

### **3.3. Bergwirtschaftliche Überlegungen und Folgerungen**

Von R. NÖTSTALLER

#### **Entwicklungstendenzen in der Rohstoffwirtschaft**

Um den für eine Einordnung der Forschungsergebnisse erforderlichen Hintergrund zu schaffen, erscheint es zweckmäßig, zunächst die Entwicklungstendenzen in der Mineralrohstoffwirtschaft einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Der Schwerpunkt soll dabei der Entwicklung des Rohstoffbedarfes und der Rohstoffverfügbarkeit gewidmet werden.

Die Rohstoffwirtschaft des zu Ende gehenden 20. Jahrhunderts ist geprägt durch einen tiefgreifenden Strukturwandel von nie dagewesener Dynamik. Mehrere signifikante Entwicklungen lassen sich hierbei beobachten, darunter insbesondere:

1. Ein Trend zu effizienterem und sparsamerem Energie- und Rohstoffeinsatz infolge leistungsfähigerer Werkstoffe, neuer Technologien und innovativer Produktgestaltung;
2. die Substitution einzelner mineralischer Rohstoffe durch andere mineralische Rohstoffe oder neue Materialien mit besseren Eigenschaften oder günstigerem Preis-Leistungs-Verhältnis;
3. die zunehmende Bedeutung der Wiederverwertung von Alt- und Abfallstoffen aus Gründen der Schonung der Umwelt;
4. eine weltweit wachsende Umweltsensibilität, welche die Rohstoffgewinnung alten Stils mit ihren Eingriffen in Natur- und Kulturlandschaften und den damit verbundenen Schadstoffemissionen in steigendem Maße ablehnt;
5. die Verlangsamung des Bevölkerungswachstums in den hochentwickelten Industriestaaten, bei weiterhin hohem Bevölkerungswachstum in den Entwicklungsländern;
6. die Umstellung der Wirtschaftssysteme der ehemaligen Planwirtschaftsländer auf Marktwirtschaft und die Konversion der Rüstungsproduktion auf die Herstellung von Konsumgütern;
7. die zunehmende Sättigung im Bereich des Marktes der dauerhaften Konsumgüter in den westlichen Industriestaaten, verbunden mit sinkenden Verbrauchsintensitäten bei den traditionellen Rohstoffen.

Die dargestellten Entwicklungen wirken sich insgesamt dämpfend auf die Nachfrage nach Primärrohstoffen aus. In den westlichen Industriestaaten sind entsprechend bei den sogenannten alten Rohstoffen wie Eisen, Blei, Kupfer, Zink und Zinn seit vielen Jahren sinkende Verbrauchsintensitäten, ausgedrückt in kg Rohstoffverbrauch pro Mio. US- $\text{\$}$  Bruttoinlandsprodukt, zu verzeichnen (RADETZKI, 1988). In den Entwicklungsländern sind im Gegensatz dazu als Folge des Industrialisierungsprozesses auch bei den alten Rohstoffen nach wie vor steigende Verbrauchsintensitäten zu beobachten (DORIAN, 1990).

Ähnliches gilt für die Gruppe der jüngeren Rohstoffe, welche insbesondere Aluminium, Chrom, Mangan, Molybdän, Nickel und Vanadium umfaßt. Während Entwicklungsländer aller Entwicklungsstufen steigende Verbrauchsintensitäten aufweisen, zeigen die diesbezüglichen Vergleichswerte in den hochentwickelten Industriestaaten bereits eine sinkende Tendenz. Demgegenüber weist die Gruppe der jungen Rohstoffe, welche vorwiegend dem Hochtechnologiebereich zuzuordnen sind, wie Kobalt, Germanium, Platingruppenelemente, Seltenen Erden und Titan, in allen Volkswirtschaften steigende Verbrauchsintensitäten auf. Demgemäß wird bei dieser Rohstoffgruppe der Verbrauch voraussichtlich weltweit am stärksten steigen.

Trotz stagnierendem Bevölkerungswachstum werden die westlichen Industriestaaten auch in Zukunft weiterhin ähnlich große Rohstoffmengen verbrauchen wie bisher, um das bestehende hohe Wohlstandsniveau erhalten zu können. Steigende Anteile werden dabei auf Sekundärrohstoffe entfallen. Strengere Umweltschutzgesetze werden es darüber hinaus schwieriger machen, in den dicht besiedelten Industriestaaten neue Bergbau- und Hüttenkapazitäten zu schaffen. Wachsende Anteile des Rohstoffbedarfes dieser Staatengruppe werden daher aus den großen Bergbauländern, darunter aus den rohstoffproduzierenden Entwicklungsländern, kommen, wodurch die bereits bestehende hohe Importabhängigkeit bei mineralischen Rohstoffen weiter zunehmen wird.

In den weniger entwickelten Volkswirtschaften leben gegenwärtig mehr als drei Viertel der Weltbevölkerung mit einem Pro-Kopf-Einkommen, das zum überwiegenden Teil erheblich unter dem Weltdurchschnittswert liegt. Auch in den meisten ehemaligen Planwirtschaftsländern liegt das durchschnittliche Pro-Kopf-Einkommen deutlich unter dem Weltdurchschnitt. Eine Anpassung des Pro-Kopf-Einkommens dieser Länder an das heutige Niveau westlicher Industriestaaten ist nur sehr langfristig und nur in Verbindung mit beträchtlich steigendem Rohstoffverbrauch möglich.

Dazu kommt, daß in den Entwicklungsländern die Bevölkerung weiterhin rasch wächst. Nach einschlägigen Schätzungen wird dadurch die Weltbevölkerung bis zum Jahre 2025 um 3 Mrd. auf rd. 8,3 Mrd. Menschen anwachsen (World Bank, 1992). Dies bedeutet, daß allein auf Grund des Wachstums der Weltbevölkerung, d.h. bei gleichbleibendem globalem Wohlstandsniveau und Wohlstandsgefälle, der Rohstoffbedarf innerhalb einer Generation gegenüber dem gegenwärtigen Niveau deutlich wachsen wird.

Bedingt durch den kombinierten Effekt von Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum ist daher trotz weiterhin zu erwartender Erfolge im Bereich des Re-

cyclings und des effizienteren Rohstoffeinsatzes in der langfristigen Sicht eine beträchtliche Zunahme im Weltrohstoffbedarf unvermeidlich. Sie wird primär in den Entwicklungsländern und in den ehemaligen Planwirtschaftsländern zu verzeichnen sein. Angesichts des unverändert hohen Rohstoffverbrauches der hochentwickelten Industriestaaten ist dabei mit einem zunehmenden internationalen Wettbewerb um mineralische Rohstoffe zu rechnen.

Das Wachstum im Rohstoffbedarf wird die meisten derzeit genutzten mineralischen Rohstoffe betreffen, die größten Wachstumsraten werden jedoch bei den jungen Rohstoffen auftreten. Auch im Bereich der Industriemineralien ist mit hohen Zuwachsraten zu rechnen, da viele dieser Rohstoffe für die Erzeugung von Werkstoffen Verwendung finden, welche zunehmend metallische Werkstoffe substituieren.

Neben den jungen Rohstoffen, welche als Materialien für Hochtechnologien die größten Wachstumsraten aufweisen werden und deren Verbrauch sich primär auf die hochentwickelten Industriestaaten konzentrieren wird, kommt den im Hinblick auf den Mengenbedarf bei weitem dominierenden Rohstoffen für traditionelle Einsatzbereiche weiterhin unverändert eine Schlüsselrolle in der Rohstoffwirtschaft zu. Sie betrifft das wirtschaftliche Wachstum der weniger entwickelten Volkswirtschaften ebenso wie die Erhaltung des erreichten hohen Wohlstandsniveaus in den Industriestaaten.

Vor diesem Hintergrund sind die traditionellen Rohstoffe strenggenommen als die eigentlichen Zukunftsrohstoffe zu betrachten. Dieser Sachverhalt sollte daher ungeachtet des wachsenden Einsatzes neuer Rohstoffe für Hochtechnologiebereiche bei der Gestaltung von Schwerpunkten der Rohstoffforschung weiterhin entsprechende Berücksichtigung finden. Ein breiter angelegter Forschungsschwerpunkt mit dem Ziel der Entwicklung innovativer bergtechnischer Verfahren zur wirtschaftlichen Gewinnung armer Lagerstätten traditioneller und neuer Rohstoffe, erscheint in diesem Zusammenhang durchaus auch für die heimische Rohstoffforschung von Interesse zu sein. Die laufenden Forschungsarbeiten des U.S. Bureau of Mines zur chemisch-bakteriellen Laugung verschiedener Metalle im Bohrlochbergbau ebenso wie aus konventionell gewonnenem Haufwerk seien hierzu als Beispiel genannt (OLSON, 1992).

In der globalen Sicht ist die Rohstoffverfügbarkeit abhängig von der Anzahl und Größe der durch Prospektion entdeckten und durch Exploration untersuchten Vorkommen mineralischer Rohstoffe sowie von deren Bauwürdigkeit. Eine Voraussetzung für die Rohstoffverfügbarkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt bildet darüber hinaus die zeitgerechte Errichtung entsprechender Bergbaukapazitäten auf den als bauwürdig nachgewiesenen Vorkommen oder Vorkommensteilen. Neben der angesprochenen geologischen und technisch-wirtschaftlichen Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe ist dabei grundsätzlich auch noch deren ökologische und politische Verfügbarkeit von Bedeutung (FETTWEIS, 1981).

Bauwürdigkeit, ausgedrückt in einfachen betriebswirtschaftlichen Begriffen, liegt dann vor, wenn die einer Mengeneinheit des abgebauten Rohstoffes zurechenbaren Erlöse die diesbezüglichen Kosten übersteigen. Sowohl die Erlöse als auch die Kosten, die beim Abbau einer Lagerstätte entstehen, unterliegen dabei einer großen

Zahl von Einflußgrößen, die in komplexen dynamischen Zusammenhängen verknüpft sind. Dazu zählen neben den Bedingungen der Absatz- und Faktormärkte der Stand der Technik sowie eine Reihe von Standortbedingungen, wie Infrastruktur, Topographie, Klima und politische Rahmenbedingungen. Besonderes Gewicht kommt darüber hinaus den geologisch bestimmten Einflußgrößen der Lagerstättenqualität, der Lagerstättenbonität und der Lagerstättenquantität zu (FETTWEIS, 1990). Da ein großer Teil der Einflußgrößen im Zeitablauf Änderungen erfährt, darunter vor allem diejenigen im Bereich der Absatz- und Faktormärkte sowie des Standes der Technik, ist auch die Bauwürdigkeit entsprechenden Veränderungen unterworfen.

Je nach Qualität der Lagerstättegegebenheiten und der sonstigen Bedingungen bestehen, bedingt durch die Vielzahl der Einflußgrößen, auch bei ein und demselben mineralischen Rohstoff große Unterschiede in den Kosten von Bergwerken. Entsprechend groß ist bei gegebenem Erlösniveau die Bandbreite der sich aus der Differenz von Erlösen und Kosten ergebenden Überschüsse, der sogenannten Bergwerksrenten.

Zur Illustration dieses Sachverhaltes seien die durchschnittlichen ausgabenwirksamen Betriebskosten des Weltkupferbergbaues betrachtet. In diesem Bergbauzweig lag die Bandbreite der Bergbaubetriebskosten der Produzentenländer im Jahre 1988 zwischen 15 und 61 US cents/lb Metall, diejenige der Gesamtbetriebskosten zwischen 34 und 128 US cents/lb Metall. Die Schwankungsbreite der Betriebskosten einzelner Bergwerke war dabei noch wesentlich größer. Es ist offensichtlich, daß bei derartigen Kostenunterschieden Kupferproduzenten wie Chile, Australien und Kanada angesichts ihrer niedrigen Kosten einen wesentlichen komparativen Vorteil gegenüber den anderen Produzentenländern besitzen, der ihnen auch in Perioden fallender Kupferpreise eine angemessene Bergwerksrente sichert (PORTER and PETERSON, 1992).

Als ein wenig beachteter, wenngleich für zahlreiche Rohstoffe eminent wichtiger Bauwürdigkeitsfaktor, ist schließlich der Wechselkurs zu nennen. Die relative Wertsteigerung der westeuropäischen Hartwährungen gegenüber dem US-\$, in welchem viele Rohstoffe international gehandelt werden, hat die Wettbewerbsfähigkeit des Bergbaus in diesen Ländern empfindlich geschwächt. Auch die wirtschaftlichen Probleme des heimischen Blei-Zink-Bergbaus ebenso wie des Wolfram-Bergbaus sind zu einem erheblichen Teil auf diesen Tatbestand zurückzuführen. Demgegenüber tragen manche rohstoffexportierende Entwicklungsländer durch eine Politik der laufenden Abwertung ihrer Währung gegenüber dem US-\$ zu einer Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ihrer Bergwerke bei.

Aus den dargelegten Zusammenhängen wird erkennbar, daß in einer nationalen Sicht nicht die Frage der Mengenverfügbarkeit eines Rohstoffes allein von Bedeutung sein kann, entscheidend ist vielmehr die Mengenverfügbarkeit in Abhängigkeit von den dazugehörigen Kosten. Vorrangiges Ziel der heimischen Rohstoffforschung muß es demgemäß sein, solche bauwürdige Rohstoffvorkommen zu finden, die zu niedrigen Kosten gewonnen werden können, um der heimischen Wirtschaft einen komparativen Vorteil im internationalen Wettbewerb zu ermöglichen.

Zu betonen bleibt, daß angesichts des dynamischen Charakters der Bauwürdigkeit eine einmal vorgenommene Beurteilung nationaler Rohstoffvorkommen auch nur zeitlich begrenzt aussagefähig ist. Neben neuen Einsatzgebieten für mineralische Rohstoffe und neuen geowissenschaftlichen Erkenntnissen bildet daher insbesondere der Tatbestand der Dynamik der Einflußgrößen einen Anlaß, die periodische Neubeurteilung der Rohstoffvorkommen als Bestandteil einer integrierten Rohstoffforschung zu betrachten. Das gegenständliche Forschungsvorhaben besitzt auch unter diesem Gesichtspunkt eine besondere Aktualität.

### **Folgerungen aus bergwirtschaftlicher Sicht**

Die Untersuchungen der einzelnen Technologiebereiche bestätigen, daß die traditionell in großem Umfang genutzten mineralischen Rohstoffe auch in den Werkstoffen für Zukunftstechnologien in dominierendem Maße vertreten sind. So kommt bei den metallischen Werkstoffen für Hochtechnologiebereiche nach wie vor den Legierungen auf Basis von NE-Metallen und Stahlveredlern größte Bedeutung zu. In gleicher Weise bauen die Werkstoffe der Hochleistungskeramik ebenso wie diejenigen mit besonderen magnetischen Eigenschaften primär auf Rohstoffen auf, die schon bisher in größerem Umfang genutzt wurden. Lediglich einige wenige Rohstoffe, darunter die Zeolithe, Gallium, Indium und die Seltenen Erden, treten als neuere Rohstoffe im Hochtechnologieeinsatz stärker hervor.

Gemessen an den traditionellen Einsatzgebieten ist der Mengenbedarf an Roh- und Grundstoffen mineralischer Herkunft in den betrachteten Zukunftstechnologien freilich allgemein gering. Obwohl Angaben zum zukünftigen Mengenbedarf weitgehend fehlen, sind die größten Bedarfsmengen bei den Grund- und Werkstoffen aus dem Bereich Steine, Erden und Industriemineralien zu erwarten. Die geringsten Bedarfsmengen werden indessen bei den Spezialmetallen für den elektronischen und optoelektronischen Einsatz zu verzeichnen sein.

Ungeachtet der geringen absoluten Bedarfsmengen ist mit hohen Zuwachsraten beim Mengenverbrauch der Zukunftsrohstoffe zu rechnen. Auf dem Gebiet der elektronischen Funktionswerkstoffe, der Hochleistungskeramik und der Verbundwerkstoffe wird für die nächsten Jahre ein Marktwachstum im Bereich von 10 bis 20% p.a. erwartet. Die Zuwachsraten des Rohstoffverbrauches im Hochtechnologiebereich liegen damit um eine Größenordnung über den Vergleichswerten in den meisten traditionellen Einsatzgebieten. Sämtliche in den Hochtechnologiebereichen zum Einsatz kommenden mineralischen Rohstoffe zeichnen sich weltweit auch längerfristig betrachtet durch ausreichende Verfügbarkeit aus. Angesichts der vergleichsweise geringen absoluten Verbrauchsmengen sind trotz hoher Zuwachsraten demzufolge keine Engpässe in der Rohstoffversorgung zu erwarten.

Dazu kommt, daß auf Grund der hohen Anforderungen an die Homogenität und Reinheit der Rohstoffe in bestimmten Einsatzbereichen, wie etwa in der Hochleistungskeramik im Gegensatz zur klassischen Keramik, natürliche Rohstoffe nur selten in Betracht kommen. Verwendet werden in der Regel synthetische Pulver, welche auf chemischem Wege aus mineralischen Primärrohstoffen hergestellt wer-

den. Auch bei den Zukunftsrohstoffen aus dem Bereich Steine, Erden und Industrieminerale spielt die synthetische Erzeugung von Werkstoffen, wie etwa von Zeolithen, eine zunehmende Rolle. Demgegenüber kommen bei den metallischen Werkstoffen für den Hochtechnologieeinsatz wegen der ebenfalls vielfach geforderten Reinheit fast ausschließlich Primärrohstoffe zum Einsatz. Sekundärrohstoffe werden hingegen vorwiegend für minderwertige Legierungen verwendet.

Die im Hinblick auf die Mengenverfügbarkeit mineralischer Rohstoffe für den Hochtechnologieeinsatz getroffenen Aussagen bedürfen freilich einiger Kommentare aus bergwirtschaftlicher Sicht. Zutreffend ist, daß bei keinem der in den behandelten Zukunftstechnologien verwendeten mineralischen Rohstoffe in absehbarer Zeit mit einer Verknappung zu rechnen ist. Unbestreitbar ist ferner, daß für den Hochtechnologieeinsatz relativ kleine Rohstoffmengen erforderlich sind und der Preis der Rohstoffe in Relation zum Wert der daraus erzeugten Werkstoffe und Produkte gering ist. Entscheidend für den Erfolg einer auf der Verarbeitung mineralischer Rohstoffe aufbauenden, wirtschaftlichen Tätigkeit ist jedoch nicht die Mengenverfügbarkeit *per se*, sondern vielmehr die Frage, zu welchen Kosten qualitativ geeignete Rohstoffe bereitgestellt werden können. Dies gilt ungeachtet der vergleichsweise kleinen im Hochtechnologieeinsatz benötigten Rohstoffmengen.

Es gibt eine Vielzahl von Einflußgrößen, die maßgebend dafür sind, zu welchen Kosten ein Rohstoffvorkommen gewonnen werden kann. Entsprechend groß sind die Unterschiede in den Produktionskosten von Lagerstätten ein und desselben Rohstoffes und somit die bei ihrer Gewinnung erzielbaren Bergwerksrenten. Auf Grund dieses Sachverhaltes bedeutet die Verfügbarkeit von Rohstoffvorräten, welche dank der Gunst der Lagerstättegegebenheiten zu geringen Kosten abgebaut werden können, stets einen entsprechenden Wettbewerbsvorteil.

Auch die Aussage, daß der Rohstoffverfügbarkeit im Hinblick auf die Standortentscheidung im Falle von Zukunftstechnologien lediglich untergeordnete Bedeutung zukommt, ist dementsprechend zu relativieren. Ein durch die Lagerstättengunst gegebener natürlicher Wettbewerbsvorteil in Gestalt eines niedrigen Einstandspreises für einen heimischen Rohstoff bildet ohne Zweifel auch in diesem Bereich einen wesentlichen Impuls, der die Entwicklung nachgelagerter Produktionen begünstigt.

Ein anschauliches Beispiel hierzu bietet Lithium, ein Metall, das zu den Zukunftsrohstoffen zu zählen ist. Die führenden Produzenten von hochwertigen Lithiumverbindungen in der Welt sind seit vielen Jahren die US-amerikanischen Unternehmen FMC Corporation, Lithium Division (früher Lithium Corporation of America) und Cyprus Foote Mineral Co. Die Verfügbarkeit großer Spodumenlagerstätten in North Carolina mit Wertstoffgehalten von 1,4 bis 1,5%  $\text{Li}_2\text{O}$  hat die Entwicklung dieser bedeutenden Produktionskapazitäten bereits vor mehreren Jahrzehnten möglich gemacht. Seit der Entdeckung der reichen Spodumenlagerstätte Greenbushes in West-Australien mit Gehalten von 2,5 bis 4%  $\text{Li}_2\text{O}$ , auf der seit 1986 eine Gewinnung im Tagebau zu sehr günstigen Kosten erfolgt, wird der Lithiumkonzentratmarkt allerdings dominiert von Gwalia Consolidated Ltd., dem Eigentümer dieses Bergbaues. In beiden Fällen entstand eine marktdominierende Position erst als Folge der Verfügbarkeit entsprechender Lagerstätten.

Bis zur Entdeckung der Reicherzlagerstätte Greenbushes war im übrigen auch das österreichische Spodumenvorkommen auf der Koralpe, das im Hinblick auf den Lithiumgehalt mit den amerikanischen Lagerstätten vergleichbar ist, durchaus als bergwirtschaftlich interessant zu beurteilen. Ausschlaggebend für die mangelnde Bauwürdigkeit des Vorkommens war nicht zuletzt jedoch auch die Entwicklung des Wechselkurses öS/US-\$, der von 22 öS/US-\$ im Jahre 1985 bis Ende 1987 auf 12 öS/US-\$ zurückging. Wäre das Vorkommen auf der Koralpe einige Jahrzehnte zuvor entdeckt worden, so wäre fraglos auch in Österreich die Entwicklung einer hochwertigen Lithiumproduktion möglich gewesen. Dies wäre auch heute noch möglich, wenn das österreichische Vorkommen ähnlich günstige Lagerstätteneigenschaften aufweisen würde wie die australische Lagerstätte Greenbushes oder wenn der US-\$ dauerhaft auf seinen früheren Wert zurückkehren würde.

Wie die einschlägigen Erfahrungen zeigen, entstehen aus der Verfügbarkeit bauwürdiger Rohstoffvorräte sehr wohl entscheidende Impulse für die Entwicklung innovativer industrieller Entwicklungen. Dieser Zusammenhang gilt unverändert auch für Produktionen, die dem Bereich fortschrittlicher Technologien zuzurechnen sind. Entsprechend ist eine auf die Bereitstellung kostengünstig gewinnbarer Rohstoffvorräte ausgerichtete Rohstoffforschung im Bereich der Hochtechnologie ebenso erforderlich wie im Bereich der traditionellen Einsatzgebiete.

Die günstigsten Perspektiven für eine erfolgreiche zukünftige Rohstoffforschung in Österreich bietet der Bereich der Steine, Erden und Industrieminerale auf Grund der Vielzahl der als hoffig beurteilten Vorkommen. Darüber hinaus bestehen in Österreich auf dem Gebiete der Herstellung feinkörniger, hochwertiger Pulver sowohl bei Schichtsilikaten als auch bei Karbonatgesteinen international wettbewerbsfähige, industrielle Kapazitäten. Es ist daher naheliegend, weitere Forschungsaktivitäten im Sinne der Zielsetzung des gegenständlichen Forschungsvorhabens primär auf diese Rohstoffgruppe zu konzentrieren.

Konkreter Anlaß eines Folgeforschungsprojektes im Bereich der Steine, Erden und Industrieminerale ist der Tatbestand, daß trotz der großen Zahl hoffiger Vorkommen mit wenigen Ausnahmen keine Aussagen über deren Bauwürdigkeit gemacht werden können. Dies bedeutet, daß der abschließende und entscheidende Schritt der Rohstoffforschung, der Nachweis der Bauwürdigkeit, völlig offen ist. Solange jedoch keine Aussage über die Bauwürdigkeit dieser zahlreichen Vorkommen möglich ist, kann auch kein Nutzen aus den im Zuge der bisher erfolgten Rohstoffforschung getätigten hohen Aufwendungen gezogen werden.

Ziel eines neuen Forschungsvorhabens sollte daher eine systematische bergwirtschaftliche Auswertung der in der Lagerstätteninventur erfaßten zahlreichen Objekte sein. Dabei sollten die bekannten Vorkommen und Fundpunkte stufenweise einer bergwirtschaftlichen Beurteilung im Sinne der Empfehlungen der Önorm G 1050 „Klassifikation von Vorkommen fester mineralischer Rohstoffe“ zugeführt werden. Einem Forschungsvorhaben dieses Inhaltes kommt nicht zuletzt im Hinblick auf die erst kürzlich eingeleitete Forschungsinitiative des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung mit der Bezeichnung „Nachhaltige Entwicklung österreichischer Kulturlandschaften“ eine besondere Aktualität zu.

In Anbetracht der großen Zahl der erfaßten Objekte und des Umfanges der für eine abschließende Beurteilung erforderlichen Daten, ist eine schrittweise Projektdurchführung unumgänglich. Vorzuschlagen ist dabei als erster Schritt eine EDV-gestützte Rangreihung der erfaßten Objekte in mehrere Klassen abnehmender Attraktivität nach Schlüsselkriterien wie Datenverfügbarkeit, Objektgröße, Rohstoffqualität und Zugriffsmöglichkeit gemessen an den Prioritäten der Raumplanung und -nutzung. In einem zweiten Schritt ist dann für die zuvorderst gereihten Objektklassen die Datenverdichtung im Wege von Teilprojekten soweit vorzunehmen, daß im dritten Schritt ein bergwirtschaftlicher Befund über deren Bauwürdigkeit ausgestellt werden kann.

Bei dem vorgestellten Folgeforschungsprojekt handelt es sich nicht zuletzt auf Grund der Vielzahl der zu überprüfenden Objekte um ein Großvorhaben mit längerfristiger Laufzeit. Es erscheint daher zweckmäßig, ein eigenes einschlägig ausgerichtetes Forschungsinstitut, jedenfalls aber eine entsprechende Forschungsstelle, zum Zwecke der Durchführung des Projektes einzurichten. Die Einrichtung eines eigenen Forschungsinstitutes ist vor allem im Hinblick auf die in den vergangenen zwei Jahrzehnten durchgeführten, eingehenden und umfangreichen Untersuchungen des Bundesgebietes in besonderer Weise gerechtfertigt. Nur durch eine systematische Überleitung der im Zuge dieser Arbeiten gewonnenen wertvollen geowissenschaftlichen Grundlagen in eine für die wirtschaftliche Verwertbarkeit brauchbare Form entstehen die Voraussetzungen dafür, die vorgenommenen beträchtlichen Investitionen in die einschlägige Grundlagenforschung für die Ziele der heimischen Rohstoffwirtschaft umzusetzen.

In einer weiteren Phase könnten dem Institut auch andere einschlägige Aufgaben übertragen werden, wie die Ausweitung der bergwirtschaftlichen Beurteilung auf die in der Lagerstätteninventur erfaßten Vorkommen von Metallerzen. Der Hinweis, wonach möglicherweise auf Grund mangelnder bergwirtschaftlicher Bewertungsparameter eine zu vorsichtige Beurteilung des wirtschaftlichen Potentials bekannter Vererzungen erfolgte, gibt hierzu Anlaß.

Unabhängig davon erscheint angesichts der heimischen Rohstoffsituation, welche geprägt ist durch die Verfügbarkeit einer großen Zahl marginaler und submarginaler Vorkommen, die Einrichtung eines speziell auf die Nutzung armer Lagerstätten ausgerichteten zweiten Forschungsschwerpunktes sinnvoll. Als ein diesbezüglicher Ansatz ist die Entwicklung innovativer bergtechnischer Verfahren zur wirtschaftlichen Gewinnung geringhaltiger Metallerzlagertstätten zu nennen, wie etwa durch chemische oder bakterielle Laugung im Bohrlochbergbau oder in konventionellen bergmännischen Grubenbauen. Der angesprochenen Entwicklung direkter Gewinnungsverfahren, welche ohne umfangreiche Haufwerksbewegungen und Landschaftseingriffe betrieben werden können, ist ungeachtet wirtschaftlicher Erwägungen auch im Hinblick auf ihre ökologische Relevanz eine besondere Bedeutung zuzumessen.

Als drittes ist schließlich ein auf die Untersuchung der langfristigen Entwicklung der Nachfrage nach mineralischen Primärrohstoffen ausgerichtetes Forschungsvorhaben anzuregen. In diesem Bereich besteht auch international ein erhebliches Forschungsdefizit. Einem derartigen Projekt kommt insbesondere im



Hinblick auf die zu erwartenden dynamischen Veränderungen in der Rohstoffwirtschaft, darunter im Bereich der Wiederverwertung von Alt- und Abfallstoffen, des zunehmend sparsameren Stoffeinsatzes und der Gesetzgebung zur Abfallvermeidung, eine hohe Aktualität zu. Das Vorhaben könnte dabei, aufbauend auf die von der Obersten Bergbehörde seit einigen Jahren betriebene Erfassung und Publikation der Welt-Bergbau-Daten, die auch international Beachtung gefunden hat, entwickelt werden.

### **Literatur-Auswahl**

- (1) RADETZKI, M., January 1988. Structural Changes in World Metal Industries. Mining Magazine. London. S. 29–33.
- (2) DORIAN, J. P. et al. November 1990. The USSR, China, India and the world metals industry to 2010. Natural Resources Forum. New York. S. 258–270.
- (3) The World Bank. 1992. World Development Report 1992. Development and the Environment. Oxford University Press. New York. 308 S.
- (4) OLSON, J. J. 1992. Fortgeschrittene Konzepte für den Selektiv-Abbau. XV. Weltbergbau-Kongreß. Madrid. S. 61–71.
- (5) FETTWEIS, G. B. 1981. Bergmännische Gesichtspunkte der Rohstoffversorgung. In: Rohstoffe und Energie in Österreich. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien. S. 17–65.
- (6) FETTWEIS, G. B. 1990. Der Produktionsfaktor Lagerstätte. In: SIEGFRIED VON WAHL (Herausgeber). Bergwirtschaft, Band I: Die elementaren Produktionsfaktoren des Bergbaubetriebs. Verlag Glückauf. S. 1–148.
- (7) PORTER, K. E., and PETERSON, G. R. 1992. The Availability of Primary Copper in Market Economy Countries. US Bureau of Mines. Information Circular IC 9310. 26 S.