Geologie : Erze : Weltwirtschaft

Autor(en): **Sommerlatte, W.A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **61 (1972)**

Heft 1

PDF erstellt am: **18.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-308485

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Geologie – Erze – Weltwirtschaft

von Herbert W. A. Sommerlatte, Baarerstrasse 43, 6301 Zug

a) *Erze und Erzreserven*

Die beiden Grundwirtschaften der Menschheit sind *Ackerbau* und *Bergbau*. Ohne Ackerbau gibt es keine Ernährung und ohne Bergbau keine Werkzeuge im weitesten Sinne. Bergbau hat es bereits in grauer Vorzeit gegeben, seine Spuren reichen zurück bis in das Neolithikum, wo er auf Lagerstätten von Flintsteinen, auf Obsidian und ähnlichen harten, zu Werkzeugen geeigneten Materialien umging. Der Steinzeit folgten Zeiträume, in denen die Menschheit die eigentlichen Metalle entdeckte. Wir kennen die Kupfer-, die Bronzeperioden und schließlich die Eisenzeit, in der wir uns im großen und ganzen gesehen noch heute befinden. Diese Entwicklung hat etwa 9000 Jahre in Anspruch genommen; sie begann sehr langsam, beschleunigte sich zusehends, und verläuft seit 1900 in nahezu unvorstellbarem Tempo.

In den Jahren 1949 bis 1969 ist die Weltbevölkerung von 2,5 Milliarden auf 3,6 Milliarden gewachsen, also um 43 %. Die Erzeugung der Grundmetalle wie Kupfer, Zink, Blei, Nickel zusätzlich zu den Eisenerzen stieg entsprechend der Entwicklung der Technik und des dadurch bedingten zunehmenden Bedarfes in noch stärkerem Maße, wie Tabelle 1 zeigt. So betrug der Produktionsanstieg bei Kupfer 121 %, Zink 78 %, Blei 95 %, Nickel 410 % und Eisenerz 207 %. Bei allen Metallen kann man also einen durchschnittlichen Verbrauchsanstieg je Kopf der Weltbevölkerung feststellen, der etwa bei Kupfer 1,1 kg im Jahre 1949 und 1,7 kg im Jahre 1969 betrug. Für Kupfer liegt der derzeitige Verbrauch in den westlichen Industrieländern bei etwa 8 kg pro Kopf, in den Ostblockländern bei 3 kg und in der übrigen Welt bei nur 0,2 kg.

Alle Zahlen über Produktion, Bedarf und noch unangetastete Reserven zeigen eine stürmische Entwicklung, andererseits jedoch sind sie eine Herausforderung für diejenigen, die sie befriedigen sollen. Dies ist die eigentliche und verantwortliche Aufgabe des Erdwissenschaftlers im weitesten Sinne in Zusammenarbeit mit vielen anderen, zu denen auch der Wirtschaftler gehört.

Zwar werden die bekannten Rohstoffreserven für mehrere Jahrzehnte, gemessen am derzeitigen und an dem für die übersehbarer Zukunft projektierten Verbrauch, im großen und ganzen ausreichen, doch sind Lagerstätten nutzbarer Metalle nicht gleichmäßig über die uns zugängliche Erdrinde verteilt [1]. Wenn auch die beiden größten Industrienationen, also die Vereinigten Staaten und die Sowjet-Union, allein schon infolge ihrer Größe Lagerstätten aller Art

[1] Es gibt Aufstellungen von Erzreserven; jede große Wirtschaftsnation muß sie berücksichtigen, wenn es darum geht, sich einen Einblick in die wahrscheinliche Zukunft zu schaffen, also eine Industrieplanung zu betreiben. Alle Reserveangaben sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten. In einzelnen Staaten werden Ziffern aus politischen Gründen nicht veröffentlicht, in anderen ist die Organisation, die die Ziffern zusammenträgt, mangelhaft. Organisationen wie die Vereinigten Nationen oder

besitzen, so sind sie trotzdem in gewissen Fällen auf Einfuhren angewiesen. Das letztere gilt aber in weit stärkerem Maße für Japan und die Bundesrepublik Deutschland, Industrienationen, die an 3. und 4. Stelle der Weltrangliste stehen. Die Einfuhrabhängigkeit auf nahezu allen Gebieten der mineralischen Rohstoffwirtschaft ist für diese Länder ein sehr ernstes Problem. (Tabelle 2)

Der steigende Bedarf muß also gedeckt werden. Dies ist die Aufgabe des Lagerstättengeologen, der den Prospektor mit Waschpfanne, Sieb und Schaufel ablöst. Es ist die Aufgabe des geologisch ausgebildeten Bergingenieurs unterstützt vom Aufbereitungs- und Hüttenspezialisten. Kurz gesagt, der Erdwissenschaftler steht in breiter Zusammenarbeit mit vielen anderen, zu denen auch der Wirtschaftler gehört.

Was ist denn nun eine Erzlagerstätte?

Die Frage mag im Augenblick vielleicht etwas naiv klingen, aber Sie werden sehen, daß es sich wohl lohnt, ihr nachzugehen, denn es gibt wesentliche Unterschiede zwischen der geologisch-mineralogischen Definition [2] im Gegensatz zu der praktischen, technisch-wirtschaftlichen Kennzeichnung.

Beachten Sie bitte folgende Definition, die ich wegen Ihrer Prägnanz einem amerikanischen Handbuch für Prospektoren entnommen habe: «Any rock that contains enough minerals to be mined profitable is an ore». Also jedes Gestein, das genug Mineralien enthält, ist ein Erz, – vorausgesetzt (und darauf kommt es an!), es kann mit Gewinn ausgebeutet werden.

Da jedoch Gewinn und Verarbeitbarkeit relative Begriffe sind, folgt, daß die Definition von Erz und Erzlagerstätte relativ zur Zeit ist. Was gestern noch nicht Erz war, kann heute Erz in unserem praktischen Sinne sein, weil die Technik und andere Faktoren erlauben, es wirtschaftlich auszubeuten.

Wir Praktiker werden ständig auf neu entdeckte Vorkommen aufmerksam gemacht und stets besteht die Gefahr, daß sie vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet und damit überbewertet werden. Ich stoße bei meinen Arbeiten immer wieder auf geistreich und fleißig geschriebene Gut-

das amerikanische Bureau of Mines in Washington, auch französische, britische, deutsche Stellen veröffentlichen in gewissen Abständen Ziffern, aber, wie ich bereits einmal sagte, man sollte sie mit Vorsicht bewerten; nur der Trend ist wichtig.

Die uns zugänglichen Teile der Erdrinde, zu denen man heute bereits die vom Meer bedeckten Festlandssockel, ja sogar Teile der tieferen Meeresschichten hinzuzählt, bergen beträchtliche Reserven an allen mineralischen Rohstoffen, und ganz allgemein ausgedrückt, wird auf viele Jahrzehnte bezogen kein Mangel, höchsten Verschiebungen von einem zum anderen Rohstoff oder zum künstlichen Ersatz eintreten.

[2] Schneiderhöhn sagt in seinem Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde «Erzlagerstätten sind die natürlichen Fundstellen von Erzen in der Erdrinde. Erze sind Mineralgemenge, aus denen Metalle oder Metallverbindungen dargestellt werden können. Diese Metalle sind in der Erzlagerstätte in einer den Durchschnitt wesentlich übersteigenden Menge und Konzentration enthalten.» Er fährt dann fort «Die Bestandteile eines Mineralgemenges, die – wenigstens für die erste Betrachtung – in sich homogen, also gleichförmig sind, sind die Mineralien. Die homogenen, metallhaltigen Bestandteile der als Erze bezeichneten Mineralgemenge nennen wir Erzmineralien.»

Tabelle 1: **Weltbevölkerung nnd Metallproduktion 1949–1969**

Jahr	1949		1959		1969		Wachstum in % innerhalb von zwanzig Jahren
Bevölkerung	2 517 000 000		3 005 000 000		3 616 000 000		43
Produktion	Tonnen	kg/Kopf	Tonnen	kg/Kopf	Tonnen	kg/Kopf	
Kupfer	2 800 000	1.11	4 600 000	1.53	6 200 000	1.71	121
Zink	2 300 000	0.88	3 600 000	1.20	4 100 000	1.13	78
Blei	1 800 000	0.72	2 600 000	0.87	3 500 000	0.97	95
Nickel	160 000	0.06	350 000	0.16	820 000	0.23	410
Eisenerz	225 000 000	89	432 000 000	140	690 000 000	190	207

Tabelle 2: **Eigenversorgung und Importabhängigkeit von zwei der grössten Industrienationen – ca. 1970**

Japan	Eigenversorgung in % des Bedarfs	Importabhängigkeit in % des Bedarfs
Cu	18	82
Pb	54	46
Zn	43	57
Al	—	100
Ni	—	100
Fe-Erz	9	91
B. R. Deutschl.		
Cu	1	99
Pb	25	75
Zn	40	60
Al	—	100
Ni	—	100
CaF2-FeS2-S	je 30	70
Ag	1	99
Mg	5	95
Fe-Erz	8	92

achten, die Bände füllen, Hypothesen über die mögliche Entstehung aufstellen, detaillierte erzmikroskopische Feststellungen machen, sogar sich in mutmaßlichen Reservenschätzungen ergehen, ohne jedoch im Augenblick von praktisch-wirtschaftlichem Wert zu sein.

Beispielsweise wäre ein Vorkommen eines sehr komplexen Gemisches von Buntmetalloxiden, – sulfiden und – sulfosalzen, das sich nicht verarbeiten läßt, und sei es noch so groß und noch so reich, für den Praktiker nur eine interessante Mineralkonzentration, aber keine Erzlagerstätte.

Wir hatten in diesem Jahr ein *Blei-Zink*vorkommen dieser Art nahe der russischen Grenze im Iran auf 3000 m Höhe zu bewerten. Es enthielt, durch Bohrungen nachgewiesen, über 6 Millionen Tonnen, also für Bleizinkvorkommen eine große Ziffer, und daneben Blei-Zinkgehalte von über 30 %, auch eine sehr

beachtliche Ziffer. Das Erz ist jedoch oxydiert, Blei und Zink kommen nur als Karbonate und Silikate vor, dazu vermengt mit Arsen, Antimon, Nickel, Chlor, Phosphor, Sulfaten u. a. Da es im Augenblick weder Aufbereitungs-, noch Verhüttungsverfahren gibt, die es erlauben, dieses Vorkommen wirtschaftlich zu verwerten, liegt, streng genommen, keine Erzlagerstätte vor; zweifellos kann sie es einmal werden. Zunächst ist das Vorkommen nur für den forschenden Mineralogen und Petrographen von wissenschaftlichem Interesse.

Ein anderes Beispiel: *Gold*erze waren einst nur abbauwürdig – also Erze in unserem Sinne – wenn genug Freigold vorhanden war, das sich durch einfaches Waschen, das hohe spezifische Gewicht des Goldes ausnutzend, gewinnen ließ. Man fand später, daß sich Gold mit Quecksilber zu Amalgam verbindet, womit Gesteine, die Gold fein verwachsen enthalten, gewinnbar wurden. Die weitere Erfindung der Cyanlaugung macht nun plötzlich Vorkommen abbauwürdig, die einst kaum als Erz bezeichnet werden konnten, wie etwa die großen fossilen, schichtgebundenen Konglomerate des Witwatersrandes in Südafrika. Heute baut man dort Erze ab, die mind. 8–10 g Gold pro Tonne Gestein enthalten, ärmere Gehalte läßt man unberührt. Wichtig ist, sich vor Augen zu halten, daß diese Angaben in Relation zum derzeitigen Goldpreis von $ 35 pro Unze bewertet werden müssen. Erhöht sich beispielsweise der Goldpreis, was ja infolge der Dollar-Abwertung zur Diskussion steht, rücken goldhaltige Gesteine, die heute wirtschaftlich nicht abbauwürdig sind, plötzlich in die Kategorie «Erze» auf (mit der Konsequenz, daß sich die abbauwürdigen Reserven sozusagen über Nacht aus rein wirtschaftlichen Gründen, aber nicht aus geologischen, erhöhen!).

Um die Jahrhundertwende waren *Kupfer*vorkommen nur abbauwürdig, wenn sie mind. 10 %Kupfer enthielten. Im Laufe der Jahre verschob sich aus technischen und wirtschaftlichen Gründen der Gehalt eines abbauwürdigen Kupfervorkommens auf derzeit etwa 0,4 % Kupfer. Manchen von Ihnen dürfte bekannt sein, daß diese Entwicklung durch die geologische Entdeckung der riesigen, aber armen Porphyry-Kupferlagerstätten möglich wurde, wie sie sich vor allem in den Cordilleren und in den Rocky Mountains finden, die aber auch an anderen Stellen der Erde, vor allem im Pazifischen Raum entdeckt wurden. Oder denken Sie an ein Beispiel der jüngsten Zeit: Vanadiumhaltige *Titano-Magnetite*, die vor Jahren höchstens als Leithorizont des Bushveld-Komplexes in Südafrika, der wegen seiner Chrom- und Platinvorkommen wirtschaftlich wichtig ist, bekannt waren. Er wurde zu einer Erzlagerstätte in dem Augenblick, wo Verfahren wirtschaftlich erlaubten, Vanadium zu extrahieren, Stahl aus den Eisenmineralien herzustellen und eine Titanhaltige Schlacke zu erzeugen.

Alle diese Beispiele unterstreichen, wie relativ der Begriff Erz und Erzlagerstätte ist. Der Montangeologe darf sich nicht mit einer rein wissenschaftlichen Analyse zufrieden geben, er muß sich im Augenblick der Untersuchung und zum Zeitpunkt der Planung über die technische Nutzung und über die preisgebundene Wirtschaftlichkeit im Klaren sein. Im großen und ganzen trifft das für alle Wirtschaftssysteme zu, ob nun privat-kapitalisch oder sozialistisch und staatskapitalistisch.

b) *Die Suche nach Erzlagerstätten*

Ich habe mir nun die Aufgabe gestellt, Ihnen darüber zu berichten, wie Erzlagerstätten gesucht, untersucht und bewertet werden, damit man auf ihnen wirtschaftlich arbeitende Bergwerke entwickeln kann.

Wir sind zwar davon überzeugt, daß sich seit den Tagen des Georg Agricola's, dessen Werk «De Re Metallica» 1556 hier in der Schweiz bei Froben in Basel zum ersten Mal gedruckt wurde, in der Betrachtung des Bergbaus, der Lagerstätten und der Kunst sie aufzufinden, viel verändert hat. Beschäftigt man sich jedoch mit diesen Fragen intensiver, so findet man, daß das Grundsätzliche das Gleiche geblieben ist. Nur unsere Erfahrungen und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse sind unfassender geworden: eine verfeinerte Kunst der Lagerstättensuche hat sich entwickelt.

Wir wissen, daß Lagerstätten gewisser Metalle *mit bestimmten Gesteinsarten* verbunden sind. Beispielsweise sucht und findet man Nickel, Chrom, Titan, Platin in ultrabasischen Gesteinen oder ihren Verwitterungsprodukten. Pegmatite, die unter anderem wegen ihrer Tantal-, Niob-, Lithium-, Beryl und Zinnvorkommen interessieren, sind eng mit sauren, granitischen Intrusionen verbunden. Um Granitstöcke finden sich Aureolen mit Wolfram und Molybdän, und es können sich gangförmige, hydrothermale Blei, Zink, Silber und andere Vorkommen bilden. Die Liste der möglichen Lagerstätten in Sedimenten ist groß, und viele Blei-, Zink- und Kupfervorkommen sind Imprägnationen einst untermeerischer Sedimente, in die exhalativ diese Metalle eingedrungen sind. Es ginge über den Rahmen dieser Betrachtungen hinaus, Einzelheiten zu geben, so reizvoll dies auch wäre. Wo man einst tage- und wochenlang herumwanderte, werden heute ganze Landschaften großräumig geologisch untersucht und kartiert. Flugzeuge werden (neben der Bodenarbeit) eingesetzt, um geologische Karten anzufertigen, die nicht allein die auftretenden Gesteine, sondern auch ihre Beziehungen zueinander, ihre Strukturen und vieles anderes aufzeigen.

Immer noch bilden *Ausbisse* an der Tagesoberfläche die ersten Hinweise auf irgendwelche Vorkommen (sofern sie nicht von Schuttmassen oder Gesteinen verdeckt sind!) Viele große Bergwerksbezirke der Erde verdanken ihre Entdeckung solchen Ausbissen. So haben bereits unsere Vorfahren in allen Erdteilen wertvolle Lagerstätten gefunden und ausgewertet [1]. Noch heute geht Bergbau auf vielen, den Alten bekannten Vorkommen um, wie etwa in Südamerika, in Zambia, Cornwall, Sachsen und in zahlreichen anderen Gebieten.

Oft werden solche Ausbisse rein zufällig entdeckt, jedoch führt systematische Suche zum Ziel. Man machte sich dabei die Tatsache zu Nutzen, daß die Ver-

[1] Freilich sind im Laufe der Jahre neue, jungfräuliche Vorkommen, die zu Tage treten, recht selten geworden. Hinzukommt, daß große Gebiete der uns zugänglichen Erdrinde mit Glazialschutt bedeckt sind, wie etwa Kanada und Skandinavien, oder mit Schuttmassen wie sie in ariden Gebieten häufig sind, oder mit tiefen Verwitterungsrinden im feuchten Tropengürtel. Hier helfen die alten Suchmethoden kaum noch.

witterung in vielen Fällen nicht nur eine Umsetzungskappe, den sog. «Eisernen Hut», über der Lagerstätte bildet, sondern auch Erzspuren in Bäche und Flußläufe, ja in die Schutthalden der Gebirge verschleppt werden.

Untersucht man beispielsweise einen Wasserlauf systematisch auf Erzgerölle und folgt diesen Spuren stromaufwärts, sollte man schließlich bei sorgfältiger Arbeit auf das anstehenden Vorkommen stoßen, das man dann durch Schürfgräben und kleine Schürfgruben aufschließen kann.

Wo auch solche Detektivarbeit nicht weiter hilft, kann die vom Flugzeug aus betriebene Fotogeologie Hinweise geben, vor allem wenn sie durch Analogieschlüsse unterstützt wird. Infrarote Strahlen-Fotos etwa deuten auf Temperaturunterschiede hin, die wiederum auf Oxydation vielleicht sulfidischer Buntmetalle verweisen. Bedeutender sind aber die Methoden der angewandten Geophysik, sowie der Geochemie und Geobotanik, die sich seit 50 Jahren in ständiger Entwicklung befinden.

Die Geophysik erlaubt uns Anomalien in der Zusammensetzung der Erdrinde aufzuspüren, die (im Zusammenhang mit den geologischen Feststellungen) Hinweise auf das Vorhandensein mineralischer Rohstoffe geben. So sind beispielsweise einige Eisen- und Titanerze magnetisch, was sensitive Magnetometer im Vergleich zu weniger magnetischen Gesteinen anzeigen werden. Manche Vorkommen geben sich durch ein weitaus höheres spezifisches Gewicht als ihre Umgebung zu erkennen: Messungen des Schwerefeldes deuten darauf hin. Andere Vorkommen wieder leiten elektrische Ströme besser als ihre Umhüllung: Widerstandsmessungen zeigen dies an. Durch Auswertung künstlich erzeugter Erdbeben mittels seismischer Instrumente erfährt man strukturelle Unterschiede, die etwa zum Aufspüren von Erdöl, Salzen und anderen zumeist schichtgebundenen Vorkommen, nützlich sind. Schließlich – und das gehört ebenfalls in dieses Gebiet – lassen sich Zonen, die eine radioaktive Strahlung aussenden, durch Messung dieser Strahlung finden, was zur Entdeckung vieler Uran- und Monazitvorkommen geführt hat.

Es steht uns also ein ganzes Arsenal geophysikalischer Meßmethoden zur Verfügung, die entweder auf der festen Erdoberfläche oder auf dem Wasser oder von der Luft aus eingesetzt werden. Freilich haben diese geophysikalischen Methoden, so wertvoll sie sind, auch ihre Begrenzungen: Sie geben selten Hinweise auf die Art und Zusammensetzung der Vorkommen. Sie geben nur physikalische Anomalien an, die weitere Untersuchungen rechtfertigen und das sind bergmännische Arbeiten wie Tiefbohrungen und Untersuchungsstollen.

Ähnlich verhält es sich mit den sog. geochemischen Methoden! Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, daß Spuren von Metallionen aus verdeckten Vorkommen an die Erdoberfläche dringen. Ursprünglich untersuchte man nur Wasserproben und stellte damit räumlich Zonen höchster, bzw. niedrigster Konzentration fest, später ging man auf die Untersuchung von Böden über. Besondere analytische Schnellverfahren zur Feststellung der sehr geringen Werte, die sich alle im ppm Bereich finden, wurden entwickelt. Legt man nun Traversen über ein geologisch interessantes Gebiet und nimmt systematisch Bodenproben, die auf Spurenelemente analysiert werden, so lassen sich Linien

gleichen Gehaltes bestimmen, die schließlich eine Zone anomaler Anreicherung anzeigen.

Die Gegenwart der Elemente kann man nicht nur in den Böden und im Wasser feststellen, sondern auch in der Vegetation, in Pflanzen und Bäumen. Solche biochemischen Hinweise sind für manche Gebiete recht interessant; sie waren teilweise bereits den Alten bekannt. Das klassische Beispiel ist das berühmte Galmeiveilchen, das nur über Zinkvorkommen wächst und in Oberschlesien berühmt war.

Wir haben also heute drei Wege, auf denen wir uns einer möglichen Lagerstätte nähern. Praktisch werden sie alle gleichzeitig eingesetzt: also die geologische Kartierung und ihre Auswertung, die Geophysik und die Geochemie. Das Ergebnis ist eine erste grobe Diagnose.

Nun erst folgt die Feinarbeit, die aus Tiefbohrungen und schließlich aus Abteufen von Schächten und Vortreiben von Stollen besteht und die uns bestätigen soll, ob wir es in der Tat mit einem wirtschaftlich und technisch ausbeutbaren Vorkommen zu tun haben. Diese Aufschlußarbeiten müssen feststellen, welcher Art das Vorkommen ist, wie es zusammengesetzt und aufgebaut ist, und wieviel davon vorhanden ist. Jetzt findet auch der Mineraloge einen Platz in der Untersuchung. Es ist seine Aufgabe, aus den Proben der Lagerstätte die einzelnen Mineralien und die Art ihrer Verwachsung miteinander festzustellen. Wichtige Hinweise auf die mutmaßliche Entstehung können sich dabei ergeben und anderes. Diese Untersuchungen sind zusätzlich auch für die Aufbereitung wichtig, weil sie anzeigen, wieweit man das Erz vermahlen muß, um die wertvollen, aber verwachsenen Mineralien freizulegen. Auf diesem Faktor beruht der Erfolg jeder Aufbereitung, deren Ziel es ja ist, das taube Gestein vom haltigen zu trennen, also Erzkonzentrate zu schaffen und taube Berge, wie wir sagen, abzustoßen. Kommt die Mineralogie zu kurz, kann es große und kostspielige Fehlentscheidungen bei der weiteren Planung geben.

Das Endziel einer jeden Exploration ist es, möglichst genau die vorhandenen Erzreserven und vor allem ihre Gehalte an nutzbaren Mineralien festzustellen. Beides ist wichtig; ohne das eine hat auch das andere keinen Sinn. Die Berechnung der vorhandenen Mengen, die wir Reserven nennen wollen, ist eine geometrische Aufgabe, für die es viele Methoden gibt. Andererseits basiert die Feststellung der Gehalte auf der sog. Probenahme, die zu den wichtigsten Aufgaben des Montangeologen gehört. Hauptsächlich bedient man sich hierzu der Bohrkerne, die Meter für Meter analysiert werden. Sind Strecken, Querschläge und Schächte bereits in die Lagerstätte vorgetrieben, bemustert man diese. Die Auswertung aller dieser Ziffern ist eine große Aufgabe, die sich mathematischer Methoden aus der Statistik und Fehlerrechnung bedient und mit Hilfe von Komputern ausgeführt werden kann.

An diesem Punkt der Untersuchungen setzt die wirtschaftliche Betrachtung, von der wir anfangs sprachen, sehr bewußt ein. Man muß sich darüber rechnerisch ins Klare kommen, was denn technisch und vor allem wirtschaftlich noch als Erz gilt und was nicht. Man ermittelt also die Bauwürdigkeitsgrenze

(cut-off), die Grenze, die uns angibt, bis zu welchem Metallgehalt man noch wirtschaftlich abbauen kann.

Meiner Ansicht nach muß jeder Geologe in der Lage sein, solchen Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu folgen, ja an ihnen maßgebend mitzuarbeiten. Dazu gehört, das erforderliche Kapital zu bestimmen, die Produktionskosten zu ermitteln und schließlich den möglichen Brutto-Gewinn festzustellen, der unter anderem einmal dazu dient, das investierte Kapital abzuschreiben und zu verzinsen, zum anderen aber um einen Neuwert zu schaffen, um das «wasting assett», das nun einmal eine Lagerstätte ist, zu ersetzen, und endlich einen dem Risiko entsprechenden Gewinn zu garantieren. Die Kapitalien, die heute zum Aufschluß einer Lagerstätte und zur Errichtung eines Bergwerks erforderlich sind, sind beträchtlich.

Als Beispiel möge ein Kupfervorkommen dienen, das auf der Insel Bougainville, nahe Neu-Guinea, Australien, liegt und 1972 in Betrieb kommen soll. Die Untersuchungsarbeiten begannen 1964. Man hat mitten im Urwald ein Vorkommen von 900 Mio Tonnen Erz mit einem Gehalt von 0,48 % Cu festgestellt. Die Grube wurde auf eine Tagesförderung von 90 000 t pro Tag ausgelegt, was etwa 150 000 t Cu pro Jahr entspricht. Das ganze Projekt wird rd. $ 400 Mio verschlingen, darin sind enthalten Infrastruktur, Siedlungen für 11 000 Menschen, Grube, Aufbereitung und Hafen.

Ein anderes Kupfervorkommen, das von Palabora im Transvaal, kostete anfänglich rd. $ 100 Mio für eine Tagesförderung von 33 000 t Erz, welches etwa 0,6 % Cu enthält. Hier betrugen die durch Bohrungen festgestellten Reserven etwa 315 Mio t. Aber rund 41 400 m müßten gebohrt und 1600 m Strecken getrieben werden!

Bei beiden Gruben handelt es sich um Einrichtungen großer Leistungen, aber auch kleinere Gruben erfordern beträchliche Kapitalien. Eine neuerdings geplante Scheelitgrube von einer Leistung von rd. 500 Tagestonnen erfordert ein Kapital von rd. $ 10 Mio! Wenn wir an diese Investitionen denken und gleichzeitig das Risiko, das dem Bergbau nun einmal eigen ist, berücksichtigen, wird sehr deutlich, welche große Verantwortlichkeit die Geologen tragen, in deren Händen die Untersuchung liegt und auf deren Angaben die Gelder investiert werden mit dem Endziel, ein wirtschaftlich arbeitendes Bergwerk zu eröffnen.