

Mitt. österr. geol. Ges.	78 (1985) Festschrift W. E. Petrascheck	S. 61-66	Wien, 11. März 1986
--------------------------	---	----------	---------------------

Die Grundlagen der Prospektion

Von Walter J. SCHMIDT

Zusammenfassung

Vier grundsätzliche Vorgangsweisen bei der Prospektion werden beschrieben: Zufallsfund, Analogieschluß, neue Idee, voraussetzungslose Prospektion.

Summary

Four principal approaches to prospection are described: chance discovery, analogy, new idea, unbiased prospection.

Es gibt nur wenige mineralische Rohstoffe, die man derzeit nicht aus bereits in der Natur vorgebildeten Anreicherungen gewinnt. Ausnahmen sind Salz-, Kali- und Magnesiumgewinnung aus dem Meer (Süßwassergewinnung aus dem Meer könnte man hier ebenfalls nennen), Stickstoff aus der Luft. Ansonsten ist es hinsichtlich einer Gewinnung nicht schon natürlich angereicherter mineralischer Rohstoffe über Versuche nicht hinausgekommen (Aluminium oder Kali aus gesteinsbildenden Silikaten, Uran oder Gold aus dem Meer). Der Grund für diese Situation ist, daß uns die Natur den kritischen Teil der Arbeit abnimmt, indem sie die von uns gebrauchten mineralischen Rohstoffe an vielen Stellen in für uns ausreichendem Ausmaß angereichert hat. Die Herausforderung an uns in dieser Hinsicht liegt also nicht darin, Anreicherungen mineralischer Rohstoffe aus ihrer allgemeinen Verteilung heraus zu schaffen, sondern darin, die von der Natur bereits geschaffenen Anreicherungen zu finden (natürlich diese dann den Umständen entsprechend weiter anzureichern, aufzubereiten und zu verarbeiten). Wir leben also im Grunde genommen in einem sorglosen Zustand des Überflusses, analog dem Jäger und Sammler.

Obwohl wir heute noch nicht in allen Fällen wissen, warum eine Anreicherung mineralischer Rohstoffe an einer bestimmten Stelle und in einem bestimmten Ausmaß erfolgt, unterliegt es doch keinem Zweifel, daß Art und Verteilung der Anreicherungen nicht willkürlich sind, sondern bestimmten Gesetzen folgen. Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß es für das Aufsuchen weiterer Anreicherungen von Vorteil ist, diese Gesetzmäßigkeiten zu erfassen.

Es muß aber auch damit gerechnet werden, daß wir noch nicht – wahrscheinlich nie – wirklich so umfassende Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten der mineralischen Anreicherungen erlangen werden, daß wir entsprechende weitere Anreicherungen auf Grund dieser Gesetzmäßigkeiten genau lokalisieren können. Wir werden also zusätzlich zum Studium der Gesetzmäßigkeiten der mineralischen Anreicherungen und der Anwendung dieser Erkenntnisse, nicht umhin können, Suchmethoden

spezifischer Art für die genauere Lokalisierung zu entwickeln und anzuwenden. Dies überdies aber auch deshalb, um gegebenenfalls solche Anreicherungen zu finden, für die es noch keine Vorbilder gibt.

Die Prospektionstätigkeit – die Suche nach mineralischen Anreicherungen – umfaßt somit zwei Bereiche: einmal das Studium der mineralischen Anreicherungen (Genese, Vergesellschaftung, Milieu) und die Auswertung dieses Studiums, und zum zweiten die Entwicklung und Anwendung von Methoden, solche Anreicherungen mit verschiedensten Hilfsmitteln konkret aufzufinden (Geologie, Fernerkundung, Geophysik, Geochemie).

Das Studium der mineralischen Anreicherungen, die Lagerstättenkunde, hat eine große und alte Tradition, unsere Erkenntnisse sind sehr weit gediehen, die Literatur darüber ist heute nahezu unerschöpflich. Der Jubilar, dem diese Festschrift gewidmet ist, nimmt eine führende Rolle auf diesem Gebiet ein.

Die Suchmethoden waren über lange Zeiten nahezu stagnierend und eigentlich erst in unserem Jahrhundert, im Grunde genommen erst in den letzten Jahrzehnten, erfuhren sie eine stürmische Entwicklung. Welche Verzögerung wohl einerseits damit zusammenhängt, daß die Notwendigkeit für sie nicht so offensichtlich war – der Bedarf an mineralischen Rohstoffen war meist unproblematisch zu decken – andererseits sind die Möglichkeiten für sie überhaupt erst in allerletzter Zeit geschaffen worden (als markantestes Beispiel sei auf die erst mit der Entwicklung der Raumfahrt mögliche Fernerkundung verwiesen, aber auch auf die Entwicklung der Elektronik und der Analytik).

Über dieser Fülle an lagerstättenkundlichem Wissen und methodischen Möglichkeiten darf man aber nicht die Grundlagen vergessen, die zur Anwendung dieses Wissens und dieser Möglichkeiten ermächtigen. Diese Grundlagen zeichnen sich bereits in den vorhergehenden Überlegungen ab.

Obzwar von Geowissenschaftlern und Bergleuten nicht gerne gehört, muß darauf hingewiesen werden, daß die ersten Lagerstätten mineralischer Rohstoffe zufällig gefunden wurden. Und es gibt solche Zufallsfunde bis heute und wird sie auch immer wieder geben. Allerdings hat sich ihre Zahl verringert und sie stellen heute nur mehr Ausnahmefälle dar. Wobei man dabei gar nicht so sehr an autodidaktische, einsame Prospektoren zu denken braucht, die in bisher noch nie untersuchten Gegenden auf einen Erzausbiß stoßen – etwas, das in der Tat heute kaum mehr zu erwarten ist – sondern es können Zufallsfunde für Materialien erwartet werden, die in der Vergangenheit kein Interesse beanspruchten, womit dann Chancen für einen solchen Zufallsfund oberflächennahe noch gegeben erscheinen. Viel häufiger allerdings wird ein Zufallsfund auftreten, wenn im Zuge der Suche nach einem bestimmten Material (auch) ein anderes gefunden wird (z. B. Kohle in einer Erdölbohrung).

Vor allem deshalb müssen wir also nach wie vor die Möglichkeit eines Zufallsfundes in Betracht ziehen. Somit haben Zufallsfunde nicht nur in der Vergangenheit die Grundlagen für das Studium der mineralischen Anreicherungen geliefert, sondern wir können und müssen auch heute noch mit dieser Möglichkeit rechnen.

Also erstes grundlegendes Prinzip der Prospektion: ZUFALLSFUND.

Kann man die Chancen für einen Zufallsfund beeinflussen, verbessern? Sicherlich ist dies möglich mit dem Ausmaß des Aufwandes. Womit dann allerdings die

Grenzen gegenüber einem weiteren, noch zu besprechenden Prospektionsprinzip – nämlich der „voraussetzungslosen Prospektion“ – verschwimmen.

Diese Zufallsfundmöglichkeit mag aus heutiger Sicht vielleicht nicht attraktiv aussehen, auch einer wissenschaftlichen Betrachtungsweise nicht entsprechen, wir dürfen aber nicht vergessen, daß sie die Grundlage für das nächste zu besprechende Prospektionsprinzip darstellen, nämlich den Analogieschluß. Ohne eine einmal bereits gefundene Anreicherung kann eine solche ja nicht studiert werden und dementsprechend könnten auch keine Schlüsse auf eventuelle weitere analoge Anreicherungen gezogen werden. Es kann nur das studiert werden, was für ein Studium zur Verfügung steht.

Also ist der Zufallsfund letzten Endes der Ausgangspunkt für das zweite grundlegende Prinzip der Prospektion: ANALOGIESCHLUSS.

Der Analogieschluß stellt heute das wichtigste und allgemein angewendete Prinzip bei der Suche nach mineralischen Rohstoffen dar. Die Erfolge bei seiner Anwendung sind groß, dem wissenschaftlichen Geist ist offene Bahn geboten. Die Überlegung ist, das geologische Milieu der bekannten Anreicherung zu erfassen und dann den Schluß zu ziehen, daß sich in einem entsprechenden Milieu an anderer Stelle eine entsprechende Anreicherung befindet. Unsere Erfahrungen diesbezüglich sind mit dem Wissen um die bereits gefundenen Anreicherungen und die allgemeinen geologischen Verhältnisse heute weltweit überaus weit fortgeschritten.

Allerdings zeigen sich auch hier Probleme. Und zwar neben dem grundsätzlichen Mangel, daß man nur bereits Bekanntes auf andere regionale Bereiche anwenden und mit diesem Prinzip niemals einen neuen Lagerstättentyp finden kann, ist dies die Abhängigkeit von quantitativen und qualitativen Faktoren, die sich nur teilweise beherrschen lassen.

Wenn das Wissen nicht umfassend ist – und das ist ja wohl nicht möglich – muß sektorenweise vorgegangen werden. Und dabei hängt der Erfolg eben einerseits vom Umfang des vorhandenen Wissens (bedeutend dabei die Erfahrung) ab: Quantität, und andererseits von der Verarbeitung (Bewältigung) dieses Wissens: Qualität. Nun läßt sich die Quantität sicher in weitem Maße steuern, sie hängt eigentlich nur von der Bereitschaft zu größerem Aufwand ab, aber es ergeben sich dabei ökonomische Grenzen (auch zeitlicher Natur). Hinsichtlich der Qualität kann zwar eine Auswahl getroffen werden, man setzt die besten Köpfe ein, aber darüber hinaus läßt sich dieser Faktor nicht steuern (und welches sind die besten Köpfe? wer beurteilt das?).

Man wird in jeder dieser Hinsichten jeweils nur eine Annäherung erreichen. Aber zumindest sind diese Faktoren beeinflussbar. Den grundlegend begrenzenden Faktor, daß man mit Analogieschlüssen nichts Neues finden kann, kann man nur dadurch überwinden, daß man über Analogieschlüsse hinausgeht und neue Ideen, neue Konzepte, neue Modelle im Geiste entwickelt.

Das wäre dann das dritte grundlegende Prinzip der Prospektion: NEUE IDEE.

Wobei man natürlich die bereits vorhandenen Erkenntnisse nicht ungenützt lassen wird.

Allerdings ist die Entwicklung neuer Ideen mit großen Schwierigkeiten verbunden. Nicht nur ist es schon grundsätzlich schwer, völlig neue Gedankengebäude zu errichten, es erweist sich dann noch viel schwerer, die Möglichkeit zu finden, eine

solche neue Idee auch ihrer praktischen Probe zu unterziehen. Während es meist kein Problem ist, beim Aufzeigen einer klaren Analogie das nötige Verständnis und die nötige Unterstützung für den Versuch einer praktischen Nutzung zu erhalten. Und ist das Ergebnis negativ, schadet dies – in Abwesenheit grober Irrtümer – dem Proponenten nicht und auch nicht dem Finanzier. Ganz anders bei der Entwicklung neuer Ideen. Man denke nur an die Vorstellung des Vorhandenseins von Lagerstätten anorganisch gebildeter Kohlenwasserstoffe in tieferen Bereichen unserer Lithosphäre, die ihrem Proponenten bisher nicht nur keine Möglichkeit zum praktischen Nachweis, sondern vielfach nur Hohn und Spott erbracht hat (womit ich nicht auf die Realistik dieser konkreten Überlegung eingehen, sondern nur das Prinzip drastisch darstellen will).

Noch mehr als bei dem Prinzip des Analogieschlusses kommt es bei der Entwicklung neuer Ideen auf die Qualität derjenigen an, die solche Ideen entwickeln. Und auf den Weitblick und die Toleranz derjenigen, die über die Anwendung solcher neuer Ideen unterscheiden, seien es staatliche oder private Stellen. Mehr Weitblick und mehr Toleranz wären wohl angezeigt und würden wohl auch Früchte bringen. Leider ist unsere Situation im Hinblick auf dieses Prinzip wohl am schwächsten. Was uns und unserer Zeit ein Armutszeugnis ausstellt. Sowohl hinsichtlich der Kapazität, solche neue Ideen zu entwickeln, als auch hinsichtlich der Bereitschaft, solchen neuen Ideen eine Chance zu geben.

Sehr viel optimistischer kann man die Möglichkeiten des vierten und letzten Prinzips für Prospektion einschätzen – es scheint der Einstellung, den Tendenzen unserer Zeit sehr viel besser zu entsprechen.

Dabei handelt es sich nämlich darum, lediglich die vorhandenen Suchtechniken uneingeschränkt einzusetzen, ohne Vorannahmen und ohne Berücksichtigung früherer Erkenntnisse, daher VORAUSSETZUNGSLOSE PROSPEKTION genannt.

Die Überlegung ist dabei, daß wir heute so viele Hilfsmittel zur Hand haben und sie auch so rationell einsetzen können, daß wir auf alle anderen Überlegungen verzichten können.

Damit sind wir nicht auf den Zufall angewiesen, vermeiden die Begrenzungen des Analogieschlusses, brauchen keine neuen genialen Gedanken.

Wenn wir die heute verfügbaren Methoden voll anwenden, müssen wir in den untersuchten Bereichen alles Vorhandene finden.

Es hat Spielereien gegeben, in den USA alle bisher durchgeführten Erdölbohrungen gleichmäßig auf das gesamte Land verteilt vorzustellen, also ohne Rücksicht auf die geologischen Verhältnisse, und es hat sich herausgestellt, daß auch dabei alle bisher gefundenen Kohlenwasserstoffvorkommen gefunden worden wären. Ohne auf die technischen Einzelheiten dieses Versuches einzugehen – ein Versuch, der sicher viele Probleme offenläßt und daher bestreitbar ist – soll damit nur das Prinzip klar gemacht werden.

Der einzige Wermutstropfen in diesem an sich faszinierenden Szenario ist nur der, daß der Aufwand im Regelfall nicht in einem einladenden Verhältnis zum Gewinn steht. D. h. wenn man wirklich alles erfassen will, muß man so viel und so genau untersuchen, daß der Vorgang absurd wird. Es zeigt sich also auch bei diesem Prinzip eine Begrenzung, die eine Anwendung nur in besonders gelagerten Fällen

erlaubt. Allerdings ist es offensichtlich, daß die Tendenz in diese Richtung geht. Mit der Verfeinerung der verfügbaren Methoden, mit ihrer zeitlichen Raffung, mit ihrer Verbilligung, ist es möglich, dieses Prinzip mehr und immer weiter anzuwenden. Die Aerogeophysik erlaubt bereits sehr große Gebiete in vieler Hinsicht rasch und billig zu erfassen, der ungeheure Fortschritt auf dem Gebiet der Analytik läßt Ähnliches auf dem Gebiet der Geochemie erwarten, die rasch fortschreitende zerstörungsfreie Eindringtiefe neuer Verfahren in Grenzbereichen der Geophysik macht uns von den zufälligen Aufschlüssen der Natur unabhängig, ohne kostspielige Bohr- oder Erschließungsarbeiten.

Dieses Prinzip findet seine Anwendung vor allem in der Kohlenwasserstoffprospektion, die wie auf so vielen Gebieten auch hier bahnbrechend ist. Mitunter genügt heute schon als einzige Voraussetzung für eine Kohlenwasserstoffprospektion der Nachweis der Anwesenheit von Sedimenten und damit ist eigentlich die Rolle der Geologie schon ausgespielt – alles weitere erfolgt dann sozusagen „automatisch“.

Es wurde vom Verfasser früher für dieses vierte Prinzip oft der Ausdruck „statistische Methodik“ verwendet. Da der Begriff der „Statistik“ aber vor allem in der Mathematik eine festgelegte Bedeutung hat, die sich nicht deckt mit dem, was hier gemeint ist, scheint es ratsam, von dem Gebrauch des Wortes „statistisch“ im gegebenen Zusammenhang abzusehen und es durch „voraussetzungslos“, englisch „unbiased“, zu ersetzen. Gemeint ist damit jedenfalls z. B. die Festlegung irgendwelcher Meßpunkte in einem vorgegebenen bestimmten Muster, ohne Rücksicht auf geologische, morphologische oder auch logistische Gegebenheiten. Damit kann zwar einerseits eine erhebliche und ganz offensichtliche Vergeudung von Mitteln verbunden sein (weil eventuell erfahrungsgemäß hoffnungslose Bereiche mit einbezogen werden), aber andererseits wird sichergestellt, daß auch unerwartete Fakten erfaßt werden (womit sich die „offensichtliche“ Vergeudung auf eine „eventuelle“ Vergeudung reduziert).

Für die Praxis ergibt sich zusammenfassend, daß unter den heute gegebenen Umständen wohl eine Kombination der angeführten Prinzipien am angemessensten erscheint, gegebenenfalls unter Betonung des einen oder des anderen. Es wurde ja auch schon darauf hingewiesen, daß es zwischen ihnen fließende Grenzen gibt.

Grundsätzlich aber bleibt, daß alle diese Überlegungen nur solange gelten, als wir mit den von der Natur vorgebildeten Anreicherungen das Auslangen finden. Wobei grundsätzlich vorerst diesbezüglich Bedenken nicht angezeigt erscheinen.

Allerdings könnte sich dies für manche Bereiche und unter manchen Umständen ändern. Denn die Verteilung der von der Natur vorgegebenen Anreicherungen auf unserer Erde ist recht unterschiedlich. Menschliche Einflüsse könnten dazu führen, daß der derzeit weltweit funktionierende Austausch von Gütern, der jedenfalls alle wichtigeren Länder umfaßt und diese ungleiche Verteilung der mineralischen Rohstoffe ausgleicht, gestört wird. Dann müßten andere Überlegungen zum Zuge kommen, die sich dann nicht auf das Suchen nach den von der Natur vorgegebenen Lagerstätten beschränken, sondern in welchem Fall sich dann unser menschlicher Geist anstrengen müßte, aus den weitgehend überall, wenngleich in sehr geringen Anteilen – also ohne natürliche Anreicherung – vorhandenen Gegebenheiten die Materialien zu gewinnen, die wir eben brauchen. Die eingangs erwähnten Versuche der Aluminiumgewinnung aus gesteinsbildenden Silikaten, die ja gerade

von den heutigen Großmächten, die eben zufällig nicht über ausreichende Lagerstätten des bisher günstigsten Ausgangsmaterials für dieses Metall, Bauxit, verfügen, deuten in eine solche Richtung.

Anthropogen verursachte Störungen erscheinen eher möglich, als daß es weltweit, selbst bei funktionierender Weltwirtschaft, zu einem echten Mangel an gewissen mineralischen Rohstoffen kommen könnte, was dann ebenfalls zu Maßnahmen wie den aufgezeigten führen müßte.

Daß aber diesbezüglich eine gewisse Kapazität und Flexibilität besteht, bezeugt die rasche Reaktion der Produktionsunternehmen bei unterschiedlichen Gehalten der Lagerstätten. Eine allgemeine und grundsätzliche Tendenz zu niedrigeren Gehalten, die sich in den letzten Jahrzehnten abzuzeichnen schien, zeigte sich in der letzten Entwicklung lediglich als wirtschaftlich bedingt. Große Vorkommen mit niedrigen Gehalten erwiesen sich bei starkem und langdauerndem (angenommenem) Bedarf als wirtschaftlich günstiger als kleinere mit hohen Gehalten, waren jedoch bei einem stärkeren und länger dauernden Rückgang der Nachfrage nicht in Produktion zu halten und zu wenig flexibel (auch vom eingesetzten Kapital her), um sich den geänderten Verhältnissen jeweils anpassen zu können. Lagerstätten mit hohen Gehalten, auch wenn sie mengenmäßig klein waren und Unregelmäßigkeiten im Aufbau aufwiesen, konnten sich diesen Änderungen wesentlich besser (und rascher) anpassen. Die Tendenz zur Akzeptierung (oder die Notwendigkeit mangels Alternativen) immer geringerer Gehalte in den Lagerstätten erscheint also nicht geologisch bedingt und funktioniert, gesteuert von wirtschaftlichen Überlegungen, auch keineswegs als Einbahnstraße.

Damit wird der Verlust des Begriffes „Lagerstätte“ – als Konsequenz der Akzeptierung immer niedrigerer Gehalte – zumindest in diesem Zusammenhang nicht aktuell.

Mit der Hoffnung, daß die Vernunft (oder doch zumindest das Vorteilsdenken) letzten Endes doch immer vorherrschen wird, ergibt sich für uns jedenfalls der Schluß, daß wir auch weiterhin nach Anreicherungen mineralischer Rohstoffe suchen werden und dafür ist es notwendig, sich nicht nur über die technischen Vorgangsweisen der Suche, sondern auch über die fundamentalen Grundlagen einer solchen Suche ins Klare zu kommen.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 17. Juli 1985