rubel, d.h. ~ auf <u>32</u> %
Molybdän	von 3,50 " " 1,3 " , d.h. ~ " <u>37</u> %
Zinn	von 4,00 " " 1,3 " , d.h. ~ " <u>32</u> %
Pb - Zn	von 0,70 " " 0,40 " , d.h. ~ " <u>55</u> %

Bei Eisen (Erhöhung von 100 Mill. t auf 500 Mill. t)
von 3,3 Kop. auf 0,7 Kop., d.h. auf 20 %

Daraus kann die Feststellung abgeleitet werden:

- a) Kleine Lagerstätten sind nicht nur allgemein (d.h. montanökonomisch), sondern auch von der Erkundung her unvorteilhaft.
- b) Wolfram, Molybdän und Zinn sind etwa gleich teuer zu erkunden; Pb - Zn ist etwas billiger.

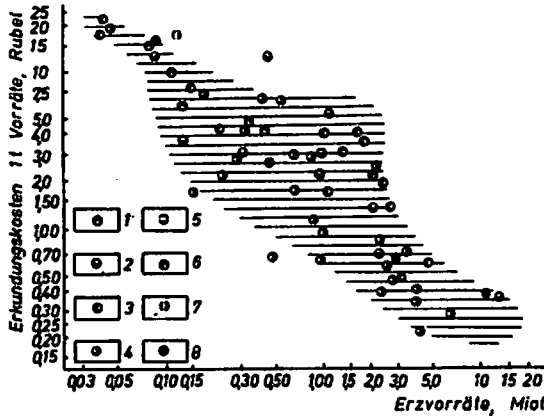


Abb. 9. Abhängigkeit der Erkundungskosten von der Vorratsgröße bei Ganglagerstätten der Seltenen und Buntmetalle

(Nach A.P. KEFALA 1964)

Lagerstätten: 1 - Wolfram; 2 - Molybdän;
3 - Zinn; 4 - Blei und Zink; 5 - Molybdän
und Wolfram; 6 - Wolfram und Zinn; 7 - Zinn
und Blei; 8 - Kupfer

Die Bedeutung der angeführten Absolutwerte sollte nicht überschätzt werden. Die in diesen Werten ausgedrückte Tendenz und Relationen entsprechen jedoch unserer eigenen Erfahrung und verdienen daher volle Beachtung. Aus ihnen können folgende methodisch wichtige Schlussfolgerungen gezogen werden:

- a) Richtsätze für die Erkundungskosten müssen vom morphologischen Lagerstättentyp und der Lagerstättengröße ausgehen.
- b) Richtsätze für die Erkundungskosten können infolge der unterschiedlichen natürlichen Verhältnisse nur Orientierungswerte für die tatsächlich entstehenden Erkundungskosten sein.

3.2.2. Die Ermittlung des ökonomischen Nutzeffekts der geologischen Erkundung

Die Ermittlung des Nutzeffekts geologischer Erkundungsarbeiten muß (wie bei der Suche) von den ermittelten Vorräten ausgehen. Bei Abschluß der Erkundungsstadien (Vorerkundung und eingehende Erkundung) liegen über die anstehenden Vorräte in der Regel umfangreiche Informationen vor. Daher können mit relativ hoher Genauigkeit die spezifischen Erkundungskosten für eine Tonne Vorrat ermittelt werden.

Wenn mit A der gesamte Erkundungsaufwand, mit a_s der Anteil für die Suche und mit a_e der für die Erkundung bezeichnet werden, gilt

$$a_s + a_e = A \quad (6)$$

Ebenso wie bei der Suche müssen auch bei a_e der projektierte (a_{pe}) und der tatsächliche (a_{te}) Erkundungsaufwand unterschieden werden. Für sie trifft das früher Gesagte analog zu.

Für den Nutzeffekt der Gesamterkundung ist entscheidend, daß

$$a_s + a_e \leq A$$

und daß A volkswirtschaftlich richtig bestimmt wird.

Ferner ist zu beachten, daß a_s nicht immer mit dem für die Suche berechneten a_t identisch ist, weil die Erkundung Abweichungen der Vorratsmenge (nach beiden Seiten)

von jener Menge feststellen kann, die nach der Suche genannt wurden.

3.2.2.1. Die Bestimmung des zulässigen Gesamterkundungsaufwands (A)

Für die Bestimmung von A stehen verschiedene Lösungswege zur Verfügung. A.P. KEFALA (1964) hat z.B. für die UdSSR empirisch ermittelt: In Abhängigkeit vom industriell ausbringbaren Inhalt an Nutzkomponente und bezogen auf die im Lande gültigen Preise machen die Erkundungskosten aus:

bei Wolfram	- 11 %
bei Molybdän	- 9 %
bei Zinn	- 8 %
bei Blei-Zink	- 6 %

N.A. CHRUSCHTSCHOW (1964) hat auf Grund dieser Ergebnisse für die Sowjetunion vorgeschlagen, daß die gesamte Belastung einer Tonne Rohstoff durch die Erkundungskosten nicht mehr als 5 - 10 % des ausbringbaren "Wertes" des Rohstoffs bzw. nicht mehr als 20 - 30 % der voraussichtlich benötigten Investmittel zur Nutzung der Lagerstätte ausmachen darf. (Die untere Ziffer gilt für große, die obere für kleine Lagerstätten.)

Diese Bezugnahme auf den ausbringbaren Inhalt, d.h. auf die Qualität, ist ohne Zweifel richtig (obwohl die Rohstoffqualität die Erkundungskosten nicht direkt beeinflußt). Die zulässigen Erkundungskosten (A) könnten daher auch aus den gültigen Konditionen (z.B. dem industriellen Minimalgehalt) abgeleitet werden.

Im Normalfall entsprechen in einem Bergbaubetrieb die Erlöse (E) für eine Tonne Förderung den Selbstkosten (S) plus Gewinn (G):

$$E = S + G$$

(7)

Die Selbstkosten eines Montanbetriebs lassen sich aus der Formel berechnen

$$S = \frac{k_g + k_b + A + k_v}{g_d \cdot a} \cdot 100^2 \quad (8)$$

- wo k_g - Produktionsselfkosten der Grube in MDN/t Förderung,
 k_b - Betriebsgemeinkosten in MDN/t Förderung,
 k_v - Produktionsselfkosten für die Aufbereitung in MDN/t Förderung,
 g_d - durchschnittlicher Gehalt der Förderung (in %),
 a - Ausbringen der anstehenden Nutzkomponente (in %).

Aus Formel (8) kann A (zulässige Erkundungskosten beim durchschnittlichen Gehalt oder auch beim bestätigten industriellen Minimalgehalt) bestimmt werden:

$$A \cong \frac{S (g_d \cdot a)}{100^2} - (k_g + k_b + k_v) \quad (9)$$

Aus den großen DDR-Lagerstätten - der Braunkohle und des Kalis - ist bekannt, daß die Belastung einer Tonne Rohstoff durch die Erkundung nur wenige Pfennige oder sogar Bruchteile eines Pfennigs ausmacht. Es muß überprüft werden, ob es nicht sinnvoll und ökonomisch vorteilhafter ist, eine gewisse Erhöhung der Erkundungskosten z.B. in der Braunkohle zuzulassen, wenn dadurch bedeutend größere Einsparungen infolge gezielterer Entwässerung der Kohlen und der Tagebaue erreicht werden können.

3.2.2.2. Die Berücksichtigung der geforderten Genauigkeit

Bei den bisherigen Erörterungen wurden lediglich die natürlichen Faktoren berücksichtigt. Das ist jedoch bestenfalls für die Suche noch zulässig. Bei der Erkundung muß dagegen ebenfalls beachtet werden, in welchen

Klassen (mit welcher Zuverlässigkeit und Detailliertheit) die Vorräte erkundet wurden.

Die Lösung dieser Aufgabe stößt auf gewisse Schwierigkeiten, weil sich die Erkundungskosten (-aufwand) von Klasse zu Klasse nicht sprunghaft verändern. Jede Vorratsklasse besitzt außerdem eine gewisse innere Abstufung (z. B. können in Klasse C₁ Vorräte enthalten sein, die sowohl an der Grenze zu B wie an der Grenze zu C₂ liegen),¹⁾ die sich auch in den Erkundungskosten widerspiegelt.

Vor Jahren war die unrichtige Vorstellung weit verbreitet, daß sich die Kosten von Klasse zu Klasse verdoppeln, weil dabei die Erkundungsabstände gewöhnlich auf die Hälfte verkürzt werden. Diese Vorstellungen sind deshalb unrichtig, weil

- a) sich bei auf die Hälfte verkürzten Abständen der Aufwand (z.B. die Anzahl der Bohrungen) nicht verdoppeln, sondern vervielfachen muß;
- b) der Bohrabstand und die Bohrkosten in keinem Falle allein die Kostenhöhe bestimmen.

Zur Erhärtung der ersten Feststellung braucht nur ein quadratisches Bohrnetz als Beispiel überprüft zu werden. Bei der Reduzierung der Bohrabstände jeweils um die Hälfte müssen für die gleiche Fläche niedergebracht werden:

bei ganzen Abständen:	neu	4 Bohrungen	insges.	4 Bohrg.
halben	"	: neu 5	"	" 9 "
Viertel-	"	: neu 16	"	" 25 "
Achtel-	"	: neu 56	"	" 81 "

Der Bohraufwand wächst folglich nicht wie 1 : 2 : 4 : 8, sondern wie 1 : 2,2 : 6,2 : 20,2. Bei anderen Bohrnetzen

1) In § 5, Pkt. 2, der 2. DDR-Vorratsklassifikation fester mineralischer Rohstoffe wurde u.a. festgelegt, daß bei Nichterfüllung einer einzigen der definierten Forderungen für jede Klasse schon eine Rückstufung in die entsprechende niedrigere Vorratsklasse erfolgt.

können zwar von diesen Werten abweichende Proportionen erhalten werden. In keinem Fall wird jedoch die alte Vorstellung bestätigt. Zugegeben, es besteht nicht immer die Notwendigkeit, den alten Abstand in allen Richtungen zu halbieren. Dieser Gedanke liegt jedoch den kritisierten Vorstellungen zugrunde.

Der Erkundungsaufwand für die einzelnen Klassen wird neben den Kosten für die geologischen Aufschlüsse durch die erforderlichen Untersuchungen wesentlich beeinflusst. Deren Umfang nimmt ebenfalls nicht kontinuierlich zu. Beim Übergang von Klasse C_2 zu C_1 erhöhen sich die Kosten für diese Arbeiten z.B. nicht um das Doppelte, sondern um das Drei- bis Fünffache.

In der sowjetischen Praxis wird der durchschnittliche Aufwand für die einzelnen Klassen derzeit nach der Proportion

$$(A + B) : C_1 : C_2 = 3 : 1 : 0,2$$

berechnet. Diese Proportion kann ohne konkrete Überprüfungen nicht kritiklos als allgemeine Norm übernommen werden. Die DDR-Erfahrungen zeigen, daß diese Proportion z.B. bei bergmännischer Erkundung nicht eingehalten wird. Außerdem liegen die Kosten für C_2 -Vorräte (bezogen auf die für C_1) in der DDR etwas höher. Das hat seine Ursache offenbar darin, daß in der UdSSR z.T. Vorräte in die Klasse C_2 eingestuft werden, die in der DDR noch als prognostische Vorräte gelten. Es empfiehlt sich deshalb, diese Proportion orientierungsmäßig für jeden Lagerstättentyp zu ermitteln (z.B. für Gang- und Schichtlagerstätten) und erst dann auf ihrer Grundlage die Kosten für die einzelnen Vorratsklassen zu bestimmen.

Für perspektivische Planungszwecke sind - wenn der betr. Arbeitsumfang nicht konkreter bestimmt werden kann - für jeden Lagerstättentyp durchschnittliche Erfahrungswerte der letzten 3 - 5 Jahre zu ermitteln. Liegt diesen Ermittlungen ein umfangmäßig nicht zu kleines Material zugrunde, reicht die Genauigkeit solcher Werte für den vorgesehenen Verwendungszweck völlig aus.

Liegt diese Proportion des Kostenaufwands für die Vorratsklassen vor, kann ein entstandener Gesamtaufwand ohne Schwierigkeit proportionell auf die Vorräte der einzelnen Vorratsklassen aufgeteilt werden.

Die Erkundungskosten für die Vorräte verschiedener Vorratsklassen

Erläutern wir diese Kostenverteilung an einem aus der UdSSR übernommenen Beispiel unter Zugrundelegung der Proportion $(A+B):C_1:C_2 = 3 : 1 : 0,2$.

Für die Erkundung einer Cu-Pb-Zn-Lagerstätte seien insgesamt 5 476 900,00 Rubel ausgegeben worden. Dafür wurden erkundet und von der Vorratskommission bestätigt (Tab. 2):

Tabelle 2.

	Maßeinheit	$B+C_1+C_2$	B	C_1	C_2
<u>Erzvorräte</u>	1000 t	46890,4	6309,9	33780,5	6800,0
<u>Metallvorräte:</u>	1000 t				
Kupfer		460,3	49,7	351,4	59,2
Blei		865,5	252,5	540,7	72,3
Zink		4903,8	872,2	3667,1	364,5
<u>Metallgehalt im Erz:</u>	%				
Kupfer		0,98	0,79	1,04	0,87
Blei		1,85	4,00	1,60	1,06
Zink		10,46	13,82	10,86	5,36

- a) Unabhängig von der Klassenzugehörigkeit der Vorräte, d.h. für die Summe der Klassen $B + C_1 + C_2$, betragen die Erkundungskosten für 1 Tonne Vorrat:

$$5\,476,9 \text{ TRubel} : 46\,890,4 \text{ Tt} = 0,117 \text{ Rubel}$$

- b) Unter Zugrundelegung der Proportion 3 : 1 : 0,2 können die in den Klassen B und C₂ erkundeten Vorräte in "Einheits"-Vorräte der Klasse C₁ umgerechnet werden. Die 46890,4-Tt-(B+C₁+C₂)-Vorräte verwandeln sich dann in

$$6309,9,2 + 33780,5,1 + 6800,0,0,2 = 54070,2 \text{ Tt}$$

"Einheits"-Vorräte (C₁)

Für jede Tonne dieses Vorrats wurden 5476,9 : 54070,2 = 0,1013 Rubel durch die Erkundung ausgegeben; folglich für eine Tonne Vorrat der

Klasse B	-	0,1013 · 3	=	0,304	Rubel
" C ₁	-	0,1013 · 1	=	0,1013	"
" C ₂	-	0,1013 · 0,2	=	0,020	"

Mit Hilfe dieser Kosten pro Tonne Vorrat läßt sich der Erkundungskostenanteil der Vorräte jeder Klasse ermitteln. In unserem Beispiel kosteten die Vorräte der Klasse: B - 1917,44 TRubel; C₁ - 3421,69 TRubel und C₂ - 137,77 TRubel. Diese Summen werden benötigt, wenn berechnet werden soll, mit welchen Kosten jede Tonne Nutzkomponente (Kupfer, Blei, Zink) in jeder Klasse belastet ist.

- o) Dazu müssen zunächst die Vorräte an Nutzkomponente in jeder Klasse, der Preis für das Endprodukt und das Ausbringen bekannt sein. Liegen diese Daten vor (s.Tab. 3), kann der ausbringbare "Wert" der Nutzkomponente in den Vorratsklassen ermittelt werden.
- d) Die Tabelle 2 zeigt, daß im Erz der einzelnen Vorratsklassen unterschiedliche Gehalte für das gleiche Metall erkundet wurden. Deshalb werden die prozentualen Anteile der entsprechenden Metallmengen am Gesamtmetall "wert" jeder Klasse berechnet. Natürlich wird dabei am besten vom "ausbringbaren Wert" des Metalls ausgegangen (Tab. 4). Mit Hilfe dieser prozentualen Anteile können die Gesamterkundungskosten für eine Klasse auf die in ihr enthaltenen Metalle aufgeteilt werden (Tab. 5) und schließlich auch die Gesamterkundungskosten für jedes Metall (in allen Vorratsklassen) bestimmt werden (Tab. 6).
- e) Soll berechnet werden, wie hoch jede Tonne Nutzkomponente im anstehenden Vorrat belastet ist, brauchen die ermittelten Kosten für jede Komponente nur durch den jeweiligen Metallinhalt aus Tab. 2 dividiert zu werden, z.B.:

Ermittlung der Kosten für 1 t Komponente (alle Klassen)

Kupfer:	622,48	:	460,3	=	1,352	Rubel/t
Blei:	1865,42	:	865,5	=	2,155	"
Zink:	2989,0	:	4903,8	=	0,609	"

Tabelle 3.
Berechnung des ausbringbaren "wertes" an Nutzkomponenten:

Komponente	Vorräte an Komponenten in 1000 t		Industr.-Preis, t Konzentr. Rubel	Ausbringen i. Konzentr. %	ausbringbarer "Wert" in 1000 Rubel		
	B	<table border="1"> <tr> <td>C₁</td> <td>C₂</td> </tr> </table>			C ₁	C ₂	B
C ₁	C ₂						
C ₁	C ₂						
Kupfer	49,7	351,4	470	73	17052	120565	20329
Blei	252,5	540,7	530	86	115089	246452	32954
Zink	872,2	3667,1	150	93,7	122588	515411	51230
Summärer ausbringbarer "Wert"					254729	882428	104513

Tabelle 4.

Berechnung des ausbringbaren "wertes" jeder Komponente am Gesamt"wert" der Klasse

<u>Klasse B:</u>	Kupfer - $17052 \cdot 100 : 254729 = 6,69 \%$
	Blei - $115089 \cdot 100 : 254729 = 45,18 \%$
	Zink - $122588 \cdot 100 : 254729 = 48,13 \%$
<u>Klasse C₁:</u>	Kupfer - $120565 \cdot 100 : 882428 = 13,66 \%$
	Blei - $246452 \cdot 100 : 882428 = 27,93 \%$
	Zink - $515411 \cdot 100 : 882428 = 58,41 \%$
<u>Klasse C₂:</u>	Kupfer - $20329 \cdot 100 : 104513 = 19,45 \%$
	Blei - $32954 \cdot 100 : 104513 = 31,53 \%$
	Zink - $51230 \cdot 100 : 104513 = 49,02 \%$

Tabelle 5.

Verteilung der Erkundungskosten für jede Komponente in den Vorräten jeder Klasse

<u>Klasse B:</u>	Kupfer:	$1917,44 \cdot 6,69/100 = 128,28$	TRubel
	Blei:	$1917,44 \cdot 45,18/100 = 866,30$	"
	Zink:	$1917,44 \cdot 48,13/100 = 922,86$	"
			<u>1917,44 TRubel</u>
<u>Klasse C₁:</u>	Kupfer:	$3421,69 \cdot 13,66/100 = 467,40$	TRubel
	Blei:	$3421,69 \cdot 27,93/100 = 955,68$	"
	Zink:	$3421,69 \cdot 58,41/100 = 1998,61$	"
			<u>3421,69 TRubel</u>
<u>Klasse C₂:</u>	Kupfer:	$137,77 \cdot 19,45/100 = 26,80$	TRubel
	Blei:	$137,77 \cdot 31,53/100 = 43,44$	"
	Zink:	$137,77 \cdot 49,02/100 = 67,53$	"
			<u>137,77 TRubel</u>

Tabelle 6.

Ermittlung der Kosten für jede Komponente aller Klassen

Kupfer:	$128,28 + 467,40 + 26,80 =$	622,48 TRubel
Blei:	$866,30 + 955,68 + 43,44 =$	1865,42 "
Zink:	$922,86 + 1998,61 + 67,53 =$	2989,00 "
		<u>5476,90 TRubel</u>

f) Abschließende Bemerkungen

Wesentlich für die Aussagefähigkeit dieser berechneten Kennziffern ist, daß die zugrunde gelegten Kosten tatsächlich begründet waren. Es muß dabei unterschieden werden zwischen notwendigem und tatsächlichem Erkundungsaufwand. Nur der notwendige Aufwand kann gesellschaftlich anerkannt und u.U. mit den Vorräten an die die Lagerstätte nutzende Industrie übergeben und beim Abbau mitamortisiert werden.

Der nichtnotwendige Aufwand muß innerhalb des die Erkundung treibenden Industriezweigs abgefangen werden; er darf nicht anderen Industriezweigen angelastet werden.

In der Erdöl-Erdgas-Erkundung ist die Anzahl der erkundeten Vorrats-tonnen (oder Nm^3) pro Erkundungsbohrmeter eine beliebte Effektivitätskennziffer. Sie kann jedoch nur eine grobe Orientierungsziffer für die Planung sein. Die Kostenbelastung pro Tonne Vorrat ist als Bewertungskriterium unbedingt vorzuziehen, weil sie komplexer und exakter ist. Indirekt wird durch ihre Anwendung stimuliert, daß der Erkundungsgeologe billigere Verfahren anderen (z.B. Bohrungen oder bergmännischen Arbeiten) vorzieht, wenn sie diese hinsichtlich ihres Informationswerts ersetzen können.

4. Der Lagerstättenvorrat als ökonomische Kategorie

Die Definition des Lagerstättenvorrats ist lange umstritten gewesen. F. STAMMBERGER hat 1958 und 1962 einen Überblick über die gebräuchlichsten Auffassungen gegeben und folgende Definition vorgeschlagen: Ein Mineralvorrat ist

"erstens eine Mineralkonzentration bestimmten Umfangs (Menge), zweitens eine Konzentration mit bestimmten Qualitäten (Gehalten, Mächtigkeit, Teufenlage usw.), drittens eine der modernen Technik erschließbare Konzentration (Abbau- und Verarbeitungsmöglichkeiten) und viertens eine Konzentration, die zu ihrer Verwertung (Nutzbarmachung) vertretbare Aufwendungen an Arbeit und Material verlangt".

Diese Definition hat vor allem in den sozialistischen Ländern weitgehende Zustimmung gefunden und ist auch in die Begriffserläuterungen der ZVK (1963) eingegangen. Der Vorrat ist damit eine geologisch-ökonomische Kategorie. Er wird durch geologische und ökonomische Kriterien bestimmt. Eine Mineralkonzentration wird erst durch ihre wirtschaftliche Bedeutung zum Mineralvorrat.

Diese wirtschaftliche Bedeutung wird in Ländern unterschiedlicher sozialer Ordnung verschieden interpretiert: In einer 1954 - 1956 in den Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy (London) geführten Diskussion wurde darunter z.B. der beim Abbau gemachte Profit verstanden. In sozialistischen Ländern wird die ökonomische und volkswirtschaftliche Bedeutung des Vorrats daran gemessen, ob durch seine industrielle Nutzung eine vorhandene Bedarfslücke mit vertretbarem Aufwand ganz oder teilweise, jetzt oder in Zukunft geschlossen werden kann.

Wenn die Möglichkeit einer industriellen Nutzung das wesentlichste Kriterium eines Mineralvorrats ist, ist der Vorrat seinerseits das wichtigste Attribut einer Lagerstätte und dient als ihr Unterscheidungsmerkmal von einem

(wirtschaftlich uninteressanten) Mineralvorkommen bzw. einer nur wissenschaftlich bemerkenswerten Mineralisierung:

"Sind die natürlichen Mineralkonzentrationen so gering, daß sie kein wirtschaftliches Interesse hervorrufen, wird nicht von einer Lagerstätte, sondern einem Mineralvorkommen gesprochen" (Begriffserläuterungen der ZVK, 1963).¹⁾

Diese Auffassungen über die Begriffe Mineralvorrat und Lagerstätte sind die Grundlage für die in den sozialistischen Ländern gültigen Vorratsklassifikationen und für die Grundsätze zur Einstufung eines erkundeten Vorrats in eine der Vorratsgruppen.

4.1. Klassifikationsgrundsätze für anstehende mineralische Vorräte

Obwohl die Vorratsklassifikationen aller sozialistischen Länder auf gemeinsam vereinbarten Grundsätzen aufgebaut sind, unterscheiden sie sich in Details, weil sie die natürlichen und ökonomischen Besonderheiten ihrer Länder berücksichtigen müssen. Hier werden die Klassifikationsgrundsätze nach der DDR-Vorratsklassifikation (1962) dargestellt.

Zunächst wird unterschieden zwischen Vorräten, die durch die Erkundung nachgewiesen wurden (Reserven), und solchen, die nur wissenschaftlich vorausgesagt wurden (prognostische Vorräte).

Prognostische Vorräte berechtigen ökonomisch nur zur Durchführung von Sucharbeiten; lediglich in Ausnahmefällen können sie bei langfristigen Perspektivplänen der Entwicklung eines Industriezweigs Beachtung finden. Soll jedoch die Entwicklungsperspektive eines Industriezweigs

1) Diese Auffassung stützt sich auf beste deutsche Traditionen, die allerdings in den letzten 50 Jahren zugunsten einer falsch verstandenen "Wissenschaftlichkeit" wenig gepflegt und nur selten fortgesetzt wurden (z.B. bei B. GRANIGG 1951).

richtig eingeschätzt werden, müssen sie unbedingt berücksichtigt werden.

Die insgesamt nachgewiesenen Vorräte (Reserven) werden ihrerseits danach, ob sie sich für eine volkswirtschaftliche Nutzung derzeit eignen oder nicht, weiter unterteilt. Kriterien für eine solche Eignung sind die für jeden Vorrat bestätigten Konditionen.

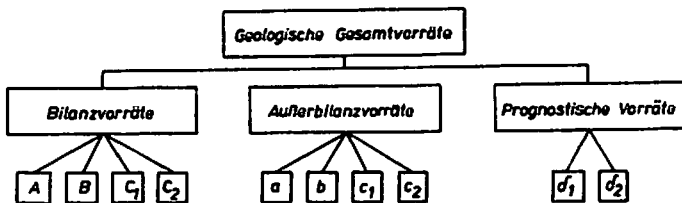


Abb. 10. Aufbau der DDR-Vorratsklassifikation

Konditionen sind Festlegungen zur Quantität und Qualität des mineralischen Rohstoffs einer Lagerstätte und ihrer montangeologischen Verhältnisse, bei deren Einhaltung die Vorräte der betr. Lagerstätte mit vertretbarem Aufwand genutzt werden können. Solche Vorräte werden als Bilanzvorräte bezeichnet. Vorräte, die diese Festlegungen nicht erfüllen, zählen zu den Außerbilanzvorräten, wenn damit gerechnet wird, daß in Zukunft durch die technische und ökonomische Entwicklung ihr Übergang in Bilanzvorräte möglich bzw. wahrscheinlich ist. Mineralkonzentrationen, die weder dem einen noch dem anderen entsprechen, sind im ökonomischen Sinne - und im Sinne der ZVK - keine Vorräte.

Entscheidungen großer wirtschaftlicher Tragweite, wie die Errichtung neuer und die Rekonstruktion bestehender Bergbaubetriebe und ihrer Verarbeitungsanlagen sowie entsprechende Projektierungen und Planungen dürfen in der DDR nur auf der Basis der Bilanzvorräte durchgeführt werden.

Außerbilanzvorräte berechtigen lediglich zu Finanzierungen von Forschungsarbeiten zur Entwicklung neuer und zur Verbesserung bestehender Verfahren der Gewinnung, Aufbereitung, Verhüttung oder anderweitigen Verwertung des Rohstoffs.

Die erkundeten Bilanz- und Außerbilanzvorräte einer Lagerstätte sind hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit und Detailliertheit nichts Einheitliches: Sie reichen von eingehend erforschten Teilvorräten bis zu solchen, über die nur sehr allgemeine Kenntnisse vorliegen. Die jeweils vorhandenen Kenntnisse über den Vorrat (im komplexen Sinne) sind das entscheidende Kriterium für die Einstufung der Vorräte in Vorratsklassen (A, B, C₁ und C₂).

Aus den vorliegenden Kenntnissen leiten sich Detailliertheit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Aussagen über die Vorräte ab. Jede Vorratsklasse bietet folglich eine unterschiedliche Sicherheit für zu treffende Entscheidungen bei Projektierung und Nutzung.

Wenn der erreichte Kenntnisstand auch von der Aufschlußdichte bei der Erkundung beeinflusst wird, sind die Beziehungen z.B. zwischen Erkundungsabstand und Vorratsklasse keineswegs so eindeutig und direkt, wie oft angenommen wird. Die Ursachen für entsprechende Abweichungen ergeben sich vor allem daraus, daß

- a) der gleiche Erkundungsabstand bei unterschiedlichen geologischen Verhältnissen zu unterschiedlich gesicherten Kenntnissen führt;
- b) der Erkundungsabstand keine Beziehungen zu dem Umfang und der Qualität der in den Erkundungspunkten durchgeführten Untersuchungen hat und vor allem das wissenschaftliche Niveau der Auswertung nicht berührt.

Es wäre z.B. denkbar, daß bei gleichen geologischen Verhältnissen und gleich großen Erkundungsabständen in zwei verschiedenen Objekten ungleiche wissenschaftliche Untersuchungen und Bearbeitungen durchgeführt wurden und folg-

lich auch ungleiche Kenntnisse über diese Objekte vorliegen; das muß zwangsläufig zu ihrer Einstufung in verschiedene Vorratsklassen führen.

Obwohl sich der Kenntnisstand über die Vorräte bei den einzelnen Klassen folgerichtig verändert, bedeutet dies keineswegs, daß z.B. die Vorräte der höchsten Klasse (A) "umfassend" und "erschöpfend" oder "vollständig" im Sinne von absolut und ohne Verzicht auf jede nur denkbare Untersuchung erkundet wurden. Diese Adjektiva treffen nur zu, wenn sie sich auf den vorgesehenen Verwendungszweck und die sich hieraus ergebende Erkundungsaufgabe beziehen. (Ein Bettungskies ist in dieser Hinsicht viel weniger anspruchsvoll als z.B. ein Betonkies.) Deshalb müssen der vorgesehene Verwendungszweck oder die Eignung eines Rohstoffs für einen bestimmten volkswirtschaftlichen Einsatz für jeden erkundeten Vorrat exakt angegeben werden.

Ein Vorrat kann folglich in der Regel nicht allgemein zu einer bestimmten Vorratsklasse gehören, sondern nur im Hinblick auf einen bestimmten Verwendungszweck. Wurde z.B. eine Kieslagerstätte als Vorratsbasis eines Betonwerks erkundet und der Rohstoff für diesen Verwendungszweck nur ungenügend untersucht, muß dieser mit voller Berechtigung in eine niedrige Vorratsklasse (z.B. C₂) eingestuft werden. Hat sich jedoch während der Erkundung gezeigt, daß dieser Kies für Beton nicht geeignet ist und lediglich als Bettungskies in der Wirtschaft verwendet werden kann, können die durchgeführten Untersuchungen u. U. ausreichen, die Vorräte im Hinblick auf diesen Verwendungszweck in eine höhere Klasse (z.B. C₁ oder B) einzustufen.

Von grundlegender Bedeutung ist in jedem Falle die richtige Abgrenzung der Bilanz- von den Außerbilanzvorräten, d.h. der Vorräte, deren ökonomische Nutzung gegenwärtig möglich ist, von denen, für die dies erst in Zukunft erwartet wird.

Diese Abgrenzung erfolgt - wie erwähnt - nach geologisch-technisch-ökonomisch begründeten und von einem hierfür

bevollmächtigten Gremium bestätigten Konditionen. Daher kommt der richtigen Festlegung der Konditionen außergewöhnlich große praktische Bedeutung zu.

4.2. Die Festlegung der Konditionen

Konditionen sind Festlegungen zur Quantität und Qualität des anstehenden mineralischen Vorrats und seiner montangeologischen Verhältnisse für die Gewinnung, bei denen der entstehende Gesamtaufwand für die Volkswirtschaft noch annehmbar ist. Hauptaufgabe der Kondition ist, Grundlage bei der Berechnung von Lagerstättenvorräten zu sein und die richtige Unterteilung der Gesamtvorräte in Bilanz- und Außerbilanzvorräte zu ermöglichen.

Bevor mit der Ausarbeitung einer Kondition begonnen werden kann, muß bekannt sein bzw. ermittelt werden, welcher Gesamtaufwand für die Gewinnung einer Tonne Rohstoff mit bestimmten Qualitäten ökonomisch noch vertretbar ist, d.h., wieviel eine Tonne geförderten (oder auch aufbereiteten) Rohstoffe kosten darf.

4.2.1. Die Bestimmung des Ökonomisch Vertretbaren

Der ökonomisch vertretbare Gesamtaufwand ist zeitbedingt, er stellt sich heute in anderer Größe dar als bei seiner Festlegung für die Vorratsbasis eines in 10 oder 15 Jahren oder noch später die Förderung aufnehmenden Montanbetriebs.

Die Berücksichtigung des Zeitfaktors bei der Festlegung des ökonomisch Vertretbaren ist in der sozialistischen Planwirtschaft deshalb relativ einfach, weil langfristige Perspektivpläne und Entwicklungsprogramme der Industriezweige vorliegen, in denen die technisch-ökonomische Entwicklung prognostisch berücksichtigt ist.

Für die kapitalistische Wirtschaft können Marktforschungen und Trendanalysen Grundlagen für richtige Lösungen liefern.

Am Ende derartiger Untersuchungen kann mit mehr oder weniger großer Genauigkeit gesagt werden, daß 1 Tonne Förderprodukt oder Konzentrat oder auch Endprodukt (z.B. Metall) nicht mehr als x MDN kosten darf, wenn sie noch absetzbar sein bzw. dem ökonomisch Vertretbaren entsprechen soll. Handelt es sich um aktuelle Festlegungen, kann von den gültigen Industriepreisen, dem Weltmarktpreis nach Beseitigung zufälliger Schwankungen u.ä. ausgegangen werden.

Vorgegebene Grenzwerte für noch vertretbare Produktionskosten haben grundlegende Bedeutung, weil sie die Grenze abstecken, die durch die ökonomische Gesamtauswirkung aller Konditionsparameter eingehalten werden muß. Sie darf im volkswirtschaftlichen Interesse wohl unterschritten, jedoch in keinem Falle überschritten werden. Ihre Vorgabe setzt nicht nur ausreichende qualifizierte Vorarbeiten voraus. Sie ist auch mit einer enormen Verantwortung verbunden; deshalb ist es angebracht, sie durch ein bevollmächtigtes Gremium überprüfen und bestätigen zu lassen.

Liegt dieser Ausgangswert vor, besteht die Ausarbeitung einer Kondition aus folgenden Operationen:

- a) Es wird überprüft, ob der zu erwartende Gesamtaufwand pro Tonne Förderprodukt bei Nutzung der Lagerstätte unter der vorgegebenen Kostengrenze liegt (nur dann können überhaupt Bilanzvorräte erwartet werden);
- b) der erwartete Gesamtaufwand, der kleiner oder gleich der Kostengrenze sein darf, wird auf die beim Abbau der Lagerstätte entstehenden Einzelkostenpositionen aufgeteilt;
- c) aus den Einzelkosten für die jeweiligen Arbeiten werden konkrete quantitative Forderungen an die

geologischen und montangeologischen Parameter der Lagerstätte abgeleitet, die eingehalten werden müssen, wenn der vertretbare Aufwand nicht überschritten werden soll.

Dabei treten zwei Hauptschwierigkeiten auf:

- a) die möglichst reale, den zukünftigen Verhältnissen maximal nahekommende Vorausbestimmung der besonders kostenwirksamen Arbeiten bei der Nutzung des Vorrats und
- b) die Ummünzung ökonomischer Größen (der Kosten) in geologische Kennziffern.

Zur Überwindung der ersten Schwierigkeit ist erforderlich, ausreichend zuverlässige Angaben über die Qualität und die technologischen Eigenschaften des Rohstoffs sowie über die montangeologischen (einschl. hydrogeologischen) Verhältnisse seiner zukünftigen Gewinnung zu beschaffen.

Folglich müssen zum Zeitpunkt der Konditionsfestlegung bereits alle erforderlichen technologischen Untersuchungen des Rohstoffs durchgeführt worden sein. Nur auf einer solchen Grundlage können die zu erwartenden Kosten (bei zu empfehlender Kapazität und Struktur des Betriebes, Abbauart u.a.) mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden.

Die Überwindung der zweiten Schwierigkeit erfordert die sorgfältige Berücksichtigung aller ermittelten Besonderheiten der Lagerstätte, ihre geologisch-ökonomische Analyse, gewöhnlich mit Hilfe der Variantenrechnung. Nicht selten scheuen noch die Bearbeiter von Konditionsentwürfen vor einer solchen akribischen Arbeit zurück, arbeiten mit zu groben ökonomisch ungeprüften Schätzungen. Das ist abzulehnen, weil es zu Fehlentscheidungen führen kann.

In frühen Stadien der Erkundung (insbesondere der Suche) können die Arbeiten zur Konditionsermittlung wesentlich vereinfacht werden, wenn - wie K.-H. BINTIG (1965) vorge-

schlagen hat - die sogen. "Zwangsbedingungen" zunächst überprüft werden; denn gewisse Forderungen der Industrie müssen unbedingt erfüllt sein, wenn die Lagerstätte überhaupt wirtschaftlich interessant sein soll. Solche Forderungen können sein: eine Mindestvorratsmenge, die Aufbereitbarkeit des Rohstoffs bei niedrigen Gehalten an Nutzkomponente, ein maximales D:N-Verhältnis für den Tagebaubetrieb u.a. Oft ist schon aus der Erfüllung dieser oder ähnlicher Zwangsbedingungen zu erkennen, ob es sich um Bilanz- oder Außerbilanzvorräte handelt. Je mehr solcher Zwangsbedingungen formuliert werden können, um so enger wird der Kreis der noch festzulegenden Konditionskennziffern und ihr Schwankungsbereich.

4.2.2. Die Ermittlung der maßgebenden Kostenfaktoren

Die volkswirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Nutzung eines mineralischen Vorrats verlangt, daß durch die erzielten Erlöse die Produktionselbstkosten und ein Gewinn¹⁾ realisiert werden. Es gilt daher die Gleichung:

$$E = S + G \text{ und } S = E - G$$

wo E - der Erlös (Verkaufspreis, Weltmarkt- oder Industriepreis (DDR) in MDN je t Verkaufsprodukt,
 S - die Gesamtselbstkosten in MDN je t Verkaufsprodukt,
 G - der Gewinn in MDN je t Verkaufsprodukt sind.

Wenn das ökonomisch Vertretbare (in vielen Fällen gleich Erlös) mit x bezeichnet wird und der Gewinn z.B. 20 % der Selbstkosten betragen soll, ist

$$S = 0,83 E \quad (10)$$

¹⁾ Vom Normalen abweichende sogen. Verlustlagerstätten, die nur mit Hilfe von staatlichen o.a. Stützungen abgebaut werden können, werden später behandelt. Ebenso wird später erörtert werden, ob zu den Produktionskosten ein Gewinn vorgesehen werden muß oder nicht.

In dieser Formel ist der Wunsch der Volkswirtschaft nach einer ökonomisch vorteilhaften Nutzung der Lagerstätte ausgedrückt. Dieser Wunsch ist jedoch nicht der einzige und keineswegs immer der entscheidende. So ist die Volkswirtschaft auch an einer rationellen Nutzung der Lagerstätte - einem natürlichen Reichtum der Gesellschaft - interessiert; außerdem ist für die sozialistische Gesellschaft stets die Höhe des Naturalprodukts wichtig, das die Lagerstätte bei optimaler Bewirtschaftung liefern kann.

Daraus folgt, daß die "vertretbaren" Produktionsgesamtkosten nicht mit dem absolut erreichbaren Minimum (bei Nichtbeachtung aller übrigen Gesichtspunkte) identifiziert werden dürfen, die z.B. durch Raubbau (ökonomisch nicht gerechtfertigte selektive Nutzung) und damit Vergeudung von Volksvermögen zu erreichen wären.

Daraus folgt außerdem, daß ein vorgegebenes, jedoch noch nicht ausgeschöpftes "ökonomisch Vertretbares" in keinem Falle dazu verpflichtet, unbedingt so lange ökonomisch minderwertige Vorräte in den Abbau einzubeziehen (ohne Beachtung des zu teuer erkaufte Nutzens aus diesen Vorräten), bis die vorgegebene Grenze erreicht wird.

Der ökonomisch vertretbare Aufwand muß sich aus der geologisch-ökonomischen Analyse der Lagerstätte und der volkswirtschaftlichen Belange ergeben.

D.M. RURA (1958) veröffentlichte ein Beispiel, das die Notwendigkeit einer derartigen Betrachtungsweise zeigt:

Bei der Überprüfung einer vorgeschlagenen Kondition auf Grund von Analogieschlüssen (industrieller Minimalgehalt 0,56 % bei einem Schwellengehalt von 0,03 %), ergaben sich folgende Daten:

Tabelle 7.

	Varianten				
	I	II	III	IV	V
Industr. Minimalgehalt %	0,56	0,69	0,75	0,8	0,8
Geol. Schwellengehalt %	0,03	0,06	0,1	0,16	0,2
Erzvorräte (I = 100 %)	100	78	66	54	50
Metallinhalt der Vorräte (I = 100 %)	100	99	98	96	95
Jahreserzförderung und -verarbeitung (I = 100 %)	100	82	75	70	68

(Alle fünf Varianten wurden für einen gleich großen Metallausstoß berechnet.)

Die Richtigkeit einer Entscheidung, die doppelte Menge Erz abzubauen und zu verarbeiten, nur um 5 % Metall mehr zu gewinnen, müßte selbstverständlich vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit sehr angezweifelt werden.

Die Selbstkosten können oft in die Produktionselbstkosten der Grube (k_g), der Aufbereitungsanlage (k_a), die Erkundungskosten (A) und die Betriebsgemeinkosten (k_b) aufgeschlüsselt werden. Bezogen auf eine Tonne Endprodukt ist ihre Summe abhängig vom Gehalt und dem Gesamtausbringen (bei konstantem Produktionsvolumen).

Im Kalibergbau der DDR mit seinen derzeit sehr geringen Erkundungskosten werden die Erkundungskosten bei der Konditionsermittlung gewöhnlich wegen ihrer Winzigkeit nicht in die Rechnung eingeführt.

Es wird die vereinfachte Formel angewendet:

$$S = \frac{(k_g + k_v + k_b)}{g_d \cdot a} \cdot 100^2 \quad (\text{MDN/t K}_2\text{O}) \quad (11)$$

wo g_d - der durchschnittliche K_2O -Gehalt des Förderroh-salzes (in %),

a - das Gesamtausbringen des g_d in %.

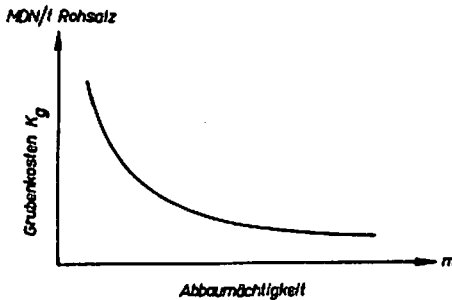


Abb. 11. Die Beziehungen zwischen Grubenkosten und Abbaumächtigkeit (Nach G. ZÄNKER 1964; Erläuterungen im Text)

Es bestätigte sich,¹⁾ daß k_g und k_b wesentlich von der Höhe der Förderung und des Durchsatzes abhängig sind. Da die Kapazitätsauslastung bei Planwirtschaft und gesicherter Vorratslage für die Lebensdauer des Werkes konstant genommen werden kann, müssen lediglich die speziellen Faktoren berücksichtigt werden, die auf k_g und k_v Einfluß nehmen.

Für die Grubenkosten k_g ist ein solcher Faktor die Abbaumächtigkeit des Lagers (s. Abb. 11.). Graphisch drückt sich die Beziehung in einer Hyperbel aus; sie könnte als umgekehrte Proportionalität zwischen Mächtigkeit und k_g formuliert werden:

1) Bei den folgenden Darlegungen aus der DDR-Kaliindustrie folgen wir weitgehend von G. ZÄNKER (1964) mitgeteilten Berechnungsverfahren; ebenso wurden die in diesem Zusammenhang genannten Formeln vom Kalibergbau der DDR entwickelt.

$$k_E = \frac{b}{m + 0,5} + c \quad (12)$$

wo b und c - konstante Erfahrungswerte für die Lagerstätte,

m - die Mächtigkeit des Lagers in Metern sind.

Das Ausbringen a wird seinerseits vom K_2O -Gehalt (g_d) und unter den Verhältnissen des konkret betrachteten Betriebes von dem K_2O -Gehalt des beigemengten Carnallits (g_c) im Hartsalz beeinflusst. In Abb. 12 sind diese Faktoren graphisch zueinander in Beziehung gesetzt.

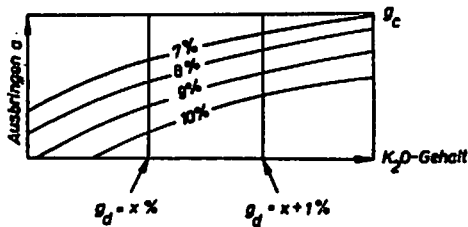


Abb. 12. Die Abhängigkeit des Ausbringens vom K_2O -Gehalt und vom beigemengten Carnallit (Erläuterungen im Text)

Die Graphik zeigt als Ausschnitt jenen K_2O -Gehaltsbereich des Rohsalzes, in dem der zu ermittelnde industrielle Minimalgehalt erwartet wird (die beiden eingezeichneten K_2O -Gehalte differieren um 1 % K_2O abs). Für diesen Bereich können die g_c -Kurven in erster Annäherung als Gerade betrachtet und die Abhängigkeit des Ausbringens a von g_d und g_c als Gleichung geschrieben werden:

$$a = \alpha \cdot g_R + \beta \cdot g_c + \gamma \quad (13)$$

wo α und β - konstante Koeffizienten,
 γ - ein konstanter Wert sind.

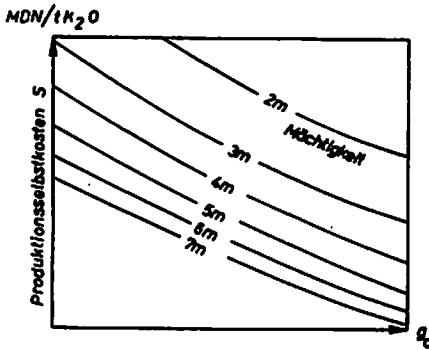


Abb. 13.
(Erläuterungen im Text)

Werden die Formeln (12) und (13) in Formel (11) eingesetzt und wird ferner beachtet, daß sich g_0 im betrachteten Revier innerhalb der Hartsalzlagerstätten praktisch kaum verändert, können S , m und g_d in Form eines Nomogramms dargestellt werden (Abb. 13), aus dem bei vorgegebenem S und bekanntem m der erforderliche g_d als industrieller Minimalgehalt abgelesen werden kann.

4.2.3. Die Ableitung der wichtigsten Konditionsparameter

Als wichtigste Konditionsparameter sind für die übergroße Mehrheit aller Lagerstätten zu nennen:

- a) der industrielle Minimalgehalt, der in den ZVK-Begriffserläuterungen als "unterer Grenzwert für den Durchschnittsgehalt des zur industriellen Weiterverarbeitung gelieferten Rohstoffs" bezeichnet wird. Ob dieser Grenzwert in einer Schicht-, Tages-, Monatsförderung (o.a.) eingehalten werden muß, hängt von den Forderungen (und der Technologie) der Verarbeitungsbetriebe ab und wird in den Lieferbedingungen definiert. Liegen derartige Daten noch nicht vor, ist zu empfehlen,

daß der industrielle Minimalgehalt in jedem Berechnungsblock (in besonderen Fällen auch in Lagerstätten-teilen oder der ganzen Lagerstätte¹⁾ eingehalten wird;

- b) der geologische Schwellengehalt, eine untere Gehaltsgrenze, bis zu der ärmere Vorräte zur Verschneidung besserer Vorräte bei Beachtung der ökonomischen Zusammenhänge herangezogen werden dürfen;
- c) die minimale Mächtigkeit eines Berechnungsblocks, die durch die technologisch-ökonomisch bedingte minimale Abbauhöhe kontrolliert wird;
- d) die minimale Mächtigkeit (oder in bestimmten Fällen Meterprozent) des Rohstofflagers, wenn die minimale Bauhöhe unterschritten wird;
- e) die Mindestvorratsmenge an Bilanzvorräten;
- f) die untere Berechnungsgrenze für Außerbilanzvorräte, unterhalb deren eine Mineralisierung mit Nutzkomponente als Vertaubung angesehen und keine Vorräte (Außerbilanzvorräte) mehr berechnet werden können.

Außerdem muß in der Kondition fast immer das ökonomische Nutzungsprinzip²⁾ angegeben werden, weil es großen Einfluß auf die Anwendung der Konditionskennwerte bei der Vorratsberechnung ausübt.

4.2.3.1. Der industrielle Minimalgehalt

Aus Formel (11) kann nach den vorgegebenen Gesamtkosten G_d berechnet werden, d.h. jener Gehalt, bei dem die Kostengrenze noch eingehalten wird. Dieser Wert kann jedoch noch nicht als industrieller Minimalgehalt für die Kondition

- 1) z.B. in relativ kleinen Lagerstätten der Steine- und Erden-Rohstoffe.
- 2) Das ökonomische Nutzungsprinzip wird später erläutert.

übernommen werden, weil er für das Förderprodukt (z.B. Rohsalz) berechnet wurde und in der Regel nicht für den anstehenden Rohstoff zutrifft.

Damit das Fördergut (Rohsalz) tatsächlich diesen Wert besitzt, muß der anstehende Rohstoff einen um die unvermeidliche Verdünnung höheren Gehalt besitzen. Die in den Kaliwerken des betr. Reviers ermittelte durchschnittliche Verdünnung (etwa 0,3 % K_2O abs.) wird dem berechneten industriellen Minimalgehalt hinzugefügt (oft auf 0,5 % abgerundet) und die Gehaltssumme als Kondition für den anstehenden Vorrat benutzt.

4.2.3.1.1. Die Berechnung des industriellen Minimalgehalts

Eine interessante methodische Lösung hat E. KRETZSCHMAR (1965) im Zusammenhang mit der Ermittlung des industriellen Minimalgehalts für eine Flußspatlagerstätte in der DDR gefunden:

- a) Aus durchgeführten Aufbereitungsversuchen hatte sich ein praktisch gleichbleibendes Ausbringen des CaF_2 ergeben, wenn eine gewisse Mindestgehaltsgrenze im Aufgabegut nicht unterschritten wurde. Die Rechnung konnte daher in zwei Schritten erfolgen:
 1. Berechnung der Rohspatkosten in Abhängigkeit von der Mächtigkeit (bei konstanter Betriebskapazität), jedoch ohne Beachtung des CaF_2 -Gehalts im Anstehenden;
 2. Berechnung der Kosten einer Tonne Fertigprodukt, die direkt vom Gehalt im Rohspat abhängig sind.
- b) Bei der Berechnung der Rohspatkosten für variable Mächtigkeiten von 0,6 bis 6 Meter zeigte sich, daß von den einzelnen Kostenpositionen nur drei durch die Mächtigkeit beeinflußt werden:
 1. die erforderliche Vorrichtung für eine Tonne gefördertem Rohspat,

2. die anteiligen Materialkosten (Ausbau) für die unmittelbare Gewinnung,
 3. die Lohnkosten für den Abbau einer Tonne Rohspat.
- c) Als bemerkenswert konnte festgestellt werden, daß die Gesamtkosten für diese Positionen nicht mehr als 5 % bis 15 % (im ungünstigsten Falle) der Gesamtselbstkosten (ohne Gewinn) ausmachten.

Bemerkenswert war ferner, daß die Veränderungen dieser variablen Kosten durch die Mächtigkeit im einzelnen sehr unterschiedlich waren. Bei der Vorrichtung erhöhten sich die Kosten von 6 m bis 0,6 m bis auf das Zehnfache, die Materialkosten bis auf das Dreifache und die Lohnkosten lediglich bis auf das 1,1fache. Die Gesamterhöhung der Kosten für eine Tonne Rohspat überstieg in keinem Falle 10 % der Gesamtselbstkosten (ohne Gewinn).

- d) Wenn mit

- E_a - der CaF_2 -Gehalt im Rohspat der Aufbereitungsaufgabe (in %),
- E_f - der CaF_2 -Gehalt im Fertigprodukt (in %),
- a - das Ausbringen der Aufbereitung (als Dezimalbruch),
- G_k - die Grubenkosten einer Tonne Rohspat (in MDN),
- A_k - die Aufbereitungskosten einer Tonne Rohspat (in MDN),
- S_k - sonstige Kosten¹⁾ (in MDN),
- G - der Gewinn (in Prozenten der Selbstkosten und in MDN),
- Abs - die Transportkosten jeder Tonne Fertigprodukt (in MDN)

bezeichnet werden, kann die zur Erzeugung einer Tonne Fertigprodukt benötigte Rohspatmenge (x) berechnet werden aus:

1) In diesem Falle wurden die Erkundungskosten für eine Tonne Rohspat bereits in die Grubenkosten einbezogen.

$$x = \frac{g_f}{g_a \cdot a} \quad (14)$$

Die Kosten (K) für eine Tonne Fertigprodukt sind dann:

$$K = x (G_k + A_k + S_k + G) + \text{Abs} \quad (15)$$

Aus dieser Formel kann der industrielle Minimalgehalt berechnet werden, wenn K durch den ökonomisch vertretbaren Aufwand (V_y) ersetzt wird und die Formel (15) nach g_a aufgelöst wird, nachdem für x der Wert aus Formel (14) eingesetzt wurde:

$$g_a = \frac{g_f (G_k + A_k + S_k + G)}{a (V_y - \text{Abs})} \quad (16)$$

g_a ist gemäß Definition der Gehalt des Rohspats (des Aufgabeguts) in der Aufbereitung. Damit der industrielle Minimalgehalt für die Vorratsberechnung (das Anstehende) verwendet werden kann, muß g_a noch mit einem Faktor multipliziert werden, der die unvermeidliche Verdünnung berücksichtigt.

4.2.3.1.2. Der ökonomische Inhalt des industriellen Minimalgehalts

Da die Selbstkosten als Differenz ($E - G$) bestimmt wurden, sieht der aus Formel (11) und (16) berechnete industrielle Minimalgehalt vor, daß nicht nur die Selbstkosten, sondern auch ein geplanter Gewinn realisiert werden. Eine solche Auffassung ist nicht unbestritten. So heißt es in einem sowjetischen Entwurf einer methodischen Richtlinie für die Begründung und Berechnung der Konditionen (1964) zum industriellen Minimalgehalt:

"Der industrielle Minimalgehalt sichert den Rückfluß aller für die Förderung und Verarbeitung des nutzbaren Rohstoffs entstandenen Ausgaben. Die für eine erweiterte Reproduktion erforderlichen Mittel können nur unter der Bedingung erhalten werden, daß der mittlere

Gehalt der Förderung höher als der industrielle Minimalgehalt ist. Daher ist es unzulässig, den industriellen Minimalgehalt auf die ganze Lagerstätte oder große Lagerstättenteile auszudehnen.

In der Regel muß jeder Berechnungsblock einen nicht unter dem industriellen Minimalgehalt liegenden Gehalt besitzen."

Es ist selbstverständlich, daß sich ein so verstandener industrieller Minimalgehalt nicht nur von dem in der DDR üblichen unterscheidet, sondern auch anders berechnet wird.¹⁾

Die wesentlichste Besonderheit des sowjetischen Vorschlags für den industriellen Minimalgehalt besteht in der Orientierung auf eine gewinn- und verlustlose Produktion. Es erscheint wenig sinnvoll, sich gerade bei der Konditions-hauptkennziffer auf eine solche Produktion zu orientieren, weil das zwangsläufig dazu verleiten muß, eine solche Produktion als Ideal oder Regel oder anzustrebendes Ziel zu betrachten. Nichts wäre jedoch unrichtiger als eine solche Auffassung; denn auf die ganze Volkswirtschaft übertragen würde das zum wirtschaftlichen Ruin führen. Es ist richtiger und - wie später gezeigt wird - wissenschaftlich begründeter, wenn der industrielle Minimalgehalt (in Verbindung mit allen übrigen Einfluß nehmenden Parametern) nicht nur die Selbstkosten der Produktion abdeckt, sondern auch geplante Gewinne vorsieht und damit die erweiterte Reproduktion der Wirtschaft sichert.

Der sowjetische Vorschlag hat allerdings einen zu beachtenden Gedanken als Ausgangspunkt: In Lagerstätten ist

1) In dem genannten Dokument wird dazu folgende Formel vorgeschlagen:

$$g = \frac{(k_g + k_v) \cdot 100}{P \cdot a \cdot b} \quad (17)$$

wo g - der industrielle Minimalgehalt in %,
 k_g und k_v - wie früher,
 P - der Industriepreis für eine Tonne Metall im Konzentrat,
 a - das Ausbringen,
 b - Verdünnungskoeffizient, Quotient aus dem Gehalt der Förderung zum Gehalt des Anstehenden.

die Höhe der Gehalte oft so wechselhaft, daß es nicht selten vorteilhaft ist, minderwertige Vorräte in Kombination mit sehr guten abzubauen, kurz, reiche Vorräte durch ärmerere zu verschneiden.

Wenn diese Tatsache auch unbestritten ist, so verlangt dieses Problem doch völlig andere Lösungswege, als sie von den sowjetischen Geologen vorgeschlagen wurden. Insbesondere ist die sowjetische Auffassung über den ökonomischen Inhalt des Begriffes industrieller Minimalgehalt nicht annehmbar.

Nach dem zitierten Vorschlag ist eine erweiterte Reproduktion materiell nur bei Existenz und durch den Abbau von Rohstoffmengen materiell gesichert, deren Gehalt mehr oder weniger über dem industriellen Minimalgehalt liegt. Entweder müßte die Kondition Festlegungen zur Menge und zum Gehalt solcher besonders wertvollen Vorräte enthalten (das stößt praktisch auf bedeutende Schwierigkeiten), oder die Möglichkeit der erweiterten Reproduktion wäre weitgehend dem Zufall überlassen.

Die Realisierung des sowjetischen Vorschlags erleichtert auch keineswegs die Erfassung der Veränderlichkeit der Gehalte in der Lagerstätte (im Hinblick auf Verschneidungsmöglichkeiten), noch wirkt sie in dieser Hinsicht direktiv; denn selbst im simpelsten Falle - bei ermittelten Qualitäten und Mengen an Reicherz - bleibt völlig offen, wieviel Reicherz verschnitten werden darf und wieviel zwecks Erzielung eines Gewinns im Interesse der erweiterten Reproduktion unverschnitten abgebaut werden muß.

Der sowjetische Vorschlag für den industriellen Minimalgehalt hat ökonomisch die Gleichheit von Erlös und Aufwand zum Inhalt. Wir werden zeigen, daß dieser Grundsatz nicht für den industriellen Minimalgehalt gilt, sondern für die Gehalte des Verschneidungserzes. Wir werden zugleich zeigen, daß es sich hierbei nicht um einen bestimmten Gehaltswert handelt; denn das wäre nur möglich, wenn in der Gleichung "Erlös = Aufwand" der Aufwand konstant, unveränderlich wäre. Das trifft jedoch keineswegs zu.

Der Betrachtung dieses Problems werden zweckmäßigerweise einige Bemerkungen zum ökonomischen Nutzungsprinzip von Lagerstätten vorausgeschickt.

4.2.3.1.3. Ökonomische Nutzungsprinzipien von Lagerstätten

Bei jedem Rohstoff gibt es gute und schlechte Lagerstätten. Mit gut bzw. schlecht wird ausgedrückt, daß die natürlichen Eigenschaften der Lagerstätten, d.h. die Qualität ihres Rohstoffs, die Mächtigkeit der Körper, ihre Größe und die eine bergmännische Nutzung beeinflussenden Faktoren bei Einsatz der modernen Technik, eine hohe bzw. niedrige Arbeitsproduktivität (d.h. letztlich hohe oder niedrige Produktionskosten) verursachen.

Gute Lagerstätten führen folglich zu einem sog. rentablen Abbau, schlechte werden überhaupt nur in Ausnahmefällen (erzwungenermaßen) abgebaut; sie müssen dann subventioniert werden.

Dieser Tatbestand ruft keine Diskussion hervor. Es wird jedoch oft übersehen, daß der Umstand, ob es sich um eine gute oder schlechte Lagerstätte handelt, das ökonomische Nutzungsprinzip maßgebend beeinflusst.

Unter kapitalistischen Produktionsverhältnissen ist der Grundsatz des Maximalprofits auch maßgebend für die Nutzung mineralischer Rohstoffe. Dieses Prinzip ist - selbst in seiner abgewandelten Form des maximalen Betriebsgewinns - für die sozialistische Wirtschaft untauglich, weil es direkt zu Raubbau an den natürlichen Reichtümern - den Lagerstätten mineralischer Rohstoffe - jedes Landes führt.

Das Interesse der sozialistischen Wirtschaft am Naturalprodukt und an einer optimalen Nutzung der Lagerstätten hatten dazu geführt, daß in diesen Ländern als ökonomisches Nutzungsprinzip von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe das Prinzip des Mengenmaximums große Verbreitung gefunden hat und gegenwärtig dominiert.

Das Wesen dieses ökonomischen Nutzungsprinzips besteht darin, daß beim Abbau sehr günstiger Partien der Lagerstätte gemachte Gewinne oder Übergewinne ganz oder teilweise dazu verwendet werden, den Abbau ungünstiger Vorräte (die allein nur mit Verlust gebaut werden könnten) zu finanzieren, um so das der Gesellschaft zur Verfügung gestellte Gesamtnaturalprodukt zu vergrößern und zugleich die Lagerstätte möglichst intensiv zu nutzen.

Ohne Zweifel entspricht dieses ökonomische Nutzungsprinzip dem Geist der sozialistischen Wirtschaftsführung.

Es ist jedoch nicht schwer zu beweisen, daß dieses Nutzungsprinzip bei schlechten oder ungünstigen Lagerstätten (Verlustlagerstätten), die nur mit Hilfe wirtschaftlicher Stützungen abgebaut werden können, nicht anwendbar bzw. falsch ist.

Denn in Verlustlagerstätten werden in der Regel selbst beim Abbau der besten Partien keine Gewinne oder gar Übergewinne erzielt, mit denen der Abbau noch ungünstigerer Vorräte etwa finanziert werden könnte. Doch wenn der Abbau der besten Partien solcher Lagerstätten bereits planmäßige Verluste erbringt, die durch Stützungen gedeckt werden müssen, verursacht der Abbau noch ungünstigerer Partien zusätzliche Verluste, die weder durch Gewinne abgedeckt werden können (weil keine gemacht werden) noch durch die üblichen eingeplanten Stützungen.

Bei der volkswirtschaftlich erzwungenen Nutzung von Verlustlagerstätten besteht die ökonomische Aufgabe offensichtlich darin, die für die Volkswirtschaft notwendige Rohstoffmenge beim geringstmöglichen Verlust zu gewinnen. An die Stelle des Mengenmaximums tritt das Prinzip des Verlustminimums (bei Bereitstellung der benötigten Rohstoffmengen).

Obwohl diese Feststellung wie eine banale Selbstverständlichkeit klingt, darf ihre Bedeutung nicht unterschätzt werden. Im Hinblick auf die Selbstkosten führt sie zu folgenden Unterschieden.

In guten Lagerstätten gilt die bereits bekannte Formel

$$S = E - G$$

In ungünstigen Lagerstätten (Verlustlagerstätten) lautet diese Beziehung dagegen

$$S = E + Z$$

wo Z - die geplante Stützung je Produktionseinheit.

Die Selbstkosten (S) werden als Kennziffer für den Durchschnitt der bergmännischen Produktion vorgegeben. Das verleitet dazu, nur die Einhaltung dieses Durchschnitts unter Kontrolle zu nehmen und der Streuung der tatsächlich entstehenden Selbstkosten für einzelne Produktionsmengen keine Bedeutung beizumessen. Im Bergbau führt dies oft zu vermeidbaren beträchtlichen Verlusten.

In den modernen Industriebetrieben mit ihrer Massenproduktion sind - im Unterschied zum Handwerksbetrieb - für die Herstellung jedes einzelnen Produkts gleiche Produktionsbedingungen und -voraussetzungen geschaffen.

Eine der Folgen gleicher Produktionsbedingungen sind gleiche oder fast gleiche Stückselbstkosten. Bei solchen Verhältnissen sind die durchschnittlichen Stückselbstkosten (gleich Gesamtselbstkosten durch Produktionsmenge) für diese Betriebe eine sehr aussagefähige Kennziffer, weil sie sich nur unerheblich oder praktisch gar nicht von den Selbstkosten der einzelnen Produktionseinheiten unterscheiden. In Bergbaubetrieben liegt eine völlig andere Situation vor.

In den Lagerstätten wechseln meist die natürlichen Verhältnisse und damit die Produktionsbedingungen für die Förderung einer Tonne Rohstoff bestimmter Qualität nicht unerheblich. Die Folge ist, daß sich die Selbstkosten für die Förderung gleicher Einheiten an Nutzkomponente unterscheiden, relativ unbedeutend in dem einen und sehr erheblich in anderen Fällen. Die durchschnittlichen Selbstkosten einer Produktionseinheit (d.h. Gesamtselbstkosten durch Produktionsmenge) sind im Bergbau daher eine weit weniger

aussagefähige Kennziffer als in der übrigen Industrie. (Nicht selten übertreffen die Kosten einzelner Produktionseinheiten den Durchschnitt um ein Mehrfaches.)

Wenn im Plan für einen Bergbaubetrieb festgelegt wurde, daß der Bergbauanteil an den Produktionskosten einer Tonne Endprodukt im Durchschnitt eine bestimmte Summe nicht überschreiten darf, erhebt sich die Frage, wie diese durchschnittlichen Selbstkosten ökonomisch zu verstehen sind:

- a) Sind die vorgegebenen Kosten eine Maximalgrenze, die nicht überschritten, wohl aber unterboten werden darf, d.h., gilt sie auch für die Förderung aus den ärmeren Lagerstättenteilen?
- b) Bedeutet "im Durchschnitt" wie in der Fertigungsindustrie nur eine geringe Streuung um den Durchschnitt, oder ist damit eine im Jahresdurchschnitt einzuhaltende Vorgabe gemeint, bei der Schwankungen um ein Mehrfaches zulässig sind?

Als Bestandteil der nationalen Industrie könnte der Bergbau nur dann eine Sonderstellung einnehmen, wenn dies durch Sonderbedingungen erforderlich wäre. Die Veränderlichkeit der geologischen Verhältnisse können deshalb keine derartigen Sonderumstände sein, weil mit dem ökonomisch vertretbaren Aufwand ein völlig eindeutiges Niveau festgelegt wurde. Unvermeidbare kleinere Schwankungen nach einer Seite werden durch Schwankungen nach der anderen ausgeglichen. Damit ist S als Maximalgrenze im Bergbau nicht minder gut gesichert als in der übrigen Industrie, ebenso gesichert ist der geplante Gewinn bzw. das Ausmaß einer vorgesehenen Stützung. Vorgegebene Produktionskosten bzw. Selbstkosten können im Bergbau nur den gleichen Charakter wie in der übrigen Industrie besitzen. Das bedeutet:

- a) Wenn Selbstkosten als Kennziffer stets für den Durchschnitt der Produktion vorgegeben werden, können die Kosten für einzelne Produktionseinheiten zwar um diesen Durchschnitt streuen, sie dürfen jedoch nicht

das Mehrfache der vorgegebenen Selbstkosten ausmachen, wie es gegenwärtig im Bergbau noch oft üblich ist;

- b) vorgegebene Selbstkosten sind auch im Bergbau eine zu unterbietende Kennziffer. Wenn irgend möglich, ist der jeweilige Rohstoff billiger als vorgesehen zu gewinnen. Das führt entweder zur Erhöhung des Gewinns oder zur Senkung der Verluste und damit zur Verringerung der beanspruchten Stützung.
- c) Für das gleiche Produkt kann es im Bergbau ebenso wie in der gesamten Industrie - innerhalb eines Betriebes - nur eine Kennziffer für die vorgegebenen Selbstkosten geben und nicht mehrere (z.B. eine zweite für Metall aus Armerz).

Die Realisierung dieser Maximen ist nur möglich, wenn Klarheit über das anzuwendende ökonomische Nutzungsprinzip der Lagerstätte besteht. Das ökonomische Nutzungsprinzip seinerseits beeinflusst maßgebend die Anwendung der in der Kondition vorgegebenen Kennwerte, insbesondere des industriellen Minimalgehalts.

In Verlustlagerstätten darf beim industriellen Minimalgehalt nicht übersehen werden, daß dieser Grenzwert selbst bei seiner Einhaltung kein wirtschaftlich vorteilhaftes Ergebnis sichert. In solchen Lagerstätten muß er vielmehr die Rolle einer Warngrenze übernehmen, bei deren Unterschreitung sich ein bereits ungünstiges Betriebsergebnis in ein katastrophales umwandelt.

Bei oberflächlicher Betrachtung mag es scheinen, als ob eine solche Betrachtungsweise jede Nutzung von Rohstoffen ausschließt, deren Gehalt unter dem industriellen Minimalgehalt liegt. Das trifft keineswegs zu.

4.2.3.1.4. Geologisch-ökonomische Gesichtspunkte zur Nutzung geringwertiger Lagerstättenvorräte

Der industrielle Minimalgehalt ist einerseits ein Minimum, eine nach unten nicht zu überschreitende Grenze, die sich aus der Verarbeitungstechnologie ergibt. Andererseits ist er praktisch - als Kennziffer für eine zu erbringende Förderung - stets der Gehalt einer bestimmten Menge, d.h. ein Durchschnitt.

In Abhängigkeit davon, ob das ökonomische Nutzungsprinzip der Lagerstätte das Mengenmaximum oder das Verlustminimum ist, erhält der industrielle Minimalgehalt eine besondere Akzentuierung:

- a) Beim Mengenmaximum wird der Umstand ausgenutzt, daß der industrielle Minimalgehalt eine sich auf den Durchschnitt im Fördergut beziehende Kennziffer ist;
- b) beim Verlustminimum wird dagegen vor allem beachtet, daß er eine äußerste Grenze, ein Minimum, ist, das eben noch ökonomisch zu vertreten ist.

Aus dieser unterschiedlichen Akzentuierung ergeben sich auch verschiedene ökonomische Grundsätze für die Nutzung der Armerze in diesen Lagerstätten. Es geht dabei um die für den Geologen und Bergmann wichtige Frage, ob und wie relativ bessere Erze mit ungünstigen verschnitten werden dürfen.

Zur Beantwortung dieser Frage sind in der praktischen Arbeit einige Voraussetzungen zu schaffen:

1. Zunächst muß die sogenannte untere Berechnungsgrenze festgelegt werden, die - berücksichtigen wir hier nur den Gehalt - Außerbilanzvorräte vom Tauben trennt. Das heißt, Vererzungen unter der Berechnungsgrenze werden nicht als Erz betrachtet und folglich als Vorrat überhaupt nicht erfaßt (auch nicht als Außerbilanzvorrat).

2. Ferner muß der geologische Schwellengehalt ökonomisch richtig festgelegt werden. Diese Kennziffer wird in der DDR als unterste Qualitätsgrenze definiert, bis zu der armes Material zur Verschneidung besserer Bilanzvorräte noch herangezogen werden darf ("darf", weil es keine "Muß"grenze ist und - wie wir sehen werden - sein kann).

Es sei zur Vereinfachung der Darlegung und größeren Klarheit von einem Produktionsprozeß ausgegangen, der nur aus bergmännischer Gewinnung und Verhüttung besteht.

Die dem Betrieb im Plan vorgegebenen Gesamtkosten beziehen sich auf das Endprodukt (Metall).

Als äußerste Qualitätsgrenze eines Erzes, bei der die Gesamtkosten nicht überschritten werden, kann offenbar eine solche Erzqualität bezeichnet werden, für die die reinen Hüttenkosten einer Produktionseinheit (z.B. einer Tonne Metall) die vorgegebenen Gesamtkosten nicht übersteigen. Jedes noch ärmere Erz würde - auch wenn die bergmännischen Kosten weiter gleich Null gesetzt werden - höhere Kosten als vorgegeben verursachen. Erz mit solch niedrigen Gehalten kann folglich in keinem Falle ein Bilanzvorrat sein; es darf überhaupt nicht an die Hütte geliefert werden, wenn Verluste vermieden werden sollen und wenn es beim Abbau ausgehalten werden kann. Jener Gehalt im Erz, der die Verhüttungskosten durch seinen ausbringbaren Inhalt noch kompensiert, wird von uns hier als geologischer Schwellengehalt bezeichnet.

Erz, dessen tatsächliche bergmännische Kosten gleich Null gesetzt werden dürfen, fällt im Betrieb jedoch nur bei besonderen Umständen und gewöhnlich nur in geringen Mengen oder überhaupt nicht an.

Verschneidungserz kann folglich nur Erz sein, dessen Gehalt zwischen dem geologischen Schwellengehalt (als Extremum) und dem industriellen Minimalgehalt liegt.

Welchen Gehalt das Verschneidungserz in jedem konkreten Falle besitzen muß, ergibt sich aus dem ökonomischen Nut-

zungsprinzip und den jeweils bei der Gewinnung vorliegenden Verhältnissen. Er muß in jedem Falle so hoch sein, daß das ausgebrachte Metall alle bei Gewinnung und Verhüttung entstehenden Kosten mindestens kompensiert. Es gilt die Gleichheit von Aufwand und Erlös.

Der Einfluß des ökonomischen Nutzungsprinzips der Lagerstätte äußert sich dabei folgendermaßen:

In guten Lagerstätten reichen die normalen Vorräte, d. h. mit Gehalten gleich und über dem industriellen Minimalgehalt, aus, um ökonomisch die Investitionen zu rechtfertigen. Daher besteht die Möglichkeit, ärmere Erze nicht mit Amortisationen zu belasten. Oft gilt gleiches für den planmäßig zu erbringenden Gewinn sowie die allgemeinen Grubenhaltungskosten. Folglich kann der Gehalt der Armerze um entsprechende Anteile unter dem industriellen Minimalgehalt liegen, ohne daß die so "bereinigten" Selbstkosten die vorgegebene Grenze des ökonomisch Vertretbaren, d. h. die Kostengrenze, überschreiten.

Solche Vorräte werden folglich einerseits nach dem Grundsatz einer "gewinn- und verlustlosen Produktion" im volkswirtschaftlichen Interesse am Naturalprodukt gewonnen und andererseits gewissermaßen durch die besseren Vorräte mitfinanziert (Prinzip des Mengenmaximums).

In ungünstigen Lagerstätten wird bei der Produktion kein Gewinn erzielt. Ist trotzdem ein bestimmtes Reineinkommen des Betriebes vorgesehen, geht es in die Gesamtselbstkosten (Produktionskosten) ein und erhöht den entstehenden Verlust. Armerze können vom Gewinn deshalb nicht befreit werden, weil kein Gewinn gemacht wird.

Ferner ist es in Verlustlagerstätten unmöglich, irgendwelche Produktionsmengen von den Amortisationen oder den allgemeinen Grubenhaltungskosten zu befreien; denn dazu müßte die anteilige Belastung der relativ besseren Vorräte entsprechend erhöht werden. Das wäre eine sinnlose Verschiebung der Kosten, weil sie auch bei den besseren Vorräten nicht durch Gewinne aufgefangen werden können. Folg-

lich können ärmere Lagerstättenteile auch nicht auf Kosten besserer Vorräte finanziert werden.

Verglichen mit dem Mengenmaximum gestattet das ökonomische Nutzungsprinzip des Verlustminimums nicht, es verbietet sogar - bei gegebenen Gewinnungskosten - den Abbau von Vorräten mit Gehalten unter dem industriellen Minimalgehalt. Die Nutzung von Vorräten mit Gehalten unter dem industriellen Minimalgehalt wäre in Verlustlagerstätten nur möglich, wenn die Gewinnungskosten für diese Vorräte geringer wären als die für Vorräte mit industriellem Minimalgehalt. Der Gehalt eines Erzes beeinflusst jedoch seine bergmännischen Gewinnungskosten unmittelbar überhaupt nicht. Die Gewinnungskosten können daher nicht durch den Gehalt gesenkt werden. Die Kostensenkung muß - wenn sie eintreten soll - durch die Einflüsse anderer Faktoren verursacht werden. Natürliche Faktoren der Lagerstätte (wie Mächtigkeit, Aufbereitbarkeit des Rohstoffs u.ä.) scheiden dafür aus, weil sie bereits bei der Ermittlung des industriellen Minimalgehalts berücksichtigt werden mußten und dessen Höhe mitbestimmt haben. Es könnten daher nur noch Faktoren wirksam werden, die sich aus der technischen oder technologischen Situation beim Abbau ergeben und eine kostengünstigere Gewinnung der Armerze zulassen. Überprüfen wir (skizzenhaft) diese Möglichkeiten, wobei der Grundsatz gelten muß: Der Gehalt an Nutzungskomponente armer Rohstoffvorräte muß in jedem Falle die für ihre Gewinnung entstehenden Kosten decken.

- a) Zwangsläufig bei der Aus- und Vorrichtung anfallendes Armerz müßte - wenn es nicht verhüttet wird - auf die Halde oder in den Versatz gegeben werden. Seine bergmännische Gewinnung und u.U. seine Förderung können daher - wenn es an die Hütte geliefert wird - bei der Selbstkostenermittlung für dieses Erz mit Null in die Rechnung eingehen. Der Gehalt solcher Erze wird somit die äußerste Verschneidungsgrenze, den geologischen Schwellengehalt, erreichen.

- b) Armerze, die zwangsläufig bei der Aus- und Vorrichtung normaler Erze aufgeschlossen wurden, brauchen offenbar nicht mit den Aus- und Vorrichtungskosten belastet zu werden. Ihre tatsächlichen bergmännischen Kosten bestehen folglich nur aus den Gewinnungs- und Förderkosten.
- c) Armerze in Randgebieten der Lagerstätte auf bereits aufgefahrenen Sohlen brauchen analog nur mit den für sie anfallenden Vorrichtungskosten nebst Abbau und Förderkosten belastet zu werden.
- d) Armerze, die nur mit Hilfe zusätzlicher Aus- und Vorrichtungsarbeiten abgebaut werden können, müssen mindestens solche Gehalte über dem geologischen Schwellengehalt besitzen, daß die zusätzlich anfallenden Kosten für Aus- und Vorrichtung, die zusätzlichen Bewetterungs- und Entwässerungskosten usw. nebst Abbaukosten gedeckt werden.

Es zeigt sich, daß die für den Abbau von Armerz in Ansatz zu bringenden bergmännischen Kosten - von den allgemeinen Amortisationen und dem Reineinkommen des Betriebes abgesehen - im Bereich von Null bis zu den vollen Kosten für Normalerze liegen. Ihre Gewinnung ist nur vertretbar, wenn sie mit ihrem Metallinhalt die jeweils zu berechnenden Kosten decken können.

Dieser Faktor - die konkreten Verhältnisse beim Abbau - und seine Auswirkungen werden nicht durch das ökonomische Nutzungsprinzip der Lagerstätte (Mengenmaximum oder Verlustminimum) berührt. Er ist allgemein wirksam.

Hier muß ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß die dargelegten Gesichtspunkte nur Bedeutung haben, wenn sich Arm- und Reicherze geologisch abgrenzen lassen. Handelt es sich um eine chaotische Verteilung armer und reicher Gehaltswerte im Mineralkörper, die in bunter Folge neben- und durcheinanderliegen, muß das Erz als Ganzes betrachtet werden. Bei solchen Vererzungsverhältnissen entfällt das Problem der Verschneidung, weil die im Nor-

malerz verstreuten Partien armer Erze nolens volens mitgebaut und nicht ausgehalten werden können.

Sind die Armerze zwar abgrenzbar, liegen sie jedoch inselartig inmitten reicher oder normaler Erze und ist der Aufwand für ihr bergmännisches Aushalten größer als der Mehraufwand für ihren Abbau, werden sie gewöhnlich mitgebaut. Die Entscheidung, ob sie auch verhüttet werden dürfen, hängt von ökonomischen Gesichtspunkten ab und davon, ob durch die entsprechende Belastung der Hüttenkapazität der geplante Metallausstoß gefährdet ist oder nicht.

Die häufig zu beobachtende Praxis, für Metall aus Armerz einfach eine höhere - meist gegriffene - Selbstkostengrenze (z.B. das Eineinhalbfache) vorzugeben, muß als schädlich abgelehnt werden, weil

- a) solche Festlegungen dazu führen, einer tatsächlichen ökonomischen Begründung für den Abbau der Armerze auszuweichen, und
- b) grundsätzlich falsche Vorstellungen über die Höhe der zulässigen Selbstkosten für Metall aus Armerz gezohtet werden.

Die Festlegung des geologischen Schwellengehalts und das Ausmaß der Verschneidung sind schwierig (diese Schwierigkeit wurde vom Geologen häufig übersehen) und sehr verantwortungsreich (es können beträchtliche betriebliche und volkswirtschaftliche Verluste entstehen); sie müssen differenziert erfolgen, wenn Fehlentscheidungen vermieden werden sollen.

Die verbreitete Betrachtungsweise der Armerze einer Lagerstätte unter dem ausschließlichen Aspekt ihres Metallgehalts ist daher falsch und abzulehnen. Bei diesen Erzen müssen rechtzeitig sowohl ihre tatsächlichen bergmännischen Kosten bestimmt, die anfallenden Verarbeitungskosten berücksichtigt und ihre Summe mit den im Plan vorgesehenen Selbstkosten für eine Tonne Metall verglichen werden.

4.2.3.2. Der geologische Schwellengehalt

Unter Berücksichtigung der bereits gegebenen Erläuterungen und Hinweise wird die Definition dieses Begriffes durch die ZVK verständlich:

Der geologische Schwellengehalt ist die "in den Konditionen für jeden Block, Lagerstättenteil oder die ganze Lagerstätte festgelegte Gehaltsgrenze, bis zu der unter dem industriellen Minimalgehalt liegende Vorräte zur Verschneidung besonders reicher Partien herangezogen werden können, d.h. in die Bilanzvorräte eingehen" (ZVK-Begriffserläuterungen 1963).

In den Konditionen wird mit dem geologischen Schwellengehalt jene äußerste Gehaltsgrenze festgelegt, bis zu der ein Rohstoff bei den günstigsten Abbauverhältnissen (Extremfall: Grubenkosten gleich Null) noch gewollt in die weitere Verarbeitung einbezogen werden darf. Die tatsächliche Einbeziehung hängt von zahlreichen Faktoren ab, die nur bei der unmittelbaren Berechnung der Vorräte zu überblicken sind; deshalb kann erst zu diesem Zeitpunkt vom Geologen entschieden werden, welche Vorratsmengen und mit welchen Gehalten (bis zum geologischen Schwellengehalt) zu den Bilanzvorräten gehören.

In der DDR-Kaliindustrie, die normale (gute) Lagerstätten abbaut, ist es nach einer Mitteilung von G. ZÄNKER (1964) üblich, bei Festlegung des geologischen Schwellengehalts von einer gewinnlosen Produktion auszugehen und sämtliche Allgemerkosten sowie die Kosten für Bewetterung, Versatz und andere allgemeine Hilfsarbeiten nicht in Ansatz zu bringen.¹⁾ Daher kann er aus der Formel

$$E = \frac{k_g' + k_v'}{g_d \cdot a} \cdot 100^2 \quad (18)$$

1) Die Ermittlung dieses Gehaltswerts für g_d weicht zwar von der bisher beschriebenen ab, sie entspricht jedoch den Besonderheiten des Kalibergbaus und übt grundsätzlich die gleiche Funktion aus.

berechnet werden, in der

E - der Erlös,

k'_E - die Grubenkosten ohne Allgemeinkosten, Versatz
und Bewetterung (MDN/t Rohsalz),

k'_V - die Verarbeitungskosten ohne Allgemeinkosten
(MDN/t Rohsalzdurchsatz)

sind und die übrigen Bezeichnungen bereits erläutert wurden.

Noch ärmere Rohsalze dürfen - wenn ihr Aushalten berg-technisch möglich und vertretbar ist - nicht als Bilanzvorrat geführt werden. Ist ihr bergmännisches Aushalten unmöglich, wirken sie wie eine Verdünnung.

Der so festgelegte geologische Schwellengehalt ist jedoch nicht in allen Fällen mit der tatsächlich ökonomisch zu vertretenden Verschnittgrenze identisch. Liegt z.B. eine relativ starke Abbaukonzentration vor, wobei die Jahresförderung aus eng begrenzten Lagerstättenanteilen bezogen wird, und nehmen die ärmeren Salze darin einen hohen Anteil an, wird die Verschnittgrenze entsprechend über dem geologischen Schwellengehalt festgelegt, damit der industrielle Minimalgehalt der Förderung nicht unterschritten wird.

Bei der Vorratsberechnung, wenn derartige Abbausituationen noch nicht übersehen werden können, muß überprüft werden, in welchem Maße (in welcher Menge) derartige arme Salze in die Bilanzvorräte einbezogen werden können.

Wenn die Verteilung der Bemusterungspunkte (-stellen) der Veränderlichkeit des Gehalts angepaßt wurde (wie das erforderlich ist), kann oft nachgewiesen oder mit praktisch ausreichender Sicherheit angenommen werden, daß die Verteilung der Gehalte den zugehörigen Vorratsmengen entspricht. Dann kann die statistische Häufigkeitsverteilung der Gehalte in den Bemusterungspunkten stellvertretend die Häufigkeitsverteilung der entsprechenden Vorratsmengen übernehmen.

Nach den ermittelten Gehalten werden Gehaltsklassen (z. B. mit der Klassenbreite von 2 % K_2O) und das Gehaltsmittel g_1 gebildet. Das arithmetische Mittel aus allen vorliegenden Werten (n_1 in jeder Klasse) gestattet nach der Formel

$$\bar{g}_m = \frac{\sum n_1 \cdot g_1}{\sum n_1} \quad (19)$$

ein Urteil über die einzubeziehende, weil ökonomisch vertretbare Menge an armen Salzen.

\bar{g}_m gibt in diesem Falle an, wie hoch bei dem jeweiligen Verschnitt bis zu g_1 der Durchschnittsgehalt des gesamten Rohsalzes ist, d. h., wohin die Verschnittgrenze des Gehalts unter Berücksichtigung der anstehenden Mengen gelegt werden muß.

4.2.3.3. Die Mindestmächtigkeit

In einer Reihe von Bergbaubetrieben kann aus technologischen Gründen bei vertretbarem Aufwand eine minimale Abbaumächtigkeit nicht unterschritten werden. Werden geringere Mächtigkeiten des Rohstoffs abgebaut, müssen im Hangenden oder Liegenden des Lagers taube Gesteinsmassen unproduktiv mitbewegt, manchmal sogar mitgeführt werden.

Solche verteuernenden Arbeiten sind in der Regel nur dann gerechtfertigt, wenn der Nutzkomponenteninhalte im Rohstoff so hoch ist, daß er dem industriellen Minimalgehalt (oder in konkreten Fällen anderen äquivalenten Gehaltswerten), umgerechnet auf die ganze Abbaumächtigkeit, entspricht. Enthalten die Nebengesteine gewisse geringe Gehalte an Nutzkomponente, müssen diese berücksichtigt werden, ebenso wie u. U. beachtet werden muß, daß ein völlig taubes Gestein bei der Verhüttung dem Erz Metall entziehen kann, weil es in die Schlacke aus taubem Gestein ingeht.

Sollen die ökonomischen Auswirkungen der Mächtigkeit auf die Gewinnung des Rohstoffs und die Gesamtkosten des Endprodukts bestimmt werden, muß von einem feststehenden Gehalt (möglichst nahe dem tatsächlichen Durchschnitt) in der Förderung und einer konstanten täglichen Förderleistung (etwa in Höhe der vorgesehenen oder für die Lagerstätte als optimal eingeschätzten) ausgegangen werden. Bei Zugrundelegung der konkreten Verhältnisse in einem Kalibergwerk der DDR betragen die Grubenkosten einer Tonne Rohsalz z.B.

Abbauhöhe	8 m	7 m	6 m	5 m	4 m	3 m	2 m
bergm. Kosten MDN	x	(x+0,35)	(x+0,7)	(x+1,2)	(x+1,5)	(x+1,9)	(x+3,1)

Bei fast linearem Anstieg der Kosten von 8 m bis 3 m Abbaumächtigkeit nimmt weiter der Kostenanstieg bedeutend zu (bis auf das Dreifache). Dies deutet darauf hin, daß die ökonomisch optimale Mindestbauhöhe zwischen 2 und 3 Metern gesucht werden muß.

Der Einfluß dieser Kostenerhöhung auf die Gesamtkosten des Endprodukts vervielfacht sich absolut, der Trend dieser Erhöhung entspricht dem der bergmännischen Kosten. Eine Überprüfung des erwarteten Gewinns zeigt eine ähnliche Entwicklung: Der Gewinnrückgang nimmt beinahe linear ab und sinkt auf das Dreifache zwischen 2 und 3 Metern.

Es erhebt sich die Frage, welchen Anteil die Vorräte mit geringen Mächtigkeiten von den Gesamtvorräten vertreten; denn davon hängt der Grad der Ausnutzung der Lagerstättenmöglichkeiten ab, wenn die Mindestmächtigkeit auf 2 oder 3 Meter festgelegt wird. Eine statistische Überprüfung aller in den Bemusterungspunkten der betr. Lagerstätte gemessenen Mächtigkeiten zeigte, daß nur 1 % der Mächtigkeiten unter 2 m lagen und nur 6 % zwischen 2 und 3 m.

Eine analoge Überprüfung der Gehalte und Mächtigkeiten zeigte, daß geringe Mächtigkeiten nicht zu einer gesetzmäßigen Zunahme des K_2O -Gehaltes (in der natürlichen Lagerung) führen.

Auf Grund dieser Untersuchungen konnte die minimale Mächtigkeit begründet mit der technologisch bedingten minimalen Abbauhöhe, die ebenfalls im Intervall 2 - 3 Meter lag, in Übereinstimmung gebracht werden.

Der Einfluß geringer Mächtigkeiten auf die Ökonomie des Bergbaubetriebs beschränkt sich nicht nur auf erhöhte Kosten bei der eigentlichen Gewinnung und Förderung des Rohstoffs, sondern vor allem auch auf die in solchen Fällen erforderlichen viel umfangreicheren Aus- und Vorrichtungsarbeiten.

In einigen Industriezweigen wird deshalb in den Konditionen außer der minimalen bilanzwürdigen Mächtigkeit noch eine sogen. "minimale Durchschnittsmächtigkeit der Vorräte" festgelegt. Diese Kennziffer, deren ökonomische Bedeutung für den Betrieb von unzweifelhafter Bedeutung ist, kann jedoch weder zur Abgrenzung der Vorräte in Bilanz- und Außerbilanzvorräte dienen, noch muß sie in der Regel innerhalb eines Abbaublockes eingehalten werden. Sie ist eine ökonomische Kontrollziffer, die der Prüfung dient, ob die geringen Mächtigkeiten anteilmäßig so überwiegen, daß der auf Durchschnittswerten geplante Gewinn gefährdet ist. Sie ist folglich eher eine betriebliche Kontrollziffer als eine Kennziffer der Kondition.

4.2.3.4. Die Mindestvorratsmenge

Die Mindestvorratsmenge ergibt sich aus den erforderlichen Investitionen für eine industrielle Nutzung und den festgelegten Amortisationsätzen. Es wäre jedoch unrichtig, wenn die Mindestvorratsmenge ausschließlich nach den Amortisationsätzen oder nach der Rückflußdauer der Investi-

tionen (durch den Gewinn) festgelegt wurden. Für die erforderliche Lebensdauer eines Montanbetriebes sind viele zusätzliche Faktoren maßgebend, die in jedem konkreten Fall zu berücksichtigen sind. Der wertmäßige Rückfluß der Investitionen stellt außerdem nur die einfache Reproduktion dieser investierten Mittel dar. Investitionen im Bergbau sind jedoch in der Regel mit einem bedeutenden Einsatz von "lebendiger Arbeit", von Arbeitskräften, verbunden. Ihr gesellschaftliches Mehrprodukt muß über den Rückfluß der Investitionen hinaus realisiert werden. Auch deshalb ist eine längere Nutzungsdauer der Investitionen als ihre Amortisationsfrist und damit eine längere Lebensdauer des Montanbetriebes erforderlich.

Eine anomal kurze Lebensdauer des Betriebes infolge beschränkter Vorratsbasis führt dagegen stets zu höheren Abschreibungssätzen und vermindert den Gewinn.

Obwohl ein moderner Bergbaugroßbetrieb in der Regel eine Mindestlebensdauer von etwa 50 Jahren erreichen muß (selbst wenn die Amortisationszeit im Hinblick auf den stürmischen technischen Fortschritt nur mit 20 - 25 Jahren festgelegt wird), können bei geringen Investkosten z.B. für den Tagebau einer Tonlagerstätte bei vorhandenen Verarbeitungsanlagen auch relativ kleine Lagerstätten (z.B. auch nacheinander mehrere kleinere Lagerstätten) mit ökonomisch günstigen Ergebnissen abgebaut werden.

Die praktische Erfahrung lehrt, daß die Festlegung der erforderlichen Mindestvorratsmenge in den Konditionen nicht vernachlässigt werden darf. Grobe Schätzziffern und Orientierungswerte können nur bei der Suche verwendet werden. Bereits für die Vorerkundung sind begründete Ziffern (eventl. mehrere Varianten) und nach Abschluß der Erkundung eindeutige Festlegungen auf der Basis ökonomischer Berechnungen vorzugeben.

Größere Schwierigkeiten entstehen (durch die nicht leicht zu übersehenden zwangsläufigen Nachfolgeinvestitionen), wenn entweder eine unverritzte Lagerstätte in einem indu-

striell noch nicht erschlossenen Gebiet oder Land betrachtet wird oder der Lagerstättentyp eine völlig neue Verarbeitungstechnologie erforderlich macht (z.B. bei hydrochemischer Metallurgie u.ä.). In solchen Fällen sind sorgfältige Berechnungen und Überprüfungen unvermeidlich.

Derartige konkrete Überprüfungen sind stets realer als Analogieschlüsse; diese wiederum besser als die Anwendung von Formeln und Diagrammen (s. F. STAMMBERGER 1962).

B. GRANIGG (1951) hat sich in der deutschsprachigen geologischen Literatur bisher wohl am eingehendsten mit der Mindestmenge der für eine wirtschaftliche Nutzung erforderlichen Vorräte befaßt (Tab. 8). Während des Erkundungsprozesses gilt auch heute noch seine Feststellung, daß die eindeutige Bestimmung der Größenordnung der Vorratsmenge wichtiger ist als eine oft sehr fragwürdige Genauigkeit.

Methodisch wendet GRANIGG bevorzugt "die Rechnung von rückwärts" an, d.h., ausgehend von der Qualität wird eine Mindestvorratsmenge bestimmt, die vorhanden sein müßte, um die Errichtung eines Bergbaubetriebes zu rechtfertigen. Dieses Verfahren dient sowohl dazu, eine bereits erkundete Lagerstätte in die Größenklassen "Zwerg- oder Kleinvorkommen, Mittelvorkommen sowie Groß- und Riesenvorkommen" einzuordnen¹⁾ wie auch die der Lagerstättengröße gemäße Betriebsgröße (Zwerg- bzw. Klein-, Mittel, Groß- bzw. Riesenbetriebe) zu ermitteln und auch - während der Erkundung - bei vorgegebenen Betriebsgrößen die Kennwerte für die zu schaffende (zu erkundende) Größe der Rohstoffbasis zu bestimmen.

Aus dieser Sicht werden für einige mineralische Rohstoffe von GRANIGG Größenordnungen der erforderlichen Vorrats-

1) B. GRANIGG definierte 1951 Lagerstätte und Vorkommen (ebenso wie andere Begriffe) durchaus im gleichen Sinne, wie sie hier verwendet werden. Aus unbekanntem Gründen werden sie leider in seinem Buch nicht immer (wie im vorliegenden Falle) konsequent angewendet.

Tabelle 8.

Größenordnungen einiger Substanzziffern in Tonnen (Metallinhalt),
nach B. GRANIGG (1951)

E r z	Zwerg- und Kleinvorkommen	Mittelvorkommen	Groß- und Riesenvorkommen
Eisen	0,5 Mill. t 0,5 bis 15 Mill.t	15 bis 150 Mill.t	150 bis 1000 Mill.t über 1000 Mill.t
Mangan	50000 t bis 100000 t	100000 t bis 1 Mill. t	1 bis 20 Mill. t 20 Mill. t
Chrom	20000 t	20000 t bis 200000 t	0,2 bis 1,0 Mill. t 1 Mill. t
Kupfer	5000 bis 50000 t 50000 bis 100000 t	100000 bis 500000 t	0,5 bis 3 Mill. t 3 Mill. t
Blei	50000 t	50000 bis 500000 t	500000 bis 1 Mill.t 1 Mill. t
Zink	50000 t	50000 bis 500000 t	500000 bis 1 Mill.t 1 Mill. t
Nickel	5000 t	5000 bis 50000 t	50000 bis 200000 t 1 Mill. t
Zinn	10000 t	10000 bis 100000 t	100000 t

Quecksilber	100000 t	1000 bis 20000 t	20000 t
Gold	30000 bis 50000 kg	50000 bis 500000 kg	500000 kg
Schwefel (in Pyrit) .	100000 t	100000 bis 1 Mill. t	1 bis 10 Mill. t 10 Mill. t
Schwefel (elementar) (Einzelvorkommen).....	60000 t	60000 bis 600000 t	6 Mill. t
Radium	200 g	1000 g	mehrere Kilogramm

basen genannt, die zur Orientierung (ausgenommen die Angaben für Zinn, die um eine Größenordnung für kleine und mittlere Lagerstätten zu hoch sind) auch gegenwärtig benutzt werden können. Sonderfälle liegen dann vor, wenn ein halbveredeltes Produkt (z.B. Konzentrat) aus einer Lagerstätte in bestehenden Anlagen mitverarbeitet werden kann oder sogar zur höheren Kapazitätsauslastung solcher Anlagen führt.

In einer Reihe von Bergbauzweigen (Kali, Braunkohle, Eisen u.a.), in denen eine wirtschaftliche Produktion nur in Großbetrieben möglich ist, außerdem die zum Einsatz gelangenden Mechanismen einen optimalen Wirkungsgrad nur bei bestimmter Förderung erreichen, kann die erforderliche Vorratsmenge auch nach den Standardjahreskapazitäten und den üblichen Amortisationsfristen bestimmt werden.

Zu beachten ist in allen Fällen, daß bei der Berechnung der benötigten Mindestmenge an anstehenden Vorräten die unvermeidlichen Verluste berücksichtigt werden. A.W. SIDORENKO (1964) hat kürzlich für die Praxis der UdSSR die z.T. außerordentlich hohen Verluste hervorgehoben, die bei der Nutzung einer Lagerstätte entstehen und summarisch (Gewinnungs- und Verarbeitungsverluste) in vielen Fällen nur zu einem etwa 50%igen Ausbringen der im Anstehenden berechneten Nutzkomponente im Endprodukt führen.

4.3. Der Lagerstättenvorrat im gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß

Erkundungsgeologe, Bergmann, Aufbereiter und Hüttenmann arbeiten an einer gemeinsamen Aufgabe. Sie machen natürliche mineralische Rohstoffe, ein Geschenk der Natur, der Gesellschaft dienstbar. Aus dieser gemeinsamen Arbeit hat sich historisch eine Spezialisierung entwickelt, die zur echten Arbeitsteilung zwischen den Beteiligten führte. Oft sind die Teilprozesse der ehemals gemeinsamen Arbeit in

selbständige Produktionsbetriebe verlagert, die sogar örtlich voneinander getrennt sind.

Dieser Entwicklung zu selbständigen Produktionszweigen paßte sich auch die inner- und außerbetriebliche Betriebswirtschaft an. Bergbau- und Verarbeitungsbetriebe begannen über ihre spezifischen Kosten Buch zu führen. In diese Kosten ging der Aufwand für die vorausgegangene Tätigkeit dadurch ein, daß das Zwischenprodukt der entspr. Produktionsstufe (z.B. des Bergbaus) vergütet werden mußte. Zwischen den am Verwertungsprozeß Beteiligten bürgerten sich auf diese Weise klare wirtschaftliche Beziehungen ein. Unklar blieb dagegen noch oft die Stellung der geologischen Erkundung. Die ökonomischen Beziehungen rissen gewöhnlich zwischen Erkundung und Bergbau ab. Insbesondere in Ländern, in denen die geologische Erkundung im Auftrag des Staates durchgeführt wird, wurden die Kosten der Erkundung den die erkundeten Lagerstätten nutzenden Betrieben meist nicht angerechnet; die Bergbaubetriebe erhielten folglich die wesentlichste Grundlage ihrer Produktion - die nutzbaren Lagerstättenvorräte - unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Daraus ergaben sich eine Reihe negativer Erscheinungen, an deren Beseitigung gegenwärtig gearbeitet wird:

- a) In den Selbstkosten des Betriebs (und des Industriezweigs) erscheint nicht der gesamte tatsächliche Aufwand für das Produkt. Wenn die Erkundungskosten im Vergleich zum Industriepreis relativ hoch sind, ist die Selbstkostenrechnung besonders mangelhaft. Es wird als volkswirtschaftlicher Nutzeffekt ein objektiv unrichtiger Wert ausgewiesen.
- b) Der Gewinn eines Produktionsbetriebs ist in den sozialistischen Ländern eine aussagekräftige Charakteristik der Arbeit des Betriebs. Ohne Berücksichtigung der Besonderheit des Rohstoffs (z.B. seiner Qualität) und der Lagerstätte ist der Gewinn als Kennziffer der Arbeit eines Bergbaubetriebs jedoch bedeutend weniger eindeutig.

- c) Der unentgeltliche Lagerstättenvorrat wirkt in der Praxis auch nicht als ökonomischer Ansporn für seine möglichst verlustarme Gewinnung; er verleitet eher zur Sorglosigkeit und Vergeudung von Vorräten, d.h. schadet objektiv der Volkswirtschaft.

Diese und andere negative Erscheinungen ließen sich einfach überwinden, wenn der Lagerstättenvorrat als Wertgröße in die Grundfonds der bergbautreibenden Betriebe eingehen und mit diesen abgerechnet werden müßte. Ansätze zu einer solchen Regelung wurden in der Vergangenheit wiederholt gemacht. Daß dabei insgesamt, auch international, nur geringe Fortschritte erzielt wurden, hat seine Ursache im Fehlen einer wissenschaftlich begründeten Methode, mit deren Hilfe der für den Lagerstättenvorrat anzurechnende Betrag bestimmt werden könnte. Vorgeschlagene Zwischenlösungen versuchten - noch vor der theoretischen Klärung der Grundfragen und ihrer Details - die vorhandene unbefriedigende Situation dadurch zu verbessern, daß einige Kostenposten berücksichtigt wurden, die wenig Zweifel hervorrufen.

Ein Vorschlag läuft z.B. darauf hinaus, den Vorrat mit den für seine Erkundung tatsächlich entstandenen Kosten zu belasten und sie in die Selbstkostenbildung der Betriebe eingehen zu lassen.¹⁾

Der richtige Grundgedanke dieses Vorschlags ist nicht zu verkennen. Es müssen jedoch einige Einzelfragen geklärt werden, wenn in der Praxis keine Schwierigkeiten auftreten sollen:

- a) Ist es richtig, alle tatsächlich entstandenen Erkundungskosten dem betreffenden Vorrat anzulasten, auch objektiv nicht gerechtfertigte Ausgaben, die bei der Erkundung z.B. durch Mängel in der Arbeit verursacht wurden?

¹⁾ S. z.B. die Selbstkostenverordnung der DDR vom 12. Juli 1962.

- b) Was ist in die Erkundungskosten einzubeziehen: auch die Kosten für allgemeine Regionalarbeiten (z.B. Kartierungen), wenn sie in dem Gebiet durchgeführt wurden, in dem die erkundeten Lagerstättenvorräte liegen?
- o) Wie werden Betriebe behandelt, die seit vielen Jahren auf bekannten Lagerstätten arbeiten, für die in der letzten Zeit jedoch keine oder nur unwesentliche geologische Erkundungsarbeiten durchgeführt wurden? Wenn sie nicht mit Erkundungskosten belastet würden, wären sie - verglichen mit neuerrichteten Betrieben - dadurch nicht ökonomisch bevorteilt?

Aus diesen Fragen folgt, daß eine Lösung des Problems einerseits die Amortisation der für die geologische Erkundung entstandenen Kosten, andererseits eine umfassendere und allgemeinere Regelung vorsehen müßte und sich nicht auf die simple Übernahme der im konkreten Falle tatsächlich entstandenen Erkundungskosten beschränken darf.

Jede Aussprache über diese Probleme hat bisher gewöhnlich zu Diskussionen über den Wert eines erkundeten Lagerstättenvorrats geführt. Tatsächlich ist die Klärung dieser Grundfrage unerläßliche Voraussetzung für jede wissenschaftlich begründete Festlegung.

4.3.1. Die Bestimmung des Wertes eines erkundeten Lagerstättenvorrats

Der Wert eines erkundeten anstehenden Vorrats kann nur durch die zu seiner "Reproduktion" erforderliche gesellschaftlich notwendige Arbeit bestimmt werden. Dabei wäre auch die von K. MARX seinerzeit hervorgehobene "geognostische Eigenschaft" (die Seltenheit) von Lagerstättenvorräten berücksichtigt. "Reproduktion" ist hier als Summe der Arbeiten zu verstehen, die notwendig sind, um einen abgebauten Vorrat durch einen gleichwertigen neuen zu ersetzen.

(Sind dafür im eigenen Land die natürlichen Voraussetzungen nicht gegeben, d.h., muß der Ersatz durch Import erfolgen, tritt der in diesem Falle erforderliche Aufwand als Maßstab auf.)

In dieser Definition sind wichtig: "gesellschaftlich notwendige Arbeit" und "Reproduktion".

4.3.1.1. Die Wertbestandteile eines erkundeten Lagerstättenvorrats

Vor allem muß Klarheit darüber geschaffen werden, welche Kosten und Ausgaben aus dem Gesamtgebiet der Geologie überhaupt wertbildend sind und in welcher Form sie in die Wertbestimmung eines erkundeten Vorrats eingehen.

Wenn unterstellt wird, daß die gesamten im Lande durchgeführten geologischen Arbeiten gesellschaftlich notwendig¹⁾ waren, können diese Arbeiten - wie bereits früher erwähnt wurde - hinsichtlich ihrer Finanzierung und ihrer zu erbringenden Nutzeffekte gruppiert werden in:

- a) Hohheitsaufgaben (dazu gehört z.B. die regionale Kartierung),
- b) Forschungsarbeiten (z.B. stratigraphische, tektonische, metallogenetische), die entweder direkt produktionswirksam werden und damit wertbildend sind. (Sie gehen ganz oder anteilmäßig in das Endprodukt - d.h. den Vorrat - ein.) Oder Forschungsarbeiten, die von allgemeiner wissenschaftlicher Bedeutung sind. Sie

1) Gesellschaftlich notwendig bedeutet,

- a) daß diese Arbeiten tatsächlich im Interesse der Wissenschaft und ihrer Anwendung in der Praxis notwendig waren,
- b) daß sie mit einem solchen Minimalaufwand durchgeführt wurden, der sowohl ihrer Schwierigkeit als dem internationalen wissenschaftlich-technischen Stand zum Zeitpunkt ihrer Durchführung entsprach,
- c) daß mit ihrer Durchführung Menschen beauftragt wurden, die eine normale (d.h. dem herrschenden Durchschnittsmaß von Wissen, Fertigkeit und Arbeitsintensität entsprechende) Arbeitsleistung sicherten.

werden gewöhnlich nicht von der Erkundung, sondern aus speziellen Fonds finanziert. Solche Arbeiten sind wertbildend nur, soweit sie technologisch, d.h. in der Erkundung, angewendet oder als Grundlage benutzt werden können. Ihre Stellung als Wertbestandteil eines erkundeten Lagerstättenvorrats kann deshalb nur in jedem konkreten Falle bestimmt werden.

Diese allgemein-theoretische Ungeklärtheit könnte praktisch dadurch überwunden werden, wenn staatlicherseits angewiesen würde, daß jährlich ein bestimmter Anteil der Ausgaben für solche Grundlagenforschung in die Gesamtkosten aller geologischen Arbeitsprodukte eingehen müßte.

- o) Angewandte Geologie (z.B. Ingenieur- und Bodengeologie), d.h. Arbeiten, die den Charakter von Dienstleistungen besitzen und entsprechend finanziert werden. Diese Arbeiten sind wertbildend im Rahmen der auftraggebenden Industriezweige und Landwirtschaft, z.B. der Bauindustrie.
- d) Ökonomische Geologie (Such- und Erkundungsarbeiten im weitesten Sinne, d.h. einschließlich ihrer Vorbereitung), deren Arbeitsprodukt die Lagerstättenvorräte sind. Sie sind das Hauptelement der Wertbildung für den Vorrat.

Wenn die gesellschaftlichen Ausgaben für Geologie nach diesem Vorschlag gruppiert werden, ließen sich für viele Lagerstätten brauchbare Ausgangsdaten für die Wertbestimmung der Vorräte ermitteln, die allen weiteren Überlegungen und Entscheidungen zugrunde gelegt werden könnten. Wertbildend sind folglich alle jene Arbeiten, die ganz oder anteilmäßig entstanden sind, um eine konkrete Lagerstätte zu finden und für die Übergabe an die bergbautreibende Industrie zu erkunden: die Ausgaben für die ökonomische Geologie und einen Teil der Forschungsarbeiten.

4.3.1.2. Die Wertbestimmung des Vorrats durch den Aufwand für seine Reproduktion

Nicht der mehr oder weniger zufällig in der Vergangenheit entstandene Arbeitsaufwand, der ungebührlich groß (bei unsachgemäßer Arbeit) oder erstaunlich klein (bei zufälligen Entdeckungen) gewesen sein kann, kann ein objektiver Ausgangspunkt für die Wertbestimmung eines Vorrats sein. Dazu muß von dem beim gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik durchschnittlich notwendigen und gleichzeitig ausreichenden Erkundungsaufwand ausgegangen werden.

Ferner kann nicht der in der Vergangenheit entstandene gesellschaftlich notwendige Aufwand für einen Vorrat dessen Wert bilden, sondern nur der bei einer Neuerkundung (der "Reproduktion") anfallende, der infolge des wissenschaftlich-technischen Fortschritts kleiner oder auch durch wachsende geologische Schwierigkeiten größer sein kann.

Die für gleiche Teufen gegenwärtig im allgemeinen sinkenden Bohrkosten, die billigeren geophysikalischen Verfahren, modernen Analysenverfahren u. a. können im allgemeinen kalkulatorisch einfach erfaßt, für Zeiträume weniger Jahre sogar als fast unveränderlich betrachtet werden.

Für die geologischen Erfolgsaussichten trifft dies gewöhnlich nicht zu. Sie verringern sich in dem Maße, wie aus der Summe der in der Natur überhaupt vorhandenen Lagerstätten eine immer größere Zahl schon entdeckt und genutzt und das Gebiet bereits abgesucht worden ist. In geologisch und bergbaulich erschlossenen Ländern wie der DDR könnten die Erfolgsaussichten für einzelne Rohstoffe bzw. Lagerstätten z. B. wie folgt gestaffelt werden:

1. Gruppe: Lagerstätten dieser Gruppe sind weit verbreitet, die Entdeckung neuer Lagerstätten ist im allgemeinen sehr wahrscheinlich. (Hierzu gehören vor allem Lagerstätten der Steine- und Erden-Rohstoffe.)

2. Gruppe: Lagerstätten dieser Gruppe sind im betreffenden Land ebenfalls weit verbreitet. Infolge fast abgeschlossener Erkundung jener Gebiete, in denen sie hinsichtlich ihrer erwarteten Teufenlage dem Bergbau noch zugänglich sind, werden Neuentdeckungen zwar schwierig, sind jedoch möglich (in der DDR z.B. Braunkohle, Kali).
3. Gruppe: Lagerstätten dieser Gruppe sind auf bestimmte Gebiete beschränkt, die in den oberflächennahen Bereichen bereits untersucht wurden. Die Entdeckung neuer (tiefliegender) Lagerstätten ist schwierig, jedoch nicht ausgeschlossen (in der DDR z.B. Zinn).
4. Gruppe: Lagerstätten, die bisher auf dem Gebiet des betreffenden Landes noch nicht gefunden wurden, deren Existenz geologisch jedoch nicht ausgeschlossen ist. Ihre Entdeckung ist schwierig, ihre Erkundung meist kostspielig und risikoreich (in der DDR z.B. Phosphate, Bauxit).

Eine solche oder ähnliche Gruppierung könnte bei der Einschätzung der zukünftigen Erkundungskosten für einen Rohstoff Berücksichtigung finden in Form eines Faktors, mit dem die in der Vergangenheit tatsächlich entstandenen oder auf andere Weise berechneten Kosten multipliziert werden.

Dieser Faktor (f) könnte für die genannten Gruppen z.B. folgende Werte erhalten:

Lagerstättengruppe	1	2	3	4
Faktor	1	1,5	2	2,5 - 3

Wurden die gesellschaftlich notwendigen Erkundungskosten für Lagerstättenvorräte dieser Gruppen auf Grund der in der Vergangenheit tatsächlich entstandenen Kosten ermittelt und hinsichtlich der derzeitigen Preise für die technischen Arbeiten korrigiert, so daß der echte Erkundungsaufwand A ermittelt wurde, könnte ihr Wert mit $A \cdot f$ bestimmt werden.

Die Wertbestimmung eines erkundeten Vorrats muß folglich vom Aufwand für seine "Reproduktion" ausgehen.

4.3.2. Die Einführung von Vorratspreisen für erkundete Lagerstättenvorräte

Wenn damit auch der Weg zur Wertermittlung für den erkundeten Vorrat aufgezeigt ist, so bereitet seine Realisierung doch sehr große Schwierigkeiten.

Erstens ist es nicht immer einfach - von den direkten Such- und Erkundungsausgaben abgesehen -, alle gesellschaftlich notwendigen Kosten und die zutreffenden Anteile zu erfassen. Zweitens müßten diese ermittelten effektiven Erfahrungswerte noch umgebildet werden (damit Veränderungen zur "Reproduktion" des Vorrats erfaßt werden).

Es erscheint daher einfacher, auf der Basis dieser Werte (die in diesem Falle nur die Genauigkeit von Orientierungswerten zu besitzen brauchten) durch den Staat Preise für an die Industrie zur Nutzung übergebene Vorräte festzulegen.

Diese Vorratspreise müßten nach der Qualität der Vorräte (im weitesten Sinne verstanden) differenziert werden. Das ist deshalb notwendig, weil die wertbildenden Erkundungsarbeiten nicht von der Rohstoffqualität abhängen, bei kompliziert gebauten Mineralkörpern - die für den Bergbau oft Schwierigkeiten mit sich bringen - sogar in der Regel umfangreicher als bei einfachen sind.

Eine weitere Differenzierung der Vorratspreise müßte im Hinblick auf die jeweils erreichten Vorratsklassen vorgesehen werden. Wie die Praxis zeigt, könnte dies durch die Einführung von Koeffizienten erreicht werden.

Dabei könnte auf die gleichen Koeffizienten zurückgegriffen werden, die bei der Behandlung des ökonomischen Nutzeffekts der Erkundung zur Berücksichtigung der erreichten Vorratsklassen vorgeschlagen wurden.

Wie bereits erwähnt, gilt derzeit in der UdSSR für die Klassen (A + B), C₁ und C₂ das Verhältnis 3 : 1 : 0,2. Die Allgemeingültigkeit dieser Koeffizienten ist natürlich anzuzweifeln. Eher ist anzunehmen, daß dieses Verhältnis vom Rohstoff- und Lagerstättentyp abhängig ist und deshalb in jedem konkreten Falle zumindest orientierungsmäßig überprüft werden muß. Unzweifelhaft ist jedoch, daß dieser Weg gangbar ist.

4.3.2.1. Vorschläge zur Festlegung von Vorratspreisen

Wiederholt wurden Bedenken geäußert, in denen die praktischen Schwierigkeiten bei der Festlegung von Vorratspreisen hervorgehoben und die Realisierbarkeit eines solchen Vorschlags in Frage gestellt wurde.

Die Schwierigkeiten für brauchbare Lösungen stehen außer jedem Zweifel. Daß die technische Lösung dieser Aufgabe jedoch möglich ist, beweisen die Vorratspreise, die ehemals in Deutschland bei der Bewertung von Lagerstätten üblich waren (TORNOW & SCHORRIG 1931).

Wenn der derzeit gesellschaftlich notwendige Aufwand für die Suche und Erkundung von Vorräten einer bestimmten Klasse mit A bezeichnet wird, würde dieser Aufwand für die zukünftige "Reproduktion" des Vorrats

(A · f)

(20)

betragen.

Werden von seiten des Staates Festlegungen getroffen, daß die erkundeten Vorräte die allgemein-geologischen Ausgaben zu tragen haben, könnte dafür ein prozentualer Aufschlag (p) zum Reproduktionswert des Vorrats ermittelt werden.

Wird von der Leitung der Volkswirtschaft weiterhin vorgeschlagen, daß auf kostengünstig zu erkundende mineralische Rohstoffe (mit denen das betr. Land gut ausgestattet ist) ein Preiszuschlag (Z) aufzuschlagen ist, um die hohen

Erkundungskosten für Defizitrohstoffe ökonomisch etwas zu mildern, stehen für die Festlegung von Vorratspreisen folgende Vorschläge zur Diskussion:

1. Vorratspreis = zukünftiger gesellschaftlich notwendiger Such- und Erkundungsaufwand

$$V_p = A \cdot f \quad (21)$$

2. Vorratspreis = zukünftiger gesellschaftlich notwendiger Such- und Erkundungsaufwand plus Aufschlag für allgemeine geologische Ausgaben

$$V_p = A \cdot f + \frac{p}{100} A \cdot f \quad (22)$$

3. Vorratspreis = zukünftiger gesellschaftlich notwendiger Such- und Erkundungsaufwand plus Aufschlag für allgemeine geologische Ausgaben plus/minus Preiszuschlag als volkswirtschaftlicher Ausgleich

$$V_p = A \cdot f + \frac{p}{100} A \cdot f \pm z \quad (23)$$

Diese Vorratspreise müßten in der Praxis außerdem mit Koeffizienten gewichtet werden (z.B. 3; 1 und 0,2), um die Klassenzugehörigkeit und damit den unterschiedlichen Wert für jede Vorratsklasse zu erfassen.

Eine weitere Wichtung müßte die Qualität der Rohstoffvorräte, d.h. vor allem die Rohstoffqualität und bergtechnischen Gewinnungsverhältnisse, berücksichtigen. Praktisch könnte das nach den gleichen Gesichtspunkten erfolgen, die in der Vergangenheit den Bewertungssätzen für Baufelder in Deutschland zugrunde gelegt wurden.

A müßte dagegen einheitlich für jeden Rohstoff festgelegt werden. Die sich aus dem Lagerstättentyp ergebenden Unterschiede sind entweder bereits durch das A des Rohstoffs erfaßt bzw. müssen durch die Erkundung aufgefangen werden (ebenso wie die Schwankungen aus der Lagerstättengröße).

Bei der Übergabe einer Lagerstätte zur industriellen Nutzung müßten die von der ZVK bestätigten Vorräte in die Grundfonds des Betriebes eingehen und bei ihrem Abbau amortisiert werden.

4.3.2.2. Ökonomische Vorteile der Festlegung von Vorratspreisen

Die Verwirklichung dieser Vorschläge würde zwei volkswirtschaftlich und erkundungsgeologisch wichtige ökonomische Fragen lösen:

1. Volkswirtschaftlich wäre der Gesamtaufwand für die Bereitstellung einer Tonne mineralischer Rohstoffe in den Produktionskosten für das bergbauliche Endprodukt richtig erfaßt. Es würden volkswirtschaftlich auch die Mittel für die Finanzierung zukünftiger Erkundungsarbeiten akkumuliert werden.
2. Die Institutionen, die sich mit der geologischen Erkundung beschäftigen (z.B. in der DDR die geologischen Erkundungsbetriebe), wären in die Lage gesetzt, eine echte wirtschaftliche Rechnungsführung vorzunehmen.

E.O. POGREBIZKIJ (1964) hält es für selbstverständlich, daß die Erkundungskosten bei der Nutzung der Lagerstätte durch die abgesetzte Produktion amortisiert werden. Diese Erkundungskosten müssen nach seinen Vorstellungen sowohl die direkten als indirekten Ausgaben für das betreffende Objekt umfassen. Die Kosten für Fehlschläge bei der Suche und Erkundung sollten dabei durch die erfolgreich erkundeten Objekte getragen werden. Zu diesem Zweck schlägt POGREBIZKIJ vor, für bestimmte Gebiete summarisch die Gesamtkosten den Ergebnissen gegenüberzustellen. Bestimmte Arbeiten (regionale geologische Kartierungen und geophysikalische Vermessungen, Basisbohrungen, allgemein-theoretische Arbeiten u.ä.) sollen in diese Rechnung nicht einbezogen werden, weil sie nach seiner Meinung allgemein-staatliche

Bedeutung besitzen und nicht nur der geologischen Erkundung bzw. dem Bergbau zugute kommen.

Die Einführung von Vorratspreisen hätte gegenüber der von E.O. POGREBIZKIJ vorgeschlagenen Lösung - bei der das Problem der "Reproduktion" zwar nicht auftaucht - einige wesentliche Vorzüge:

- a) Bei Realisierung des sowjetischen Vorschlags besteht für den Erkundungsbetrieb kein innerer ökonomischer Anreiz, die Erkundung so billig wie möglich durchzuführen, weil er alle entstandenen Ausgaben mit den Vorräten übergeben kann.
- b) Es besteht bei diesem Vorschlag auch kein ökonomischer Ansporn für den Erkundungsbetrieb, Fehlschläge der Erkundung auf ein Minimum zu reduzieren und sie wirtschaftlich möglichst niedrig zu halten, weil auch diese Ausgaben durch eine Umlage auf die erkundeten Vorräte den bergbautreibenden Betrieben angelastet werden.
- c) Die Umrechnung der Ausgaben für Fehlschläge innerhalb eines bestimmten Gebietes müßte sich mit jeder neu-aufgefundenen Lagerstätte verändern; sie müßte sogar rückwirkend auf bereits übergebene Vorräte bzw. auf die für sie berechneten Kosten sein. Das würde zu einer vermeidbaren Labilität der zu verrechnenden Beträge führen und vor allem in den bergbautreibenden Betrieben die Kostenstruktur unübersichtlich machen. Außerdem würde die Rentabilität der bergbautreibenden Betriebe in gewissem Maße von der guten oder schlechten Arbeit der Erkundungsbetriebe abhängig gemacht werden, d.h. von einer Tätigkeit, für die der Montanbetrieb nicht verantwortlich ist und die er auch nicht beeinflussen kann.
- d) Schließlich wäre bei Realisierung des sowjetischen Vorschlags der geologische Erkundungsbetrieb von jeder ökonomischen Verantwortung für seine Tätigkeit entbunden.

Bei Einführung von Vorratspreisen könnte die Arbeit eines geologischen Erkundungsbetriebes dagegen u. a. auch nach seinem ökonomischen Betriebsergebnis sehr einfach beurteilt werden.

Wenn der jährliche Aufwand eines geologischen Erkundungsbetriebes z. B. für erfolgreiche Such- und Erkundungsarbeiten mit X bezeichnet wird, für erfolglose Such- und Erkundungsarbeiten dagegen mit Y, die Summe der erkundeten (Einheits-)Vorräte¹⁾ mit Z und der Preis für 1 Maßeinheit der (Einheits-)Vorräte¹⁾ mit γ , kann das ökonomische Ergebnis des Erkundungsbetriebs durch die Beziehung

$$X + Y \stackrel{?}{\geq} Z \cdot \gamma \quad (24)$$

ausgedrückt werden. Ist die linke Seite größer als die rechte, hat der Betrieb einen Verlust erzielt, ist sie kleiner, einen Gewinn. Der Betrieb ist in jedem Falle daran interessiert, möglichst wenig erfolglose Arbeiten (mit den Kosten Y) und erfolgreiche Arbeiten mit minimalem Aufwand (minimales X) durchzuführen.

Bei richtiger Bemessung der Vorratspreise wären ökonomische Triebkräfte in den Erkundungsbetrieben wirksam,

- a) die jeden überflüssigen Aufwand, jedes Zuviel an Bohrungen oder bergmännischen Auffahrungen zwar nicht verhindern, jedoch den Kampf gegen solchen "Überfluß" unterstützen würden;
- b) die zur Wissenschaftlichkeit der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Erkundungsarbeiten beitragen würden, weil die materiellen Aufwendungen (derzeit rund 80 - 85 % der Gesamtkosten) spürbar nur durch vertiefte wissenschaftliche Bearbeitungen verringert werden können.

1) Praktisch würde in den Erkundungsbetrieben nicht mit "Einheits"vorräten und "Einheits"preisen, sondern mit den konkret erkundeten Vorräten und ihren Vorratspreisen gerechnet werden. Die Bezugnahme auf den Durchschnitt diene hier der übersichtlichen Darlegung.

Die vorgeschlagene Regelung könnte innerhalb der Erkundungsbetriebe noch zu einer anderen Verbesserung der Arbeit beitragen. Gegenwärtig werden in den sozialistischen Ländern bedeutende Mittel für die Erkundung bereitgestellt. Nicht selten werden damit auch Arbeiten finanziert (und dazu durch Pseudoerkundungsaufgaben "begründet"), die weder der Erkundung nützen noch echten Forschungscharakter besitzen (sonst hätten sie als solche begründet und finanziert werden können).

Solche Arbeiten müßten nun durch die Erkundung abgerechnet werden. Sie würden folglich den bei der Erkundung entstandenen Gewinn reduzieren bzw. den Verlust vergrößern. Es ist zu erwarten, daß sich jeder Erkundungsgeologe gegen die Übernahme derartiger Kosten wenden wird. Auch der Erkundungsbetrieb wird vermutlich vorgeschlagenen Arbeiten dieser Art kritischer gegenüber treten. Das Ergebnis wäre a) entweder ihre Erweiterung zu echten Forschungsaufträgen und ihre Finanzierung aus den zuständigen Fonds, wodurch geologisch viel gewonnen wäre, oder b) ihre Ablehnung, wodurch geologisch nichts verloren und ökonomisch Mittel eingespart würden.

Die Bergbaubetriebe werden ihrerseits bei Einführung von Vorratspreisen eine einfachere Kalkulationsbasis (differenzierte Fixpreise) erhalten und nicht mit den ökonomischen Auswirkungen ungekonnter Erkundungstätigkeit belastet.

Schließlich wird die Amortisation der Vorratspreise durch die verwertbare Förderung in den Bergbaubetrieben zu einem ökonomischen Anreiz für eine möglichst verlustarme Nutzung der übergebenen Vorräte führen. Ein außerordentlich wichtiges, obwohl häufig vernachlässigtes Problem des Bergbaus und der Lagerstättenwirtschaft wäre damit seiner Lösung einen Schritt näher gebracht. Dazu wäre allerdings nötig, Vorratspreise für alle bergbautreibenden Betriebe einzuführen, selbst wenn dort in der letzten Zeit keine Erkundungsarbeiten durchgeführt wurden. Andernfalls wären derartige Betriebe auch im Vergleich zu neuer-

richteten Betrieben - wie bereits erwähnt wurde - ökonomisch bevorzugt.

Alle diese Überlegungen lassen die Einführung von Vorratspreisen, die nach Rohstoffen, Rohstoffqualitäten und Vorratsklassen gestaffelt sind, als sinnvoll erscheinen.

4.3.2.3. Bedenken gegen die Einführung von Vorratspreisen

Gegen die Einführung von Vorratspreisen und die erläuterte Beurteilung der Arbeit eines geologischen Erkundungsbetriebs wurde die Befürchtung laut, daß durch die zu tragenden Kosten für alle Sucharbeiten und ihre Auswirkungen auf das Betriebsergebnis der Erkundungsbetrieb aus Kurzsichtigkeit verleitet werden könnte, diese für das Gesamtergebnis so wichtigen Arbeiten einzuschränken. Diese Befürchtung ist dann unbegründet, wenn sie sich auf schlecht vorbereitete bzw. überhaupt nicht vorbereitete Sucharbeiten bezieht. In diesem Falle wäre die Entscheidung des Erkundungsbetriebs durchaus richtig.

Werden dagegen Sucharbeiten, die durch wissenschaftliche Prognosen ausreichend begründet sind, nicht durchgeführt, spart der Erkundungsbetrieb zwar zunächst Ausgaben für X, zugleich sägt er jedoch den einzigen Ast ab, der Früchte (d.h. Lagerstätten und Vorräte) bringen kann. Er reduziert viel stärker seinen Erlös ($Z \cdot \gamma$ verringert sich).

Ein anderer Einwand wendet sich dagegen, daß der Erkundungsbetrieb für den Mißerfolg einer Arbeit ökonomisch verantwortlich sein soll, obwohl dieser seine Ursache nicht im Betrieb, sondern in den Naturverhältnissen habe und vom Betrieb nicht beeinflussbar sei.

Dieser Einwand hat Berührungspunkte mit einem Standpunkt, der bereits früher erörtert wurde. Er übersieht die grundlegende Tatsache, daß der geologische Erkunder als Spezialist und der geologische Erkundungsbetrieb als

besondere Organisation überhaupt nur deshalb entstanden sind und existieren, weil diese natürliche Schwierigkeit existiert.

Die besondere Aufgabe der Erkundung besteht darin, Erkenntnisse der geologischen Wissenschaften "technologisch anwendbar" zu machen, d.h., den Erkundungsprozeß so zu führen, daß der Erfolg so wahrscheinlich ist, wie es in der Industrie üblich ist.

Ob in einem bestimmten Gebiet eine gesuchte Lagerstätte vorhanden ist oder nicht, das hängt tatsächlich von den Naturverhältnissen und nicht vom geologischen Erkundungsbetrieb ab.

Ob die Lagerstätte jedoch in diesem Gebiet gesucht wird oder nicht, das entscheidet allein der geologische Erkunder auf Grund seiner Kenntnisse, seiner Erfahrung, seiner Wissenschaft. Dafür können nicht die Naturverhältnisse, sondern nur die geologischen Erkundungsbetriebe verantwortlich gemacht werden.

Selbstverständlich kann sich auch der beste Erkundungsgeologe irren, natürlich sind auch in seiner Arbeit Mißerfolge nicht immer zu vermeiden. Doch auch dafür sind dann nicht die Naturverhältnisse, sondern die Begrenztheit unseres Wissens und der Stand der Erkundungswissenschaft verantwortlich.

Solche Mißerfolge dürfen andererseits - wenn von qualifizierten Erkundungsgeologen ausgegangen wird - nicht die Regel, sondern nur Ausnahmen sein. In jedem anderen Falle muß angezweifelt werden, daß die geologische Erkundung wissenschaftlich geleitet und durchgeführt wurde.

Die vorgeschlagene Regelung ist ein Gegner jeder leichtfertigen Bohrtätigkeit, bei der mit unverhältnismäßig großem Aufwand Lagerstätten ebenso zufällig gefunden werden sollen wie ehemals bei der alten Prospektorentätigkeit.

Vor wenigen Jahren wurde gegen die Einführung von Vorratspreisen für erkundete Lagerstättenvorräte und ihre Amortisation durch die Montanbetriebe nicht selten noch

mit dem Hinweis argumentiert, daß ein solcher Vorschlag in der sozialistischen Wirtschaft ökonomisch sinnlos sei, weil der Staat dabei nur Geld aus einer Tasche in die andere lege, ohne dabei auch nur das Geringste zu gewinnen.

Die Vorteile des dargelegten Vorschlages und damit der Gewinn für die sozialistische Volkswirtschaft wurden bereits beschrieben. Es sei jedoch darauf verwiesen, daß ohne eine solche (oder ähnliche Ordnung) die Hauptmethode der sozialistischen Wirtschaftsführung - die wirtschaftliche Rechnungsführung - auf dem Gebiet der geologischen Erkundung nur unvollkommen bzw. überhaupt nicht angewendet werden kann. Da die wirtschaftliche Rechnungsführung jedoch für alle sozialistischen Betriebe und Industriezweige ökonomisch notwendig ist, müssen mit aller Konsequenz auch in der Lagerstättenwirtschaft (einschl. der geologischen Erkundung) die Voraussetzungen für ihre umfassende Anwendung geschaffen werden. Schon aus diesem Grunde ist die Einführung von Vorratspreisen sinnvoll und für die sozialistische Planwirtschaft ein Gewinn.

4.3.3. Die Berücksichtigung des Zeitfaktors

E.O. POGREBIZKIJ (1964) schlug vor, auch jene ökonomischen Auswirkungen zu erfassen, die sich daraus ergeben, daß eine erkundete Lagerstätte von der Wirtschaft nicht genutzt wird. Der Grundgedanke, daß zu frühzeitig durchgeführte Erkundung zur Einfrierung von Mitteln, zu "totem Kapital" führt, ist zweifellos beachtenswert. Werden z.B. die Zinsverluste o.ä. für solche eingefrorenen Mittel berücksichtigt, erhöhen sich die Erkundungskosten bis zum Zeitpunkt der Nutzung nicht unbedeutend.

POGREBIZKIJ berechnete z.B. bei 4, 6, 8 und 10 % verlorenem Gewinn und Wartezeiten von 5 - 30 Jahren, nach der Formel

$$N_1 = N (1 + i)^t \quad (25)$$

wo l - der übliche Gewinnsatz bei Investitionen in %,

t - die Anzahl der Jahre seit Abschluß der Erkundung bis zur Nutzung durch die Industrie,

N - der ökonomische Nutzeffekt der Erkundung in MDN,

den Quotienten $N_1 : N$ und erhielt dafür Werte zwischen 1,2 und 16,6.

Der sowjetische Verfasser machte jedoch keine eindeutigen Vorschläge darüber, wer diese Verluste zu tragen hat bzw. wer für sie verantwortlich ist. Da im Maßstab des gesamten Landes dafür nicht selten beträchtliche Mittel gebunden werden, da außerdem die Erkundungsergebnisse oft während dieser Wartezeit veralten (weil neue Technologien und Verwendungszwecke neue bzw. genauere Daten erfordern) und damit entwertet werden, ist eine nähere Betrachtung dieser Frage sinnvoll. Dabei wird davon ausgegangen, daß die entdeckte und erkundete Lagerstätte den im Erkundungsauftrag formulierten Forderungen und Ansprüchen genügt, die Aufschiebung (oder Ablehnung) einer sofortigen Nutzung somit durch Faktoren hervorgerufen wurde, die nicht lagerstättenmäßig bedingt sind.

Auftraggeber für die geologische Erkundung sind in den sozialistischen Ländern

- a) der Staat, gewöhnlich vertreten durch die Staatliche Plankommission, der die Hauptaufgaben der geologischen Erkundung aus der prognostischen Entwicklung der Volkswirtschaft ableitet (Plandirektive);
- b) die sozialistische Industrie, die konkrete Aufträge meist geringerer volkswirtschaftlicher Bedeutung erteilt;
- c) die Staatsorgane auf unterer Ebene (Bezirke, Kreise, Städte) und die kommunale Industrie;
- d) die Erkundungsorganisationen selbst, die auf Grund ihrer Kenntnis der geologischen Verhältnisse und der perspektiven Entwicklung der Volkswirtschaft entsprechende Vorschläge unterbreiten.

Diese Aufträge und Vorschläge werden im Plan der geologischen Erkundung zusammengefaßt; dabei werden (a) und (d) als staatliche Aufträge vereinigt, die Auftraggeber für (b) und (c) bleiben erhalten.

Wie die Erfahrung lehrt, ist bereits die Ausarbeitung dieses Planes eine verantwortungsvolle wissenschaftliche Arbeit, die dazu führen muß, unrealistische Aufträge zu korrigieren, gewünschte Abschlußtermine mit dem vorliegenden Kenntnisstand abzustimmen u. a. m. Als Ergebnis dieser Vorarbeiten erhält der Plan der geologischen Erkundung eine seiner wichtigsten Eigenschaften: Er wird zu einem realen Plan.

Werden nach Abschluß einer erfolgreichen Erkundung die Aufträge von (b) oder (c) zurückgezogen, sollten diese Auftraggeber mindestens jährlich mit der Verzinsung der Vorräte belastet werden, und zwar so lange, bis sich ein Nutzer für die erkundete Lagerstätte findet. Die Lagerstätten selbst sollten in den staatlichen Reservefonds eingehen.

Werden von (a) erkundete Lagerstätten zurückgestellt, sollten ein Konto für die Verzinsung dieser Vorräte geführt werden und die Lagerstätten ebenfalls in den Reservefonds des Staates eingehen. Das Zinskonto würde zwar ökonomisch nicht wirksam werden, es wäre jedoch ein Ausdruck für die Qualität der Leitung auf diesem Sektor.

In keinem Falle kann der geologische Erkundungsbetrieb oder der Industriezweig für solche Wartezeit verantwortlich gemacht werden, zumal er lediglich konkret erteilte Aufträge ordnungsgemäß und zu den gestellten Terminen erfüllt hat. Mit der Übergabe der Vorräte an den Auftraggeber oder den staatlichen Reservefonds hat der geologische Erkundungsbetrieb seinen Anspruch auf Vergütung gemäß den festgelegten Vorratspreisen erworben.

In allen sozialistischen Ländern werden die erkundeten Vorräte zentral erfaßt und bilanziert. Dieses Organ verwaltet gewöhnlich auch die staatliche Reserve an Lagerstätten. Vermutlich ist es sinnvoll, wenn das gleiche Organ auch die Führung der o. e. Konten übernimmt.

5. Die geologisch-ökonomische Bewertung von Lagerstätten

G.A. MIRLIN teilte 1964 aus der UdSSR mit, daß

"nach Angaben des Geologischen Fonds der UdSSR in den letzten Jahrzehnten etwa 4000 Lagerstätten aus der Rohstoffbilanz gestrichen wurden, die keine industrielle Bedeutung besitzen und für deren Erkundung Dutzende Millionen Rubel verausgabt wurden".

Der Umfang dieser Streichungen setzt in Erstaunen; denn er beträgt rund 30 % aller geführten Lagerstätten. Noch mehr erschreckt der Umfang fast nutzlos vertaner Mittel und Arbeit ohne echten ökonomischen Nutzeffekt.

Unwillkürlich stellt sich jeder die Frage, ob derartige nutzlose Arbeiten nicht vermieden oder ihr Umfang nicht mindestens bedeutend eingeschränkt werden könnten. Jeder fragt zwangsläufig nach den Ursachen, die - wie bei den sowjetischen Geologen - trotz eines hohen Standes der geologischen Wissenschaften zu solchen negativen Ergebnissen führen können.

Der Minister für Geologie und Lagerstättenschutz der UdSSR A.W. SIDORENKO (1964) sieht eine wesentliche Ursache für diesen Zustand darin, daß in der Vergangenheit schon während der Ausbildung und Erziehung der Geologen zu wenig Aufmerksamkeit auf die Aneignung der Methoden einer gründlichen ökonomischen Analyse der geologischen Ergebnisse gelegt wurde und daß der obligatorische Charakter der geologisch-ökonomischen Bewertung neuentdeckter Lagerstätten von den Erkundungsgeologen verkannt wurde.

A.W. SIDORENKO weist damit auf eine Schwäche der Ausbildung und praktischen Arbeit hin, die nicht nur für die UdSSR zutrifft. Es ist beruhigend zu wissen, daß gegenwärtig in einer ganzen Reihe Länder an ihrer Überwindung energisch gearbeitet wird.

Die geologisch-ökonomische Analyse ist eine der Hauptmethoden der geologischen Erkundung. Einer ihrer Höhepunkte ist die geologisch-ökonomische Bewertung der entdeckten bzw. erkundeten Lagerstätte.

Ist eine Lagerstätte entdeckt bzw. erkundet, sind ihre Vorräte und bergtechnischen Verhältnisse mit der jeweils erforderlichen Genauigkeit und Zuverlässigkeit ermittelt worden, kann die Lagerstätte geologisch-ökonomisch eingeschätzt werden, d. h., es kann geprüft werden, ob sie den Ansprüchen für eine industrielle Nutzung entspricht. Das ist der Inhalt und die Aufgabe jeder geologisch-ökonomischen Bewertung.

In der Vergangenheit wurde vereinzelt der Standpunkt vertreten, daß die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte im Grunde eine Einschätzung ihrer Bilanzwürdigkeit sei, die sich "grundsätzlich in den Kennziffern der Kondition ausdrückt". Obwohl solche Auffassungen inzwischen widerlegt und von ihren früheren Vertretern längst aufgegeben wurden, muß hier auf deren Fehlerhaftigkeit verwiesen werden, weil nicht ausgeschlossen ist, daß sie bei geringer Erfahrung in der ökonomischen Geologie wiederholt werden.

L. MEISENBERG (1964) hat berichtet, daß in den Eisenlagerstätten des Urals eine Tonne aufbereitetes Eisenerz unterschiedlich viel kostet (Tab. 9):

Tabelle 9.

Lagerstätte	Fe-Gehalt tatsächl.	Kosten 1 Tonne Eisenerz (aufber.)
Magnitogorsk	56 %	1,25 Rubel
Gora Blagodat	53 %	3,50 "
Bakal	49 %	4,30 "

Für alle Lagerstätten liegen bestätigte Konditionen vor; ebenso steht die Bilanzwürdigkeit der Erze und ihrer La-

gerstätten fest. Damit ist jedoch die volkswirtschaftliche Bedeutung dieser Lagerstätten nicht im geringsten angedeutet oder umrissen. Aus den bestätigten Konditionen ist auch nicht abzulesen, daß und ob die Nutzung z.B. der Lagerstätte Bakal volkswirtschaftlich zweckmäßig ist (im konkreten Fall soll das mit dieser Bemerkung keineswegs bezweifelt werden; es soll lediglich hervorgehoben werden, daß ein oder mehrere Konditionskennwerte noch keine ökonomische Beurteilung der Lagerstätte gestatten).

Bekanntlich werden die Kennwerte der Kondition außerdem stets so (minimal oder bei bestimmten Parametern auch maximal) festgelegt, daß die Selbstkosten des Förderprodukts ökonomisch gerade noch vertretbar sind; denn Konditionen sind äußerste Grenzwerte, Mindestforderungen im Interesse der Einhaltung einer vorgegebenen Kostengrenze. Daraus folgt, daß in den Lagerstätten mehr oder weniger große Vorratsmengen enthalten sind, deren Parameter über den Konditionskennwerten liegen und das ökonomische Ergebnis beim Abbau der Lagerstätte maßgebend beeinflussen werden. Diese Auswirkungen können nicht durch eine Konditionsbeurteilung, sondern nur durch die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte eingeschätzt werden.

5.1. Die industrielle Einschätzung und die ökonomische Bewertung

Verfasser hatte in seiner Arbeit "Zur ökonomischen Bewertung von Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe" (1962) zwischen industrieller Einschätzung und ökonomischer Bewertung einer Lagerstätte unterschieden. Diese Unterscheidung ging davon aus, daß vor jeder tatsächlichen industriellen Nutzung einer erkundeten Lagerstätte mindestens zwei Entscheidungen vorliegen müssen:

- a) "es muß positiv entschieden worden sein, daß die Lagerstätte nach Rohstoffinhalt, -eigenschaften und bergtechnischen Verhältnissen geeignet ist, Grundlage eines Gewinnungsbetriebes zu werden";
- b) "es muß positiv entschieden worden sein, daß die Nutzung der Lagerstätte (d.h. die Realisierung der Lagerstättenmöglichkeiten) volkswirtschaftlich zweckmäßig ist".

Dabei geht die zweite Entscheidung von der ersten aus, setzt sie als richtig voraus, überprüft die volkswirtschaftlichen Zusammenhänge und Folgen und stimmt sie mit der Linie der Wirtschaftspolitik des Landes (den Perspektivplänen) ab.

Jede dieser Entscheidungen setzt spezifische Sachkenntnis voraus, weil die leitenden Gesichtspunkte verschieden sind. Während die erste Entscheidung vom Geologen in Zusammenarbeit mit Projektanten und Montanwirtschaftlern auf Grund der Erkundungsdaten und gewisser ökonomischer Kennwerte des Bergbaus gefällt werden kann, setzt die zweite in den sozialistischen Ländern einen gesamtstaatlichen Überblick voraus, wie ihn nur die Leitung der Volkswirtschaft und die Staatliche Plankommission besitzen können. In diesem Sinne ist die industrielle Einschätzung einer Lagerstätte im wesentlichen ein geologisch-technisch-ökonomisches Gutachten, während die ökonomische Bewertung zu einem Nutzungsentscheid wird.

Aus dieser Sicht lassen sich sehr einfache Parallelen zwischen der Arbeitsweise in sozialistischen und kapitalistischen Ländern herstellen. Die industrielle Einschätzung der Lagerstätte durch den Geologen weist dabei - von den unterschiedlichen ökonomischen Kriterien abgesehen - die geringsten Unterschiede auf. Diese werden vor allem auf der Ebene der ökonomischen Bewertung sichtbar.

Die Vorteile einer solchen Zweiteilung bestehen darin, daß

- a) jede Entscheidung dort getroffen wird, wo sie sachlich am besten übersehen wird;

- b) die Entscheidung mit größter ökonomischer Auswirkung (der Nutzungsentscheid) bei umfassender Kenntnis der Lagerstättenmöglichkeiten getroffen wird und z.B. brikettierfähige Braunkohle nicht aus Unkenntnis für die Versorgung eines Kraftwerkes vorgesehen wird;
- c) der Erkundungsgeologe nicht durch Entscheidungen überfordert wird, die nur auf höherer Ebene getroffen werden können.

Die Nachteile einer solchen Zweiteilung sind darin zu sehen, daß

- a) nicht nur für die Nutzung geeignete Lagerstätten, sondern vor allem von der Wirtschaft benötigte Lagerstätten gesucht und erkundet werden müssen;
- b) bereits zu einem relativ frühen Zeitpunkt entschieden werden muß, ob die Erkundungsarbeiten fortgesetzt oder abgebrochen werden sollten, und dies davon abhängig ist, ob mit einer Nutzungsentscheid zu rechnen ist oder nicht.

Die in der Praxis zu treffenden konkreten Entscheidungen der geologischen Erkundungsbetriebe vereinen faktisch die o.e. beiden Entscheidungen (geeignet, zweckmäßig). Die Erkundungsbetriebe werden zu solchen Entscheidungen befähigt, weil sich aus den Rohstoffbedarfsplänen des Landes, der Vorratsbilanz und den Perspektivplänen der volkswirtschaftlichen Entwicklung direkte Aufgaben ergeben, die in den sozialistischen Ländern von der Staatlichen Plankommission formuliert werden. Diese direktiven Aufgaben bestimmen das Programm der Lagerstättenuche und der Vorerkundung. Nach der Vorerkundung muß dem Erkundungsbetrieb - zur Begründung der Weiterführung der Erkundungsarbeiten - von der Wirtschaft (der Staatlichen Plankommission oder den Industriezweigleitungen) die Notwendigkeit und Bereitschaft zur Nutzung erklärt werden (gewöhnlich unter der einschränkenden Bedingung, daß sich die Lagerstätte nach ihrer eingehenden Erkundung nicht wesentlich von der Einschätzung nach der Vorerkundung unterscheidet).

Kann eine solche Erklärung nicht erhalten werden, ist in der Regel die Arbeit einzustellen, um die vorzeitige Bindung von Mitteln und Arbeit für nichtbenötigte Lagerstätten zu vermeiden. Die Lagerstätte geht dann (nach den Ergebnissen der Vorerkundung) in den staatlichen Reservefonds ein.

Diese Praxis in den sozialistischen Ländern hat dazu geführt, daß industrielle Einschätzung und ökonomische Bewertung für die geologische Erkundung in der geologisch-ökonomischen Bewertung zusammengefaßt wurden (M. MERTKE 1964).

5.2. Die geologisch-ökonomische Bewertung und die Investvorbereitung

In den sozialistischen Ländern hat die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte die allgemeine Aufgabe, ihre volkswirtschaftliche Bedeutung zu ermitteln. Praktisch besteht das Ziel dieser Prüfung darin, während der Erkundung eine objektive Begründung für die Fortsetzung oder Einstellung der Arbeit zu finden; nach Abschluß der Erkundung muß die geologisch-ökonomische Bewertung zeigen, "was aus der Lagerstätte zu machen ist", d. h., ob es sinnvoll ist, sie zu nutzen, und wie das am zweckmäßigsten zu geschehen habe.

Diese Einschätzung braucht selbstverständlich nicht mit dem identisch zu sein, was später tatsächlich "aus der Lagerstätte gemacht wird". Manchmal stimmen beide überein, noch häufiger unterscheiden sich beide. Es kann deshalb formuliert werden: Die geologisch-ökonomische Bewertung zeigt die Möglichkeiten auf, die die Lagerstätte geologisch-ökonomisch bietet. Der später tatsächlich errichtete Betrieb und seine Aufgabenstellung drücken dagegen das Ausmaß der Realisierung dieser Möglichkeiten aus.

Mit der geologisch-ökonomischen Bewertung ist dem Erkundungsgeologen bei Abschluß eines Erkundungsstadiums keineswegs die Aufgabe gestellt, ein Quasi-Projekt oder eine Technisch-ökonomische Zielstellung für einen Betrieb auszuarbeiten, der die betreffende Lagerstätte in Zukunft nutzen soll. Das würde nicht nur die Fähigkeiten des Geologen bei weitem übersteigen. Dafür sind meist auch noch keine Voraussetzungen gegeben. Der Geologe muß lediglich ermitteln, ob eine industrielle Nutzung der erkundeten Lagerstätte ökonomisch nicht nur möglich und vertretbar, sondern auch vorteilhaft ist. Das kann er nur, wenn ihm für seine Entscheidung ein gewisses Minimum an Fakten zur Verfügung steht. Dieses unerläßliche Minimum nimmt mit dem Erkundungsstadium zu. Da jedes folgende Erkundungsstadium die vorliegenden Kenntnisse über die Lagerstätte und ihre Vorräte beträchtlich vermehrt, kann der Geologe die geologisch-ökonomische Bewertung mit fortschreitender Erkundung immer konkreter gestalten.

Das ist vorteilhaft und zugleich auch notwendig, weil die geologisch-ökonomische Bewertung von möglichst realen, der Individualität der Lagerstätte entsprechenden technologisch-ökonomischen Daten ausgehen muß. Das erfordert, daß der Erkundungsgeologe nicht nur mit den Grundzügen der Technologie für Gewinnung und Verarbeitung des von ihm erkundeten Rohstoffs vertraut sein, sondern auch ein Minimum an ökonomischer Information über erforderliche Investitionen, entstehende Kosten u.ä. besitzen muß.

Aus dieser richtigen Forderung wird häufig eine unrichtige Schlußfolgerung gezogen: die geologisch-ökonomische Bewertung wird als eine Art Vorstudie oder als "Technisch-ökonomische Zielstellung (TÖZ)" im Sinne der Investverordnung der DDR¹⁾ verstanden. Das ist offensichtlich ein grobes Mißverständnis.

1) Vom 25. September 1964. In § 10, Pkt. 4, heißt es dort:
"Die Vorbereitung von Investitionen erfolgt grundsätzlich in den Phasen
(Fortsetzung S. 153)

Die geologisch-ökonomische Bewertung beurteilt, ob es zweckmäßig ist, die Lagerstätte zu nutzen. Die TÖZ legt, wenn das bereits positiv entschieden ist, jene Kennziffern für den zukünftigen Nutzungsbetrieb fest, die hinsichtlich des volkswirtschaftlichen Nutzens, des zu erreichenden wissenschaftlich-technischen Standes und bei Berücksichtigung bestimmter Forschungs- und Entwicklungsergebnisse erreicht werden müssen.

Während die geologisch-ökonomische Bewertung somit prüft, ob die Lagerstätte geeignet ist, Vorratsbasis für einen Gewinnungs- bzw. Verarbeitungsbetrieb zu sein, legt die TÖZ fest, welchen Nutzeffekt bei festgelegten Investitionen dieser zukünftige Betrieb erbringen muß. Das ist natürlich nur möglich, wenn schon eine Reihe konkreter Entscheidungen technischer und ökonomischer Art gefallen sind (Standort des Betriebs, Wertumfang der Investitionen, Technologie der Gewinnung, zu erreichender ökonomischer Nutzeffekt u. a.), die bei Abschluß der Erkundung noch nicht bekannt sein können. Die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte und eine TÖZ für den zu errichtenden Nutzungsbetrieb sind folglich nicht identisch; die eine geht der anderen im Normalfall voraus.

Besonders oft wird die Auffassung vertreten, daß die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte mit der TÖZ dann identisch sei, wenn die Erkundung abgeschlossen und die Lagerstätte zur Nutzung an die Industrie übergeben wird. Diese Auffassung ist zwar verständlich, weil

(Fortsetzung der Fußn. von S. 152)

- a) Technisch-ökonomische Zielstellung (TÖZ); sie ist die Phase der Überleitung von der Perspektivplanung zur unmittelbaren Vorbereitung einer konkreten Investition.
- b) Aufgabenstellung; sie ist die Phase der Herausarbeitung der Lösungsmöglichkeiten mit dem höchsten Nutzeffekt."

Das Projekt ist nach dieser Verordnung bereits "Bestandteil der ökonomisch zweckmäßigsten Durchführung der Investition" (§ 18, Pkt. 1).

zu diesem Zeitpunkt jene detaillierten Angaben über die Lagerstätte vorliegen, die auch zur TÖZ und später für die Projektierung benutzt werden. Dennoch sind aus den bereits dargelegten Gründen auch in diesem Falle geologisch-ökonomische Bewertung und TÖZ nicht gleichzusetzen.

Es ist eine völlig andere Frage (die die hier behandelte strittige Auffassung nicht berührt), ob aus irgendwelchen Beweggründen die relativ einfache geologisch-ökonomische Bewertung nicht angefertigt wird und an ihrer Stelle mit der Vorratsberechnung ein Exemplar der anspruchsvolleren und komplizierteren TÖZ zur Bestätigung der Vorräte eingereicht wird. Da die TÖZ auf jeden Fall angefertigt werden muß, wäre auf diese Weise zwar eine Arbeitseinsparung für den Erkunder erreicht worden. Zu einer solchen Arbeitseinsparnis sind jedoch besondere Voraussetzungen erforderlich:

- a) Die Einreichung der Vorratsberechnung zur Bestätigung (als Grundlage für die Bereitstellung von Investitionen) müßte so lange aufgeschoben werden können, bis die Ausarbeitung der TÖZ abgeschlossen ist; die zusätzliche Zeit muß folglich zur Verfügung stehen;
- b) bei Nichtbestätigung der Vorratsberechnung träte durch ihre Neuanfertigung oder Ausbesserung ein Zeitverlust ein, der durch nichts kompensiert werden und auch die Überarbeitung der TÖZ erforderlich machen könnte. (Die Folge wären u.a. Ausnahmegenehmigungen auf Grund nichtgesicherter Unterlagen für die Investitionen. Ein vermeidbares Risiko der Investition wäre damit entstanden.)

Bei einfachen und sehr übersichtlichen Verhältnissen, wenn die TÖZ relativ kurzfristig angefertigt werden kann, ist ein solches Vorgehen dagegen meist berechtigt. Es führt einerseits zu einer echten Arbeitsvereinfachung, andererseits liegt bei der Bestätigung der Vorratsberechnung ein ökonomisches Dokument vor, das exaktere und präzisere Daten zur industriellen Einschätzung der Lagerstätte enthält als die geologisch-ökonomische Bewertung.

Nur der geologische Erkundungsbetrieb könnte gegen ein solches Vorgehen Einspruch erheben, weil er an einer möglichst schnellen Übergabe der erkundeten Lagerstätte (einschließlich der geologisch-ökonomischen Bewertung) interessiert ist, um für seinen Aufwand möglichst schnell ein Äquivalent zu erhalten und keine Zinsverluste durch "unvollendete Produktion" zu erleiden.

Die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte gilt stets nur für einen bestimmten Zeitpunkt, den einerseits das volkswirtschaftliche Interesse am Rohstoff der Lagerstätte und andererseits eine gegebene technisch-ökonomische Situation charakterisieren.

Für die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte sind Kennziffern über folgende Komplexe wichtig:

- a) geologisch-industrielle Parameter der Lagerstätte;
- b) die optimale Größe eines in Zukunft zu errichtenden Nutzungsbetriebs;
- c) orientierungsmäßiger Umfang der benötigten Investmittel;
- d) erwartete Produktionskosten des Bergbauprodukts;
- e) die Effektivität der Investitionen und die Rentabilität des zukünftigen Betriebes.

Diese Komplexe sind nicht nur näher zu erläutern, die Formen ihrer Ermittlung zu beschreiben und ihre Beziehungen aufzuzeigen. Es ist auch die Genauigkeit zu prüfen, mit der diese Ermittlungen am Ende jedes Erkundungsstadiums, der Suche, der Vorerkundung und der eingehenden Erkundung, durchgeführt werden müssen.

Wir werden hier die Probleme der geologisch-ökonomischen Bewertung bevorzugt an Beispielen aus der Braunkohlenerkundung erläutern. Dafür spricht die relativ große praktische Erfahrung, die für diesen Rohstoff in der DDR vorliegt. Außerdem sind damit die Tagebauverfahren verbunden, d.h. bergmännische Gewinnungsarten, die bei zahlreichen Rohstoffen immer größere Bedeutung erhalten und voraussichtlich noch mehr erhalten werden.

5.3. Benötigte geologisch-industrielle Parameter der Lagerstätte¹⁾

Wenn die Bedeutung der Lagerstätte zur Schließung einer vorhandenen Bedarfslücke (oder ökonomisch günstigeren Bedarfsdeckung als bisher) untersucht werden soll, muß zunächst das - wie die Projektanten formulieren - Angebot der Lagerstätte ermittelt werden. Bei Abschluß eines Erkundungsstadiums liegen dazu mit unterschiedlicher Zuverlässigkeit berechnete Vorratsmengen vor sowie die Lagerstättenkonturen, innerhalb deren diese Vorräte lokalisiert wurden. Die Berechnung erfolgte lt. Weisung der ZVK für Vorräte in situ und entspricht deshalb tatsächlich dem Lagerstättenangebot. Diese Vorratsmengen werden in der DDR von der Zentralen Vorratskommission überprüft und bestätigt. Bei einwandfreier Arbeit aller Beteiligten sind diese Vorräte ein Faktum, mit dem die Industrie vertrauensvoll rechnen kann, weil unvermeidliche Ungenauigkeiten bzw. Veränderungen dem im Bergbau üblichen entsprechen und keine wesentlichen Auswirkungen auf das Betriebsgeschehen und die Ökonomik ausüben.

Dieser Tatbestand, der in der DDR im Laufe eines Jahrzehnts durch die Praxis bestätigt wurde, berechtigt einerseits die ZVK zu ihren Beschlüssen und verleiht diesen die Sicherheit einer objektiven Planungs- und Projektierungsunterlage; andererseits begründet er, weshalb sich die ZVK bei ihrer Bestätigung auf den anstehenden Vorrat beschränken muß; denn nur diese Vorräte sind - bei festgelegter Kondition - unveränderlich und exakt fixierbar.

1) Der Verfasser spricht an dieser Stelle der Leitung und den Mitarbeitern des VEB Projektierungs- und Konstruktionsbüro "Kohle", Berlin, seinen Dank für die ihm erwiesene Unterstützung bei der Ausarbeitung dieses Kapitels aus. Nur so war es möglich, die in der DDR vorliegende große Erfahrung auf dem Gebiet der Braunkohलगewinnung für die geologisch-ökonomische Bewertung von Lagerstätten nutzbar zu machen.

Zukünftige Wertträger sind dagegen lediglich die tatsächlich geförderten Vorräte. Und nirgends in der Welt kann eine beliebige Lagerstätte ohne Verluste genutzt werden. Für die geologisch-ökonomische Bewertung muß deshalb eingeschätzt werden, wie groß die zukünftigen Verluste sein werden, um jene Vorratsmenge zu ermitteln, die als industrielle Vorräte bezeichnet und nach ihrer bergmännischen Gewinnung jenes Wertprodukt darstellen werden, das als Äquivalent den entstandenen Kosten gegenübersteht.

5.3.1. Die Ermittlung der industriellen Vorräte

Als industrieller Vorrat wird von der Zentralen Vorratskommission der DDR jener Teil der Bilanzvorräte bezeichnet, der nach Abzug der verschiedenen voraussehbaren Vorratsverluste als gewinnbar errechnet wird.

5.3.1.1. Die Einschätzung der bei der Lagerstättennutzung zu erwartenden Vorratsverluste

Vorratsverluste entstehen bei der Nutzung einer Lagerstätte durch verschiedene Ursachen. Es können Verluste unterschieden werden, die bereits durch das Abbauprojekt (z.B. durch Nichteinbeziehung bestätigter Bilanzvorräte in die Gewinnung), durch eine vorgesehene Abbauart (Tagebau oder Tiefbau) und deren konkrete Verfahren hervorgerufen werden.

Zusätzliche Verluste können entstehen, wenn vorübergehend oder ständig erzwungene Abweichungen vom bestätigten Projekt eintreten, ferner beim unmittelbaren Abbau in der Praxis selbst, teils infolge unsachgemäßer Durchführung des Abbaus, teils verbunden mit der Technologie und der technischen Ausrüstung.

Es ist unmöglich, die später tatsächlich eintretenden Verluste im voraus exakt zu bestimmen, sie können nur mehr oder minder grob eingeschätzt werden. Für die geologisch-ökonomische Bewertung muß zu ihrer Erfassung daher von Durchschnitts- bzw. Richtwerten ausgegangen werden, die später in der Praxis - wenn auch nicht in entscheidendem Ausmaß - sowohl unter- als auch überschritten werden können. Dabei ist zur Vermeidung ökonomischer Einbußen anzustreben, übertriebenen Optimismus hinsichtlich einer zukünftigen Verlustsenkung zu vermeiden. Jeder über das Einkalkulierte hinausgehende Fortschritt in dieser Richtung wird als zusätzlicher Vorteil zu jedem Zeitpunkt und unter allen Umständen willkommen sein.

5.3.1.2. Tagebau oder Tiefbau

Die Vorteile des Tagebaus bestehen neben einer möglichen Vorratsverlustsenkung¹⁾ und der Erzielung größerer Förderleistungen vor allem in höherer Arbeitsproduktivität und damit Verbilligung der bergmännischen Gewinnung. Eine Vorentscheidung darüber, ob Tage- oder Tiefbau ökonomisch sinnvoll ist, kann bereits nach der Formel

$$\frac{A}{K} = \frac{T_s - G_s}{A_s} \quad (26)$$

- worin A - die Mächtigkeit des gesamten Abraums, d.h. einschl. der nicht genutzten Kohlemächtigkeit,
 K - die genutzte (gewinnbare) Mächtigkeit der Kohleflöze,
 T_s - die Selbstkosten einer Tonne Kohle im Tiefbau,
 G_s - die Selbstkosten einer Tonne Kohle im Tagebaugrubenbetrieb (ohne Abraum),
 A_s - die Selbstkosten eines Kubikmeters Abraums,

¹⁾ O. GOLD (1952) schätzt die Abbauverluste im Tagebau mit "in der Regel etwa 5 bis 10 %, ausnahmsweise bis 15 %", im Tiefbau dagegen mit 30 bis 50 %, fallweise bis 60 % für Braunkohlen ein.

erfolgen.

O.GOLD (1952) empfiehlt, zur Lösung dieser Frage die äußerste wirtschaftliche Grenze des D:K-Verhältnisses nach der Formel zu bestimmen:

$$D:K = \frac{W - K}{a} - 1 \quad (27)$$

worin D - die Mächtigkeit des Deckgebirges,
 K - die Mächtigkeit der Braunkohle,
 W - der Wert der geförderten Kohle je m³,
 K - Kosten für Gewinnung und Förderung je m³ Kohle,
 a - die Kosten je m³ Abraum
 sind.

Nach den derzeitigen Kosten- und Preisverhältnissen in der DDR und der bereits abzuschätzenden Entwicklung der Tagebautechnik und -ökonomik wird gegenwärtig mit einem D:K-Verhältnis von 10 : 1 für den Braunkohletagebau¹⁾ als in der Perspektive noch ökonomisch gerechnet.

Der Braunkohlentiefbau hat in der DDR auf jeden Fall seine wirtschaftliche Bedeutung verloren, weil einerseits die Pro-Kopf-Leistung im Tiefbau nur bei etwa 5 - 15 % der Tagebauleistung liegt und sich die Förderleistung der Betriebe selbst unter günstigsten Bedingungen nur im gleichen Verhältnis bewegt.

H.HÄRTIG (1963) gibt für Tagebaue im Vergleich zu Tiefbauen folgendes prozentuales Verhältnis für einige Kenngrößen an:

1) 6 : 1 bei schweren Böden.

Die Abraum- und Kohlekosten werden von der Beschaffenheit des Deckgebirges, den Lagerungsverhältnissen und den Mächtigkeiten von Deckgebirge und Kohle stark beeinflusst (darauf wird später eingegangen).

Tabelle 10.

Kenngröße	Kohlentagebau	Erztagebau
	% gegenüber den Tiefbauwerten (= 100 %)	
Arbeitsproduktivität	200 - 800	200 - 500
Selbstkosten je t	20 - 45	35 - 65
Investkosten je t		
Jahresförderung	20 - 60	55

Aus diesen Daten geht die wirtschaftliche Überlegenheit des Tagebaus gegenüber dem Tiefbau eindeutig hervor.

Zeigt sich, daß eine Braunkohlenlagerstätte nicht im Tagebau genutzt werden kann, sind ihre Vorräte in der Regel nur in der Perspektive interessant, wenn es nämlich gelingen wird, durch Untertagevergasung oder andere Verfahren derartige Kohlenvorräte ökonomisch zu nutzen. Ist die Möglichkeit einer Nutzung im Tagebau erwiesen, kann zur Einschätzung der voraussichtlich gewinnbaren Kohlenmenge geschritten werden, d.h., die unter normalen Verhältnissen zu erwartenden Verluste können berechnet werden.

5.3.1.3. Der Einfluß der Lagerstättenform und der Anzahl der Kohlenflüze

Jede Lagerstätte weist in der Natur mehr oder minder komplizierte Formen auf. In der Aufsicht betrachtet, kann sie zunächst kompakt (gedrungen) oder gestreckt sein; zusätzlich können die Konturen einfach unregelmäßig und unregelmäßig mit lappenförmigen Ausbuchtungen sein. Die Tagebaugrenzen können in keinem Fall allen diesen Unregelmäßigkeiten in der horizontalen Verbreitung folgen, daher treten zwangsläufig bereits bei der Projektierung erkennbare Verluste auf. Untersuchungen von K. SCHELLMOSER (1965)

haben in Fortsetzung der Arbeiten von O. GOLD und H. NATHOW ergeben, daß der Ausnutzungsgrad der in der Form gedruckenen Lagerstätten höher liegt als bei langgestreckten. Die Verluste sind bei Lagerstätten mit lappenartigen Ausbuchtungen größer (durchschnittlich etwa 25 - 35 %) als bei einfach unregelmäßigen. Allein durch die Konfiguration der Lagerstätte kann folglich bis über ein Drittel der Verbreitungsfläche der Kohle ungenutzt bleiben.

Die zu erwartenden Verluste lassen sich mit für die geologisch-ökonomische Bewertung ausreichender Genauigkeit dadurch bestimmen, daß der Geologe in die Kontur der bilanzwürdigen Kohleverbreitung ein möglichst einfaches Polygon einzeichnet und die Flächendifferenz aus Verbreitungsfläche und Polygon optimal niedrig hält, d.h. sowohl eine möglichst vollständige Nutzung der Kohlen als auch betriebsgünstige Abbaugrenzen für den Bergbau vorsieht.

Weitere Verluste an Kohle entstehen am Hangenden und Liegenden eines jeden Flözes. Das Ausmaß dieser Verluste hängt einerseits von den eingesetzten Geräten und andererseits von der Sorgfalt ab, mit der die Gewinnungsarbeiten durchgeführt werden. Die Braunkohlenindustrie der DDR geht bei der Projektierung und Planung davon aus, daß die Verluste am Hangenden des Flözes maximal 40 cm, am Liegenden dagegen nur 25 cm betragen dürfen. Handelt es sich um eine Mehrflözlagerstätte sind die Verluste an allen Grenzflächen der Flöze mit 40 cm einzusetzen und nur am Liegenden des letzten Flözes mit 25 cm. (Die tatsächlichen Verluste liegen in der Praxis meist unter diesen Werten.)

Aus diesen Festlegungen folgt, daß die Verluste um so spürbarer sind, je geringmächtiger die Flöze und je größer die Zahl der Flöze ist, auf die sich die Gesamtvorratsmenge verteilt. Werden diese Verluste zur Flözmächtigkeit in Beziehung gebracht, zeigt sich, daß sie bei kleinen Mächtigkeiten großen Einfluß auf die Menge der gewinnbaren Kohle ausüben. K. SCHELLMOSER (1965) hat diese Beziehung für ein Flöz (sowohl bei einer Einflöz- als auch Mehrflözlagerstätte) graphisch dargestellt (Abb. 14).

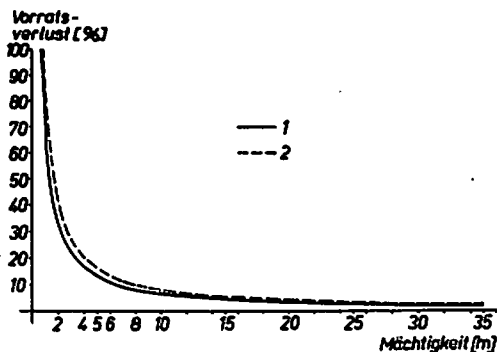


Abb. 14. Die Abhängigkeit des Vorratsverluste von der Flözmächtigkeit
(Nach K. SCHELLMOSER 1965)

- 1 - Verluste am Hgd. und Lgd. = 0,65 m
(Einflöztagebau)
- 2 - Verluste am Hgd. und Lgd. = 0,80 m
(Mehrflöztagebau)

Kohlenverluste können auch durch die einzuhaltenen Böschungen der Tagebaue entstehen. Die Neigungen der Böschungen werden durch ihre Standdauer und die eine Rutschung begünstigenden oder nichtbegünstigenden Verhältnisse bestimmt.

Bei bleibenden Böschungen - die für die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte allein Bedeutung haben - ist in der DDR durch die Oberste Bergbehörde (1962) vorgeschrieben, "gegen zu schützende Objekte einen Sicherheitsstreifen von mindestens 20 m einzuhalten, wenn nicht auf Grund besonderer Verhältnisse¹⁾ oder anderer gesetzlicher Bestimmungen größere Breiten erforderlich sind" (Pkt. 2.3.). Ferner ist dort festgelegt, daß "bei Böschungs-

1) In jedem Fall ist bei bleibenden Böschungen eine Sicherheit von $S = 1,3$ vorgeschrieben, die in rutschungsbegünstigenden Verhältnissen durch bodenmechanische Untersuchungen nachgewiesen werden muß.

systemen mit weniger als 5 Jahren Standdauer die Generalneigung¹⁾ 1 : 1,5 (ca. 34°), bei solchen längerer Standdauer 1 : 2,5 (ca. 22°) nicht übersteigen darf" (Pkt. 2.5.1.).

Wenn die Lagerstätte in einem schutzzonenfreien Gelände erkundet wurde und die Kontur der Bilanzvorräte festliegt, erhebt sich die Frage, ob die Oberkante oder die Unterkante des Böschungssystems mit der Grenze der Bilanzwürdigkeit zusammenfallen muß.

Aus Abb. 15. ist zu erkennen, daß jede Verlegung des Punktes B in Richtung zur Lagerstättengrenze (A) um 1 Meter

- a) eine Kohlemenge liefert, die der Fläche x entspricht und durch Abraum belastet wird, der
- b) der Fläche y proportional ist.

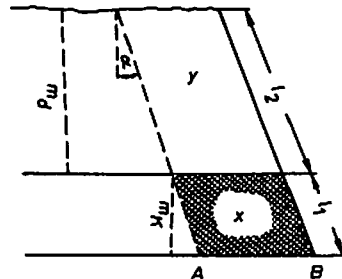


Abb. 15.

(Erläuterungen im Text)

Wenn die Mächtigkeit des Kohleflözes mit m_k , die Mächtigkeit des Deckgebirges mit m_d bezeichnet werden, ist die Basis des Parallelogramms $x : l_1 = m_k : \sin 22^\circ$, die Basis des Parallelogramms $y : l_2 = m_d : \sin 22^\circ$.

Folglich hat der Böschungswinkel keinen Einfluß auf die Bilanzwürdigkeit der Kohle, die in der Böschung liegt. Er beeinflusst jedoch die insgesamt zu bewegenden Abraummassen.

Eine weitere Ursache für Verluste sind Sicherheitspfeiler zum Schutze von Ortschaften, Industrieanlagen, Verkehrs- und Verbindungswegen u.a. Für die Bemessung dieser

1) Die Generalneigung einer Böschung wird in dieser Vorschrift als "Neigung der kürzesten Verbindungslinie zwischen der Abraumoberkante und der Unterkante der tiefsten Tagebauböschung" definiert.

Sicherheitspfeiler sind - nach erforderlichen Überlegungen über die ökonomische Zweckmäßigkeit der eventl. Verlegung dieser zu schützenden Einrichtungen - die früher erwähnten Festlegungen der Obersten Bergbehörde für Sicherheitsstreifen und Böschungsneigung zu beachten.

..3.1.4. Der Einfluß der Flächengröße und Lagerungsteufe

Der Böschungsanteil am Gesamtabraum ist, wie H. NATHOW (1941) formulierte, "eine Funktion der Flächenform, der Flächengröße und der Mächtigkeit des Deckgebirges" bei feststehender Generalneigung der Böschung. Dieser Anteil vergrößert sich und verschlechtert das Ar:K-Verhältnis der Gesamtlagerstätte, wenn die Tagebaufläche kleiner wird; er nimmt zu, wenn sich die Form des Tagebaus von der gedungenen Kontur eines Kreises über ein Quadrat in ein Rechteck verwandelt, und er wächst absolut mit zunehmender Überdeckung der Kohleflöze. Damit das Ar:K-Verhältnis für den gesamten Tagebau möglichst wenig verschlechtert wird, gelten daher die Gesichtspunkte:

- a) in den Böschungen wenig Kohle anzubauen, d.h., die Lagerstättenfläche möglichst so groß wie die bilanzwürdige Verbreitung der Kohle zu wählen;
- b) für einen als wirtschaftliche Einheit zu betrachtenden Tagebau eine möglichst kompakte Form zu wählen.

Beide Gesichtspunkte müssen mit der in der Natur vorliegenden und erkundeten Lagerstättenkontur sinnvoll in Übereinstimmung gebracht werden. Darin besteht die eigentliche Schwierigkeit bei der Ermittlung der so entstehenden Verluste.

Wenn mit

D - die Mächtigkeit des Deckgebirges und der Mittel,
in m;

D_0 - die Mächtigkeit des Deckgebirges, in m;

- K - die Mächtigkeit der anstehenden Kohle, in m;
 M - die Mächtigkeit eines Mittels, in m;
 V_A - der Kohlenverlust am Flözhangenden und am Hangenden und Liegenden eines Mittels, in m;
 V_L - der Kohlenverlust am Flözliegenden (angebaute Kohle), in m;
 A - die Abraummächtigkeit, in m;
 K_n - die Mächtigkeit der gewinnbaren Kohle, in m,

bezeichnet werden,¹⁾ dann bestehen folgende Beziehungen:

$$D = D_0 + \Sigma M \quad (28)$$

$$A = D + \Sigma V_A \quad (29)$$

Dann ist das sogen. geologische Mächtigkeitsverhältnis:

$$\frac{D}{K} = \frac{D_0 + \Sigma M}{K} \quad (30)$$

Es handelt sich um das lineare Verhältnis der in den geologischen Aufschlüssen gemessenen Mächtigkeiten. Werden die linearen Verluste berücksichtigt, ergibt sich das sogen. betriebliche Mächtigkeitsverhältnis:

$$\frac{A}{K_n} = \frac{D_0 + \Sigma M + \Sigma V_A}{K - (\Sigma V_A + V_L)} \quad (31)$$

In dieser Formel sind die Kohleverluste in Böschungen und Sicherheitspfeilern noch nicht berücksichtigt. Ebenso fehlen in ihr der zusätzliche Abraum aus den Böschungsmassen. Dazu muß vom linearen Verhältnis zum Volumenverhältnis des gesamten Abraums (A_v) zur gesamten gewinnbaren Kohle (K_{gw}) übergegangen werden.

$$\frac{A_v}{K_{gw}} = \frac{\text{Abraumvolumen}}{\text{industr. Vorräte}} \quad (32)$$

1) s. TGL 100 - 5173

Mit Hilfe dieser Formel kann die ökonomisch wichtige Kennziffer erhalten werden, wieviel Abraum für die Gewinnung einer Tonne Kohle bewegt werden muß.

5.3.1.5. Zusätzliche Charakteristiken

Die gewinnbaren Vorräte, d.h. die erkundeten und um die voraussehbaren Verluste verringerten Vorräte (industrielle Vorräte), sind die Basis, auf der alle weiteren Berechnungen der geologisch-ökonomischen Bewertung aufgebaut werden. Sie sind insbesondere der tatsächliche Gegenwert für alle entstandenen Kosten, Investitionen usw.

Es ist stets sinnvoll, die industriellen Vorräte nicht nur summarisch zu berechnen, sondern für sie auch die Mengen der einzelnen Rohstoffsorten anzugeben (z.B. Briquetier-, Kesselkohlen usw.). Die in den anstehenden Bilanzvorräten ermittelten Proportionen der Sorten und die Rohstoffqualität sind nicht immer mit denen der industriellen Vorräte identisch. In Braunkohlenlagerstätten entstehen nicht selten bei diesem Übergang spürbare Qualitätsverbesserungen, weil sich die als Verlust ausgeschiedenen Vorratsteile (in den Randgebieten, am Flözhangenden usw.) oft z.B. durch erhöhte Aschegehalte auszeichnen.

Bei geologisch-ökonomischen Bewertungen für andere Rohstofflagerstätten (z.B. Erze) ist nicht nur der Durchschnittsgehalt an Nutzkomponente je t Erz zu bestimmen, sondern auch der Inhalt der Lagerstätte an Nutzkomponente (z.B. Metall). Da bei Erz- u.ä. Lagerstätten das Verkaufsprodukt des Bergbaubetriebs meist ein Konzentrat, seltener das Metall ist, sind die Veränderungen zu beachten, die sich bis zu der entspr. Verarbeitungsstufe ergeben:

- a) Der Gehalt im anstehenden Vorrat wird durch Verdünnung des Erzes gesenkt; die Art der Abbauführung kann durch verlorengelassenes feinstückiges und oft hochhaltiges Material einen weiteren echten Metallverlust herbeiführen;

- b) das Aufbereiten des Erzes führt zu weiteren Metallverlusten; das Metallausbringen ist dabei in der Regel von der Höhe des Gehalts im Aufgabegut abhängig;
- o) wird das Konzentrat verhüttet, treten Schmelzverluste ein (Metallinhalt in der Schlacke, im Flugstaub usw.).

Mit diesen Berechnungen sind die aus der Lagerstätte zu gewinnenden Vorräte (industr. Vorräte) bestimmt; sie liegen allen weiteren ökonomischen Überlegungen zugrunde. Die dabei erreichbare Genauigkeit wächst zwar mit dem Erkundungsstadium, sie bleibt jedoch stets hinter der eines Projekts oder auch der volkswirtschaftlichen Aufgabenstellung einer Investition zurück. Für die geologisch-ökonomische Bewertung ist sie ausreichend, ausgenommen dann, wenn die ermittelten industriellen Vorräte hart an der Grenze des Erforderlichen liegen. In solchen Fällen muß entweder das damit verbundene Risiko jeder Entscheidung in Kauf genommen werden, oder es müssen gewisse technische Vorentscheidungen getroffen werden, damit exaktere Berechnungen und damit größere Eindeutigkeit erreicht werden.

5.3.2. Das volkswirtschaftliche Wertäquivalent der Vorräte

Eine geologische Arbeitsgruppe der sozialistischen Länder hat 1964 empfohlen (s. F. STAMMBERGER 1965 b), die aus einer Tonne Rohstoff ausbringbaren Nutzkomponenten im Hinblick auf bestehende Preise (oder andere Äquivalente) wertmäßig zu bestimmen.

Es ist sicher interessant zu wissen, daß eine Tonne der erkundeten Braunkohle später einmal für einen bestimmten - von der Qualität abhängigen - Preis abgesetzt werden kann. Solche Rechnungen führen in der Praxis gewöhnlich zu einer sorgfältigeren Vorratsnutzung. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß damit in keiner Weise der Wert

des anstehenden Rohstoffs oder der Lagerstätte bestimmt ist. Die bestehenden Preise als Wertausdruck der Kohle ergeben sich in hohem Maße durch den bergmännischen Gewinnungsaufwand. Der echte Wert der erkundeten anstehenden Kohle ist dagegen unvergleichlich geringer; deshalb ist es auch sinnlos und falsch, die gesamten Bilanzvorräte oder auch nur die ermittelten industriellen Vorräte mit den Preisen multipliziert als Wert der Lagerstätte oder als das, was "in der Lagerstätte steckt", zu bezeichnen.

Ebenso falsch wäre es, die Vorräte mit dem Gewinn zu multiplizieren und das Produkt als Wertausdruck der Lagerstätte¹⁾ zu betrachten. Der Gewinn entsteht ebenfalls erst durch die Nutzung und hat mindestens zwei Quellen: die Lagerstätte und den Tagebaubetrieb.

Volkswirtschaftliches Wertäquivalent der anstehenden Vorräte könnten bestenfalls die bereits erwähnten Vorratspreise (s. Kap. 4.3.) sein. Tatsächlich beziehen sie sich auf anstehende Vorräte, d. h., sie sind eine unabhängig von der Leistung des Montanbetriebs fixierte Größe. Wurden diese Preise richtig und differenziert festgelegt, d. h. unter Berücksichtigung ihrer montangeologischen Qualität, kann dieser Wert in eine Reihe technisch-ökonomischer Überlegungen eingehen.

Werden z. B. zwei technologische Varianten verglichen, von denen eine zwar niedrigere Selbstkosten aufweist, jedoch höhere Vorratsverluste verursacht, können die möglichen finanziellen Einsparungen den mit dem Vorratspreis multiplizierten zusätzlichen Vorratsverlusten gegenübergestellt werden.

Wenn festgelegt ist, daß die Vorratspreise bei der Gewinnung in die Selbstkostenbildung eingehen, können verschiedene Nutzungsvarianten mit unterschiedlichen Vorrats-

1) Logischerweise hätte eine Lagerstätte, die mit Verlust genutzt wird, dann einen "negativen" Wert. Ein Wert kann zwar groß oder klein sein, die Politökonomie kennt jedoch weder positive noch negative.

verlusten dadurch rechnerisch direkt vergleichbar werden, daß die industriellen Vorräte die Amortisationssumme der gesamten Bilanzvorräte aufbringen müssen, d.h., die tatsächlich einzusetzenden Vorratspreise pro Tonne geförderter Kohle steigen in dem Maße, wie die Verluste steigen und sich die industriellen Vorräte verringern. Das dürfte ein wirksamer Hebel zur Stimulierung eines verlustarmen Abbaus der Lagerstätte sein.

Sind die Vorratspreise richtig festgelegt, können die mit ihnen multiplizierten Vorräte auch einfach wertmäßig zentral erfaßt werden und mit den entspr. Wertäquivalenten in das Volksvermögen eingehen. Die Wertäquivalente für verschieden günstige Vorräte, sogar auf verschiedenen Lagerstätten und für verschiedene Rohstoffe, wären statisch erfaß- und addierbar.

o

5.4. Die optimale Größe des zukünftigen Tagebaus

W. ARNOLD (1958) hat vor allem bei Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der spezifischen und absoluten Leistungssteigerungen im Braunkohlentagebau mit vollem Recht bemerkt:

"Die Frage nach der optimalen Tagebaugröße ist oft gestellt, jedoch niemals allgemein verbindlich beantwortet worden. Frühere Versuche, Grenzgrößen für das technisch-wirtschaftliche Optimum des Tagebaubetriebes festzulegen, sind jedesmal durch die oft geradezu stürmische Entwicklung der Tagebautechnik überholt worden."

Diese Schwierigkeiten werden bei der geologisch-ökonomischen Bewertung deshalb noch nicht spürbar, weil von dem bereits erreichten technischen Stand ausgegangen wird.

Aus der Sicht des Betriebsplaners wird die Betriebsgröße - wie G. BILKENROTH (1961) erläuterte - auf folgende Weise ermittelt:

"Die Produktionskapazität (t/a) wird ermittelt aus der Summe der maximalen Standortleistungen (z.B. der Abraumbagger) mal Kalenderzeit, geteilt durch das Zugangsverhältnis an greifbarer Kohle."

Bei einer geologisch-ökonomischen Bewertung nach der Erkundung kann dieser Weg fast nie beschriftet werden, weil weder Standorte noch Standortleistungen bei Abschluß eines Erkundungsstadiums vorausbestimmt werden können. (Das wäre frühestens nach entspr. Studien bzw. nach der TÖZ möglich.)

Zu diesem Zeitpunkt muß deshalb immer von anderen Faktoren ausgegangen werden, die eine zu installierende Kapazität eines Tagebaubetriebs bestimmen. Das sind:

- a) die natürlichen Gegebenheiten (d.h. Lagerstättenverhältnisse);
- b) volkswirtschaftliche Gesichtspunkte (z.B. eine Bedarfslücke);
- c) besondere Faktoren und Verhältnisse (z.B. Versorgung einer bestehenden Brikettfabrik oder eines Kraftwerks, Ausnutzung von vorhandenen Betriebsanlagen u.ä.).

5.4.1. Die natürlichen Faktoren (Lagerstättenverhältnisse)

Für die Größe eines Tagebaubetriebs sind die anstehenden industriellen Vorräte am wichtigsten. Ihre Menge muß ausreichen, um die erforderlichen Investitionen zu amortisieren. Der Amortisationsanteil jeder Tonne gewinnbaren Vorrats darf seinerseits nicht so groß sein, daß er für die Selbstkosten jeder Tonne Braunkohle eine zu große Belastung wäre.

In jedem Lande sind für die einzelnen Industriezweige bestimmte jährliche Amortisationssätze üblich bzw. staatlich festgelegt. Aus diesen Abschreibungssätzen ergibt sich bis zur völligen Tilgung der Investitionen eine bestimmte Lebensdauer, die nur dann unterschritten werden darf, wenn die ungetilgten Investitionen volkswirtschaftlich auf anderem Wege aufgefangen werden können (z.B. Umsetzung von Geräten, Verwendung von Bauten für einen anderen Verwendungszweck.) Zwischen der Lebensdauer eines Betriebes (L), den industriellen Vorräten (V_1) und einer vorgesehenen

Produktionskapazität (P) besteht folgende Beziehung:

$$L = \frac{V_1}{P} \quad (33) \quad \text{oder} \quad P = \frac{V_1}{L} \quad (33a)$$

Die Kapazität des Betriebes wird folglich maßgebend durch die vorhandenen Vorräte und die erforderliche Lebensdauer bestimmt. Sind die Vorräte so groß, daß sie bei der vorzusehenden Lebensdauer die vorgesehene Betriebsgröße nicht beschränken, können andere Lagerstättenparameter deren Festlegung maßgebend beeinflussen:

- a) Die Mächtigkeit des Kohlenflözes (bei gleichen Vorräten drücken sich unterschiedliche Mächtigkeiten im Koeffizienten der Kohleführung¹⁾ aus). Eine geringere Mächtigkeit führt bei gleicher Produktionskapazität zu einer größeren Tagebauausdehnung, zur Verlängerung der Abbaustrossen und zum Einsatz einer größeren Anzahl von Geräten [der Tagebau Schlabendorf (DDR) arbeitet z.B. bei Strossenlängen bis zu rund 5 km mit zwei Förderbrücken].

Eine gewünschte Produktionskapazität - aus der Sicht der Vorräte durchaus möglich - kann in diesem Falle zu überhöhten Investitionen führen und deshalb u.U. abgelehnt werden.

- b) Relativ geringmächtige Flöze müssen - wenn die Tagebaustrossen nicht in ausreichendem Maße verlängert werden - zu einer großen Verbiebsgeschwindigkeit, d.h. großem Abbaufortschritt perpendicular zur Abbaustrosse führen. Aus ingenieurgeologischen Gesichtspunkten (Porenwasserüberdruck im Liegenden, Standfestigkeit der Abbaustöße, Entwässerung u.a.) darf zur Vermeidung von Böschungsrutschungen, Böschung-"blutungen" u.a. eine bestimmte Verbiebsgeschwindigkeit nicht überschritten werden. Sie ist vom Aufbau der Gesteinsschichten, ihrer Wassersättigung (nach der Vorentwässerung) usw. sowie von den Ausmaßen der eingesetzten Abbaugeräte abhängig. Für Förderbrücken beträgt sie z.B. bis zu 4 Metern (im Arbeitsdurch-

¹⁾ das ist die summarische Mächtigkeit der Kohle für 1 m² Lagerstättenfläche.

schnitt, nicht etwa im Jahresdurchschnitt). Die zulässige Vertriebsgeschwindigkeit kann folglich die Betriebsgröße beeinflussen.

- c) Die Zusammensetzung der Deckschichten (rollig oder bindig) beeinflusst wesentlich den Einsatz bestimmter Technologien im Abraum. Förderbrücken sind z.B. nur zu empfehlen, wenn die Schichten aus mindestens 50 % rolligen Böden bestehen. Diese Verhältnisse beeinflussen daher das Ausmaß einer möglichen Kohlenfreilegung und damit die Betriebsgröße.

Wenn auf diese Weise die Produktionskapazität eines Tagebaus sogar direkt nicht beschränkt werden sollte, steigen doch mehr oder weniger wesentlich die Investitionen und der übrige ökonomische Aufwand.

5.4.2. Die vorzusehende Lebensdauer des Betriebes

Am häufigsten besteht der Wunsch, mit Hilfe einer zu schaffenden Betriebskapazität einen vorliegenden Bedarf zu decken. In diesem Falle sind P und V_1 gegeben; es ist zu überprüfen, ob die sich aus Formel 33 ergebende Lebensdauer ökonomisch zu vertreten ist, d.h., ob sie eine vertretbare Amortisation der Investitionen zuläßt.

Die Amortisationsquote ist ein Ausdruck der Nutzungsdauer der Grundmittel, d.h. ihres physischen und moralischen Verschleißes. Es ist allerdings kein Geheimnis, daß nicht selten Grundmittel noch produktionsfähig sind, wenn sie schon mit Null zu Buche stehen, d.h., wenn sie bereits vollständig amortisiert wurden.

Bei der geologisch-ökonomischen Bewertung ist jedoch davon auszugehen, daß zumindest bei der maschinentechnischen Ausrüstung Rückflußdauer und normale Nutzungsdauer der Investitionen identisch sind. Faktisch wird damit ein - beim gegenwärtigen Tempo des wissenschaftlich-technischen Fortschritts - zukünftig vermutlich häufigerer Fall zur

Regel gemacht, daß sich ein durchaus noch arbeitsfähiges Aggregat infolge zu geringer Produktivität (moralischen Verschleißes) in eine verschrottungsreife Metallmasse verwandelt.

Die einzelnen Investitionsanteile (maschinentechnische Anlagen, Baulichkeiten u.a.) nehmen mit unterschiedlicher Intensität am Produktionsprozeß (und Verwertungsprozeß) teil; deshalb unterscheiden sich auch die Abschreibungssätze für diese Teilinvestitionen innerhalb eines Betriebes. Für errichtete Bauten beträgt dieser Satz in der Regel nur etwa 2 %, für die maschinentechnische Ausrüstung dagegen rund 7 % und mehr.

Daraus ergeben sich in Hinblick auf die Lebensdauer eines Betriebes zwei Schlußfolgerungen für die praktische Arbeit:

- a) Für die geologisch-ökonomische Bewertung wird in bestimmten Fällen ein Abschreibungssatz als Rechenziffer benötigt. Sie muß offenbar als - mit den betr. Investanteilen - gewogener Mittelwert aus den Einzelabschreibungssätzen ermittelt werden.
- b) Wenn berücksichtigt wird, daß die Umsetzung eines Abbaugroßgeräts (verbunden mit dessen Demontage und Neuaufbau) ca. 20 - 25 % der Beschaffungskosten, z.B. einer Brücke, erfordert, sollte die Mindestlebensdauer eines Tagebaus am besten von der normativen Nutzungsdauer der kostenintensivsten Tagebauausrüstung ausgehen und sie einerseits als einfache Nutzungsdauer nicht unterschreiten und andererseits möglichst ein Vielfaches dieser Zeiteinheit ausmachen, wenn während der Gesamtlebensdauer nacheinander mehrere solcher Geräte eingesetzt werden.

Zu beachten ist auch folgender Gesichtspunkt: Wenn die Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens, z.B. der Nutzung einer Lagerstätte, bewiesen werden soll, muß der Nachweis erbracht werden, daß die Produktionskosten des Rohstoffs jeder anderen Rohstoffbeschaffung überlegen oder mindestens

gleichwertig sind. Dabei ist der Zeitfaktor insofern zu berücksichtigen, als die derzeit allen anderen Formen der Beschaffung überlegenen Produktionskosten zu einem gegebenen zukünftigen Zeitpunkt diese Überlegenheit verlieren können. Zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens gehört folglich, daß dieser Nachweis für die ganze Nutzungsdauer des Vorhabens erfolgt. Das ist natürlich um so schwieriger, je ausgedehnter zeitlich die einzuschätzende Entwicklung ist. Schon aus diesem Grunde ist die Lebensdauer nicht zu groß in die Kalkulation einzusetzen.

Nach etwa 10 - 15 Jahren werden sich für die Erhaltung des Nutzeffekts mit großer Sicherheit Rekonstruktionen u.ä., d.h. neue Investitionen, notwendig machen, wenn überhaupt der geplante Nutzeffekt dann noch erbracht werden kann.

Der internationale Maschinen- und Anlagenbau strebt einer gewissen Standardisierung und Vereinheitlichung zu, weil jedes einzelne Aggregat nur im Zusammenwirken mit anderen zum Einsatz kommt und seine Kapazität nur dann optimal genutzt werden kann, wenn die mit ihm gekoppelten technischen Anlagen auf sie abgestimmt sind und dies zulassen. Diese Entwicklung hat im Braunkohletagebau dazu geführt, daß sich bestimmte Betriebskapazitäten teils als Quasi-Standard teils als optimale Kombination der geologischen und technischen Voraussetzungen herausgebildet haben:

I:	Kapazität	5 - 7 Mill. t	Kohleförderung	(Ø 6 Mill.t);
II:	"	10 - 14 Mill. t	"	(Ø 12 Mill.t);
III:	"	16 - 20 Mill. t	"	(Ø 18 Mill.t);
IV:	"	22 - 26 Mill. t	"	(Ø 24 Mill.t).

Bei der geologisch-ökonomischen Bewertung kann oft von diesen Standardkapazitäten ausgegangen und überprüft werden, ob sie vorratsseitig und nach der erforderlichen Lebensdauer (Amortisationsfristen) ökonomisch zu vertreten und geologisch erreicht werden können.

Wenn bei der geologisch-ökonomischen Bewertung einer neuerkundeten Lagerstätte die optimale Produktionskapazität eines Tagebaus bestimmt werden soll, ist daher

- a) zunächst von der Mindestlebensdauer (meist 15 - 25 Jahre) auszugehen;
- b) dann zu überprüfen, ob die berechnete Kohlenmenge bei Regelbetrieb (einzuhaltender Vertriebsgeschwindigkeit) vom Abraum freigelegt und gefördert werden kann;
- c) orientierungsmäßig kann daneben von den Quasi-Standard-Größen der Braunkohlentagebaue ausgegangen werden, die sich aus der DDR-Praxis ableiten lassen.

5.4.3. Besondere Umstände und sogen. Zwangsbedingungen

In der Praxis liegen oft besondere Umstände vor, die zu Entscheidungen führen können, völlig richtigen, obwohl sie sich vom bisher Dargelegten unterscheiden.

Ist z.B. eine Brikettfabrik noch betriebsfähig, obwohl ihre Rohstoffbasis erschöpft ist, kann eine sonst eindeutig zu kleine Lagerstätte noch ausreichen, um eine normale Amortisation der Fabrik zu erreichen. In diesem Falle muß die erforderliche Lebensdauer der Lagerstätte folglich nach den vorliegenden besonderen Umständen beurteilt werden.

Ebenso können kleinere Lagerstätten in kurzen Zeiträumen dann noch ökonomisch abgebaut werden, wenn sie in enger Nachbarschaft voneinander liegen oder an größere (der Auskohlung entgegengehende) Lagerstätten angrenzen oder wenn z.B. vorhandene Gewinnungsgeräte ohne deren Demontage und Montage eingesetzt werden können.

Derartige Umstände und Bedingungen sind sehr mannigfaltig und in der Praxis industriell erschlossener Länder keineswegs selten. Obwohl sie hier aus verständlichen Gründen nicht im einzelnen abgehandelt werden können, verdienen sie die unbedingte Beachtung des ökonomischen Geologen.

Zuweilen wird die Frage gestellt, ob es vorteilhafter ist, einen vorhandenen Bedarf durch einen Großbetrieb oder mehrere kleinere Betriebe zu befriedigen, wenn die geologischen Verhältnisse beides zulassen.

Bei der geologisch-ökonomischen Bewertung ist in solchen Fällen von der Errichtung eines großen Betriebes auszugehen, weil

- a) nicht nur die technisch-wirtschaftlichen Kennziffern den Großbetrieb als überlegen ausweisen, sondern
- b) der Lagerstättenvorrat durch einen großen Betrieb am rationellsten genutzt werden kann: Der insgesamt bewegte Abraum kann sich auf das überhaupt erreichbare Minimum beschränken und steht zu den gewonnenen Vorräten im günstigsten Verhältnis; außerdem können Verluste an den Grenzen mehrerer Tagebaue zueinander vermieden werden.

5.5. Die Ermittlung der benötigten Investitionen

Die Ermittlung der benötigten Investitionen für die Nutzung einer Braunkohlenlagerstätte während der geologisch-ökonomischen Bewertung geht im Normalfall der praktischen Durchführung von Investitionen (Technisch-ökonomische Zielstellung, Aufgabenstellung, Projekt) voraus.

Die Praxis der Investvorbereitungen in der DDR hat gezeigt, daß bereits auf den ersten Stufen dieser Arbeiten eine Genauigkeit von $\pm 10\%$ gefordert werden muß, wenn ihr planmäßiger Ablauf volkswirtschaftlich gesichert sein soll. Die geologisch-ökonomische Bewertung kann nur als Ausnahme eine solche Genauigkeit erreichen, weil sie durchgeführt wird, bevor eine Reihe konkreter Entscheidungen gefällt wurde.

Das gestattet es, für die geologisch-ökonomische Bewertung einen Vorschlag G. BILKENROTHS (1961) nutzbar zu machen, der von diesem zur Lösung von Planungsaufgaben vor-

geschlagen worden ist: die Planung mittels technisch-wirtschaftlicher Kennziffern.

BILKENROTH hat auf die Vorteile einer solchen Planung hingewiesen, mit der nicht nur ein schneller Überblick über den zweckmäßigsten Einsatz von Investitionen und deren ökonomische Auswirkungen erhalten wird, sondern auch die vorgesehene Technologie in ihrer optimalen Anwendung beurteilt werden kann. Die benötigten Kennziffern liegen nach Meinung dieses Fachmanns in den Projektierungsbüros vor; ihre Aussagekraft erhöht sich laufend durch ihre Verfeinerung mit Hilfe neuer Erfahrungswerte aus der Praxis der Betriebe und der Projektierung.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Vorschlag für den Erkundungsgeologen einerseits große Vorteile in seiner Anwendung bietet, andererseits für die zu fordernde Genauigkeit geologisch-ökonomischer Bewertungen ausreicht. Es ist sogar zu überprüfen, ob mehrere der von BILKENROTH für die Planung vorgeschlagenen Kennziffern nicht zusammengefaßt werden können, d.h. einige wenige Kennziffern für diesen Anwendungszweck völlig ausreichen. Das würde zu einer wesentlichen Vereinfachung der Bewertungsarbeit für den Geologen führen.

5.5.1. Bemerkungen zu einigen Investitionsbegriffen des Braunkohlentagebaus

In der DDR wird "die Gesamtheit der Maßnahmen zur Vorbereitung der Gewinnung von Braunkohle im Tagebau" als Tagebauaufschluß bezeichnet (TGL 100-5173, Blatt 1). Bei der Durchführung dieser Maßnahmen können zwei Phasen unterschieden werden:

1. der Grundaufschluß, mit dem im allgemeinen nicht nur die Lagerstätte ausgerichtet, sondern auch der Abbau des ersten Teilfeldes vorbereitet wird. "Der Grundaufschluß gilt als beendet, wenn ein Förderplanum

im Hauptflöz fertiggestellt und die Gewinnungs- bzw. Fördereinrichtungen auf diesem in Betrieb genommen werden können;"¹⁾

2. der erweiterte Aufschluß, mit dem die Maßnahmen zum Aufschluß weiterer Teilfelder oder zur Vergrößerung der Kapazität eines vorhandenen Tagebaus bezeichnet werden.

Unter einem anderen Gesichtspunkt, bei dem der jeweilige Leistungszustand des Tagebaus im Vordergrund steht und zugleich die zeitliche Folge der Realisierung gewisser Investmaßnahmen erfaßt werden soll, wurde vorgeschlagen, zu unterscheiden zwischen

- a) Grundaufschluß; er endet mit der Produktionsaufnahme durch die projektierten Anlagen;
- b) Anlaufbetrieb; er endet mit Erreichung der projektierten Förderleistung;
- c) Leistungsbetrieb; er reicht bis zur Auskohlung des Feldes.

Bei einer solchen Gliederung ist es natürlich unmöglich, Anlauf- und Leistungsbetrieb als "erweiterten Aufschluß" zusammenzufassen, weil es sich eindeutig nicht um Aufschlußstadien handelt. Allerdings entfallen die im "erweiterten Aufschluß" zu realisierenden Investitionen auf diese Glieder der vorgeschlagenen Einteilung.

Untersuchungen haben ergeben, daß im Verlauf des erweiterten Aufschlusses gewöhnlich noch 10 - 20 % der früher verausgabten Gesamtmittel investiert werden müssen. In Ausnahmefällen (z.B. bei mehreren Drehpunktverlegungen, Strossenverlängerungen oder Geräteumsetzungen) können sich diese Aufwendungen bis auf 30 % erhöhen.

Im Braunkohlentagebau der DDR wird ferner unterschieden zwischen Grundinvestitionen und Gesamtinvestitionen. Wenn bergbaufremde Maßnahmen (z.B. die Verlegung von Ortschaf-

¹⁾ s. "Begriffsbestimmungen für den Braunkohlentagebau" (1958)

ten, Straßen u.ä.) von den Gesamtinvestitionen abgezogen werden, verbleiben die sogen. Grundinvestitionen (vor allem für bergtechnische Maßnahmen und maschinentechnische Anlagen).

Wird der Anteil der Investitionen für eine Produktions- oder Kapazitätseinheit (z.B. $1 \text{ m}^3/\text{a}$ Abraum, 1 t/a Rohkohle oder 1 t anstehenden Vorrat oder Abraum) berechnet, so erhält man die sogen. spezifischen Investitionen, die spezifische Grundinvestition und die spezifischen Gesamtinvestitionen.

Bei der Ermittlung der erforderlichen Investitionen zur Nutzung einer Lagerstätte ist es zweckmäßig, diese Zweiteilung der Investitionen beizubehalten, weil für die Grundinvestitionen allgemeine Normsätze bzw. Richtwerte bestimmt werden können. Die zusätzlichen Aufwendungen müssen dagegen für jedes Objekt individuell aus der konkreten Situation abgeleitet und den Grundinvestitionen zugeschlagen werden, um den orientierungsmäßigen Umfang der Gesamtinvestitionen zu erhalten.

Aus methodischen Gründen steht hier deshalb die Ermittlung der Grundinvestitionen im Vordergrund der Betrachtungen.

5.5.2. Die Struktur der Grundinvestitionen

G. BILKENROTH hat 1961 für ein Planungsbeispiel eines Tagebaus (12,6 Mill. t Jahresförderung; Kohlenmächtigkeit - 8 m, Abraummächtigkeit - 32 m, Ar:K-Verhältnis - 4,2:1, Kohleinhalt - 216,3 Mill. t, Feldesgröße - 25 km^2) die prozentuale Aufteilung des Gesamtinvestaufwands (ohne Folgeinvestitionen) bei Abraumförderbrückenbetrieb folgendermaßen eingeschätzt:

Hauptausrüstung (Großgeräte, Gleisanlagen, roll. Material)	35 %
Nebenausrüstung (einschl. elektr. Ausrüstung)	20 %
Bauanteil	6 %
Entwässerung	10 %
Sonstiges	12 %
Aufschlußkosten	17 %

Wenn nur der Grundinvestaufwand betrachtet wird, werden nach neueren Angaben für

bergtechnische Maßnahmen	24,5 %	
Strossen, Zufahrten, Kippen	Ø 12,5 %	{ zwischen 5 u. 23 % }
Bohrungen, Entwässerung	Ø 5 %	{ " 2 u. 13 % }
Aufschlußbaggerung	Ø 7 %	{ " 2 u. 12 % }
maschinentechnische Anlagen	54 %	
Leistungsgeräte	Ø 31 %	{ zwischen 22 u. 40 % }
Loks	Ø 6,5 %	{ " 1 u. 13 % }
rollendes Material	Ø 11,5 %	{ " 5 u. 25 % }
Ausrüstung f. Wasserhaltung	Ø 2,0 %	{ " 0,5 u. 5 % }
Hilfsgeräte und -anlagen	Ø 3,0 %	{ " 1 u. 8 % }

d.h. zusammen 75 - 80 % des Aufwands, benötigt. Diese Werte wurden aus Tagebauen ermittelt, die sich in ihrer Mehrzahl noch im Anlaufbetrieb befanden. Wie bereits erwähnt, muß damit gerechnet werden, daß im "erweiterten Aufschluß" nochmals Investitionen im Umfang von 10 - 20 % erforderlich sind.

Diese Proportionen und Absolutsummen liegen etwas höher als die von G. BILKENROTH (1961) mitgeteilten. Die bedeutenden Schwankungen bei den einzelnen Positionen leiten sich aus den verschiedenen Betriebsgrößen, unterschiedlichen Ar:k-Verhältnissen und gewissen betrieblichen Besonderheiten der überprüften Betriebe ab.

Bei überschläglichen Berechnungen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß die sofort zu investierenden Grundmittel rund 25 % für bergtechnische Maßnahmen, weitere 25 % für Loks, rollendes Material und Sonstiges und 30 % für die Leistungsgeräte ausmachen. 20 % bleiben dem "erweiterten Aufschluß" vorbehalten.

5.5.3. Die Bestimmung der Grundinvestitionen

Die für die Nutzung einer konkret betrachteten Braunkohlenlagerstätte erforderlichen Grundinvestitionen hängen von

- a) der vorgesehenen Betriebsgröße,
- b) den geologischen Verhältnissen (die z.T. die technologische Variante des Abbaus beeinflussen),
- c) der gewählten technologischen Variante und
- d) den gültigen Preisen für die Geräte u.a. Investmaßnahmen ab.

Aus den Ergebnissen der vorangegangenen Untersuchungen zur geologisch-ökonomischen Bewertung sind (a) und (b) bekannt. Die technologische Variante ist bei Abschluß der Erkundung und der Durchführung der geologisch-ökonomischen Bewertung jedoch noch nicht ausgewählt. Da sie in der Praxis nicht nur nach den Lagerstättenverhältnissen festgelegt wird (während die geologisch-ökonomische Bewertung von ihr ausgeht und ausgehen muß), entstehen unvermeidlich gewisse Diskrepanzen zwischen der geologisch-ökonomischen Bewertung und dem zukünftigen Projekt. Es sind die bereits früher erwähnten Diskrepanzen zwischen den Lagerstättenmöglichkeiten und ihrer Realisierung, dem, "was sich aus der Lagerstätte machen läßt", und dem, was tatsächlich aus ihr gemacht wird. Das Projekt kann die vorhandenen Lagerstättenmöglichkeiten voll ausnutzen oder gemäß der Technisch-ökonomischen Zielstellung nur eine Teilnutzung vorsehen.

Derzeit ist der Erkundungsgeologe noch oft enttäuscht, wenn die durch die Praxis vorgesehene Nutzung der Lagerstätte von den durch seine geologisch-ökonomische Bewertung aufgezeigten Möglichkeiten abweicht. Manchmal neigt er dann sogar dazu, den Sinn der von ihm durchgeführten Arbeit als fragwürdig zu empfinden. Tatsächlich ist eine solche Haltung jedoch unbegründet und sachlich falsch:

1. Ohne die geologisch-ökonomische Bewertung des Geologes läge überhaupt keine objektive Einschätzung der Möglichkeiten vor, die die Lagerstätte bietet. Es bliebe - durch den fehlenden Maßstab - ungewiß und ungeklärt, ob die von der Industrie vorgesehene Nutzung bei Beachtung aller Einfluß nehmenden Faktoren (neben der Lagerstätte vor allem Bedarf und Höhe der verfügbaren Investmittel) als optimal bezeichnet werden kann. Der Erkundungsgeologe darf die Bedeutung seiner Arbeit folglich nicht unterschätzen.
2. Ebenso muß übertriebenen Erwartungen entgegengetreten werden, die von mancher Seite hinsichtlich der geologisch-ökonomischen Bewertung der Lagerstätte genährt werden. Sie ist weder eine Projektstudie noch eine volkswirtschaftliche Direktive. Sie formuliert nur und beweist geologisch und technisch-ökonomisch das "Lagerstättenangebot". Und selbst wenn es in der Praxis voll ausgenutzt werden soll, kann und wird in der Regel das vertiefte Studium dieses Angebotes durch den Wirtschaftler und Techniker zu Abweichungen führen, die im Projekt (und zuvor in der TÖZ) ihren Niederschlag finden.

Die Bedeutung der technologischen Varianten wird für die geologisch-ökonomische Bewertung andererseits auch oft überschätzt; denn die technologischen Variationsmöglichkeiten sind beim Überschreiten einer bestimmten Kapazitätsgrenze des Tagebaus oder eines bestimmten Ar:K-Verhältnisses relativ beschränkt (von Details abgesehen).

Diese Situation läßt es zu, bei der geologisch-ökonomischen Bewertung mit Kennziffern zu arbeiten, die eine Reihe von Einzelheiten pauschal erfassen. Ergibt sich dabei, daß die Bewertung zu einem unklaren (z.B. an der Grenze des Vertretbaren liegenden) Ergebnis führt, sind sorgfältigere Studien und Berechnungen erforderlich. Diese sollten zweckmäßigerweise von Spezialisten (Projektanten, Bergleuten u.a.) angefertigt werden.

Manchmal bereiten die Preise und Kosten für Investmaßnahmen dem Erkundungsgeologen gewisse Schwierigkeiten. Sie ergeben sich nicht daraus, daß die Preise für Fördergeräte zum Zeitpunkt der geologisch-ökonomischen Bewertung etwa nicht zu ermitteln wären (sie sind den Projektierungsbüros und den Handelsorganen selbstverständlich bekannt). Die Schwierigkeit besteht vielmehr darin, daß sich diese Preise innerhalb jedes Landes in mehr oder weniger längeren Zeiträumen verändern, daß auch das Preisniveau in verschiedenen Ländern keineswegs einheitlich ist.

Da sich dieses variable Moment nicht aus der Lagerstätte ableitet, außerdem der Erkundungsgeologe bei vielen Entscheidungen (z.B. nach der Suche bei der Auswahl der günstigsten Lagerstätte aus allen entdeckten) oft ohne absolute Werte auskommt, dürfte es methodisch zulässig sein, hier von fixen Preisen auszugehen. Besteht z.B. nach Abschluß der Erkundung die Notwendigkeit, mit genauen Preisen und Kosten zu arbeiten, so ist engere Zusammenarbeit mit den Projektierungsbüros zu empfehlen. Eine solche über Grobkennziffern hinausgehende Genauigkeit ist auch dann notwendig - das wurde bereits erwähnt -, wenn die Parameter der Lagerstätte hart an den zulässigen Grenzen einzelner industrieller Forderungen liegen.

Im allgemeinen reicht es für die Aufgabe einer geologisch-ökonomischen Bewertung jedoch aus, wenn die spezifischen Gesamtinvestitionen nach mehr oder weniger exakten Kennziffern bestimmt und diese auf die geologischen Verhältnisse und die Betriebskapazität bezogen werden.

Dabei entsteht die Frage, welche Bezugsbasis vorzuziehen ist: die anstehenden industriellen Vorräte, die jährlich zu erbringende Abraumleistung oder die Rohkohlenförderung (und hier wiederum: die maximale, die durchschnittliche oder die optimale)? Es empfiehlt sich, bei der Ermittlung des spezifischen Gesamtinvestaufwands von der vorgesehenen Rohkohlenförderung auszugehen, weil

- a) die Kohle das volkswirtschaftlich benötigte Produkt ist und die Rohkohlenförderung auch Ausgangspunkt für alle Planungs- und viele Projektierungsüberlegungen ist;
- b) im optimalen Falle die Rohkohlenförderung nach den Lagerstättenvorräten bestimmt wird (also indirekt diese Kenngröße berücksichtigt), bei wirtschaftlichen Zwangslagen dagegen allein die vorgesehene Förderung von Bedeutung ist;
- c) die Rohkohlenförderung über das Ar:K-Verhältnis auch mit dem Abraumbewegungen verbunden ist, d.h. dazu zwingt, auch die notwendige Abraumbewegung zu berücksichtigen.

Die Kohlenfreilegung ist in den einzelnen Monaten und Jahren unterschiedlich, weil sie bei konstanten Geräteleistungen vom jeweiligen Ar:K-Verhältnis des abzubauenen Feldesabschnitts abhängt. Mit oft saisonbedingten Schwankungen bewegt sich auch die Kohlenförderung. Dieses Moment - die schwankende Kohlenförderung - ist deshalb wichtig, weil zu entscheiden ist, welche Höhe der Kohlenförderung als Bezugsbasis genommen werden muß: die maximale Höhe, die durchschnittliche Höhe oder die optimale Höhe?

Offensichtlich muß von einer Förderleistung ausgegangen werden, die bei optimaler Auslastung der Geräte und einem durchschnittlichen Ar:K-Verhältnis des Feldes möglich ist; denn eine - sich z.B. aus einem besonders günstigen (lokalen) Ar:K-Verhältnis ergebende - maximale Förderleistung kann keine repräsentative Größe für die geologisch-ökonomische Bewertung im allgemeinen und die Investitionen im besonderen sein. Ebenso kann nicht auf den Durchschnitt zurückgegriffen werden, weil manchmal noch nicht die optimale Geräteleistung erreicht wurde.

Von den geologischen Parametern der Lagerstätte - Größe, Ar:K-Verhältnis u.a. - kommt dem Ar:K-Verhältnis besondere Bedeutung zu. Es wurde bereits erwähnt, daß ein wachsendes Ar:K-Verhältnis betriebsökonomisch und betriebstech-

nisch den Übergang zu größeren Betriebskapazitäten erzwingt. Das ist gleichbedeutend mit einer absoluten Erhöhung der Investitionen, in der Regel sogar mit der Erhöhung der anteiligen Investitionen für jede Tonne geplanter Kapazität der Rohkohlenförderung.

In der Vergangenheit wurde von verschiedenen Autoren die Erwartung geäußert, daß der Übergang zu immer leistungsfähigeren Großgeräten und Besttechnologien im Abbau die Voraussetzung schafft, um die ökonomischen Folgen eines höheren Ar:K-Verhältnisses nicht nur aufzufangen, sondern sogar die Produktionskosten insgesamt zu senken. Investseitig haben erhöhte Ar:K-Verhältnisse in der Praxis bisher jedoch stets zu einer Erhöhung des spezifischen Investaufwands geführt (s. Abb. 16). Daraus ergibt sich methodisch, daß die Grundinvestitionen

- a) unter Berücksichtigung der vorgesehenen Kohlenförderhöhe,
- b) bei Beachtung des Ar:K-Verhältnisses,
- c) über die anteiligen Investitionen für eine Tonne Förderkapazität berechnet werden müssen. Dabei wären die wesentlichsten Faktoren berücksichtigt.

Zu diesem Zweck wurden die vorliegenden Daten zunächst in Kapazitätsgruppen geordnet. (Der Durchschnitt jeder Gruppe liegt bei 6, 12, 18 und 24 Mill.t Kohlenförderung, d.h. entspricht den erwähnten Quasi-Standard-Größen.)

Innerhalb jeder Gruppe wurden die Werte aus den untersuchten Betrieben in ein Koordinatensystem: Ar:K-Verhältnis und spezifische Grundinvestitionen pro Tonne Förderkapazität, eingetragen und durch Kurvenzüge miteinander verbunden (Abb. 16).

Die erhaltenen Kurven drücken graphisch sehr eindeutig gewisse Erkenntnisse aus, die durch die Praxis bestätigt werden:

1. Die spezifischen Grundinvestitionen erhöhen sich mit der Betriebsgröße wesentlich und wachsen nicht linear.

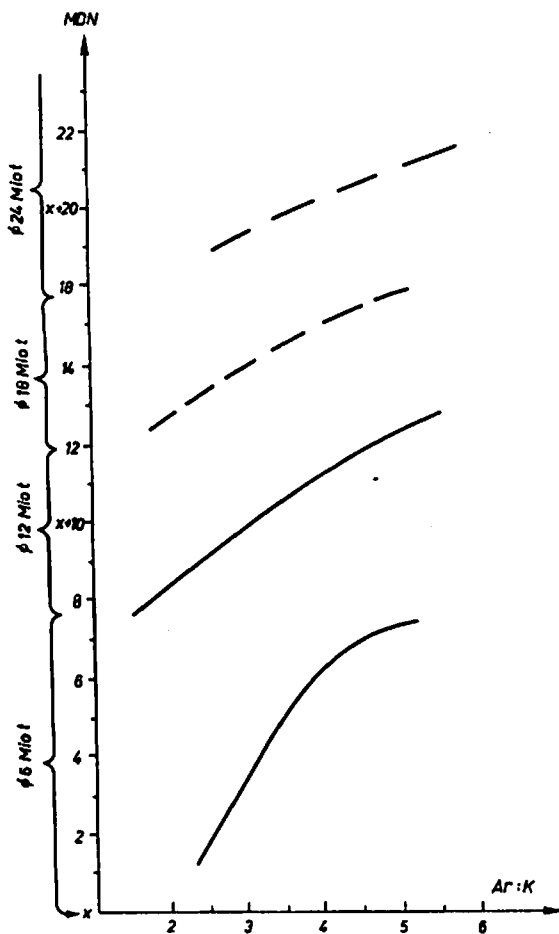


Abb. 16. Die Abhängigkeit der spezif. Grundinvestitionen von der Betriebsgröße und dem Ar:K-Verhältnis (Erläuterungen im Text)

2. Bei vergleichbaren Betriebsgrößen wachsen die spezifischen und absoluten Grundinvestitionen mit dem Ar:K-Verhältnis. Bei vergleichbarem Ar:K-Verhältnis werden diese Investitionen jedoch maßgebend durch die Betriebsgröße bestimmt.
3. Der immer flacher werdende Verlauf der Kurven (mit der Vergrößerung der Betriebsgröße) bedeutet, daß sich in kleineren Tagebauen das Ar:K-Verhältnis investmäßig stärker auswirkt als in großen.

Der Verfasser ist überzeugt, daß bei entspr. Bearbeitung und Verfeinerung der Ausgangsdaten, die in Abb. 16 dargestellten Kurven, Grundlage zur orientierungsmäßigen Ermittlung der Grundinvestitionen sein können. Dieser Standpunkt wird grundsätzlich durch den Vorschlag G. BILKENROTHs (1961) gestützt, der die Gesamtinvestitionen in seinem Planungsbeispiel mit Hilfe von drei Kennziffern bestimmt:

- a) Aufschlußkosten (bezogen auf 1 Tonne anstehenden Vorrat),
- b) Investitionen im Abraumbetrieb (bezogen auf 1 m³ Jahresabraum),
- c) Investitionen im Grubenbetrieb (bezogen auf 1 t Jahresförderung).

Bemerkenswert ist, daß diese Kennwerte (mit deren Mittelwert BILKENROTH rechnet) nur Schwankungsbreiten von 20 % (bei a), 14 % (bei b) und 5 % (bei c) aufweisen.

Werden für die Lagerstätte vom Normalen abweichende Besonderheiten festgestellt (z.B. besonders große Wasserzuflüsse), ist ihre zusätzliche Berücksichtigung möglich (Abb. 17).

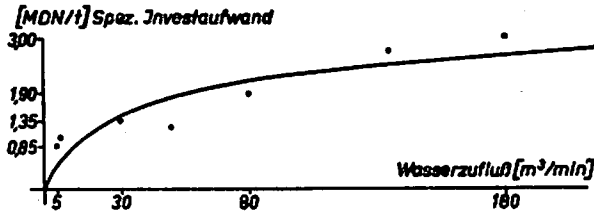


Abb. 17. Die Abhängigkeit des spezif. Investaufwandes von der Höhe des Wasserzuflusses
(Nach K. SCHELLMOSER 1965)

5.5.4. Einige abschließende Bemerkungen

Die orientierungsmäßige Ermittlung der Gesamtinvestitionen (d.h. einschließlich der bergbaufremden Maßnahmen) bereitet gewöhnlich geringere Schwierigkeiten als die der Grundinvestitionen. Erfahrungsgemäß schwanken sie außerordentlich stark, obwohl sie durchschnittlich bei rund 10 % der Grundinvestitionen liegen. In dicht besiedelten Gebieten der DDR erreichen sie in Einzelfällen die beträchtliche Höhe von 50 % der Grundinvestitionen. In anderen Einzelfällen sind sie wiederum erstaunlich niedrig.

Die Ermittlung der benötigten Investitionen hat derzeit bereits für die Einschätzung der zukünftigen Selbstkosten der geförderten Rohkohle große Bedeutung. Sie wird in Zukunft voraussichtlich in dieser Hinsicht noch zunehmen, wenn sich die Höhe der betrieblichen Grundfonds (die zukünftig verzinst werden müssen) nicht nur über die Amortisationsquote, sondern auch durch die Verzinsung ihres noch nicht amortisierten Anteils auswirken wird. (Bei der folgenden Einschätzung der entstehenden Selbstkosten ist diese in Zukunft zu erwartende Entwicklung noch unberücksichtigt geblieben.)

5.6. Die Ermittlung der zukünftigen Selbstkosten

Die Ermittlung der zu erwartenden Selbstkosten für das Förderprodukt leitet den Abschluß der geologisch-ökonomischen Bewertung ein, weil durch Vergleich der berechneten Kosten mit den zu erwartenden Erlösen die betriebliche Rentabilität der zukünftigen Nutzung der Lagerstätte und andere wesentliche Aussagen möglich sind.

Unter Selbstkosten der Jahresproduktion werden die kommerziellen Selbstkosten des Jahresvolumens der Produktion verstanden. Die sogen. spezifischen Selbstkosten, d.h. die Selbstkosten für eine Produktionseinheit, ergeben sich aus der Teilung der Gesamtkosten durch das Jahresvolumen der Produktion.

5.6.1. Die Kostenstruktur des zukünftigen Förderprodukts

Im Bergbau der DDR gibt es derzeit noch kein einheitliches Schema für die Gliederung der Selbstkosten. Sie werden allgemein als Geldausdruck

- a) der im Produktionsprozeß verbrauchten Arbeitsmittel (Abschreibungen),
- b) des in der Produktion verbrauchten Materials und des Verbrauches fremder materieller Leistungen,
- c) der an die Beschäftigten gezahlten Löhne für Beschaffung, Produktion und Absatz der Erzeugnisse definiert.

Weiterhin gehören zu den Selbstkosten solche Geldaufwendungen wie Sozialbeiträge, Werbe-, Rechts- und Beratungskosten, Reisekosten, Prämien, Zinsen für planmäßige Kredite, Gebühren, Versicherungen, Steuern, Patent- und Lizenzgebühren u.a.

Bei der Ermittlung der Selbstkosten wird meist von Kostenartengruppen ausgegangen, d.h., alle entstandenen Kosten werden nach der Art ihrer Entstehung gegliedert:

- a) Kosten, die durch den Verbrauch an vergegenständlicher Arbeit entstehen (Abschreibungen, Mieten, Pachten; Material; Verbrauch fremder Leistungen);
- b) Kosten, die durch den Verbrauch an lebendiger Arbeit entstehen (Lohn der Produktionsarbeiter und der übrigen Beschäftigten);
- c) Kosten, die durch sonstige Geldausgaben entstehen (z.B. Sozialbeiträge, Werbungskosten, Vertragsstrafen, Inventurdifferenzen, Zuführungen zum Betriebsprämien-, Kultur- und Sozialfonds).

Rein rechnerisch wird diese Gliederung im Bergbau gewöhnlich für die einzelnen Produktionsstufen eingehalten, die Gesamtkosten jedoch als Summe dieser Teilkosten bestimmt. Dann sind die Selbstkosten die Summe der Erkundungs-, der bergmännischen und Aufbereitungskosten.

In der Braunkohlenindustrie werden die Selbstkosten der Rohkohle eines Tagebaus seit Jahren aus den Selbstkosten des Abraumbetriebs und des sogen. Grubenbetriebs (diese Bezeichnung ist etwas unglücklich), d.h. für 1 m³ Abraum und eine Tonne Kohle, ermittelt. Außerdem werden diese spezifischen Selbstkosten in besonderer Weise aufgegliedert, um die ökonomischen Vor- und Nachteile konkreter Gewinnungstechnologien besser zu erkennen:

Diese Gliederung der Kosten sieht ihre Aufteilung vor auf:

- | | | |
|-------------------|---------------------|---|
| 1. Abschreibungen | 4. Instandhaltung | 7. Sonstiges |
| 2. Material | 5. Lohn einschl. SV | (Kosten für produktionsbedingte Abteilungen, sonstige Hilfsabteilungen und Fremdleistungen) |
| 3. Energie | 6. Gemeinkosten | |

Das vorliegende Faktenmaterial läßt erkennen, daß sich die Struktur der spezifischen Kosten für Abraum und Kohle (d.h. die Anteile der genannten Positionen) erheblich unterscheidet (vor allem hinsichtlich der Abschreibungen, Löhne und für "Sonstiges"). Außerdem bestehen beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben, die

durch ihre geologischen Verhältnisse und damit hervorgerufenen technologischen Verschiedenheiten, z.T. auch durch andere Ursachen (auslaufende Betriebe, bereits amortisierte Grundausrüstung u.a.) hervorgerufen werden. Selbst in technologisch vergleichbaren Tagebauen sind diese Unterschiede beachtlich (Abb. 18).

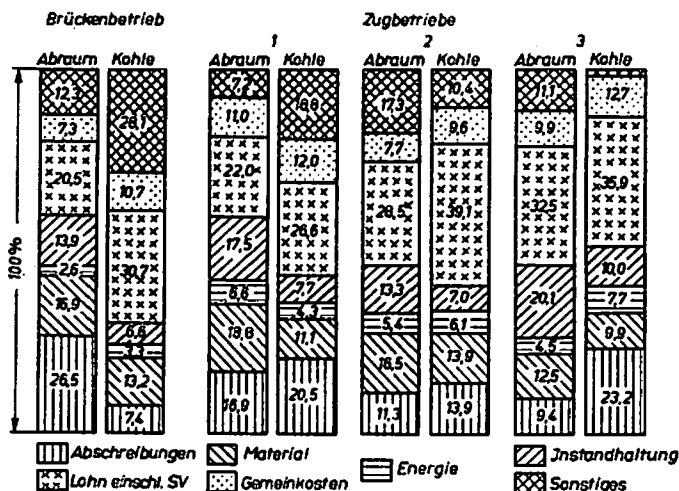


Abb. 18. Die Kostenstruktur einiger Braunkohlentagebaue der DDR (1959)
 (Nach G. BILKENROTH 1961 ; Erläuterungen im Text)

Bei der geologisch-ökonomischen Bewertung am Abschluß einer Erkundung ist es unmöglich, die tatsächliche Struktur der Kosten und das Ausmaß der einzelnen Positionen vorauszusehen. Es empfiehlt sich deshalb, andere Wege zur Bestimmung der Selbstkosten zu gehen.

5.6.2. Die Bestimmung der Selbstkosten nach Kennziffern

G. BILKENROTH (1961) hat in dieser Hinsicht für Planer und Wirtschaftler einen interessanten Vorschlag unterbreitet und mit eindrucksvollen Argumenten die Zweckmäßigkeit seiner Realisierung nachgewiesen: mit Hilfe technisch-wirtschaftlicher Kennziffern schnell verschiedene Varianten für bestimmte Lösungen überprüfen und mit den erhaltenen Ergebnissen ihre Wirksamkeit beurteilen zu können.

Bei der orientierungsmäßigen Ermittlung der Investitionen waren zwei Faktoren als maßgebend erkannt worden: die Betriebsgröße und das Ar:K-Verhältnis. Beide Faktoren haben entscheidenden Einfluß auf die technologische Ausrichtung des Tagebaus und damit auf die Struktur und Höhe der Selbstkosten.

Die Selbstkostenermittlung nach dem Vorschlag BILKENROTHS orientiert sich in entscheidendem Maße - direkt und indirekt - auf diese Faktoren. Methodisch wird dabei folgendermaßen vorgegangen:

1. Die Selbstkosten werden gesondert für Abraum (1 m^3) und Kohle (1 t) ermittelt, wobei von der jeweils zu erbringenden Jahresleistung (Betriebsgröße) ausgegangen wird.
2. Die Gesamtselbstkosten einer Tonne Rohkohle ergeben sich dann als Summe der Kohleselbstkosten und der mit dem Ar:K-Verhältnis multiplizierten Abraumkosten.

Um die individuellen und nur schwierig zu berücksichtigenden Besonderheiten der einzelnen Tagebaue auszuhalten, wurden von BILKENROTH die durchschnittlichen Selbstkosten für Kohle und Abraum in Abhängigkeit von der Jahresleistung für einzelne Vereinigungen Volkseigener Braunkohlenbetriebe erfaßt und graphisch dargestellt. Dabei ergaben sich separate Kurvenzüge für jede VVB. G. BILKENROTH erklärt sie im wesentlichen durch die "örtlichen geologischen und hydrologischen Verhältnisse" sowie durch die "gewählten Fördermethoden und die vorhandene Tagebauausrüstung".

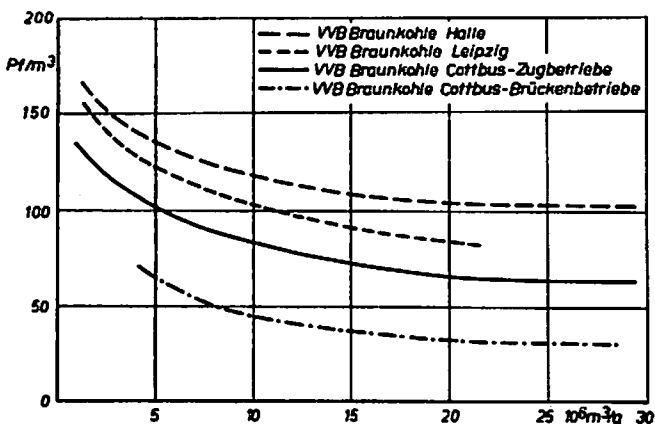


Abb. 19a. Selbstkosten für Abraum in Abhängigkeit von der Jahresleistung

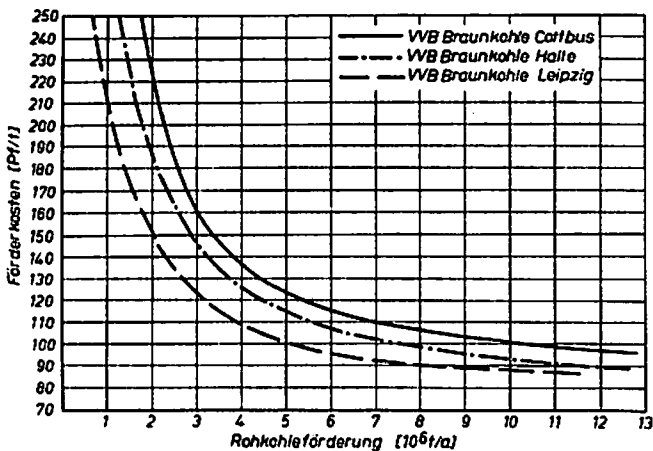


Abb. 19b. Gewinnungs- und Förderkosten in Abhängigkeit von der Jahresleistung

(Erläuterungen im Text)
 (Nach G. BILKENROTH 1961; die Angaben beziehen sich auf 1959 und sind gegenwärtig in der angegebenen absoluten Höhe nicht mehr zutreffend.)

In der VVB Braunkohle Cottbus herrschen leichte Böden vor, in den VVB-Bereichen Halle und Leipzig mittlere und schwere. Im VVB-Bereich Halle sind die Lagerungsverhältnisse schwieriger als im Raum Leipzig. "Die Gewinnungs- und Förderkosten der drei VVB-Bereiche werden hauptsächlich durch den unterschiedlichen Aufwand für Entwässerungsmaßnahmen beeinflusst." (Im Raum Cottbus muß durchschnittlich etwa 3,5mal soviel Wasser gehoben werden wie in den beiden anderen Revieren.)

Bei der geologisch-ökonomischen Bewertung kann daher zur Ermittlung der Selbstkosten jene VVB-Kurve verwendet werden, die den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen der erkundeten Lagerstätte am besten entspricht. Daneben ist für den Abraum die Kurve für Brückenbetriebe dann zu verwenden, wenn ihr Einsatz vorgesehen ist.

Die Bestimmung der Selbstkosten nach diesem von G. BILKENROTH vorgeschlagenen Verfahren besteht durch seine Unkompliziertheit und seine einfache Anwendbarkeit. Praktisch wird dabei folgendermaßen vorgegangen:

- a) Aus Kurven vom Typ der Abb. 19 werden nach der zu erbringenden jährlichen Leistung im Abraum von der zutreffenden Kurve die (durchschnittlichen) Kosten für 1 m^3 abgelesen.
- b) Ebenso werden nach der geplanten Rohkohlenförderung aus der zweiten Kurve die Selbstkosten für 1 Tonne Kohle entnommen.
- c) Unter Berücksichtigung des Ar:K-Verhältnisses muß der aus (a) erhaltene Wert mit dem entspr. Faktor für Ar multipliziert werden, um die gesamten Abraumkosten für eine Tonne Kohle zu ermitteln.
- d) Die Gesamtselbstkosten einer Tonne Rohkohle sind dann: Selbstkosten der Kohle (d.h. b) plus Gesamtkosten Abraum (d.h. c).

Die Brauchbarkeit dieses Vorschlags wird ganz maßgebend durch die Exaktheit und Zuverlässigkeit der verwendeten

Kurven bestimmt. Wenn sich diese jedoch auf Effektivwerte der Praxis stützen, ist einerseits ausreichende Sicherheit gewährleistet; andererseits kann ihre Exaktheit durch neue Betriebsdaten, Berücksichtigung von Preisveränderungen für technische Anlagen usw. stetig erhöht werden.

5.6.3. Einige Bemerkungen zur Verwendung von Kennziffern

G. BILKENROTH ist ein anerkannter Braunkohlenfachmann. Wenn er die Planung von Braunkohlentagebauen mittels technisch-wirtschaftlicher Kennziffern nicht nur für möglich hält, sondern gut argumentiert sogar empfiehlt, können wohl kaum grundsätzliche Bedenken dagegen erhoben werden, wenn dieser Weg auch bei der geologisch-ökonomischen Bewertung beschriftet wird. Wenn der Planer und Projektant mit dieser Methode tatsächlich schnell die einzelnen Möglichkeiten mehrerer Varianten der Tagebautechnologie erkennen und studienmäßig untersuchen kann, muß die Genauigkeit solcher Kennziffern und ihrer Anwendung auch für die geologisch-ökonomische Bewertung ausreichen. Wird dabei keine eindeutige und überzeugende Antwort (positiv oder negativ) erhalten, sind gründlichere und detailliertere Studien erforderlich, die den geeigneten Fachleuten (insbesondere den Projektanten) übertragen werden sollten.

In allen übrigen Fällen wird nicht nur eine eindeutige geologisch-ökonomische Beurteilung der Lagerstätte erhalten. Sie ist auch ausreichend genau, um begründet beurteilen zu können, ob die Nutzung der Lagerstätte vorzusehen ist oder noch eingehendere Studien und Untersuchungen durchgeführt werden müssen.

Nicht die Verwendung von Kennziffern bei der geologisch-ökonomischen Bewertung kann somit Bedenken oder Zweifel hervorrufen, sondern bestenfalls die Exaktheit und Zuverlässigkeit der im konkreten Falle verwendeten. Daraus ergibt sich, daß der Ausarbeitung verlässlicher Kennziffern

(für jeden mineralischen Rohstoff oder ähnliche Rohstoffe mit analogen montangeologischen Eigenschaften und Technologien) vordringlich größte Aufmerksamkeit gewidmet werden muß.

Der ökonomische Geologe benötigt in jedem Falle nur relativ wenige solcher Kennziffern. Sie führen - wie G. BILKENROTH an einem Beispiel des Braunkohlentagebaus gezeigt hat - zu einer ganz beträchtlichen Arbeitsvereinfachung und -erleichterung.

Wenn BILKENROTH für die Anwendung seines Vorschlags "umfangreiche wissenschaftliche und praktische Kenntnisse des Planers" voraussetzt, damit die jeweiligen Verhältnisse richtig eingeschätzt werden können, so muß analog vom ökonomischen Geologen gefordert werden, daß er zur geologisch-ökonomischen Bewertung seiner Lagerstätte ein nicht zu unterschreitendes Minimum an Kenntnissen über die Technologie und Ökonomie des Bergbaus für jenen Rohstoff besitzt, den er erkundet und nunmehr geologisch-ökonomisch zu bewerten hat.

Aus den dargelegten Gesichtspunkten ergibt sich jedoch auch, daß diese Kenntnisse selbstverständlich bei weitem nicht das Niveau eines Projektanten oder Bergmanns erreichen müssen. Es handelt sich vielmehr um Grundkenntnisse, ohne die er nicht einmal ein vollwertiger Gesprächspartner solcher Fachleute sein kann und schon gar nicht ein ökonomischer Geologe.

5.7. Die Rentabilität der Produktion und die Effektivität der Investitionen

5.7.1. Kennziffern der Rentabilität

Eine Produktion ist dann rentabel, wenn die Erlöse für die Produktion die Produktionskosten übersteigen und ein Gewinn realisiert wird. Die Rentabilität der Produktion

kann daher nach der bereits bekannten Formel

$$E = S + G \quad \text{oder} \quad G = E - S$$

in MDN als Absolutwert bestimmt werden. Wird diese Rechnung für eine Tonne Rohkohle durchgeführt, liefert der mit der Jahresproduktion multiplizierte Wert für G den (durchschnittlichen) Jahresgewinn.

Wird die ermittelte Lebensdauer der Lagerstätte noch herangezogen, kann der Gewinn (oder Verlust) bestimmt werden, der bei Nutzung der Lagerstätte insgesamt entsteht.

Die Nutzung einer Lagerstätte ist nur dann rentabel¹⁾, wenn sie Gewinn bringt. Zur Beurteilung der Rentabilität reicht jedoch die Absolutsumme des Gewinnes für ein Jahr oder für die ganze Nutzungsperiode (die sogen. absolute Rentabilität) nicht aus, weil die sehr wesentliche Frage ungeklärt bleibt, mit welchem Aufwand und ökonomischen Einsatz an vergenständlicher Arbeit (Investitionen) dieser Gewinn erzielt wird.

- a) Wird der Gewinn ins Verhältnis zum betrieblichen Aufwand gesetzt, wird eine Kennziffer (die Rentabilitätsrate) erhalten, die gewissermaßen das Rentabilitätsniveau bei der Nutzung der Lagerstätte angibt:

$$\text{Rentabilität (in \%)} = \frac{\text{Jahresgewinn}}{\text{Gesamtselfstkosten der produz. u. abgesetzten Förderung}} \cdot 100 \quad (34)$$

Die Rentabilitätsraten verschiedener Betriebe (verschieden nach ihrer Größe, Struktur und Technologie) sind miteinander vergleichbar, weil bei ihrer Berechnung die ökonomischen Besonderheiten (ausgenommen die Höhe der jeweiligen Gesamtinvestitionen) eliminiert wurden.

¹⁾ Hier wird nur die sogen. betriebliche Rentabilität behandelt.

- b) Wird der Jahresgewinn auf die zur Nutzung der Lagerstätte benötigten Investitionen bezogen, erhalten wir eine Kennziffer für die ökonomische Wirksamkeit der Investitionen, die sogen. Grundfondsrentabilität

$$\text{Grundfondsrentabilität (in \%)} = \frac{\text{Jahresgewinn} \cdot 100}{\text{Gesamtinvestitionen}} \quad (35)$$

Diese Kennziffer könnte auch so berechnet werden, daß sie angibt, welche Investitionssumme zur Erzielung eines Gewinnes von 1 MDN benötigt wird.

Die absolute Rentabilität liefert nur dann eine eindeutige und aussagekräftige Information über den ökonomischen Charakter der Nutzung einer Lagerstätte, wenn gleichzeitig die Rentabilitätsrate und die Grundfondsrentabilität genannt werden.

Die Klärung der Rentabilität der Lagerstättennutzung ist wesentlich. Die bewiesene Rentabilität ist jedoch nicht mehr als eine wünschenswerte Voraussetzung für eine Lagerstättennutzung. An und für sich, d.h. isoliert betrachtet, kann sie noch nicht zu einer Nutzungsentscheid führen, weil die sozialistische Planwirtschaft im Unterschied zur kapitalistischen Wirtschaft nicht die Erwirtschaftung eines Gewinnes an sich, sondern nur im Zusammenhang mit der Produktion von Gebrauchswerten anstrebt, die von der Gesellschaft benötigt werden. Ihr erklärtes Ziel ist die Organisation des gesellschaftlichen Produktionsprozesses im Interesse des Wohlstands und der allseitigen Entwicklung aller Gesellschaftsmitglieder, d.h. die möglichst vollständige Deckung des ständig wachsenden gesellschaftlichen Bedarfs zu möglichst günstigen Bedingungen.

Aus dieser Sicht ordnet sich die Rentabilität der Lagerstättennutzung in den umfassenderen Begriff des ökonomischen Nutzeffekts ein.

5.7.2. Der ökonomische Nutzeffekt

Mit ökonomischem Nutzeffekt bezeichnen wir die ökonomische Wirkung und das ökonomische Ergebnis einer durchgeführten Maßnahme. Der ökonomische Nutzeffekt einer Investition besteht daher ebenso wie der ökonomische Nutzeffekt einer realisierten Lagerstättennutzung in ihren ökonomischen Auswirkungen und Ergebnissen. Sie werden durch einige allgemeingültige, die Besonderheiten der jeweiligen Maßnahme berücksichtigende Kennziffern (die Natural- und Wertkennziffern sein können) ausgedrückt und mit entsprechenden nationalen und internationalen Kennwerten verglichen. Die wichtigsten allgemeingültigen Hauptkennziffern sind der Produktionszuwachs, der Akkumulationszuwachs, die Rückflußdauer der Investitionen, die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Senkung der bisherigen Selbstkosten.

Bei der Beurteilung des ökonomischen Nutzeffekts der Lagerstättennutzung müssen alle Kennziffern (allgemeine und spezielle) gemeinsam betrachtet und untereinander sowie im Hinblick auf den erforderlichen Aufwand - wie F. ENGELS (1877) formulierte - abgewogen werden.

5.7.2.1. Der Produktionszuwachs

Der Produktionszuwachs (N_1), d.h. die Menge und ihre Qualität zusätzlich zur Verfügung stehender Rohbraunkohle, ist für die sozialistische Volkswirtschaft von erstrangiger Bedeutung, weil die Deckung des gesellschaftlichen Bedarfes ihr Ziel ist.

Die Deckung des Bedarfes ist jedoch unter den günstigsten Bedingungen erwünscht, d.h. bei niedrigen Selbstkosten und minimalen zur Produktion erforderlichen Investitionen; deshalb muß die Hauptkennziffer Produktionszuwachs, die zahlenmäßig der geplanten Jahresförderung an Rohkohle entspricht, durch zwei Charakteristiken ergänzt werden:

- a) Die erste Charakteristik (N_2) könnte als Investpreis bezeichnet werden, weil sie angibt, mit wieviel Investmitteln eine Tonne Produktionszuwachs erkaufte wurde:

$$N_2 \text{ (in MDN/t)} = \frac{\text{Gesamtinvestitionen}}{\text{Jahresförderung}} \quad (36)$$

Es könnte eingewendet werden, daß diese Investmittel nicht nur für den Produktionszuwachs in einem Jahre, sondern für den Zuwachs einer Tonne Produktionskapazität bereitgestellt werden mußten, daß folglich bei einer Nutzungsdauer von n Jahren für einen Investsatz in Höhe von N_2 nicht eine, sondern n Tonnen Kohle zusätzlich bereitgestellt werden. Dieser Einwand ist begründet. Dort, wo die Nutzungsdauer eine wesentliche Rolle spielt, sollte sie deshalb berücksichtigt werden.

Für die geologisch-ökonomische Bewertung ist jedoch N_2 als Kennwert des Investpreises für eine Tonne Kapazitätzuwachs in den meisten Fällen ausreichend.

Die zweite notwendige Charakteristik für den Produktionszuwachs sind die Selbstkosten in MDN/t, weil sie angeben, wie teuer oder billig das aus diesem Kapazitätzuwachs stammende Produkt erhalten wird:

$$N_3 = \text{Selbstkosten MDN/t}$$

Der Produktions- bzw. der Produktionskapazitätzuwachs wird folglich für die Effektivitätsbeurteilung charakterisiert durch die Kennziffern:

- N_1 - absoluter Zuwachs an Produktionskapazität (gleich Produktionszuwachs pro Jahr, in Tonnen);
- N_2 - Investpreis für eine Tonne Zuwachs an Produktionskapazität (in MDN);
- N_3 - die Selbstkosten einer Tonne Produkt (Rohkohle), die aus diesem Kapazitätzuwachs erhalten wird (in MDN).

5.7.2.2. Der Akkumulationszuwachs und der Gewinn

Die sozialistische Akkumulation ist die Verwendung eines Teiles des Nettoprodukts der Gesellschaft (des National-einkommens), das durch Abzug des Produktionsverbrauchs vom gesellschaftlichen Gesamtprodukt erhalten wird, für die Erweiterung der sozialistischen Produktion sowie für die Bildung von Reserven. Die Höhe der Akkumulation ist ein direkter Ausdruck des Wachstums des materiellen Reichtums der Gesellschaft.

Die Mittel für die Akkumulation werden in der materiellen Produktion erwirtschaftet. Ihre Quelle ist der Gewinn¹⁾ der Produktionsbetriebe. Darin liegt seine Bedeutung als Kennziffer für den ökonomischen Nutzeffekt.

Wesentlich für den Akkumulationszuwachs ist die absolute Höhe des Gewinns (G) - im Jahr und bei der Nutzung aller industriellen Vorräte -; diese Kennziffer wurde bereits bei der Rentabilitätsüberprüfung ermittelt. Doch der Gewinn zweier verschiedener Betriebe ist in seiner absoluten Größe nur vergleichbar und eindeutig charakterisiert, wenn er auf die eingesetzten Investitionen und die Selbstkosten bezogen wird; denn es ist selbstverständlich für die Beurteilung der Gewinnhöhe wesentlich, ob ein Gewinn z.B. bei der Produktion einer Fahrradpumpe oder eines kompletten Zementwerks entstanden ist. Er muß deshalb gemeinsam mit der Grundfondsrentabilität und der Rentabilitätsrate betrachtet werden.

Der Gewinn trägt dann maximal zum Akkumulationszuwachs bei, wenn er bei hoher Rentabilitätsrate und geringem Investbedarf, d.h. hoher Grundfondsrentabilität, produziert wird.

1) Derzeit muß neben dem finanzwirtschaftlich ausgewiesenen Gewinn noch die Produktionsabgabe der Betriebe (die bereits als an das Produkt gebundener Teil des Reineinkommens im Abgabepreis enthalten ist) als Quelle der Akkumulation beachtet werden. Hier werden beide Positionen im Gewinn zusammengefaßt.

5.7.2.3. Die Rückflußdauer der Investitionen

Investitionen sind vorgeschossene gesellschaftliche Mittel, die vor allem der Erweiterung der materiellen Produktion dienen. Sie sind um so eher ökonomisch vertretbar, je schneller die Gesellschaft diese vorgeschossenen Mittel zurückerstattet erhält und erneut über sie verfügen kann.

Die Rückerstattung durch die Produktionsbetriebe erfolgt einerseits in Form von Amortisationen, die in der Industrie auf entspr. Amortisationskonten gesammelt werden und zum Ersatz der verbrauchten Produktionsmittel u.ä. bestimmt sind. Eine weitere Rückerstattung erfolgt in Form der erwirtschafteten Gewinne, die der Gesellschaft zur Verfügung stehen.

Die erste Form ist nichts anderes als die Akkumulation der durch Wertübertragung in das Produkt eingegangenen Mittel, d.h. ihr einfacher Ersatz.

Die zweite Form ist dagegen eine Rückerstattung in Form neugeschaffener (und realisierter) Werte, d.h. zusätzlich entstandener Werte. Die besondere Bedeutung dieser Form der Rückerstattung hat dazu geführt, daß in der DDR als Rückflußdauer der Investitionen jene Zeit bezeichnet wird, in der die verausgabten Investitionen durch den erzielten finanziellen Nutzen abgedeckt werden. Die derzeit gültige Rechenformel lautet:

$$\text{Rückflußdauer in Jahren} = \frac{\text{Gesamtinvestitionen}}{\text{Reineinkommen je Jahre}} \quad (37)$$

Hier ist Reineinkommen gleichzusetzen mit Jahresgewinn. Die nach dieser Formel berechnete Rückflußdauer darf folglich nicht als Zeit verstanden werden, in der die vorgeschossenen Investitionen wieder als Geldbetrag (durch Amortisationen und Gewinn abgedeckt) vorliegen, sondern als Zeit, in der die vorgeschossenen Investitionen an einem solchen Gewinn beteiligt sind, daß neben der entspr. Amortisation durch ihn ein den gesamten Investitionen äquiva-

lenter Geldbetrag erhalten wird.

Nach Ablauf der Rückflußdauer könnte folglich - bei Weiterexistenz der getätigten Investition (einschl. Amortisationsfonds) - eine neue Investition in gleicher Höhe erfolgen.

5.7.2.4. Die Arbeitsproduktivität

Die Arbeitsproduktivität wird durch die in einer Arbeitszeiteinheit produzierte Menge Gebrauchswerte gemessen. Die Arbeitszeit ist bei einem gegebenen Niveau der Arbeitsfertigkeit und -intensität das Maß der Arbeit.

"Unter Erhöhung der Produktivkraft der Arbeit verstehen wir hier überhaupt eine Veränderung im Arbeitsprozeß, wodurch die zur Produktion einer Ware gesellschaftlich erheischte Arbeitszeit verkürzt wird, ein kleineres Quantum Arbeit also die Kraft erwirbt, ein größeres Quantum Gebrauchswert zu produzieren" (K. MARX, "Das Kapital", Bd. I).

Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität ist sowohl bei Steigerung der Arbeitsintensität (vollkommenere Ausnutzung der Arbeitskraft, Steigerung der Anspannung) als auch durch Verbesserung der technischen Ausrüstung der Arbeit und ihre maximale Ausnutzung möglich.

Die individuelle Arbeitsproduktivität eines Arbeiters an einer modernen Maschine kann - für sich betrachtet - hundert- oder tausendmal größer sein als die eines Arbeiters ohne eine solche Maschine. Diese Leistung ist jedoch nur möglich, weil im Arbeitsprozeß das Arbeitsprodukt (die moderne Maschine) voraufgegangener Arbeit vieler anderer Arbeiter eingesetzt wurde. Die individuelle (nur auf den betr. Produktionsabschnitt bezogene) Arbeitsproduktivität muß folglich von jener unterschieden werden, die sich bei Berücksichtigung der insgesamt eingesetzten Arbeit (der sogen. lebendigen und der vergegenständlichten) für die Gesellschaft ergibt.

Damit die Arbeitsproduktivität verschiedener Arbeitsprozesse und Industriezweige miteinander verglichen werden kann, wird ihr sogen. Niveau ermittelt. Als Niveau der Arbeitsproduktivität wird die Höhe des erreichten Nutzeffekts der lebendigen Arbeit in einem bestimmten Zeitraum bezeichnet und als Quotient aus der hergestellten Erzeugnismenge und des dafür erforderlichen Aufwands an Arbeitskräften (im entspr. Zeitraum) ermittelt. Es gilt die allgemeine Formel:

$$A_p = \frac{Q}{A_k} \quad (38)$$

worin

- A_p - das Niveau der Arbeitsproduktivität,
- Q - die hergestellte Menge Erzeugnisse,
- A_k - Aufwand an lebendiger Arbeit (in Arbeitszeit oder Arbeitskräften).

Im Braunkohlentagebau, der Rohkohle unterschiedlicher Güte (und Preise) fördert, wird das Niveau der Arbeitsproduktivität wertmäßig ausgedrückt, d.h. durch die Multiplikation von Q = Jahresförderung mit den Kohlenpreisen (P_k).

$$A_p \text{ (in MDN)} = \frac{\text{Jahresförderung in Tonnen} \cdot \text{Tonnenpreis der Rohkohle}}{\text{Anzahl der Beschäftigten des Tagebaus}} \quad (38a)$$

In dieser Formel ist nach den bereits durchgeführten Ermittlungen nur noch die Anzahl der Beschäftigten unbekannt. Sie kann bestimmt werden aus der zu erbringenden Jahresleistung des Tagebaus (am besten getrennt für Abraum und Kohle), die ebenfalls bekannt ist, der Arbeitsproduktivität konkreter Technologien und der Jahresarbeitsstunden eines Beschäftigten.

Die Ermittlung der Arbeitsproduktivität setzt voraus, daß konkrete Vorstellungen über die Technologie und die einzusetzenden Geräte vorliegen. Ist das nicht der Fall, muß auf die Berechnung der Beschäftigten verzichtet und mit Analogien gearbeitet werden. Das gilt in gleichem Maße auch

für die Arbeitsproduktivität. Existieren bereits genauere Vorstellungen, kann von ihren Kennziffern¹⁾ der Arbeitsproduktivität pro Mann und Stunde (in m³ oder t) ausgegangen und die Anzahl der Beschäftigten bestimmt werden aus:

$$\text{Beschäftigte} = \frac{\text{Jahresleistung in m}^3 \text{ bzw. t}}{\text{Arbeitsproduktivität} \cdot \text{Jahresarbeitsstunden je Beschäftigten}} \quad (39)$$

Die Anzahl der Beschäftigten wird in Formel (38a) eingesetzt und so ein allgemeiner (wertmäßiger) Ausdruck für die Arbeitsproduktivität erhalten, die - für verschiedene Varianten oder Betriebe berechnet - vergleichbar ist. Sie bringt die Arbeitsproduktivität in Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen und dem vorgesehenen technischen Niveau zum Ausdruck.

5.7.2.5. Abschließende Bemerkung

Damit sind ausreichende Kennwerte für die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte erhalten. Mit ihrer Hilfe kann nicht nur bewiesen werden, daß die Nutzung der Lagerstätte möglich und vertretbar ist. Durch Vergleich der berechneten Kennziffern mit den Effektivwerten für den Durchschnitt, den schlechtesten und besten Montanbetrieb des betr. Zweiges, kann die ökonomische Zweckmäßigkeit der Lagerstättennutzung objektiv beurteilt werden.

1) s. hierzu Anhang 6.3.

5.8. Die erforderliche Genauigkeit der geologisch-
Ökonomischen Bewertung nach den einzelnen Er-
kundungsstadien

Die überhaupt mögliche Genauigkeit einer geologisch-
Ökonomischen Bewertung hängt von der Genauigkeit, Zuver-
lässigkeit und dem Umfang der vorliegenden geologischen
und technisch-Ökonomischen Daten ab, die bei Abschluß des
Erkundungsstadiums erhalten wurden.

Die erforderliche Genauigkeit ergibt sich ihrerseits
aus den jeweiligen Aufgaben der geologisch-Ökonomischen
Bewertung, aus den Entscheidungen, die bei Abschluß eines
Erkundungsstadiums zu treffen sind. Auf diese Entscheidun-
gen wurde bereits wiederholt hingewiesen.

5.8.1. Nach den Sucharbeiten

Nach diesem Erkundungsstadium muß entschieden werden,
welche Lagerstätte aus allen entdeckten die für eine in-
dustrielle Nutzung besten Voraussetzungen (dem Erkundungs-
auftrag am besten entsprechenden) besitzt und deshalb wei-
ter erkundet werden soll. Nur selten erfordert eine solche
Entscheidung umfangreiche Untersuchungen; gewöhnlich nur
dann, wenn zwei oder drei Lagerstätten auf gleichartige
Voraussetzungen für eine industrielle Nutzung schließen
lassen oder nur eine Lagerstätte als "beste" den Mindest-
forderungen der Industrie so knapp entspricht, daß die Ge-
fahr einer Fehleinschätzung besteht. Folglich sind im
Grunde drei Fragen zu beantworten, nämlich:

- a) Welche der aufgefundenen Lagerstätten entsprechen
überhaupt voraussichtlich¹⁾ den von der Industrie
derzeit gestellten Anforderungen?

1) Diese Formulierung wird der tatsächlichen Sicherheit
gerecht, die üblicherweise den Suchergebnissen und ihrer
Interpretation eigen ist.

- b) Welche von diesen kann wiederum als "beste" bezeichnet werden, weil sie für eine Nutzung voraussichtlich die günstigsten Voraussetzungen bietet?
- c) Muß (oder kann) die beste Lagerstätte weiter erkundet werden?

Derzeit existieren für jeden mineralischen Rohstoff bzw. jede Lagerstätte gewisse Zwangsbedingungen (K.-H. BINTIG 1965), ohne deren Erfüllung eine Lagerstätte auch bei ansonsten günstigen Kennwerten für eine industrielle Nutzung ausscheidet. Diese Zwangsbedingungen wechseln für die verschiedenen Rohstoffe. So ist z.B. derzeit für den Braunkohlentagebau in der DDR eine maximale Teufe von 300 - 400 m eine nicht zu überschreitende Zwangsbedingung. Selbst noch so günstige Flöze in beispielsweise 500 m Teufe sind für den Braunkohlentagebau derzeit uninteressant. Ein Eisenerz von 20 - 25 % Fe (Siderit ausgenommen) ist industriell überhaupt nur bemerkenswert, wenn es entweder im Tagebau gewonnen werden kann oder gut aufbereitbar ist und in großen Mengen ansteht.

Eine silikatische Ni-Lagerstätte ist industriell nur mit Vorteil nutzbar, wenn bei niedrigen Gehalten (etwa 0,8 - 1,0 % Ni) die Vorräte für einen Großtagebau ausreichen.

Mit Hilfe solcher der Erkundung bekannten Zwangsbedingungen kann unter den bei Sucharbeiten gefundenen Lagerstätten eine Vorauswahl getroffen werden, die den Kreis der näher zu betrachtenden Lagerstätten beträchtlich einschränkt.

Die beste Lagerstätte aus den verbliebenen für eine eventuelle Erkundung auszuwählen, ist durch Vergleich der wichtigsten Lagerstättenparameter möglich. Dazu werden in der Regel verglichen:

- a) die absolute Größe der erwarteten Vorräte (u.U. die zu erwartenden industriellen Vorräte),
- b) die Vorratsqualität (absolute Höhe der Gehalte, Reinheitsgrad u.a.),

- c) die Lagerungsverhältnisse und erwartete Morphologie der Rohstoffkörper (Teufenlage, Form und Lagerung, tektonische Erschwernisse u.a.).

Außerdem spielen allgemeinere Faktoren (vorhandene Verbindungswege, Energieversorgung u.a.) eine Rolle, d.h. vor allem wirtschaftsgeographische. Werden besondere bergmännische Erschwernisse (z.B. außergewöhnlich hohe Wasserzuflüsse, Gasgefährdung u.ä.) erwartet, sind sie ebenfalls zu beachten.

Bei Braunkohlenlagerstätten genügt es, sich auf den Vergleich folgender Parameter zu beschränken: erwartete industrielle Vorräte, D:K-Verhältnis, Koeffizient der Kohleführung, Anzahl der Flöze, Lagerungsteufe, Rohstoffqualität, hydrogeologische Verhältnisse, Charakter der Deckgebirgsschichten.

Wenn nach den Sucharbeiten nur die Grobkonturen der Verbreitung der Flöze und deren Mächtigkeit aus relativ wenigen Aufschlußpunkten bekannt sind, kann gewöhnlich nur die Größenordnung der Vorräte zuverlässig eingeschätzt werden. Ob die Lagerstätte z.B. 30 - 40 Mill. t oder 100 - 120 Mill. t Kohle enthält, kann und muß nach der Suche eindeutig sein. Ob in diesem Falle jedoch 32 oder 38 Mill.t oder sogar 45 Mill.t vorhanden sind, ist zu diesem Zeitpunkt in der Regel noch nicht bestimmbar. Für die zu treffende Entscheidung ist diese Unsicherheit gewöhnlich ohne Bedeutung. In Ausnahmefällen müssen die Arbeiten zwecks Klärung dieser Frage erweitert und fortgesetzt werden.

Die geologisch-ökonomische Bewertung geht gewöhnlich von den niedrigsten Vorratsangaben aus und prüft, ob sie den gestellten Ansprüchen genügen. Die Verluste werden nach den Grobkonturen, der Anzahl der Flöze u.a. mit Hilfe der erwähnten Koeffizienten eingeschätzt. Die relative Ungenauigkeit dieses Verfahrens ist ohne Bedeutung, weil sie nicht größer als die über die anstehenden Vorräte ist.

Bei ähnlicher Zusammensetzung des Deckgebirges (rolliges und bindiges Material) ist das kleinste D:K-Verhältnis stets das ökonomisch vorteilhafteste. Bei kleinen und kompakten Lagerstätten und bei Kohlemächtigkeiten von mehr als 5 Metern sollte es zur Vermeidung von Fehlentscheidungen nicht als lineares, sondern als Volumenverhältnis berechnet werden.

Der Einfluß der Lagerstättenfläche wird am besten über den Koeffizienten der Kohlenführung ($V_1:F$) berücksichtigt, der angibt, wieviel Meter industrieller Kohlenmächtigkeit im Durchschnitt auf jeden Quadratmeter in Anspruch genommener und später ganz oder teilweise wieder zu rekultivierender landwirtschaftlicher Nutzfläche anstehen. Je größer dieser Koeffizient ist, um so positiver ist bei sonst gleichen Bedingungen die Lagerstätte einzuschätzen.

Die Anzahl der Flöze, auf die sich die ermittelten industriellen Vorräte verteilen, wirkt sich - bei vorgegebener Produktionskapazität - durch die erforderliche Anlage von Strossen und den Einsatz zusätzlicher Geräte verteuern aus. Bei sonst gleichen Verhältnissen ist bei gleich großen industriellen Vorräten die Lagerstätte mit der geringsten Flözanzahl die günstigste, Einflöztagebau ist günstiger als Mehrflöztagebau.

Die Lagerungsteufe und -verhältnisse haben ebenfalls ökonomische Auswirkungen. Je tiefer die Vorräte liegen, um so höher sind die Aufwendungen - bei sonst gleichen Verhältnissen - für die Produktion. Die Lagerungsverhältnisse - (a) gleichmäßig, fast horizontal; b) wellig bei gleichbleibender Mächtigkeit oder c) wellig mit wechselnder Mächtigkeit - können grundsätzlich die Leistung eines Tagebaus nicht schmälern, sie beeinflussen jedoch den Aufwand für die Gewinnung. Für Vergleichszwecke nach der Suche kann davon ausgegangen werden, daß dieser Aufwand bei Lagerungsverhältnissen wie (b) bis zu 15 % über dem für (a) liegt und der für (c) diesen sogar bis zu 30 % übertrifft.

Die Rohstoffqualität ist nach den Anteilen an den verschiedenen Kohlensorten (Kessel-, Brikettier-, Schwel-, Bitumen- und Koks-kohle) einzuschätzen. Ihre Wertigkeit steigt in der genannten Reihenfolge. Werden Vorräte gleicher Sorten verglichen, sind die jeweils maßgebenden Kennwerte bestimmend (z.B. bei Kesselkohlen der höhere Heizwert oder der niedrigere Aschegehalt).

Bei den hydrogeologischen Verhältnissen kann nach Sucharbeiten in der Regel nur eine Aussage über die Anzahl der wasserführenden Schichten (und ihre Lage, manchmal über ihre gegenseitigen Beziehungen) und geschätzten Wasserzuflussumengen gegeben werden. Je geringer die Anzahl der Wasserleiter und je geringer die Wasserzuflussumengen sind, um so positiver ist die Lagerstätte hydrogeologisch zu bewerten.

Hinsichtlich der ingenieurgeologischen Verhältnisse ist nach der Suche bei Vergleichen der Anteil bindiger Schichten u.a. Erschwernisse in den Deckschichten zu berücksichtigen. Stehen in den Schichten Kiese oder andere verwertbare Rohstoffe an, ist dies hervorzuheben (sie können z.B. zur Bekiesung der Planungsebene notwendig oder mit Vorteil an die Industrie abgegeben werden).

Dieser Vergleich wird folglich vor allem nach den geologischen Parametern der Lagerstätte durchgeführt. Er ermöglicht es bereits, die "beste" Lagerstätte unter allen aufgefundenen zu bestimmen.

Zu prüfen sind zusätzlich noch zwei Komplexe: Wird die Auswahl durch Standortfragen, zu versorgende industrielle Zentren oder Betriebe geographisch eingeschränkt bzw. beeinflusst? Liegen die Parameter der besten Lagerstätten noch so günstig, daß den Anforderungen der Wirtschaft Genüge getan wird?

In diesem Stadium wird die letzte Frage häufig durch Analogieschlüsse beantwortet, weil deren Genauigkeit bei den noch wenig umfangreichen Erkundungsdaten über die Lagerstätte vollauf ausreicht.

Ob die "beste" Lagerstätte noch weiter erkundet werden muß, hängt in der Praxis gewöhnlich davon ab,

- a) ob nach der Suche in entscheidenden Fragen Zweifel deshalb noch möglich sind, weil die ermittelten geologischen Fakten mehrdeutig sind, d.h. die geologisch-ökonomische Bewertung des Fundes fragwürdig ist, weil sie sich zu stark auf eine - durchaus begründete - Interpretation der Fakten, statt auf die Fakten selbst, stützen muß. (In solchen Fällen werden meist nur zusätzliche Teilarbeiten durchgeführt oder die Vorerkundung stufenweise durchgeführt, so daß ihr vorzeitiger Abbruch zu einem frühen Zeitpunkt möglich ist);
- b) ob die Lagerstätte - nach den Vorstellungen, die für sie nach den Sucharbeiten vorliegen - von der Wirtschaft gegenwärtig oder in nächster Zukunft tatsächlich gebraucht und folglich nach Abschluß der Erkundungsarbeiten auch genutzt werden wird.

Zu (a) darf nicht übersehen werden, daß bei Abschluß der Sucharbeiten noch manche Charakteristiken der gefundenen Lagerstätte nicht bewiesen, sondern nur mehr oder weniger begründet gefolgert sind. Erwiesen ist in der Regel lediglich, daß es sich um eine Lagerstätte und keinen isolierten Mineralisierungspunkt handelt, daß diese Lagerstätte wahrscheinlich zu einem bestimmten Typ gehört, im konkreten Fall außerdem in den Aufschlußpunkten akzeptable Eigenschaften besitzt.

Diese Unsicher- bzw. Ungewißheiten in den Ausgangsdaten machen es ihrerseits überflüssig, ja sinnlos, eine Genauigkeit in der geologisch-ökonomischen Bewertung anzustreben, die über die der geologischen Ausgangsdaten weit hinausgeht.

Die Entscheidung über die Fortführung der Arbeiten, d.h. den Übergang zur Vorerkundung, stützt sich folglich

- a) auf die Suchergebnisse und ihre Auswertung im Rahmen der vorliegenden regional-geologischen und allgemeinen Kenntnisse über den betr. Lagerstättentyp;

- b) auf den volkswirtschaftlichen Bedarf an Lagerstätten, wie sie nach den Ergebnissen der Sucharbeiten gefunden wurden (d.h., wie sich der Erkunder die Lagerstätte nach den Suchergebnissen vorstellt);
- c) auf die nach geologischen (Lagerstätten-)Parametern getroffene Auswahl und die Tatsache, daß die für den betr. Lagerstättentyp und Rohstoff bekannten Zwangsbedingungen eingehalten werden.

Die Genauigkeit der verwendeten Parameter ist relativ gering. Führen die Arbeiten zu unklaren oder fragwürdigen Ergebnissen, kann eine Klärung in der Regel auch nicht durch detailliertere technisch-ökonomische Untersuchungen herbeigeführt werden, weil die Kenntnisse über die Lagerstätte selbst noch zu gering sind. Es müssen vielmehr zunächst exaktere und umfassendere Daten über die Lagerstätte ermittelt werden; deshalb wird in solchen Fällen - wenn rohstoffseitig die Wirtschaft nachweislich interessiert ist - gewöhnlich entschieden, die Arbeiten in einem gewissen Umfang fortzusetzen. Ob dabei ein volles Vorerkundungsprogramm realisiert werden muß, hängt von der Art der konkret zu lösenden Fragen ab. Meist werden die Arbeiten so organisiert, daß ihr Abbruch jederzeit - d.h., sobald Gewißheit über ein zu erwartendes negatives Ergebnis vorliegt - möglich ist.

5.8.2. Nach der Vorerkundung und eingehenden Erkundung

Hauptaufgabe der Vorerkundung ist es, die Lagerstätten-einschätzung bei ihrer Auswahl (nach der Suche) auf ihre Richtigkeit zu überprüfen und Durchschnittsparameter für die Lagerstätte zu ermitteln.¹⁾

¹⁾ Da sich die Suchergebnisse praktisch in ihrer Zuverlässigkeit von Lagerstätte zu Lagerstätte unterscheiden, kann bei gewissen Objekten (z.B. kleineren Objekten für die Steine- und Erden-Industrie) das Stadium der Vorerkundung manchmal übersprungen und sofort mit der eingehenden Erkundung begonnen werden. Das führt zwar zu Nuancen in der Erkundungsmethodik, wirkt sich auf die geologisch-ökonomische Bewertung jedoch nicht grundsätzlich aus.

Nach der Vorerkundung fällt die für die Lagerstätte (und die Erkundung) wichtigste Entscheidung: Müssen die Arbeiten eingestellt, muß die Lagerstätte als unwirtschaftlich verworfen oder kann die Erkundung fortgesetzt und die eingehende Erkundung durchgeführt werden?

Für eine solche Entscheidung muß die Vorerkundung ausreichende Erkundungsergebnisse liefern, damit die Vorratsmenge, ihre Sorten und deren durchschnittliche Eigenschaften bestimmt, die Besonderheiten für die Gewinnung erkannt und der durchschnittliche Aufwand mit einer Genauigkeit ermittelt werden können, die für die Industrie ausreicht, um ihr Interesse oder Nichtinteresse an der Lagerstätte zu begründen.

Die Berechnung der industriellen Vorräte muß sich auf Erkundungsdaten stützen, durch die sowohl die anstehenden Bilanzvorräte als auch die Lagerstättenkontur bis auf Einzelheiten exakt bestimmt wurden. Auf solcher Grundlage können die industriellen Kohlenvorräte (die Menge) nicht nur größenordnungsmäßig, sondern mit der bergbaulich erforderlichen Genauigkeit ermittelt werden.

Ungenauigkeiten von größerem Gewicht können in bestimmten Fällen allerdings noch hinsichtlich der Sortenanteile und ihrer Hauptcharakteristiken vorliegen.

Das D:K-Verhältnis, die Zusammensetzung des Deckgebirges und die Feldesgröße sind für eine Bewertung ausreichend genau bestimmt. Die Lagerungsverhältnisse sind dagegen oft nur in den Grundzügen geklärt, ausgenommen die meist ausreichend genau ermittelte Lagerungsteufe.

Die hydrogeologischen und ingenieurgeologischen Fragen können meist nur in den Grundzügen geklärt werden. Ihre bergtechnisch-ökonomischen Auswirkungen sind größenordnungsmäßig jedoch einschätzbar.

Auf solchen Erkundungsunterlagen können die industriellen Vorräte im allgemeinen ausreichend genau eingeschätzt werden. Unsicherheiten hinsichtlich der Sorten können oft oder müssen bei den für die Vorerkundung üblichen Bohrab-

ständen entweder hingenommen werden (wenn davon nicht der Nutzungsentscheid abhängig gemacht wird) oder durch eine etwas intensivere Vorerkundung mit möglichst geringem Aufwand so weit eingeschränkt werden, daß eine Entscheidung möglich ist.

Wenn die ermittelte Vorratsmenge an der Grenze der von der Industrie gestellten Forderung liegt, im ungünstigsten Fall bei der eingehenden Erkundung folglich auch eine Unterschreitung dieser Grenze eintreten könnte, sind durch die Vorerkundung auch alle Möglichkeiten einer Vorratserweiterung (z.B. in Randgebieten bzw. durch unmittelbar benachbarte Lagerstätten) zu überprüfen.

In jedem Falle muß eindeutig beantwortet werden können, ob die vorerkundete Lagerstätte dem Erkundungsauftrag (wenn ein solcher vorliegt) nach Menge und Qualität entspricht oder nur eine solche Rohstoffmenge und -qualität aufweist, daß sich ihre Nutzung nicht lohnt.

Die eingehende Erkundung klärt in der Regel nur noch Einzelheiten, die für die Projektierung und den späteren Grubenbetrieb wichtig sind. Nur selten beeinflussen diese Details grundsätzlich die frühere Bewertung. In solchen Fällen muß selbstverständlich eine neue geologisch-ökonomische Bewertung angefertigt werden. In der Regel ist jedoch - ihre ordnungsgemäße Ausarbeitung vorausgesetzt - die nach der Vorerkundung durchgeführte Bewertung auch die Grundlage für die mit der Vorratsberechnung nach der eingehenden Erkundung einzureichende. Sie wird lediglich mit den neuen und verfeinerten Ergebnissen der eingehenden Erkundung in Übereinstimmung gebracht.

Die industriellen Vorräte können zu diesem Zeitpunkt mit relativ hoher Genauigkeit bestimmt werden. Diese Genauigkeit weicht von der des zukünftigen Projekts nur dadurch ab, daß durch die noch vorzunehmende Festlegung der bergmännischen Technik und Technologie die Verluste vorläufig nach durchschnittlichen Maßstäben und nicht konkret bestimmt werden können.

Nach der eingehenden Erkundung sind auch jene Unsicherheiten über die anstehenden Sorten beseitigt, die nach der Vorerkundung z.T. noch bestanden haben, jedoch für den Nutzungsentscheid unwichtig waren. Damit kann die optimale Nutzung angegeben werden unter der Voraussetzung, daß alle Kohlensorten einsatzgerecht verwendet werden. (Das Projekt und die volkswirtschaftliche Aufgabenstellung können davon auf Grund anderer Gesichtspunkte, z.B. volkswirtschaftlicher Zwangslagen, abweichen.)

Diese verfeinerten Daten führen in der Regel jedoch nicht zu einer qualitativ bedeutenden Steigerung der ökonomischen Aussage der geologisch-ökonomischen Bewertung. Das ist nur dem auf der Grundlage der TÖZ und der Aufgabenstellung ausgearbeiteten Projekt möglich.

Die geologisch-ökonomische Bewertung nach der Vorerkundung erhält damit eine ganz besondere Bedeutung und nimmt in der Arbeit des ökonomischen Geologen eine zentrale Stellung ein. Es fragt sich, ob das sachlich berechtigt und vom Arbeitsablauf her auch vertretbar ist.

Die sachliche Berechtigung ergibt sich aus der Tatsache, daß bei Abschluß der Vorerkundung das "Schicksal" der Lagerstätte entschieden wird: Fortführung der Erkundungsarbeiten (weil sie genutzt werden wird) oder deren Einstellung (weil sie für eine Nutzung verworfen wurde). Wie auch immer die getroffene Entscheidung ausfällt, sie ist außerordentlich bedeutungsvoll; deshalb ist es sachlich richtig, wenn sich eine Vorentscheidung von so großer Tragweite auch in der Ausarbeitung und Argumentation der geologisch-ökonomischen Bewertung bei Abschluß dieses Erkundungsstadiums widerspiegelt und faktisch zum Kernproblem der Lagerstättenbewertung im Bereich der ökonomischen Geologie gemacht wird.

Im Arbeitsablauf der Lagerstätten erkundung muß die Vorerkundung in Zukunft außerdem unbedingt ein größeres Gewicht erhalten, als sie es in der Praxis bisher hatte. Nur dann wird es möglich sein, den im Grunde nutzlosen

Aufwand an Menschen und Mitteln für die eingehende Erkundung von Lagerstätten, die von der Wirtschaft in absehbarer Zeit nicht benötigt werden, entscheidend zu verringern; denn es gibt keinen anderen rationellen Weg zur Erreichung dieses Zieles. Bis zu diesem Zeitpunkt ist der Erkundungsgeologe die Hauptperson des Geschehens.

Ist nach der Vorerkundung entschieden worden, daß die Lagerstätte nach der eingehenden Erkundung genutzt wird, schaltet sich die Industrie bereits in den verschiedensten Formen ein, um die Fristen bis zur Errichtung des vorgesehenen Montanbetriebs bzw. der vorgesehenen Rohstoffförderung maximal zu verkürzen. In der Regel werden bereits nach der Vorerkundung von ihr Studien u.ä. zur Klärung gewisser technischer und technologisch-ökonomischer Details angefertigt, die es - zusammen mit der geologisch-ökonomischen Bewertung bei Abschluß der Erkundung und Übergabe der Lagerstätte an die Industrie - gestatten, die TÖZ (Technisch-ökonomische Zielstellung), die Aufgabenstellung und das Projekt relativ schnell auf verlässlichen Grundlagen auszuarbeiten.

Nach der Vorentscheidung über die Nutzung der vorerkundeten Lagerstätte ist es nur natürlich, daß an die Stelle allgemeiner Argumente über die Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Lagerstättenutzung konkrete Erörterungen über das technisch-ökonomische Wie treten. Zu Zentralfiguren des Geschehens werden auf diesem Abschnitt der Volkswirtschaftler, der Planer und der Projektant. Der Geologe übernimmt mehr die Rolle eines Fachkonsultanten.

Auch diese Veränderungen nach dem Nutzungsentscheid unterstreichen die grundsätzliche Bedeutung der geologisch-ökonomischen Bewertung nach der Vorerkundung. Gleichzeitig machen sie nochmals den Unterschied zwischen der geologisch-ökonomischen Bewertung der Lagerstätte durch den Geologen und der TÖZ oder der Aufgabenstellung deutlich.

6. Anhang

6.1. Nachwort des Verfassers

Die Aktualität der in der vorgelegten Arbeit behandelten Probleme ist für den Fachkollegen offensichtlich. Sie wird für andere durch die große Anzahl von Veröffentlichungen deutlich, die zum Thema in in- und ausländischen Fachzeitschriften erschienen sind.

Dieses Interesse hält weiter an. Nach Abschluß des Manuskripts zu diesem Buche sind schon neue Arbeiten publiziert worden. Mit Entwürfen anderer wurde der Verfasser im Manuskript bekannt. Mit einem Wort, das wachsende Interesse an diesen Problemen ist offenkundig.

In den erwähnten neueren Arbeiten werden die Auffassungen des Verfassers teils unterstützt, teils abgelehnt; grundsätzlich neue Ideen wurden bisher nicht entwickelt. Im Interesse der weiteren Entwicklung auf diesem Gebiet wird hier auf eine Auseinandersetzung mit diesen Arbeiten verzichtet. Mögen alle Gedanken und Vorschläge zunächst miteinander streiten. Das kann nur nützlich für die Sache und alle Beteiligten sein. Durchsetzen wird sich schließlich das Richtige, wenn auch "die böse Erfahrung, aus der man klug wird", oft hoch bezahlt werden muß und Zeit kostet. Dieser Zeitverlust ist besonders bitter; wenn er schon unvermeidlich ist, sollte er mit unser aller Unterstützung möglichst klein gehalten werden.

Der Verfasser möchte an dieser Stelle einem möglichen Mißverständnis vorbeugen. In der vorgelegten Arbeit werden einige Grundfragen der ökonomischen Geologie behandelt, die nach s.M. für die praktische Arbeit gegenwärtig besonders wichtig sind. Es sind vor allem ausgewählte geologisch-

Ökonomische Probleme. Auf andere, insbesondere geologische und erkundungsmethodische, wird nicht eingegangen.

Aus dieser Auswahl könnte der Schluß gezogen werden, als ob der Verfasser die Bedeutung anderer Fragen und Themen für die ökonomische Geologie bezweifle oder gar negiere. Das wäre unrichtig geurteilt, weil der Verfasser keine thematische Einengung der ökonomischen Geologie, sondern ihre Erweiterung, auch nicht ihre Beschränkung auf das ökonomische, sondern die notwendige Einbeziehung der ökonomischen Fragen, kurz die Schaffung richtiger Proportionen innerhalb der ökonomischen Geologie anstrebt.

Wenn der Verfasser die These A. BATHMANS akzeptiert, nach der gegenwärtig und in Zukunft jeder Zweig der Geologie für die Entdeckung und Erkundung nutzbarer Lagerstätten eingesetzt und dies als wichtigste Arbeit des ökonomischen Geologen bezeichnet werden muß, so muß auch zwangsläufig jede Entwicklung dieser geologischen Wissenschaften begrüßt und zugleich gewünscht werden, daß möglichst viele wissenschaftliche Ergebnisse dieser Wissenschaften in der ökonomischen Geologie "technologisch anwendbar" seien. Die ökonomische Geologie ist an einer solchen Ausrichtung der Forschungen und Untersuchungen außerordentlich stark interessiert.

Doch auch solche Ergebnisse können an und für sich noch nicht zu neuen Lagerstättenentdeckungen führen; dazu ist ihre Anwendung und Auswertung in der geologischen Erkundung erforderlich.¹⁾ Das erfordert selbstverständlich mehr als gute geologische Allgemeinbildung; es setzt das wache Interesse des ökonomischen Geologen an den neuesten wissenschaftlichen Ergebnissen der Nachbardisziplinen

¹⁾ Das sollte die Vertreter der Nachbardisziplinen veranlassen, bei der Darlegung (und Veröffentlichung) ihrer Forschungsergebnisse deren praktische Anwendungsbereiche und dabei zu empfehlende konkrete Schritte, die Auswirkungen der Ergebnisse auf bisher anscheinend gesicherte Anschauungen, Konzeptionen, Verfahrensgänge usw. gründlicher als bisher abzuhandeln.

ebenso voraus wie die entwickelte Fähigkeit zur geologisch-ökonomischen Analyse (sowohl hinsichtlich des zu bearbeitenden geologischen Objekts als auch hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Erkenntnisse, Verfahren, Methoden, Techniken usw.).

Oft wird die etwas müßige Frage gestellt, welches Wissensgebiet (unter allen für ihn erforderlichen) für den ökonomischen Geologen besonders wichtig und daher besonders zu beachten sei. Die Frage ist deshalb müßig, weil es nicht um eine Rangordnung oder Wertung der Wissenschaftszweige geht, sondern um die Qualifikation des ökonomischen Geologen, die nur ohne Lücken auf einem beliebigen Gebiet den Anforderungen der Praxis entspricht.

In jedem konkreten Falle kann nur die Beseitigung vorhandener Lücken und die Überwindung bestehender Schwächen das Wichtigste sein. Zu jedem gegebenen Zeitpunkt ist jeweils das zu betonen und zu forcieren, was in der Vergangenheit am meisten vernachlässigt wurde. Nur so können die richtigen Proportionen in der ökonomischen Geologie wiederhergestellt werden. Der Verfasser betrachtet die in diesem Buch behandelten Probleme als solche bisher vernachlässigten. Daraus ergaben sich die Auswahl der Hauptthemen und die jeweilige Breite ihrer Darlegung.

Die thematische Auswahl der im vorgelegten Buch behandelten Probleme ist außerdem auf die aktuellen Bedürfnisse der geologischen Erkundung in der DDR zurückzuführen. Insofern wird sie der Aufgabe gerecht, die der "Schriftenreihe des praktischen Geologen" von ihren Herausgebern gestellt wurde, als sie vor zehn Jahren ins Leben gerufen wurde.

Verfasser ist den Mitarbeitern der Zentralen Vorratskommission für mineralische Rohstoffe der DDR, insbesondere Herrn K. SCHELMOSER, den Mitarbeitern des Projektierungs- und Konstruktionsbüros Kohle, Berlin, insbesondere Herrn W. KOPETSCHKE und Herrn W. ARNOLD, für ihre Hinweise und bereitwillige Unterstützung dankbar.

Verfasser ist dem Leser für kritische Hinweise und Vorschläge zur vorgelegten Arbeit sehr verbunden und bittet, sie an die Adresse: 104 Berlin, Invalidenstraße 44, zu richten.

6.2. Zu beachtende Besonderheiten bei der Berücksichtigung wertvoller disperser Komponenten im Rohstoff

Seit mehreren Jahren rufen dispers verteilte Elemente im Rohstoff erhöhtes Interesse hervor, weil sie in den modernen Zweigen der Technik eine bedeutende Rolle spielen. Vom Erkundungsgeologen wird deshalb immer häufiger verlangt, daß er seine Ermittlungen und Untersuchungen auch auf diese gewöhnlich nur in geringen Spuren im Rohstoff vorhandenen Elemente ausdehnt und eine komplexe geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte gibt. Besonders häufig muß er sich dazu äußern, ob neben der Produktion der Hauptkomponente die Gewinnung solcher Spurenelemente vorzusehen ist. Dabei empfindet er es als Mangel, daß dieses Problem in unserer Fachliteratur bisher fast nicht behandelt wurde. Die folgenden Bemerkungen sind erste Überlegungen und Vorschläge, die der Überprüfung und weiteren Ausarbeitung bedürfen.

6.2.1. Allgemeine Bemerkungen und Abgrenzung einiger Begriffe

Natürliche mineralische Rohstoffe gehen entweder als Ganzes in den industriellen Verwertungsprozeß ein (z.B. Kalk, Ton) oder dienen als Ausgangsmaterial zur Gewinnung einzelner, industriell benötigter Bestandteile des Rohstoffs (z.B. Erz). Neben jenen Bestandteilen, die das wirtschaftliche Hauptinteresse hervorrufen (den sogen. Hauptkomponen-

ten), enthalten viele Rohstoffe noch andere nützliche Komponenten, die bei entsprechenden Konzentrationen ebenfalls genutzt werden können. Sie beeinflussen in solchen Fällen die Beurteilung des Rohstoffs und die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte.

Die ZVK der DDR hat in ihren "Erläuterungen" (1963) vorgeschlagen, zwischen Haupt-, Neben-, Begleitkomponenten und Beimengungen zu unterscheiden.

Als Hauptkomponenten eines mineralischen Rohstoffs, der nicht als Ganzes in den industriellen Verarbeitungs- und Verwertungsprozeß eingeht, werden jene Bestandteile bezeichnet, die wirtschaftlich von entscheidender Bedeutung sind. Diese Bedeutung äußert sich praktisch darin, daß die Gewinnung dieser Komponenten (z.B. Cu) als Hauptaufgabe betrachtet wird. Die Errichtung eines bergmännischen Gewinnungsbetriebs wird in erster Linie unter diesem Gesichtspunkt entschieden und durchgeführt.

Die Konzentration der Hauptkomponente im Rohstoff bestimmt ganz wesentlich den Umriß der Bilanzvorräte (z.T. auch der Außerbilanzvorräte). Die Hauptkomponenten sind für die industrielle Einschätzung einer Lagerstätte von ausschlaggebender Bedeutung.

Als Nebenkomponenten eines mineralischen Rohstoffs werden jene nützlichen Bestandteile des Rohstoffs bezeichnet, die ebenfalls wirtschaftliches Interesse - oft kein geringeres als für die Hauptkomponente - hervorrufen, deren Konzentration im Rohstoff jedoch so gering ist, daß ihr Anteil am Wertprodukt des Förderbetriebs zu gering ist, um allein (selbständig) die gesamten Gewinnungskosten zu kompensieren. Sie beeinflussen deshalb zwar die ökonomische Beurteilung des Rohstoffs und die industrielle Einschätzung der Lagerstätte, auf die Lagerstättengrenzen haben sie jedoch nur bei sehr hohen Konzentrationen Einfluß.

In den Kupferlagerstätten des Kupferschiefers in der DDR ist das Kupfer als Hauptgegenstand des wirtschaftli-

chen Interesses z.B. die Hauptkomponente. Blei und Zink, die in der ärmeren kupferführenden Erzfazies oft in beachtlichen Mengen angetroffen werden, gelten als Nebenkomponten. In sulfidischen Blei-Zink-Lagerstätten sind beide Metalle gewöhnlich die Hauptkomponenten, der Schwefel dagegen die Nebenkompontente.

Ökonomisch gesehen muß der Rohstoffinhalt am Hauptkomponente ein ausreichendes Äquivalent für die gesamten Kosten ihrer Gewinnung (Bergbau, Aufbereitung, Verhüttung) bieten, in polymetallischen Lagerstätten und einigen Grenzfällen müssen die Haupt- und Nebenkomponten gemeinsam dieses Äquivalent schaffen.

Als Begleitkomponenten werden jene Elemente und Verbindungen im mineralischen Rohstoff bezeichnet, die (gewöhnlich in sehr kleinen Mengen) in den Bestand der Minerale eingehen, aus denen die Hauptkomponenten (bzw. die Nebenkomponten) gewonnen werden. Sie haben deshalb zwar keinen Einfluß auf die Lagerstättenengrenzen, sind für die Beurteilung des Rohstoffs und für die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte jedoch von Bedeutung.

Beimengungen werden jene nützlichen Komponenten im Rohstoff genannt, die gewöhnlich durch akzessorische Minerale u.ä. vertreten sind. Ihre Nutzung ist bei entspr. Technologie meist möglich. In der Praxis werden sie aus technisch-ökonomischen Gründen jedoch zuweilen auch nicht genutzt. Ihr Einfluß auf die Beurteilung des Rohstoffs und die geologisch-ökonomische Bewertung der Lagerstätte ist deshalb unterschiedlich und erfordert zu seiner richtigen Beurteilung die besonders gründliche Überprüfung der optimalen Verarbeitungstechnologie des Rohstoffs.

Als Begleitkomponenten und Beimengungen treten viele Elemente auf, die entweder keine eigenen Lagerstätten bilden oder für die eigene Lagerstätten bisher nicht bekannt sind. Da es sich dabei jedoch um Elemente handelt, die entweder bereits große Bedeutung in der modernen Technik besitzen oder für die mit einer solchen Bedeutung in näch-

ster Zukunft gerechnet wird, sind gegenwärtig selbst ihre relativ geringen Konzentrationen im Rohstoff bei der geologisch-ökonomischen Bewertung von Lagerstätten nicht unbeachtet zu lassen.

Es sei nur an die außerordentlich große Rolle erinnert, die bereits gegenwärtig Selen, Germanium, z.T. Thallium und Indium in der Halbleitertechnik spielen, ohne die eine Automatisierung der Produktionsprozesse, die Radioelektronik, die Fernseh- und Rechenstechnik u.v.a. nicht denkbar sind. Die Bedeutung des Rheniums für hitzewiderstandsfähige Legierungen, des Kadmiums für die Kerntechnik, vieler dieser Elemente als Zusätze für Speziallegierungen, als Korrosionsschutz, als Katalysatoren in der chemischen Industrie, als Rohstoffe für die Elektrotechnik, für Spezialgläser, in der Medizin und in vielen anderen Zweigen der Volkswirtschaft und des menschlichen Lebens ist weitgehend bekannt.

Hauptrohstoffbasen zur Gewinnung dieser Elemente sind derzeit vor allem die Lagerstätten der Buntmetalle. Germanium z.B. wird jedoch auch aus Kohlenlagerstätten gewonnen, Skandium auch aus Bauxit-, Phosphorit- u.a. Lagerstätten. Die meisten der betrachteten Elemente werden - international gesehen - gegenwärtig jedoch aus Buntmetall-Lagerstätten erhalten.

Die Einbeziehung dieser dispers im Rohstoff enthaltenen Komponenten in die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte erfordert, gewisse Besonderheiten zu beachten, die bereits bei der Festlegung der Konditionen wirksam werden. Sie sollen deshalb zunächst in allgemeiner Form dargelegt werden.

6.2.2. Zu beachtende Besonderheiten der dispersen Nutzkomponenten

In der vorliegenden geologisch-ökonomischen Literatur wird oft von "beibrechenden", "zwangsläufig anfallenden" oder auch der "vorteilhaften Mitgewinnung" dieser Komponenten im Sinne ihrer Produktion ohne zusätzlichen Aufwand gesprochen. Eine solche Betrachtungsweise ist deshalb abzulehnen, weil keine einzige Komponente zusätzlich bereitgestellt werden kann, ohne daß sich der nur für die Gewinnung und Bereitstellung der Hauptkomponente vorgesehene Aufwand und die Kosten erhöhen. Daraus folgt, daß für die Kondition und bei der geologisch-ökonomischen Bewertung dieser dispersen Stoffe die gleichen ökonomischen Grundsätze anzuwenden sind wie bei der Hauptkomponente.

Bereits aus den Bezeichnungen "Begleitkomponenten" und "Beimengungen" ergibt sich, daß für sich genommen diese dispersen Komponenten nicht den Bilanzcharakter eines Vorrats bestimmen können. Eine Lagerstätte mit Außerbilanzcharakter hinsichtlich der Hauptkomponente kann jedoch in bestimmten Fällen bei Berücksichtigung der Begleitkomponenten und Beimengungen (und bei deren entspr. Konzentrationen) Bilanzcharakter enthalten.

Die erste zu beachtende Besonderheit der dispersen nützlichen Komponenten im Rohstoff besteht folglich darin, daß sich ihre Gewinnung (in allen Stadien der montantechnischen Arbeit) der Gewinnung der Hauptkomponente unter- und nachordnet.

Aus dieser Besonderheit ergeben sich nicht nur wichtige Schlußfolgerungen für den Bergbau, sondern für alle Stufen der Gewinnung der Nutzkomponenten.

Die seltenen Elemente sind mit wenigen Ausnahmen gewöhnlich in mehreren Mineralen eines Erzes enthalten, z.T. sogar in Gangarten. Bei der Aufbereitung von Buntmetallerzen werden im Konzentrat der Hauptkomponente gewöhnlich

nur einige Erzminerale ausgebracht; die übrigen gehen mit den Gangarten in die Aufbereitungsabgänge. Das bedeutet jedoch, daß auch nur ein gewisser Anteil der im Rohstoff vorhandenen seltenen Elemente - nur der in den konzentrierten Mineralen enthaltene - konzentriert wird und zu einer Nutzung zur Verfügung stehen kann.

Bekanntlich sind gewöhnlich nur etwa 5 - 10 % der Gesamt-vorräte an Gallium, Germanium und Thallium eines Erzes in den Hauptmineralen enthalten. Die Vorräte an Selen, Tellur, Indium u. a., die sich hauptsächlich in Erzmineralen konzentrieren, sind gewöhnlich nur mit 20 - 30 % in den Hauptmineralen vertreten (G. G. KLJUTSCHANSKIJ 1964). Wenn außerdem berücksichtigt wird, daß die Gesamt-vorräte dieser Elemente (Selen hier ausgenommen) in normalen Lagerstätten nur ganz selten wenige Dutzend Tonnen übersteigen, wird die Bedeutung dieses Umstands für die geologisch-ökonomische Bewertung offenkundig.

Daraus folgt eine zweite zu beachtende Besonderheit: Die ökonomische Beurteilung der im Rohstoff vorhandenen seltenen Elemente kann nur dann von den chemisch im Rohstoff ermittelten Gehalten ausgehen, wenn das Erz ohne Aufbereitung verarbeitet wird oder die seltenen Elemente nur in den konzentrierten Mineralen enthalten sind. Durch das mineralogische Studium müssen die Trägerminerale einer solchen Vererzung ermittelt und ihr Weg im technologischen Verarbeitungsprozeß quantitativ erforscht werden.

Die in der Regel sehr bedeutenden Verluste disperser Nutzkomponten bei der Aufbereitung des Rohstoffs hängen direkt ab

- a) von der Anzahl der Minerale, die das seltene Element enthalten,
- b) von der Höhe der Gehalte an seltenen Elementen in diesen Mineralen,
- c) vom Anteil der Vorräte des seltenen Elements in den konzentrierten Mineralen.

Allerdings wurde in der Praxis oft auch (G.G. KLJUTSCHANSKIJ 1964) in Konzentraten der Hauptkomponenten (Blei, Zink, Kupfer u.a.) ein erhöhter Gehalt an Spurenelementen (gegenüber den ermittelten Gehalten in den Hauptmineralen) festgestellt. Offenbar werden im Aufbereitungsprozeß gewisse Spurenelementanteile anderen Mineralen (der Abgänge) entzogen.

Nur wenn die seltenen Elemente in 1 - 2 Hauptmineralen enthalten sind, die konzentriert werden, ist das Ausbringen dieser Stoffe derzeit mehr oder weniger befriedigend und kann in Ausnahmefällen das der Hauptkomponenten erreichen.

Bei der weiteren Verarbeitung der Erze und Konzentrate reichern sich die seltenen Elemente auf verschiedenen Verarbeitungsstufen und in verschiedenen Zwischenprodukten oder Produktionsabfällen an. Das ist ausschließlich vom technologischen Verarbeitungsschema und von der angewandten Fahrweise abhängig. Da diese jedoch grundsätzlich durch die Technologie der Gewinnung der Hauptkomponente bestimmt werden, kann - wenn dafür eine optimale Technologie im Interesse der seltenen Elemente verändert wird - dies zu einem ungünstigeren Ergebnis im Hinblick auf die Hauptkomponente führen (Senkung des Ausbringens, Verringerung des Reinheitsgrades u.a.).

Daraus folgt die dritte Besonderheit: Die Gewinnung seltener Elemente wird durch eine vorgegebene Technologie für die Hauptkomponente stark eingeschränkt. Sie ist in der Regel nur möglich aus Zwischenprodukten und Abgängen der Hauptproduktion (z.B. Staub, Schlamm, Schlacke u.a.), in denen oft nur ein geringer Anteil der in die Verarbeitung eingegangenen seltenen Elemente zurückgehalten wird.

Bei der Beurteilung ermittelter Vorräte disperser Elemente muß deshalb die Unvermeidbarkeit großer Verluste bei der Erzaufbereitung und der metallurgischen oder chemischen Weiterverarbeitung der Konzentrate der Hauptkomponenten unbedingt beachtet werden.

Außerdem ist es sinnvoll ¹⁾ - im Unterschied zur Hauptkomponente -, bei den seltenen dispersen Elementen die Vorräte nicht nur pauschal für das Erz insgesamt, sondern für die einzelnen Erzminerale, insbesondere die Minerale der Hauptkomponenten, zu ermitteln und durch Pauschalanalysen des Erzes zu überprüfen, ob und inwieweit ihr Gesamtgehalt im Erz auf diese Weise ermittelt wurde.

6.2.3. Kriterien für die Einstufung der Vorräte in die Vorratsgruppen

Nach den Vorschriften der ZVK werden anstehende Lagerstättenvorräte mineralischer Rohstoffe ohne Berücksichtigung der bei ihrer Gewinnung oder Verarbeitung entstehenden Verluste berechnet. (Sie werden manchmal fälschlich ²⁾ als "geologische Vorräte" bezeichnet.) Ist diese Vorschrift auch für die dispersen Elemente richtig? Oder sollten für sie im Hinblick auf die zu erwartenden Verluste andere Festlegungen getroffen werden?

Grundsätzlich kann die Höhe der zu erwartenden Gewinnungsverluste kein Anlaß für derartige Sonderfestlegungen sein. Die Verluste in Kalisalzlagerstätten sind in allen Ländern, im Steinkohlenbergbau z.B. in den USA, derzeit noch außergewöhnlich groß, dennoch werden sie sinnvoll auf andere Weise erfaßt. Das gilt in gleichem Maße für die dispersen Nutzkomponenten.

Die Besonderheiten der seltenen Elemente machen es jedoch erforderlich, bei bestimmten Technologien der Verarbeitung neben ihrer Gesamtmenge im Rohstoff ihre Mengen

1) Wenn das Erz aufbereitet wird.

2) Nach der DDR-Vorratsklassifikation (1962) werden nicht diese Vorräte (die nötigenfalls "anstehende" genannt werden könnten), sondern die Summe der anstehenden Bilanz-, Außerbilanz- und der prognostischen Vorräte als geologische Vorräte oder "Ressourcen" bezeichnet.

in den einzelnen Mineralen zu berechnen. Es muß geklärt sein, ob diese Vorräte im Erz oder im Nebengestein, in den Mineralen oder im Bindemittel vorliegen; auf wie viele Minerale im Erz sie verteilt sind, wieviel der Vorräte in den Mineralen der Hauptkomponente und in welchen konzentriert ist.

Bei vorgegebenen Konditionsparametern für die dispers enthaltenen nützlichen Elemente sind die Klassifikationsbestimmungen jedoch zur Einstufung in die Vorratsgruppen (Bilanz- oder Außerbilanzvorrat) nicht ausreichend. Diese sehen als einziges Kriterium die Erfüllung der Konditionsfestlegungen vor.

Auf Grund der bereits erwähnten Besonderheiten können Vorräte seltener Elemente selbst bei Erfüllung der Konditionsparameter jedoch nur dann als Bilanzvorrat geführt werden, wenn der betr. Rohstoff zugleich auch im Hinblick auf die Hauptkomponente bzw. komplex¹⁾ betrachtet ein Bilanzvorrat ist. Werden in Außerbilanzvorräten der Hauptkomponente die Konditionsparameter für seltene Elemente erfüllt, ohne daß selbst eine komplexe Betrachtung des Vorrats ihn hinsichtlich der Hauptkomponente bilanzwürdig macht, können auch die Vorräte der seltenen Elemente in diesem Rohstoff keine Bilanzvorräte sein. Dies wiederum führt dazu, daß u.U. in den Außerbilanzvorräten Vorräte an seltenen Elementen geführt werden müssen, die für sich betrachtet entgegen den Klassifikationsgrundsätzen gegenwärtig bereits den Konditionen entsprechen.

Unter Beachtung dieser Besonderheit ist es - wenn untersuchte Lagerstätten, Rohstoffe und einzelne Aufschlüsse vorhanden sind - möglich, auch prognostische Vorräte seltener Elemente für analoge Lagerstätten oder einzelne noch nicht erkundete Teile großer Lagerstätten anzugeben. Unter Berücksichtigung der spezifischen Besonderheiten dieser

1) Diese Betrachtungsweise wird später eingehend erläutert werden.

Elemente dürften sie jedoch selbst in günstigen Fällen nur in die Untergruppe δ_2 einzustufen sein.

Auf Grund des unterschiedlichen Untersuchungsgrads kann es gegenwärtig oft sinnvoll sein, für die Vorräte an seltenen Elementen einer best. Lagerstätte so lange eine niedrigere Vorratsklasse als für die Hauptkomponente zu bestätigen, wie die Untersuchung der Spurenelemente während der geologischen Erkundung noch nicht das erreichte allgemeine Niveau besitzt und zu einer Selbstverständlichkeit geworden ist. Nach Erreichung dieses Zustands kann eine mangelhafte oder fehlende Untersuchung der Spurenelemente zur Ablehnung der eingereichten Vorratsberechnung (d.h. auch im Hinblick auf die Hauptkomponente) durch die ZVK führen, weil ohne Klärung der Bedeutung der Spurenelemente jede getroffene Entscheidung zur Gewinnung der Hauptkomponente fehlerhaft sein kann.

6.2.4. Einige Bemerkungen zur Festlegung der Konditionsparameter

Zur Berechnung der Vorräte seltener Elemente im Rohstoff sind mindestens Konditionsparameter über die Höhe des Mindestgehalts erforderlich. Da in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle jedes Element in mehreren Mineralen des Rohstoffs auftritt, von denen nur einzelne durch die Technologie der Hauptkomponente konzentriert werden, ist in einer Reihe von Fällen nicht nur die Berechnung der Vorräte für einzelne Minerale erforderlich, zugleich ist durch die Kondition der erforderliche Gehalt für jedes einzelne Mineral festzulegen.

Diese Bestimmung ist praktisch am leichtesten bei "Rechnung von rückwärts" durchzuführen, d.h. durch Rückrechnung vom Endprodukt über die metallurgischen Zwischenprodukte und die Aufbereitung zum anstehenden Erz. Bei diesem Lösungsweg müssen folglich bestimmt werden:

- a) der Gehalt im Zwischenprodukt oder im Abfallprodukt - g_z (z.B. im Flugstaub oder Schlamm), der als unterer Grenzwert eine wirtschaftliche Gewinnung des Elements noch zuläßt;
- b) der Gehalt des Elements im Konzentrat der Hauptkomponente - g_k , der als unterer Grenzwert im Zwischen- oder Abfallprodukt den für die wirtschaftliche Gewinnung des Elements zulässigen Mindestgehalt sichert;
- c) der Gehalt im einzelnen Mineral - g_m , der mindestens zum - nach b - ermittelten Minimalgehalt im Konzentrat führt.

Diese Berechnung kann natürlich nur durchgeführt werden, wenn über das technologische Verarbeitungsschema (Aufbereitung und Verhüttung) Klarheit besteht bzw. wenn die Technologie bereits festgelegt ist. In diesem Falle kann zur Berechnung von g_z , dem erforderlichen Mindestgehalt im Zwischenprodukt, geschritten werden. Dazu werden benötigt:

- a) die zulässigen Selbstkosten für die Gewinnung eines Kilogramms des betr. seltenen Elements;
- b) die Höhe des Ausbringens des seltenen Elements aus dem Zwischenprodukt;
- c) die Kosten für die Verarbeitung einer Tonne Zwischenprodukt.

Diese Angaben können aus den Produktionsbetrieben bzw. durch technologisch-ökonomische Berechnungen erhalten werden.

Wenn

- g_z - der erforderliche Mindestgehalt im Zwischenprodukt (in Gramm pro Tonne),
- b_1 - das Ausbringen aus dem Zwischenprodukt (als Dezimalbruch),
- k - die Kosten für die Verarbeitung einer Tonne Zwischenprodukt (in MDN),
- K - die zulässigen Selbstkosten für ein Kilogramm des betr. Elements (in MDN) sind,

dann enthält eine Tonne Zwischenprodukt $\frac{b_1 \cdot g_z}{1000}$ Kilogramm ausbringbares seltenes Element. Zur Produktion eines Kilogramms werden daher benötigt $\frac{1000}{b_1 \cdot g_z}$ Tonnen Zwischenprodukt. Dann muß die Gleichung gültig sein:

$$K = \frac{k \cdot 1000}{b_1 \cdot g_z} + a \quad (40)$$

in der mit a jene Kosten erfaßt werden, die für das seltene Element bis zum Zwischenprodukt unmittelbar entstanden sind. Diese Kosten können in bestimmten Fällen (darüber später) mit Null eingesetzt werden. Dann berechnet sich (bei $a = 0$):

$$g_z = \frac{1000 k}{b_1 \cdot K} \text{ in Gramm pro Tonne Zwischenprodukt. (41)}$$

Nur wenn das Zwischenprodukt mindestens g_z Gramm seltene Komponente in jeder Tonne enthält, sind seine Verarbeitung und die Gewinnung der Komponente wirtschaftlich vertretbar.

Da auf der rechten Seite dieser Gleichung alle Größen ermittelt und damit bekannt sind, ist g_z bestimmt und kann zur Berechnung von g_k übergegangen werden.

Bei der Ermittlung des Mindestgehalts im Konzentrat, mit dem g_z im Zwischenprodukt noch erreicht wird, ist es eine wesentliche Erleichterung und Vereinfachung, wenn aus den Produktionsdaten entnommen werden kann, wieviel Tonnen Konzentrat (A) verarbeitet werden und wieviel Tonnen Zwischenprodukt (B) dabei erhalten werden. Dann gilt die Beziehung

$$g_k \cdot b_2 \cdot A = B \cdot g_z$$

und

$$g_k = \frac{B \cdot g_z}{b_2 \cdot A} \text{ in Gramm pro Tonne Konzentrat, (42)}$$

wo die Bezeichnung wie bisher (g_k und g_z in Gramm pro Tonne Konzentrat bzw. Zwischenprodukt), A und B in Tonnen und b_2 (das Ausbringen des im Konzentrat enthaltenen seltenen Elements, als Dezimalbruch).

Liegen die Werte für A und B nicht vor, muß neben dem Ausbringen beachtet werden, daß (und in welchem Ausmaß) sich das seltene Element im Zwischenprodukt anreichert.

Wurde g_k , der Mindestgehalt an seltenem Element im Konzentrat, ermittelt und ist bekannt, aus wieviel Tonnen Erz eine Tonne Konzentrat hergestellt wird, kann unter Berücksichtigung des Ausbringens bei der Aufbereitung ermittelt werden, welche Gehalte an seltenem Element die zu konzentrierenden Minerale der Hauptkomponente im Erz mindestens enthalten müssen.

Wenn

n - die Anzahl der benötigten Erztonnen für eine Tonne Konzentrat,

b_3 - das Ausbringen der Hauptkomponente (= Hauptminerale) bei der Aufbereitung sind,

dann gilt die Gleichung

$$n \cdot g_m \cdot b_3 = g_k \text{ und } g_m = \frac{g_k}{n \cdot b_3} \text{ in g/t Erz.} \quad (43)$$

Jede Tonne Erz muß in den zu konzentrierenden Mineralen der Hauptkomponente mindestens g_m Gramm seltenes Element enthalten, wenn seine Gewinnung aus dem Zwischenprodukt wirtschaftlich noch vertretbar sein soll.

Wird das Erz, ohne die Aufbereitung zu durchlaufen, metallurgisch verarbeitet, vereinfachen sich die Berechnungen offensichtlich bedeutend.

6.2.5. Die komplexe wirtschaftliche Betrachtung des Rohstoffs

Die Entscheidung, ob bestimmte Spurenelemente wirtschaftlich mit Vorteil genutzt werden können, hängt von der Höhe der Gesamtkosten für ihre Gewinnung und dem ökonomisch Zulässigen ab. Dieses Zulässige drückt sich für den Geologen in den Preisen des seltenen Elements oder vorgegebenen maximalen Selbstkosten aus.

Die Gesamtkosten K setzen sich aus den unmittelbaren Gewinnungskosten zusammen, die bei der Verarbeitung der Zwischen- oder Abfallprodukte mit dem konzentrierten Spurenelement (E_k) entstehen, plus jenen Kosten, die bereits bis zum Zwischenprodukt zusätzlich zu den Kosten für die Herstellung der Hauptkomponente entstanden waren (a). Eine Überprüfung in dieser Richtung zeigt, daß für die bergbauliche Gewinnung des Spurenelements kein Kostenanteil zu berechnen ist. Auf dieser Arbeitsstufe können zusätzliche Kosten nur durch die Bemusterung des Erzes auf das Spurenelement entstehen. Das gilt in gleichem Maße für die Aufbereitung und Verhüttung der Hauptkomponente.

Mußte jedoch zwecks Erhöhung des Ausbringens für das Spurenelement die bestehende (optimale) Technologie verändert werden und stellten sich dadurch zusätzliche Kosten und Einbußen hinsichtlich der Menge oder der Qualität der ausgebrachten Hauptkomponente ein, sind diese Kosten und Einbußen dem Spurenelement als Kosten zuzurechnen.

Diese Situation erklärt, warum a bei der Berechnung des Mindestgehalts im Zwischenprodukt sehr oft mit Null eingesetzt bzw. wegen seiner geringen Bedeutung vernachlässigt werden kann.

Wenn der Rohstoff komplex betrachtet wird, können für die Gewinnung der Spurenelemente folgende ökonomische Situationen unterschieden werden:

1. Die Gewinnung der Hauptkomponente ist - alle Arbeitsprozesse summarisch betrachtet - vorteilhaft, d.h., es wird dabei ein Gewinn erarbeitet:
 - a) Die Gewinnungskosten des Spurenelements sind niedriger als die festgesetzten Preise oder anderen Limite, d.h., es ist ökonomisch vorteilhaft, das Spurenelement zu gewinnen.
 - b) Die Gewinnungskosten des Spurenelements liegen mehr oder weniger knapp über den bestehenden Limiten. In diesem Falle kann bei ungedecktem Bedarf

sanktioniert werden, daß das Spurenelement gewonnen wird, obwohl sich dadurch der Gesamtgewinn des Betriebes etwas verringert.

- c) Die Gewinnungskosten liegen bedeutend über den Limiten. Eine Gewinnung des Spurenelements ist ökonomisch nicht vertretbar.
2. Die Gewinnung der Hauptkomponente verursacht einen geringen Verlust, die Vorräte haben - nur für die Hauptkomponente betrachtet - Außerbilanzcharakter:
- a) Die Gewinnungskosten für das Spurenelement sind geringer als die vorgegebenen Limite; es entsteht ein Gewinn. Wenn er den geringen Verlust bei der Hauptkomponente deckt, werden die Vorräte in ihrer komplexen Betrachtung aus Außerbilanz- zu Bilanzvorräten, weil die komplexe Nutzung der Hauptkomponente und der Spurenelemente ökonomisch noch vorteilhaft ist.
 - b) Bei Situationen wie unter 1b und 1c ändert sich am Außerbilanzcharakter der Vorräte nichts. Die Nutzung der Vorräte ist auch bei komplexer Betrachtung derzeit ökonomisch nicht vertretbar.
3. Bei extrem ausgeprägten Außerbilanzvorräten können selbst günstige Gehalte der Spurenelemente den Außerbilanzcharakter nicht verändern. Die Nutzung solcher Vorräte ist gegenwärtig ökonomisch nicht möglich.

6.3. Kennwerte (technische Daten) einiger Tagebaugroßgeräte¹⁾

6.3.1. Abraumförderbrücken (nach Angaben des VEB Schwermaschinenbau
Lauchhammerwerk und PKB "Kohle", Berlin)

T y p	Abtrags- mächtig- keit	Hoch- schnitt	Tief- schnitt	theore- tische Leistung ²⁾	Stütz- weite	Aus- leger- länge	Bedie- nungs- personal	angeschlos- sene Bagger
	m	m	m	m ³ /h	m	m	Mann/ Schicht	
AFB 180/75- 34 - 7660	34	17	17	7660	180	75	18 - 20	2 Ds 1120
AFB 225/125-45 - 8800	45	23	22	8800	225	125	22 - 24	2 Ds 1600
AFB 270/190-60 -23200	60	Obere Ebene:		23200	Zubringer- brücke:		> 30	2 Ds 1600
		15	-		150	-		
		Untere Ebene:			Hauptbrücke:			2 Ds 3150
		22	23		270	190		

1) Zusammengestellt von K. SCHELLMOSER

2) Die theoretische Leistung bezieht sich auf geschütteten Boden.

Hierzu Abbildung 20. Förderbrücke siehe Seite 237

6.3.2. Eimerkettenbagger

(nach Angaben des VEB Schwermaschinenbau
"Georgij Dimitroff", Magdeburg-Buckau,
und des PKB "Kohle", Berlin)

T y p	Abtrags- mächtig- keit	Hoch- schnitt	Tief- schnitt	theore- tische Leistung ¹⁾	Bedienungs- personal
	m	m	m	m ³ /h	Mann/Schicht
Rs 250	16	6 - 8	6 - 8	900	2
	16	8 - 10	8 - 10	600	2
Rs 500	20	8 - 10	8 - 10	1800	2
	20	10 - 12	10 - 12	1250	2
Rs 560	30	13 - 15	13 - 15	1700	3
	30	15 - 17	15 - 17	1120	3
	30	17 - 19	17 - 19	1120	3
Rs 710	30	12,5 - 15	12,5 - 15	2120	3
	30	14 - 17	14 - 17	1400	3
Rs 1120	60	27 - 30	27 - 30	2800	4
	60	29 - 32	29 - 32	1900	4
Es 400	17	9	8	1320	3
	37,5	20	17,5	1320	3
Ds 1120	37	17	17 - 20	2800	5
	37	19	19 - 22	1900	5
Ds 1600	52	22 - 26	22 - 26	3350	6
	52	24 - 28	24 - 28	2200	6
Ds 2240	64	28 - 32	28 - 32	4750	7
Ds 3150	54	23 - 27	23 - 27	6700	7
	54	25 - 29	25 - 29	4500	7

1) Die theoretische Leistung bezieht sich auf geschütteten Boden bei 150 % Eimerfüllung. Für gewachsenen Boden ist die Leistung durch den entsprechenden Auflockerungsfaktor zu dividieren.

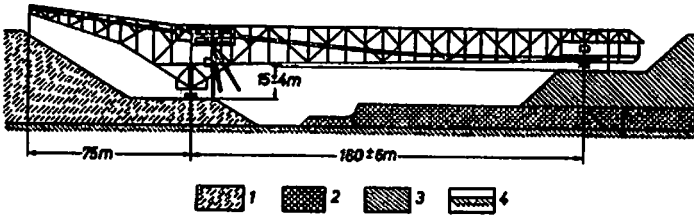


Abb. 20. Förderbrücke

(Nach R. FLEISCHER 1956)

Stützweite der Zubringerbrücke 180 m;

Auslegerlänge 35 m

1 — Abraumhalde; 2 — Kohle; 3 — Deckgebirge;

4 — Liegendes der Lagerstätte

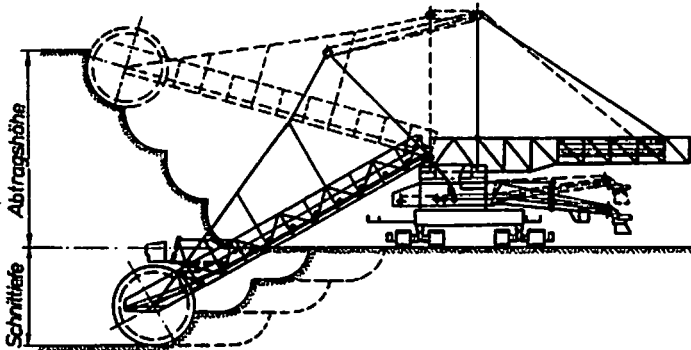


Abb. 21. Schaufelradbagger für Hoch- und Tiefbaggerung

(Nach R. FLEISCHER 1956)

Abtragshöhe — 30 m; Schnitttiefe — 15 m

6.3.3. Schaufelradbagger (nach Angaben des VEB Schwermaschinenbau
Lauchhammerwerk und des PKB "Kohle", Berlin)

Bagger- klasse	T y p	Abtrags- mächtig- keit	Abtrags- höhe	Abtrags- tiefe	theore- tische Lei- stung ¹⁾	Bedienungs- personal	Vor- schub
		m	m	m	m ³ /h	Mann/Schicht	
0	SRs 130. 9/0,5,0	9,5	9,0	0,5	245/380	?	-
1	SRs 470.14/2.0	16,0	14,0	2,0	1300	3 - 4	-
	SRs 470.15/1.3	16,0	15,0	1,0	1300		3,0
2	SRs 470.15/3,5,0	18,5	15,0	3,5	1100	~ 4	-
	SRs 470.17/6.0	23,0	17,0	6,0	1300		-
	SRs 470.20/3.0	23,0	20,0	3,0	1300		-
	SRs 470.20/3.12	23,0	20,0	3,0	1300		12,0
3	SRs 1200.22/2.0	24,0	22,0	2,0	2300	5 - 6	-
	SRs 1200.24/4.0	28,0	24,0	4,0	2650		-
	SRs 1200.28/4.20	32,0	28,0	4,0	2650		20,0

4	SRs 1500.35/15.0	50,0	35,0	15,0	4000	8 - 10	-
	SRs 2400.35/9.0	44,0	35,0	9,0	4400		
	SRs 2400.36/10.0	46,0	36,0	10,0	5500		
	SRs 2400.40/4.26	44,0	40,0	4,0	5500		
5	SRs 4000.45/25.0	70,0	45,0	25,0	8500	> 10	-

1) Bezieht sich auf die theoretische Grableistung bei gewachsenen Böden.

Hierzu Abbildung 21. Schaufelradbagger für Hoch- und Tiefbaggerung

siehe Seite 237

6.4. Literaturverzeichnis

- ARNOLD, W.: Betriebsgröße und technische Entwicklung deutscher Braunkohlentagebaue. — Bergbautechnik, Heft 12 (1958).
- BATEMAN, A.M.: Economic Mineral Deposits. — 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc., New York 1951.
- "Economic Geology", Econ. Geology, 1955, Fiftieth Anniversary Volume 1905 - 1955, Part I.
- Begriffsbestimmungen für den Braunkohlentagebau. — Beilage zum Freiburger Forschungsheft A 96, Akademie-Verlag, Berlin 1958.
- BERNAL, J.D.: Wissenschaft und Technik in der Welt der Zukunft. — In: Internationales Symposium über Hochschulbildung. Moskau 1962, Zentralvorst. der Gewerkschaft Wissenschaft, Berlin.
- BILKENROTH, G.: Charakteristik von Braunkohlentagebauen durch Kennziffern. — Bergbautechnik, Heft 9 (1961).
- BINTIG, K.-H.: Methodik der Ermittlung und Anwendung von vorläufigen Konditionen bei geologischen Erkundungsarbeiten. — Z. angew. Geol., Heft 8 und 9 (1965).
- BJELOUSSOW, W.W.: Entwicklungswege der Wissenschaften über die Erde. — In: "Zusammenwirken der Wissenschaften beim Studium der Erde". Verlag "Wissenschaft", Moskau 1964 [russisch].
- BUBNOFF, S.VON: Grundprobleme der Geologie, eine Einführung in geologisches Denken. — 2. Aufl., Mitteldeutsche Druckerei und Verlagsanstalt G.m.b.H., Halle (S) 1949.
- CHRUSCHTSCHOW, N.A.: Hauptwege der Erhöhung der ökonomischen Effektivität und Zuverlässigkeit geologischer Erkundungsarbeiten. — Raswedka i ochrana njedr., Heft 7 (1964) [russisch].

- EDWARDS, E.G.: Die Wechselbeziehungen zwischen der Arbeit technischer Hochschulen und der Industrie. — In: Intern. Symposium über Hochschulbildung, Moskau 1962, Zentralvorst. der Gewerkschaft Wissenschaft, Berlin.
- ENGELS, F.: Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (Anti-Dühring). — Dietz Verlag, Berlin 1953.
- Erläuterungen der Zentralen Vorratskommission für mineralische Rohstoffe zu einigen Begriffen, die in den Klassifikationen, Instruktionen und Richtlinien der ZVK verwendet werden. — Wissensch.-Techn. Informationsdienst des ZGI, Sonderheft 9 (1963).
- FLAWN, P.T.: Who took the "economic" out of economic geology? — Econ. Geology, Heft 1 (1965).
- GOLD, O.: Der Aufschluß von Braunkohlentagebauen. — Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (S.) 1952.
- GRANIGG, B.: Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien. — Springer-Verlag, Wien 1951.
- HÄRTIG, H.: Wesen und Bedeutung des Tagebaues, sein Stand und seine Entwicklung. — Akademie-Verlag, Berlin 1963.
- HOOVER, H.C.: Principles of Mining. — New York 1909.
- KEPALA, A.P.: Über die Erkundungskosten einer Vorratseinheit. — Sowjetskaja Geologija, Nr. 4 (1964) [russisch].
- Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe der Deutschen Demokratischen Republik (2. Vorratsklassifikation). — Z. angew. Geol., Heft 9 (1962).
- KLJUTSCHANSKIJ, G.G.: Besonderheiten der industriellen Einschätzung der Vorräte disperser Elemente der Buntmetallagerstätten. — Verlag Njedr, Moskau 1964.
- KREJTER, W.M.: Die Suche und Erkundung von Lagerstätten nutzbarer Bodenschätze. — 2. vollst. überarbeitete Ausgabe, Bd. 2, Wissensch.-techn. Staatsverlag für Literatur über Geologie und Lagerstättenschutz, Moskau 1961 [russisch].

- KREJTER, W.M.:** Aufgaben und Bedeutung der Lehre vom Aufsuchen und Erkunden von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe. — Z. angew. Geol., Heft 9 (1962).
- KRETZSCHMAR, E.:** Antrag zur Bestätigung der Konditionen für die Flußspatlagerstätte Schönbrunn (Vogtl.). — 1965, unveröffentl. Archivunterlagen der ZVK.
- LEETH, C.K.:** The Economic Aspects of Geology. — London 1923.
- LEWONIK, B.S.:** Fragen der ökonomischen Geologie. — Verlag der Akademie der Wiss. der UdSSR, Moskau 1963 [russisch].
- LILLEY, E.R.:** Economic Geology of Mineral Deposits. — Henry Holt and Comp., New York 1936.
- MARX, K.:** Das Kapital. — Bd. I, Dietz Verlag, Berlin 1955.
— Theorien über den Mehrwert (Vierter Band des "Kapitals"), 1. Teil, Dietz Verlag, Berlin 1956.
— Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie. — (Rohentwurf), Dietz Verlag, Berlin 1953.
- MEISENBERG, L.:** Die Abgabepreise in der Schwerindustrie und einige Probleme der Preisbildung in der UdSSR. — Woprossi ekonomiki, Heft 11 (1961) [russisch].
- MERTKE, M.:** Hauptmethoden der geologisch-ökonomischen Bewertung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe in den einzelnen Stadien der geologischen Erkundung. — (Tagungsbericht), Z. angew. Geol., Heft 12 (1964).
- MIRLIN, G.A.:** Über einige Fragen der Ökonomie des mineralischen Rohstoffs. — Raswedka i ochrana njedr, Nr. 6 (1964) [russisch].
- NATHOW, H.:** Wirtschaftliche Größen von Braunkohlentagebauen. — Braunkohle, (1941).
- Ökonomische Einschätzung von Lagerstätten nutzbarer Bodenschätze. — Unveröffentlichter Entwurf der Staatl. Vorratskommission der UdSSR, Moskau 1964.
- POGREBIZKIJ, E.O.:** Über einige Fragen der Effektivität geologischer Erkundungsarbeiten. — Raswedka i ochrana njedr, Heft 2 (1964) [russisch].

- Richtlinie zur Verhütung von Rutschungen in Braunkohlelagern vom 20. September 1962 (Rutschungsrichtlinie der OB der DDR). — Bergbautechnik, Heft 1 (1963).
- RIES, H.: Economic Geology. — 7th Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York — London 1937.
- RURA, D.M.: Die industrielle Bewertung von Erzlagerstätten. — Zentr. Informationsinstitut der Buntmetallurgie, Moskau 1958 [russisch].
- SHELLMOSER, K.: Untersuchungen über den Ausnutzungsgrad von Braunkohlenlagerstätten. — 1965, unveröffentl. Unterlagen der ZVK.
- SCHTSCHERBAKOW, D.I.: Über die Besonderheiten des gegenwärtigen Standes und der Entwicklungstendenzen der Wissenschaften über die Erde. — In: "Zusammenwirken der Wissenschaften beim Studium der Erde". Verlag Wissenschaft, Moskau 1964 [russisch].
- SIDORENKO, A.W.: Geologie — Wissenschaft der Zukunft. — Verlag Wissen, Moskau 1964 [russisch].
- Ein Wort an die jungen Geologen. — Verlag Njedr, Moskau 1964 [russisch].
- SMIRNOW, W.I.: Geologische Grundlagen der Suche und Erkundung von Erzlagerstätten. — Verlag der Moskauer Universität, Moskau 1957 [russisch].
- SOLOWJOW, W.G.: Anwendung der Methoden der Variationsstatistik auf die Erkundung und die Vorratsberechnung von Lagerstätten nutzbarer Bodenschätze. — ZNIGRI, 115, 1939 [russisch].
- STAMMBERGER, F.: Zu einigen Grundfragen der Klassifikation von Mineralvorräten. — Freib. Forschungshefte, C 54, Akademie Verlag, Berlin 1958.
- Zur ökonomischen Bewertung von Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe. — Freib. Forschungshefte, C 147, Akademie Verlag, Berlin 1962.
- Zur Festlegung der Konditionen für mineralische Rohstoffe. — Z. angew. Geol., Heft 10 (1959).

- STAMMBERGER, F.: Zur Festlegung der Konditionen für mineralische Rohstoffe. (Der Standpunkt einiger amerikanischer Autoren.) — Z. angew. Geol., Heft 4 (1960) [1960 a].
- Zur Festlegung der Konditionen für mineralische Rohstoffe. (Der Standpunkt einiger sowjetischer Autoren.) — Z. angew. Geol., Heft 5 (1960) [1960 b].
 - Zur Festlegung der Konditionen für mineralische Rohstoffe. (Beitrag zur Ausarbeitung einer Methodik für die DDR.) — Z. angew. Geol., Heft 9 (Teil I) und 10 (Teil II) (1960) [1960 c].
 - Für die sorgfältige ökonomische Beurteilung von Armerzen. — Z. angew. Geol., Heft 10 (1964) [1964 a].
 - Zum ökonomischen Nutzungsprinzip von Armerzlagern unter den Bedingungen des Sozialismus. — Z. angew. Geol., Heft 12 (1964) [1964 b].
 - Der Lagerstättenvorrat als ökonomische Kategorie. — Z. angew. Geol., Heft 2 (1965) [1965 a].
 - Die Konditionen und die geologisch-ökonomische Bewertung einer Lagerstätte. — Z. angew. Geol., Heft 4 (1965) [1965 b].
 - Das neue ökonomische System der Planung und Leitung der Volkswirtschaft und die geologische Arbeit in der DDR. (Thesen.) — Z. angew. Geol., Heft 4 (1965) [1965 c].
 - Theoretische Grundlagen der Bemusterung von Lagerstätten fester mineralischer Rohstoffe. — Akademie Verlag, Berlin 1965 [1965 d].
- TORNOW, W. & SCHORRIG, E.: Steuerliche Bewertung (Einheitsbewertung) der Mineralgewinnungsrechte, insbesondere des Bergwerkseigentums sowie der Grubenbaue — Verlag Wilhelm Knapp, Halle (S.) 1931.
- Verordnung über die Planung und Abrechnung der Selbstkosten der Betriebe und Erzeugnisse (Selbstkostenverordnung) vom 12. Juli 1962. — Gesetzblatt der DDR, Teil II, Nr. 51, Berlin 1962.

Verordnung über die Vorbereitung und Durchführung von Investitionen (Investitionsverordnung) vom 25. September 1964. — Gesetzblatt der DDR, Teil II, Berlin (1964).

Vorläufige Methodik der Bestimmung der Erkundungskosten für eine Vorratseinheit fester nutzbarer Bodenschätze. — Staatl. Geol. Komitee der UdSSR, Moskau 1964 [russisch].

ZÄNKER, G.: Zur Ermittlung und Begründung von Konditionen. — Unveröffentl. Manuskript, VVB Kali, Erfurt 1964.

6.5. Sachregister

- Abbau 29
 —art 93
 —block 121
 —höhe 120
 —konzentration 118
 —mächtigkeit 97, 119ff.
 —planung 52
 —projekt 157
 —verhältnisse 117
 Abfälle 31
 Abfallprodukt 230
 Abgänge 31
 Abhängigkeit, lok. 45
 Abraumkosten 159
 —volumen 165
 Abschreibungen 189
 Abschreibungssatz 122,
 170, 173
 Abstand der Erkundungs-
 aufschlüsse 42, 50, 78
 Akkumulation 201ff.
 Akkumulationszuwachs 201ff.
 A:K-Verhältnis 165, 180,
 184ff., 187, 194
 Amortisation 113, 115,
 121, 140, 174, 188
 Analogieschlüsse 123, 210
 Analyse, geol.-ökon. 28,
 30, 36, 52ff., 93, 146,
 219
 Angebot der Lagerstätte
 156
 Anordnung geologischer Auf-
 schlüsse 38, 41ff.
 Anzahl der Aufschlüsse 43ff.
 — der Beschäftigten 205
 Arbeit 24, 129
 —, lebendige 122, 190, 203
 —, vergegenst. 190, 203
 Arbeitsanteile, geistige
 und materielle 24
 —gegenstand d.ö.G. 6, 13
 —organisation 23
 —produktivität 22, 106, 203
 204
 —teilung 16ff., 126
 Armerz 111, 113ff.
 Aufbereitbarkeit 94, 114
 Aufbereitungsabgänge 225
 —versuche 101
 Aufgabe, ökon. 107
 Aufschluß, geol. 37, 55, 56
 —, erw. 177ff.
 Aufschlußanzahl 43, 46ff.
 —abstände 50
 —dichte 50
 —kosten 187
 Aufwand 24ff., 135
 — = Erlös 112, 133
 —, geist. 24, 58
 —, ges. notw. 135
 —, materieller 24, 59
 —, notwendiger 85
 —, vertretbarer 93, 109

- Ausbringen 98, 226, 230
 —, nutzungsgrad 161
 —, richtung 114
 Außerbilanzvorrat 61, 88ff.,
 94, 100, 111, 114, 121,
 224, 227, 234
 Auswahl der Lagerstätte 33
 —wertung 89
 Axiom der geologischen
 Erkundung 21

 Bearbeitungsobjekt 13
 Bedarfslücke 86
 Begleitkomponenten 222, 224
 Bemusterung 19, 24, 31, 36,
 51ff., 57
 Bemusterungspunkte 120
 Berechnungsblock 104
 —grenze 100, 111
 —verfahren 97
 Betriebsgemeinkosten 96
 —gewinn 68
 —kapazität 101, 174, 183
 —kosten 8
 Beurteilung, ökonomisch 221
 Bewertung, geologisch-
 ökonomisch 19, 55, 146,
 151ff., 172, 174, 181,
 214, 220, 223
 —, kompl. 220, 232ff.
 Bilanzvorrat 88ff., 100, 112ff. —, prognostische 19, 64
 117, 118, 121, 150, 213,
 227, 233ff.
 —würdigkeit 34, 147

 Bohraufwand 78
 —kosten 132
 —netz 30
 BÜschungen 162ff.

 Deckschichten 32, 172, 208
 Defizitrohstoffe 136
 Dienstleistung 60, 131
 Differenzierung der Wissen-
 schaft 11
 D:K-Verhältnis 159, 164,
 208, 213
 Dokumentation 24
 Durchsatz 97
 Durchschnitt der Selbst-
 kosten 158ff.
 Durchschnittsgehalt 99ff.
 —mächtigkeit 121
 —parameter 212

 Effektivität 8, 14, 59,
 63, 196
 Effektivitätskennziffern 85
 Eigenschaften, äußere 38
 —, technologische 93
 "Einheits"preise 139
 —vorräte 139
 Einschätzung, industrielle
 29, 148ff., 221ff.
 Elemente, disperse 220ff.
 —, seltene 226, 231
 Entdeckung, zufällige 132

- Erfolgsaussichten** 20, 132
Ergebnis, negativ 62ff.
 —, ökonomisch 130
Erhebung, geol.-statistisch
 36ff., 51
 —, statistisch 37ff., 44
Erkundung, eingehende 34,
 57, 214
 —, geologische 10, 19ff.,
 29, 34, 60
Erkundungsablauf 27ff.
 —abstand 78ff.
 —arbeiten 19, 26, 32, 87,
 129, 150
 —aufgabe 27
 —aufschluß 38 43ff.
 —auftrag 23, 53, 144, 206
 —aufwand 9, 24ff., 53, 65ff.,
 75, 78ff., 85, 127
 —erfahrung 45
 —frist 22ff., 42
 —grundsätze 27
 —kosten 70ff., 76ff., 80ff.,
 128ff., 133dd., 137, 143
 —linie 39ff., 41
 —methode 35ff., 212
 —mittel 55ff., 62
 —netz 30, 32, 40ff.
 —profil 35
 —projekt 23, 25
 —risiko 28, 30, 61ff., 68
 —stadium 28, 33, 68, 75,
 152, 206
 —system 57ff.
 —theorie 43
- Erkundungswissenschaft** 142
 —ziel 55
Erlös = Aufwand 113
- Faktoren, natürliche** 32, 114
Fehleinschätzung 206
Fehler, zulässiger 44
Finanzierung, geologischer
 Arbeiten 59, 121
Flächengröße 164
Flugstaub 230
Fördergut 111
 —leistung 120, 184
 —produkt 96
 —rohsalz 101
Förderung, verwertbare 132
Forschungsarbeiten 59, 130
 —auftrag 131
 —charakter 140, 18
- Gallium** 225
Gehalt 46, 105, 112
Gehaltsklassen 119
Genauigkeit 30, 46, 58, 69,
 75, 77ff., 89, 206ff.,
 211ff.
Generalneigung der Böschung
 163
Geochemie XIIIff.
 —genie 1
 —gnosie 1, 15
Geologenausbildung 7ff., 18
Geologie XIII, 1, 9, 12,
 14ff., 52ff.

- Geologie, angewandte
 lff., 131
 —, ökonomische lff., 3,
 52, 59ff. 131
 —, praktische XIII, 4
 Geonomie XIII
 —physik XIIIlff.
 Germanium 223, 225
 Gesamtaufwand 91, 130, 66
 —erkundungsaufwand 68, 76,
 83
 —erkundungskosten 69, 81
 —investitionsaufwand 179,
 188
 —kosten 112, 120, 139
 —mittel 69, 177ff.
 Gewinn 94ff, 103, 107, 110,
 113, 120, 197, 201
 —satz 135
 Gewinnungskosten 233
 Gleichmäßigkeit der Infor-
 mation 32, 34
 Grubengeologie 9
 —kosten 113, 115
 Grundaufschluß 177
 Grundfonds 137, 188
 —rentabilität 198, 201
 Grundgesamtheit 44
 Grundinvestitionen 178ff.,
 185ff. 188
 —lagenforschung 59
 —typen der Veränderlich-
 keit 47
- Häufigkeitsverteilung 118
 Hauptaufgabe, geologisch-
 ökonomische 32ff.
 —, der Kondition 91
 —, der Suche 29 61
 —funktion der ökonomischen
 Geologie 4
 —komponente 220ff.
 —methode der Erkundung
 35ff., 52, 54, 58ff.
 — — der soz. Wirtschafts-
 führung 134
 —minerale 220ff.
 —produkt 31
 Hoheitsaufgaben 59, 130
- Indium 223, 225
 Informationsumfang 67
 —wert 63, 65, 84
 Ingenieur 12
 Ingenieurgeologie 3, 131
 Investitionen 8, 121, 135
 153, 179, 202
 Investitionsaufwand, spez.
 178
 —ermittlung 192
 —kosten 122
 —mittel 182
 —verordnung 152ff
 —vorbereitungen 151, 176
 Investpreis 200

- Kadmium 223
 Kalkulationsbasis 140
 Kapazität 93
 Kapazitätsauslastung 97
 —gruppen 185
 —zuwachs 200
 Kartierung 21
 —, regional 59, 121
 Kategorie, ökonomisch 22
 Klasseneinteilung der
 Vorräte 69
 —bestimmungen 228
 Klassifikationsgrund-
 sätze 87
 Kohlefreilegung 184
 —kosten 159
 Kohlenverluste 162
 Kollektiv, geologisch-
 statistisches 37, 44ff.
 Komponente, nützl. 221ff.
 —, disp. 221ff.
 Konditionen 9, 19, 29, 76,
 88, 91ff., 117, 122,
 147ff. 224
 Konditionskennziffer 94
 —parameter 99, 229
 Kontrolle 35, 51
 Kontrollziffer 121
 Konzentrat 124, 167, 224ff.
 Kosten, bergm. 112
 —, konst. 96ff.
 —, tatsöchl. 120ff.
 —, variable 96ff.
 Kostenbild 32
 —faktoren 94
 —grenze 92
- Kostenminimum 65
 —struktur 138, 189, 191
 —verteilung 78ff.
- Lagerstätte 86, 92, 93, 154
 —, "beste" 207ff., 211
 —, industrielle 13
 Lagerstättenangebot 156
 —ausbiß 4
 —auswahl 32ff., 61, 63
 —fläche 45
 —form 160
 —grenze 163
 —größe 43, 69ff.
 —gruppe 132ff.
 —gruppiierung der ZVK 69
 —hinweise 33
 —kontur 164, 213
 —lehre 13ff.
 —modell 43
 —parameter 33, 37, 45, 48,
 50
 —suche 19, 29, 39, 59ff.,
 63ff.
 —typ 70, 72, 135
 —vorrat 86ff., 111, 120ff.,
 126, 128ff.
 —wirtschaft 140, 143
 Lagerungsverhältnisse 37,
 208, 209
 Landesvermessung 59
 Lebensdauer 122, 171
 Leistung d. Geol. 67
 Leistungsbetrieb 178

- Mächtigkeit 46ff., 97ff.,
 102, 114, 156ff., 161,
 171, 208
 Maximalprofit 106
 Mehrprodukt 122
 Mengenmaximum 111, 115
 Methode 35ff.
 Mindestbauhöhe 115
 —gehalt 101, 230ff.
 —lebensdauer 172
 —mächtigkeit 120ff.
 —vorratsmenge 94, 100,
 123ff.
 Mineralkomponente 81ff.
 —körper 31, 56
 —konzentration 61, 86ff.
 —vorkommen 87
 —vorrat 86ff.
 Minimalaufwand 130
 —gehalt, ind. 76, 99ff.,
 103ff., 111ff., 114,
 119, 230ff.
 mining geology 9
 Mischtyp 49
 Mißerfolg 61, 141

 Nacherkundung, betr. 29
 Nachfolgeinvestitionen 122
 Naturalkennziffern 199
 —produkt 106, 113
 Naturverhältnisse 141ff.,
 22, 25
 Nebengestein 119, 228
 —komponente 31, 221ff.
- Niveau der Arbeitsproduk-
 tivität 204ff.
 Nutzeffekt 22, 25, 26, 61,
 122
 —, max. 25ff., 27
 —, ökon. 61ff., 68ff., 68,
 75ff., 146, 199ff.
 Nutzkomponente 76, 81, 114,
 119, 166, 224
 Nutzung 120, 137, 150
 —, industrielle 19, 55, 147
 —, optimale 106
 —, rationelle 95
 Nutzungsdauer 122, 174
 Nutzungsentscheid 214
 Nutzungsprinzip 100, 106ff.,
 111, 115

 Parameter 104, 155ff., 210
 Pauschalanalyse 227
 Perspektivpläne 91, 149
 Plan 145
 —direktive 144
 —wirtschaft 143
 Planungskennziffer 67
 Probe 51
 Probenahme 52
 Probenuntersuchung 51ff.
 —vorbereitung 52
 Produktion, mat. 127
 Produktionsabfälle 226
 —abgabe 201
 —bedingungen 108ff.
 —einheit 109

- Produktionsgesamtselbstkosten 94ff.
 —kapazität 169ff., 175, 209
 —kosten 155
 —stufe 127
 —verbrauch 201
 —volumen 96
 —vorbereitung 18
 —zuwachs 199ff.
 Produktivkraft 15ff., 203
 Prognose 10, 19, 63ff., 141
 Projektstudie 182
 Prospektoren 142
- Qualifikation des Geologen 25, 53ff., 62
 Qualität 26, 51, 66, 86, 91, 93, 106, 134
 Qualitätsgrenze 112ff.
 Quantität 91
- Raubbau 95, 106
 Rechnungsführung, wirtschaftliche 133ff.
 Reineinkommen 113, 202
 Rentabilität 138, 155, 189, 196ff.
 Rentabilitätsrate 197, 201
 Repräsentationsfähigkeit 51ff.
 Reproduktion 103, 122ff., 126, 134, 135
 —, erweiterte 103ff.
- Reproduktionsprozeß, gesellschaftlicher 130
 —wert 128
 Reserven 87
 —fonds, staatl. 151
 Ressourcen 227
 Rhenium 223
 Richtsätze für Erkundung 75
 Richtung, kompet. 39
 Risiko 28, 61, 64
 Rohstoff 69, 72
 —basis 117
 —körper 27, 31, 38, 39, 56
 —qualität 51ff., 69, 136, 210
 —typ 135
 —untersuchung 31
 Rückflußdauer der Investitionen 127, 121ff., 202ff.
- Schlacke 226
 Schlamm 226, 230
 Schwellengehalt 100ff., 112ff., 116, 117ff.
 Selbstkosten 22, 104, 108ff., 127, 189ff., 230ff.
 —, spez. 189ff.
 —ermittlung 114
 —grenze 116
 —verordnung 128
 Selen 223ff.
 Seltenheit 129
 Sicherheit 89, 206ff.
 Sicherheitspfeiler 163
 Skandium 223

- Sorten 213, 215
Spurenelement 220ff., 229,
232
Standardkapazität 174
Standortfragen 210
Staub 226
Stückselbstkosten 108
Stützungen 107
Sucharbeiten 33, 68, 132ff.
Suche XIV, 28, 32, 183
—, Aufwand der 67
—, Kosten der 65ff.
—, Umfang der 65
Systematik der Erkundung
30ff.
- Tagebau 122, 155, 158ff.,
242
—aufschluß 177
—fläche 161
—größe 169
—kenngrößen 160
—leistung 159
Technik, moderne 86, 102
technische Mittel der
Erkundung 35, 42, 55ff.
Technologie 196, 204, 226
Tellur 225
Teufe 71
Thallium 223, 225
Tiefbau 158
TÖZ 152ff., 170, 215, 216
Trendanalyse 92
- Übererkundung 25
Unabhängigkeit, stoch. 49
Ungenauigkeit 45
Unsicherheiten 28, 208, 211
Untersuchungen 58
—, stat. 44
—, technol. 93
Untersuchungsarbeiten 18,
29, 31
—grad 69
—objekt 13
- Varianten 96
—rechnung 93
Variationskoeffizient 44ff.,
112
Veränderlichkeit, 23, 37ff.,
44ff., 109
Veränderlichkeitscharakter
42, 49
—typ 46ff.
Veränderung, linear 47
Verarbeitung, industriell
26
Verarbeitungskosten 116
—schema 230
—technologie 123, 222
Verbreitungsfläche 39ff.,
50, 56
Verdünnung 101, 103, 166
Verdünnungskoeffizient 104
Verfahren, geophys. 57, 132
—, mathem. 46

- Verhältnisse, natürl.,
 geol. 26ff., 42, 67ff.,
 75, 89, 108, 183, 194
 Verlust 107, 126, 146, 161,
 227ff.
 —lagerstätten 94, 103ff.,
 107ff., 113
 —minimum 107, 111ff.
 Verschleiß, mor. 172
 Verschneidung 117
 Verschneidungserz 105, 112
 —grenze 118, 119
 —möglichkeit 105, 107
 Vertaubung 100
 Verteilung 45ff., 115, 118
 Verwendungszweck 90, 147
 Verwertungsprozeß 173, 220,
 225
 Vorauswahl 207
 Vorbereitung, wiss. 62
 Vorentscheidung 215
 Vorerkundung 33, 39, 68,
 122, 151, 211ff., 215
 Vorkommen 124
 Vorrat 26, 86, 130, 207
 —, anst. 87, 227
 —, geol. 8, 227
 —, geringwert. 95, 107
 —, industrieller 8, 157,
 166ff., 209, 213, 214
 —, progn. 28, 63, 87,
 Vorratsbasis 29, 122
 —beröchnung 19, 103, 118,
 154ff., 229
 —block 69
 —gruppe 87
 Vorratsklasse 69, 78, 83,
 89ff., 138, 229
 —klassifikation 8, 69, 78,
 87ff.
 —menge 26, 117ff.
 —preise 137ff., 139, 168
 —qualität 26, 207
 —sicherung 62
 —verluste 157ff., 168
 Vorrichtung 102, 114ff.

 Wahrscheinlichkeit 44, 45
 Wahrscheinlichkeitstheorie
 37
 Wasserzuflußmengen 210
 Weltmarktpreise 92
 Wert 132, 136, 167, 202
 —äquivalent 167ff.
 —, ausbringbarer 76, 81ff.
 —bestandteile 130
 —bestimmung 132ff.
 —kennziffer 199
 —produkt 221
 —übertragung 202
 — der Vorrichtung 129ff.
 Wissenschaft, reine, ange-
 wandte 10ff.
 Wissenschaftsgegenstand der
 ökonomischen Geologie 13

 Zeitfaktor 30, 91, 143 ff.,
 173
 Zielstellung, techn.-ökon.
 152ff.

Zuverlässigkeit 32, 78
Zwangsbedingungen 94, 207,
212
Zweckforschung 60
Zwischenprodukt 229ff

6.6. Namenregister

- Agricola, G. 2
 Arnold, W. 169, 219

 Bacon, R. 11
 Bateman, A. 3, 4, 6, 7,
 218
 Bernal, J.D. 18
 Bilkenroth, G. 169, 176,
 177, 179, 180, 187,
 192-196
 Bintig, K.-H. 93, 207
 Bjeloussow, W.W. XIII
 Bubnoff, S.v. 1

 Chruschtschow, N.A. 76

 Edwards, E.G. 11, 12, 54
 Engels, F. 199

 Flawn, P.T. 7, 8

 Gold, O. 158, 159
 Granigg, B. XVI, 87, 123

 Härtig, H. 159
 Hoover, H. XVI, XVII

 Kefala, A.P. 66, 69, 71, 76
 Kljutschanskij, G.G. 225,
 226
 Kopetschke, W. 219
 Krejter, W.M. 13, 32, 34,
 35, 57
 Kretzschmar, E. 101

 Leith, C.K. 3
 Lewonik, B.S. 6, 8
 Lilley, E.R. 5

 Marx, K. 15, 16, 17, 25,
 129, 203
 Meisenberg, L. 147
 Mertke, M. 151
 Mirlin, G.A. 146

 Nathow, H. 164

 Pogrebizkij, E.O. XVI,
 137, 143

 Ries, H. 5
 Rura, D.M. 95

 Schellmoser, K. 160, 219
 Schorrig, E. 135
 Schtscherbakow, D.I. 11
 Sidorenko, A.W. 64, 70,
 126, 146
 Smirnow, W.I. 57
 Solowjow, W.G. 45
 Stammberger, F. 51, 86

 Tornow, W. 135

 Zänker, G. 97