

stellen. Dabei sind alle relevanten Einflüsse mit ihren wirtschaftlichen Wirkungen zu berücksichtigen.

Von großer Bedeutung sind dabei Überlegungen hinsichtlich einer kürzeren und/oder geringeren Kapitalbindung.

Als Entscheidungshilfe bieten sich finanzmathematische Lösungsansätze an, die in bestimmten Fällen auf einfachste Rechenoperationen reduziert werden können.

#### Literaturverzeichnis

<sup>1</sup> Albach, H.: Investition und Liquidität. Th. Gabler, Wiesbaden 1962. — <sup>2</sup> Hinterhuber, H. H.: Innovationsdynamik und Unternehmensführung. Springer-Verlag, Wien 1975. — <sup>3</sup> Jurecka, W.: Kosten und Leistungen von Baumaschinen. Springer-Verlag, Wien-New York 1975. — <sup>4</sup> Korak, J., P. N. Martens und G. Zöllner: Ladergeräte für den Festgestein-Tagebau — ein Betriebsmittelvergleich. *f + h — fördern und heben* 28 (1978), Nr. 12. — <sup>5</sup> Lechner, E. M.: Zum Problem des Einsatzes von Löffelbaggern oder Radschaufelladern (Radladern) beim Wegfüllen des Haufwerkes in Tagebauen. BHM 1970, Heft 6. —

<sup>6</sup> Leffson, U.: Programmiertes Lehrbuch der Investitionsrechnung. Verlag Th. Gabler, Wiesbaden 1973. — <sup>7</sup> Lennings, M.: Investitionsentscheidungen im Bergbau bei begrenzten Mitteln. Glückauf 1965, Heft 2. — <sup>8</sup> Neumann, K.: Operations Research Verfahren, Band II. Carl Hanser Verlag, München-Wien 1977. — <sup>9</sup> Schneider, E.: Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Tübingen und Zürich 1961. — <sup>10</sup> Terborgh, G.: Leitfaden der betrieblichen Investitionspolitik. Deutsche Übersetzung von H. Albach, Wiesbaden 1962. — <sup>11</sup> Trechsel, F.: Investitionsplanung und Investitionsrechnung. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart 1973. — <sup>12</sup> WIFI-Führungsinformation: Leasing. Merkblatt A 18. — <sup>13</sup> WIFI-Führungsinformation: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Investitionen. Merkblatt A 21. — <sup>14</sup> Wahl, S. von: Die Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf den Bergbaubetrieb. Glückauf Forschungshefte 1970, Heft 3. — <sup>15</sup> Wirobal, K. H.: Die wirtschaftliche Grenze zwischen Tagebau und Untertagebau auf der Basis der Investitionsrechnung. BHM 1978, Heft 4. — <sup>16</sup> Wirobal, K. H.: Die optimale Nutzungsdauer von Steinbruchmaschinen. BHM 1980, Heft 2.

Dipl.-Ing. Dr. mont. Karl H. Wirobal  
Lahn 109  
A-4830 Hallstatt/Osterreich

## Untertägige Eigenpotentialmessungen in den Bergbauen Großkogel bei Brixlegg und Falkenstein bei Schwaz

Von H. Wöbking, Brixlegg  
Mit 8 Abbildungen

### 1. Einleitung

Die Methode der Eigenpotentialmessungen zur Indikation von sulfidischen Vererzungen hat im letzten Jahrzehnt ein wenig an Bedeutung verloren, wenn man ihre Verwendung vergleicht mit der Anwendung von IP- oder EM-Verfahren zur Erzprospektion<sup>1</sup>. Dabei bietet das Eigenpotentialverfahren (SP) gegenüber den genannten Methoden eine Reihe von Vorteilen, die einerseits durch einfache Geräte, leichte Bedienung derselben, unkomplizierte Meßtechnik und andererseits durch eine unter Umständen gleichwertige Aussagekraft (in bestimmten Fällen) bei relativ einfachen Interpretationsverfahren begründet sind. Insbesondere ist der rasche Meßfortschritt hervorzuheben, der durch schnell herzustellende Kontakte mit dem Erdboden und durch das Ablesen nur einer Meßgröße bedingt ist.

Gemessen werden natürlich entstandene, zeitlich etwa konstante elektrische Spannungen zwischen einer Wander- und einer Referenzelektrode. Eingestreute Wechselfelder, die auf das Leitungsnetz oder auf Induktionsvorgänge von magnetischen Wechselfeldern auf der Sonne bzw. in der Ionosphäre zurückgeführt werden können, werden mittels Tiefpaßfilter ausgesiebt, sofern eine obere Grenzfrequenz von ca. 0,5 Hz nicht unterschritten wird<sup>2</sup>.

Als Ursache für das Auftreten von natürlichen Gleichstrompotentialen im Erdboden können folgende Effekte in Betracht gezogen werden:

a) Wenn zwei Elektrolyte mit verschiedenen Ionengehalten miteinander in Kontakt stehen, treten sogenannte elektroosmotische Potentiale auf.

Die Höhe der meßbaren Spannungen ist abhängig vom Logarithmus des Konzentrationsverhältnisses der Ionen in beiden Flüssigkeiten. Derartige Potentiale werden im allgemeinen in Bohrlöchern bei Kontakten der Spülflüssigkeit mit Salz- oder Mineralwässern festgestellt.

b) Wenn Flüssigkeiten eine poröse Schicht durchdringen, entsteht in Strömungsrichtung ein Potential, das abhängig ist vom spezifischen elektrischen Widerstand, vom Druck und von der Viskosität der Flüssigkeit<sup>3</sup>.

c) Eigenpotentiale im engeren Sinne<sup>2</sup>.

In der Nähe von Erzlagerstätten, die gut leitende sulfidische Erze führen, findet man unter bestimmten Bedingungen charakteristische elektrische Felder, die eine Prospektion nach der sogenannten Eigenpotential- (SP = self potential) Methode zulassen. Die erwähnten Felder treten dort auf, wo ein quasimetallisch (elektronisch) leitender geologischer Körper in einen inhomogenen Elektrolyten eingebettet ist. Inhomogenität des Elektrolyten kann bedeuten:

α) er enthält Bereiche mit verschiedenen Sauerstoffgehalten oder

β) im Ionengehalt des Elektrolyten bestehen Konzentrations- bzw. Qualitätsunterschiede.

α) Wenn ein steilstehender Erzgang mit seinem unteren Teil in sauerstoffarmes, stagnierendes Wasser hineinreicht und wenn sein oberer Teil das Gebiet der sogenannten Sickerzone durchsetzt, eine Zone, in der dem Erz durch das einsickernde Regenwasser sehr viel mehr Sauerstoff zugeführt wird als in der Stagnationszone, so wird der Gang in Oberflächennähe stärker oxidiert als in tieferen Zonen.

Oxidation bedeutet immer Abgabe von Elektronen, d. h., der Erzgang wird in der Oxidationszone (Gossan = eiserner Hut) weniger Elektronen enthalten als im unteren Teil, der Gang wird polarisiert, es fließt ein Elektronenstrom aus dem unteren Bereich des Ganges in den Gossan. Im umgebenden Porenwasser finden elektrolytische Leitungsphänomene statt, positive Ionen wandern in Richtung Gossan und nehmen dort Elektronen auf, negative Ionen werden zum unteren Teil des Ganges bewegt und geben dort Elektronen ab. In den Deckschichten über dem Erz stellt man ein Potentialminimum fest.

Nach Sato<sup>4</sup> und Mooney<sup>5</sup> hat man sich den Mechanismus der Eigenpotentialbildung etwas anders vorzustellen. Die im Sickerwasser vorhandenen Substanzen sind stark oxidiert, in der Stagnationszone liegen dieselben Substanzen in reduzierter Form vor, so daß ein elektrolytisches Redoxpotential auftritt. Ein gut leitender Erzstock, der in beide Zonen hineinragt, führt zu einem Stromfluß im Erz selbst. Die negativen Ionen, die im unteren Teil in direktem Kontakt mit dem Erz stehen, geben überschüssige Elektronen ab, am Gossan findet der umgekehrte Vorgang statt, d. h., positive Ionen wandern nach oben und negative nach unten. Über dem Erzstock beobachtet man ein Potentialminimum bis zu einigen zehntel Volt<sup>6</sup>.

β) Ein seigerer Erzgang, der mit seinem oberen Ende in einen hochkonzentrierten Elektrolyten und mit seinem unteren Teil in einen Elektrolyten geringerer Konzentration eintaucht, führt zu einem Konzentrationspotential, wobei der positive Pol im oberen Teil der Vererzung zu suchen ist; in den Deckschichten ist wieder eine Potentialsenke festzustellen<sup>7</sup>.

- d) An den Formationsgrenzen zweier verschiedener Gesteinsarten sowie an Klüften und Verschiebungsflächen sind ebenfalls elektrische Potentiale feststellbar<sup>8, 9</sup>.

Prinzipiell kann man dann von einem anomalen Eigenpotential auf ein geologisches Ereignis im Sinne des Abschnittes a)–d) schließen, wenn Einflüsse von gleichstrombetriebenen Maschinen (z. B. elektr. Bahnen) ausgeschlossen werden können.

Bei den Messungen werden im allgemeinen Punktabstände von 10 m und mehr verwendet. Die hier beschriebenen Messungen wurden bei Meßpunktabständen von 50 cm ausgeführt. Damit ergab sich zwar eine Vielzahl von Einzelwerten, wie aber in den Abschnitten 5 und 6 gezeigt werden wird, ist die damit zu erzielende Informationsbreite beachtlich.

## 2. Möglichkeiten und Grenzen der SP-Methoden

In der Einleitung sind bereits Bedingungen erwähnt worden, die vorliegen müssen, damit sich die Eigenpotentiale ausbilden bzw. damit sie erfaßt werden können:

- gut ausgebildete Erzstöcke oder Gänge von quasimetallisch leitenden Mineralen (hauptsächlich Sulfide und Graphit);
- Inhomogenitäten im umgebenden Elektrolyten (Wasser) — damit in engem Zusammenhang: durchlässige Deckschichten;

- nicht allzu mächtige Überdeckung des Erzes, um noch einen meßbaren Effekt (mV) zu erhalten.

Damit sind auch indirekt die Grenzen dieser Suchmethode angegeben. In ariden oder relativ trockenen Gebieten, bei hohen Überdeckungen des zu induzierenden geologischen Körpers werden die Eigenpotentiale entweder nicht ausgebildet oder der meßbare Effekt geht im stets vorhandenen Hintergrundwert unter.

Andererseits kann man einer gut ausgebildeten Eigenpotentialkurve über einen Erzkörper folgende Informationen entnehmen:

- Hinweis auf das Vorhandensein einer Vererzung,
- Aussagen über die Teufenlage, und zwar aus der Halbwertsbreite der Potentialsenke,
- Asymmetrien der Potentialkurve lassen Rückschlüsse auf das Einfallen der verursachenden Vererzung zu.

Im Falle von Schichtgrenzen oder Verwerfungen können Aussagen über den Verlauf der Störung gemacht werden — auch wenn die interessierenden Formationen überdeckt sind.

Als Nachteil ist anzugeben, daß nicht zwischen sulfidischen und oxidischen Vererzungen unterschieden werden kann; darüberhinaus werden Eigenpotentialanomalien auch von graphitischen Einlagerungen im Gestein verursacht.

Positiv hervorzuheben sind die unkomplizierten Meßapparaturen, der schnelle Meßfortschritt sowie die relativ einfache Interpretation der Meßkurve.

## 3. Meßmethode und Apparate

Die Methode zur Erfassung der beschriebenen Potentialänderungen besteht darin, daß entweder Profile über das Mutungsgebiet gelegt werden, oder man mißt die Potentiale auf einer Fläche und zeichnet die Äquipotentiallinien.

Die elektrischen Spannungen werden immer in bezug auf eine fix belassene Referenzelektrode, die den Boden nach Möglichkeit außerhalb einer vermuteten Anomalie kontaktieren sollte, gemessen. Mit einer Wanderelektrode wird der Meßbereich abgetastet. Als Elektroden werden sogenannte unpolarisierbare Elektroden verwendet, um alle galvanischen Effekte, die bei Benutzung einfacher metallischer Sonden auftreten könnten, auszuschalten. Die hier beschriebenen Messungen wurden mit einer Cu/CuSO<sub>4</sub>-Elektrode ausgeführt. Ein poröser Tontopf wurde mit einer konzentrierten Kupfersulfatlösung gefüllt, in diese Lösung tauchte ein Stab aus reinem Kupfer, an den die Meßkabel angeklemt werden konnten.

Zur Spannungsanzeige stand ein Millivoltmeter der Firma Scintrex/Kanada zur Verfügung. Der maximale Vollausschlag des Instrumentes betrug 1000 mV. Im 300 mV-Bereich betrug die Ablesegenauigkeit ca. 2 mV. Die Meßkabel, die als elektrische Verbindung zwischen den Elektroden und dem Millivoltmeter dienten, enthielten eine Stahlseele, um den bei längeren Meßstrecken auftretenden Zugbeanspruchungen standhalten zu können. Die Kabel waren auf einer Trommel aufgewickelt, die Spannungen wurden über einen Schleifring abgegriffen. Zwischen Meßgerät und Sonde ist das bereits erwähnte Tiefpaßfilter eingebaut, um hochfrequente Wechselfelder auszuschließen.

#### 4. Prospektionsraum und geologische Situation

Die Messungen wurden in den Fahlerzbergbauen Falkenstein bei Schwaz und Großkogel bei Brixlegg vorgenommen.

##### 4.1 Geologische Situation — Großkogel<sup>10, 11</sup>

Die Schwerspat-Fahlerz-Lagerstätte Großkogel liegt im Hauptzug des paläozoischen Dolomits. Dieser Dolomitzug streicht vom Kitzbühler Raum in WSW-Richtung herüber, ist westlich des Brixentales auf 14 km unterbrochen, hebt sich als landschaftlich hervortretende Felsmauer im Gratspitz SE von Brixlegg wieder an, baut den Großkogel, Reither Kogl und Kleinkogl auf, setzt westlich des Zillertalausganges im Lerchkopf fort und verläuft etwa parallel zum Inntal, um bei Schwaz in dieses einstreichend zu endigen. Dieser geschlossene Karbonatkomplex gehört zur Nordtiroler Grauwackenzone, ist südlich von Wildschönauer Schiefer und westlich von Quarzphylliten begrenzt. Im Bereich Schwaz—Brixlegg und weiter östlich treten die „normalerweise“ nördlich des Inn liegenden Triasformationen auf die Südseite des Inn über und bilden als Buntsandstein mit Basalbreccie von Schwazer Dolomit, massiger gebankter Muschelkalk und Dolomit die Nordgrenze des Schwazer Dolomits (nach Hiessleitner<sup>10</sup>).

Während die im Süden des Schwazer Dolomituzes vorkommenden Schiefer eine vorherrschend flache Lagerung aufweisen, sind die Gesteinszüge des Schwazer Dolomits und der Trias steil aufgerichtet bis nach Norden überkippt (nach Schmidegg<sup>11</sup>).

Nach neuesten Erkenntnissen<sup>12</sup> erfolgte die Sedimentation der Karbonate des Dolomituzes im Unterdevon. Die primäre Platzgreifung der Vererzung fand ebenfalls im Devon statt; dieser Vererzungstyp liegt in Form von diskordanten Gängen vor, die Erzanlieferung erfolgte wahrscheinlich in frühvariszischen Reißklüften und dürfte damit im engen Zusammenhang mit der variszischen Gebirgsbildung und den damit verbundenen Querbeanspruchungen des Dolomitstockes stehen. Die Dolomite wurden in späterer Folge vor allem durch die alpidische Gebirgsbildung tektonisch beansprucht, die ursprüngliche Vererzung wurde zum Teil mobilisiert und schichtgebunden mitabgelagert — dieser Vererzungstyp ist somit vor allem im mittleren Schwazer Dolomit vorherrschend.

Im oberen Schwazer Dolomit finden sich ebenfalls geringfügige Anreicherungen jüngerer Erzmobilisate.

Als Sonderform treten schlauchartige, unter einem Winkel von 70—80° einfallende Erzkörper auf, die Durchmesser bis zu 100 m aufweisen.

Vor allem als Folge der alpidischen Gebirgsbildung kam es an Klüften und Bewegungsflächen zu Verstellungen und Verdrehungen der Gesteinskörper. Es fallen besonders Verschiebungen an steilen Klüften NNE bis NE auf, wobei jeweils der östliche Teil nach Norden vorgeschoben wurde. An den dabei auftretenden Fugen wurden Teile des Schiefers wie Zungen zwischen die Dolomitschollen eingepreßt; als Beispiele seien die Grünwiesestörung (Grenze Groß- und Kleinkogl) sowie Bereiche des Krummörterrevieres im Bergbau Falkenstein bei Schwaz genannt.

#### Vererzungen des Bergbaues Großkogel<sup>11</sup>

Das hier vorkommende Erz ist ein silberhaltiges Antimon-Kupfer-Fahlerz. Eine besondere Eigenheit dieser Lagerstätte ist das Vorkommen von Baryt.

Die Lagerstätte Großkogel entspricht dem Typus des schlauchartigen Vorkommens als Breccienfüllung. Durch eine steilachsige Verbiegung und Verfaltung des Dolomits ist eine ziemlich steil stehende Auflockerungszone entstanden, die zu Zerbrehungen und zur Bildung von Hohlräumen geführt hat. Darin setzte sich neu gebildeter Dolomit, dann Fahlerz und schließlich Baryt in oft reichlicher Menge ab.

Die Abgrenzung des „Erzschlauches“ gegen den nicht in Breccie verwandelten Dolomit ist nur unscharf; durch spätere Bewegungen entlang der Randzone traten steil stehende Bewegungsflächen auf, die zur Ausbildung von sogenannten Blättern führten (Querblatt, Schwerspatblätter, Erzblätter).

Wie frühere Arbeiten gezeigt haben, weisen die Fahlerze quasi metallische Leitfähigkeiten auf; in Kombination mit der relativ hohen Bergfeuchte sind daher im Bereich der Fahlerze SP-Anomalien zu erwarten.

Die im Großkogel auftretenden Baryte sind als sehr schlechte elektrische Leiter einzustufen; es ist auszuschließen, daß reiner Baryt mittels SP-Untersuchungen indiziert werden kann — es sei denn, Baryt läge vergesellschaftet mit Fahlerz vor.

##### 4.2 Bergbau Schwaz — geologische Situation

Der Bergbau Falkenstein liegt östlich von Schwaz — die Abbautätigkeit ist seit dem Mittelalter bekannt. Der Bergbau liegt im Schwazer Dolomit, das abgebaute Mineral ist Fahlerz mit ca. 38 % Cu und 0,5 % Ag. Das Fahlerz (Schwazit) ist ein guter elektrischer Leiter und läßt sich mittels SP-Messungen grundsätzlich erfassen. Als Durchläufer kommt auch im Falkenstein Pyrit vor, der durch SP-Messungen nicht vom Fahlerz unterschieden werden kann.

Arbeiten über die Vererzung des Schwazer Dolomits im Großbereich Schwaz ergaben auch hier eine dem Großkogel analoge Situation. Untersuchungen, die im geotechnischen Institut der BVA Arsenal Wien an Schwefelisotopen durchgeführt wurden, bestätigten die dargelegten Ansichten über die devonische Erzplatznahme<sup>13</sup>.

Während der variszischen Gebirgsbildung wurden diese Sedimente tektonisch beansprucht, es kam zu Brüchen und Faltenbildungen.

Die erste Platznahme des Erzes erfolgte azendent in diskordanten Spalten; einige dieser Spalten mögen bis in den Bereich des Meerwassers vorgedrungen sein, sodaß die aufsteigenden Erzmassen auf dem damaligen Meeresboden flächenhaft verteilt wurden und sich besonders in Erzfallen (Lagunen, Prielen) in Form von Erzschlamm anreicherten. Somit liegt der Vererzungstyp I in diskordanten Spalten aber auch als Erzschlamm schichtgebunden vor, und zwar im unteren Dolomit, der an der Kontaktfläche mit dem Wildschönauer Schiefer durch Quarzfallen gekennzeichnet ist.

Eine zweite Vererzung im höheren (mittleren) Dolomit ist als Mobilisat der ursprünglichen Vererzung anzusprechen; dieser Typ ist weniger reich und kann bereits in der Nähe der Buntsandsteingrenze liegen.

Durch die alpidische Gebirgsbildung fand eine neuerliche tektonische Beanspruchung des Dolomits statt; dabei zerbrach das Sediment in Schollen, welche zum Teil quergestellt, zum Teil übereinander geschichtet wurden, während zwischen die Dolomitschollen schmale Keile von Wildschönauer Schiefern eingepreßt wurden.

Das Erz wurde erneut längs der alpidischen Klüfte mobilisiert und gelangt nun in den oberen Dolomit hinein, ohne allerdings zu hohen, abbauwürdigen Anreicherungen zu führen.

Der obere Dolomit ist durch die Einlagerung von Basalbreccien charakterisiert.

Das allgemeine Streichen des Schwazer Dolomitzuges erfolgt in Richtung NE, zum Teil sind aber die Dolomitschollen so verstellt, daß ein Streichen der Schichten in NW-Richtung vorliegt.

## 5. Meßergebnisse

### 5.1 Bergbau Großkogel

#### a) Bereich Streckenkreuzung — Kramstollen (Abb. 1)

Um den SP-Verlauf im Kreuzungsbereich der Strecken deutlich hervorzuheben, wurde die Darstellung in Abb. 1 gewählt. Bei 9 m im N-Schlag wurde der tiefste Punkt der Anomalie mit  $-24$  mV erreicht. Aus dem Kurvenverlauf ist ersichtlich, daß die zugehörige Vererzung steil nach N einfällt. Die halbe Halbwertsbreite beträgt ca. 15 m.

#### b) SE-Schlag des Kramstollens (Abb. 2)

Im SP-Profil, welches parallel zur Strecke verläuft, treten zwei deutliche Anomalien auf. Beide Potentialsenken sind durch einen unsymmetrischen Verlauf der

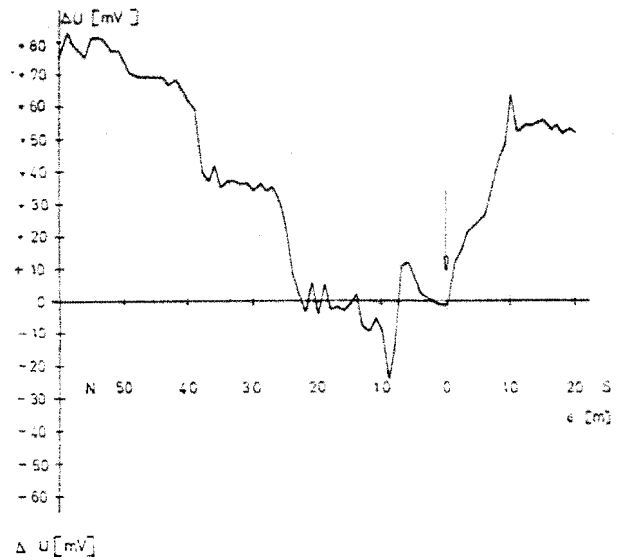


Abb. 1. Bergbau Großkogel bei Brixlegg, Kramstollen, Hauptkreuzung: Eigenpotentiale als Funktion der laufenden Stollenmeter

Potentialkurve gekennzeichnet. Ein Vergleich mit den Standardkurven<sup>1</sup> ergibt für beide Fälle eine etwa nach N steil einfallende Vererzung — unter der Voraussetzung, daß die Vererzung unterhalb des Kramstollenniveaus liegt.

#### Anomalie I:

Die Vererzung dürfte relativ mächtig sein, wie aus der breiten Potentialsenke ersichtlich ist. Die Halbwertsbreite der Potentialsenke beträgt ca. 15 m.

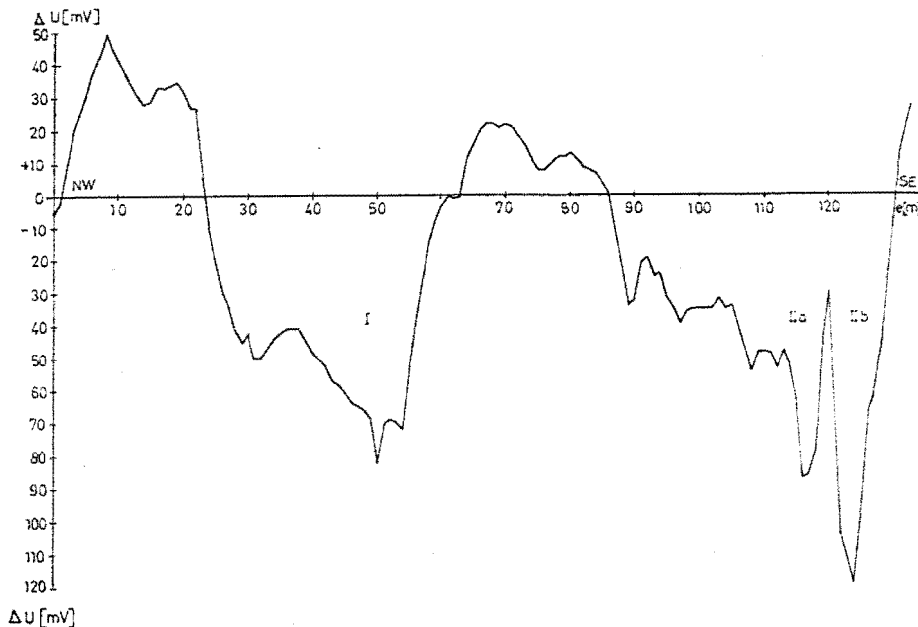


Abb. 2. Bergbau Großkogel Kramstollen, SE-Schlag: Eigenpotentiale (I, II a, II b = Hauptanomalien)

## Anomalie II:

Diese Anomalie wird wahrscheinlich auf zwei benachbarte Erzkörper zurückzuführen sein, wobei der Erzkörper II b näher an der Strecke liegen dürfte als der Erzkörper II a. Für die Anomalie II a ist auch ein etwas flacheres Einfallen der Vererzung festzustellen. Die Vererzung II b ist mehr oder weniger saiger.

## c) SE-Schlag/Georgi-Unterbau (Abb. 3)

Längs des SE-Schlages im Georgi-Unterbau wurden die elektrischen Potentiale in bezug auf eine an der Hauptkreuzung der Stollen fix angebrachte Referenzelektrode gemessen. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 wie-

dergegeben. Es fallen zwei Potentialsenken bei 75—90 m und bei 148 m Stollentiefe auf. Nach den Formeln

$$M = \frac{\sum_i a_i}{n} ; \quad s = \sqrt{\frac{\sum_i (M - a_i)^2}{n}}$$

$M$  = Mittelwert

$n$  = Anzahl der Meßwerte

$a_i$  =  $i$ -ter Einzelmeßwert

$s$  = standard deviation

wurden die Mittelwerte sowie die standard deviation bestimmt.

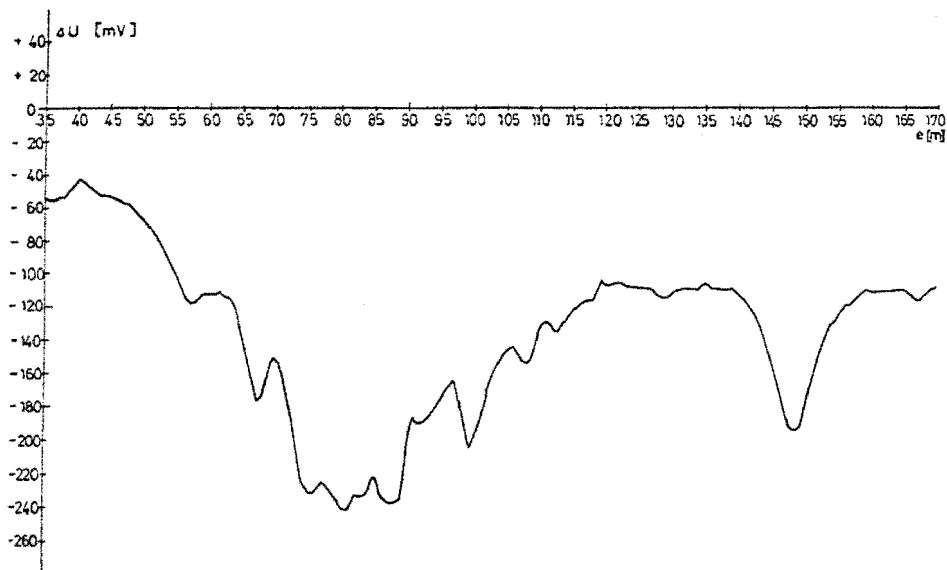


Abb. 3. Bergbau Großkogel, Georgi-Unterbau, SE-Schlag: Eigenpotentiale

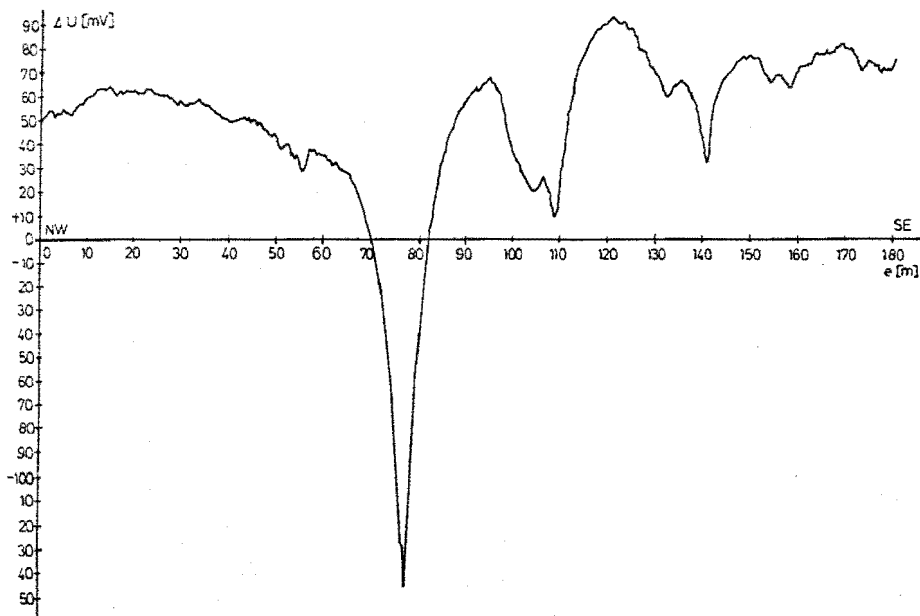


Abb. 4. Bergbau Großkogel, Georgi-Unterbau, Morgenschlag, 2. Abzweig, Eigenpotentiale

Im vorliegenden Fall betrug der Wert

$$\overline{\Delta U} = -115 \text{ mV}; \quad s = 49 \text{ mV}$$

Damit sind alle Bereiche mit Spannungen geringer als  $\Delta U - 3s = -262 \text{ mV}$  als anomal — auch im mathematischen Sinne — zu betrachten. Im vorliegenden Fall traten keine echten Anomalien auf, jedoch sind die festgestellten Potentialminima aus Kenntnis der geologischen Situation heraus noch als Anomalien zu betrachten.

d) Morgenschlag, 2. Abzweigung

In Abb. 4 sind Messungen im 2. Querschlag des Morgenschlages wiedergegeben.

$$\overline{\Delta U} = +49 \text{ mV}; \quad \overline{\Delta U} - 3s = -59 \text{ mV}$$

Hier liegt bei 76 m eine deutliche Anomalie vor, die beiden bei 109 und 141 m festgestellten Minima sind schwer zu deuten, sie könnten auf kleinere, nahe der Stollwand liegende Verwerzungen hinweisen.

## 5.2 Bergbau Falkenstein

a) Parallelstrecke zur Messerschmittthalle (Abb. 5)

$$\overline{\Delta U} = +20 \text{ mV}; \quad \overline{\Delta U} - 3s = -187 \text{ mV}$$

Sowohl bei Streckenmeter 105 als auch bei 125 m liegen deutlich Anomalien vor, die auf gut leitende Ver-

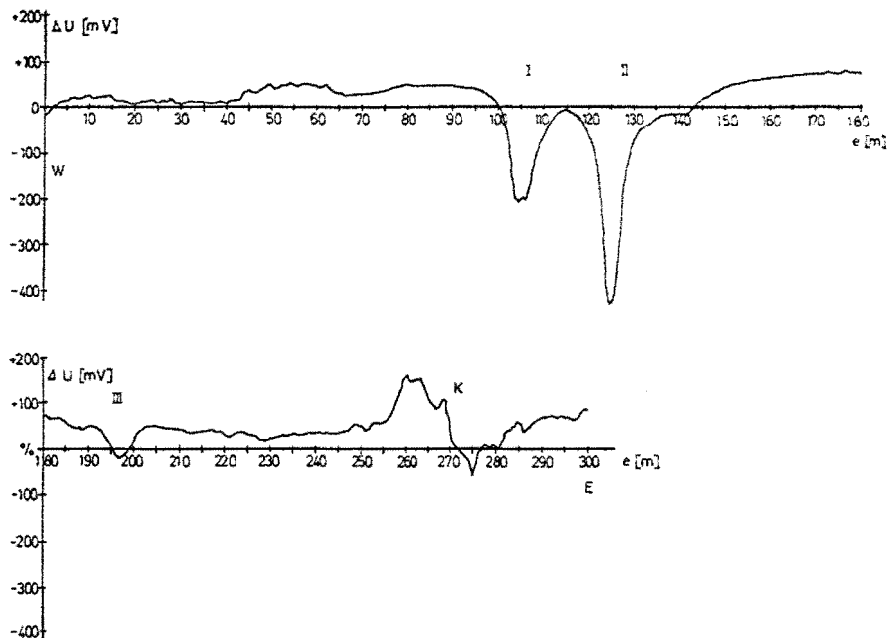


Abb. 5. Bergbau Falkenstein bei Schwaz, Parallelstrecke zur Messerschmittthalle. Eigenpotentiale als Funktion der laufenden Streckenmeter (K = Störung; I, II, III = Anomalien)

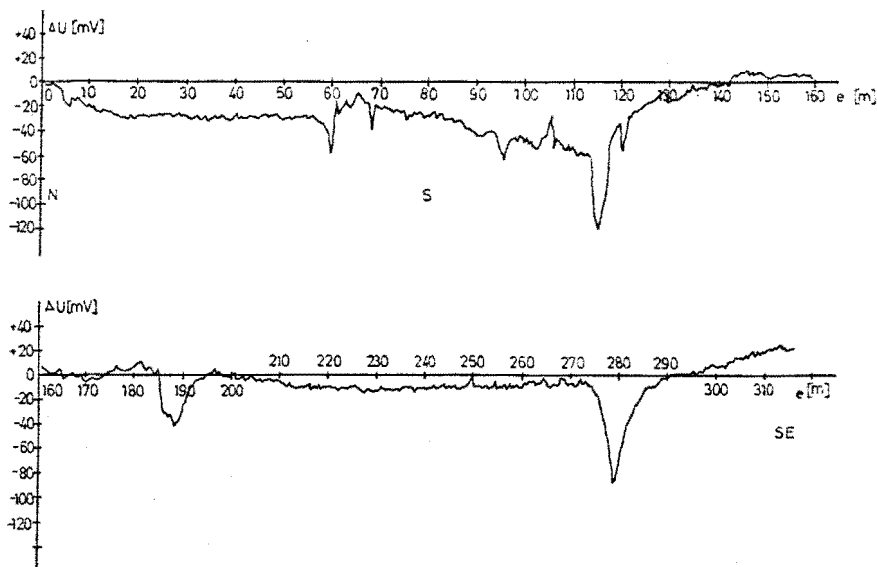


Abb. 6. Bergbau Falkenstein, Kluft M. Eigenpotentiale

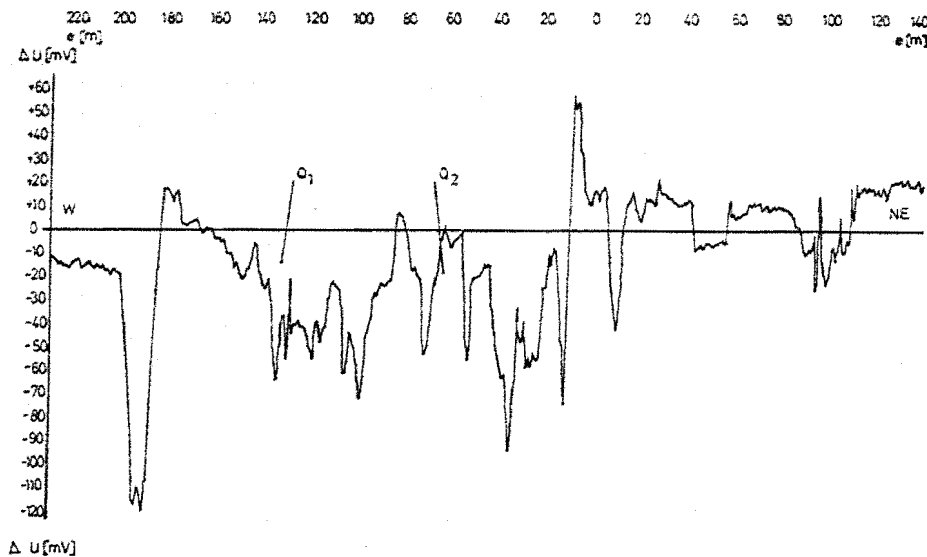


Abb. 7. Bergbau Falkenstein, Sohle —40 m; Eigenpotentiale ( $Q_1, Q_2$  = Störungen)

erzungen hinweisen. Die zwischen 260 und 275 m festgestellten Erscheinungen deuten auf eine Formationsgrenze bzw. auf eine tektonische Störung hin — tatsächlich verläuft hier die Kluft C.

Bei 197 m liegt offensichtlich eine kleine Erzeinsprengung vor.

b) SP-Messungen parallel zu Kluft M (Abb. 6) haben Anomalien bei 112 und 278 m ergeben.

$$\Delta U = -16 \text{ mV}; \quad \Delta U - 3 \text{ s} = -79 \text{ mV}$$

c) Sohle —40 m

Die Messungen wurden vom Schrägschacht aus in westlicher und nordöstlicher Richtung vorgenommen. Die Meßergebnisse sind in Abb. 7 wiedergegeben, und zwar die Spannungen  $\Delta U$  als Funktion der laufenden Streckenmeter. Vermessen wurde die Hauptstrecke.

Westlich des Schrägschachtes wurde eine breite Zone mit SP-Anomalien ermittelt, dieser Anomalienbereich erstreckt sich über 120 Streckenmeter. Darüberhinaus wurde 28 m westlich vom Blindschacht eine weitere markante Anomalie erfaßt; kleinere Anomalien sind nordöstlich vom Schrägschacht zu finden. Die Störungen  $Q_1$  und  $Q_2$  kommen in den SP-Kurven nicht zum Ausdruck.

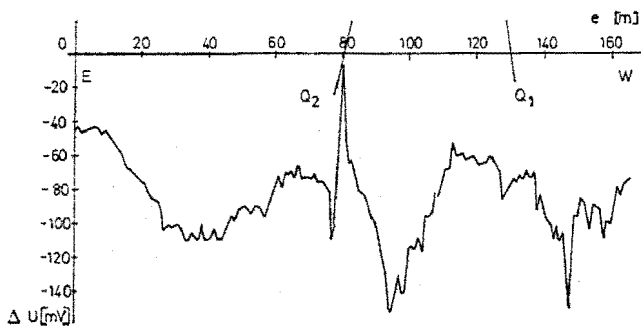


Abb. 8. Bergbau Falkenstein, Sohle —60 m; Eigenpotentiale ( $Q_1, Q_2$  = Störungen)

d) Sohle —60 m

Es traten deutliche Anomalien auf, und zwar bei Streckenmeter 27—44 m, 77 m, 94—99 m und bei 148 m (Abb. 8).

Die Abweichungen der Potentiale fallen auf dieser Sohle markanter aus als auf der höher gelegenen Sohle —40 m. Möglicherweise liegen Erzkörper unterhalb der Sohle —60 m.

## 6. Interpretation der Meßergebnisse

### 6. 1 Bergbau Großkogel

a) Bereich Kramstollen

Die wichtigste Anomalie wurde im Kreuzungsbereich der Hauptstrecke (S-, NW- und SE-Schlag) erhalten. Hier verläuft das Erzhaupblatt, Streichen aufgrund früherer Aufnahmen etwa  $235^\circ$ , Einfallen  $60^\circ$  N. Dieses Fahlerze- und Baryt-führende Blatt wird sehr deutlich indiziert. Es wurde die östliche Begrenzung des sogenannten Erzschlauches, der sich von der Sohle —100 m hinaufzieht, erfaßt. Die zugehörigen Erze bzw. der Baryt wurden in den vom Kreuzungspunkt aus gesehen westlich liegenden, großen Zechen abgebaut.

Im SE-Schlag fallen zwei größere Anomalien auf. Die zugehörigen Vererzungen dürften ebenfalls nach N einfallen bzw. saiger stehen (II b).

Die Anomalie I (Abb. 2) dürfte mit dem sogenannten südlichen Hauptblatt im Zusammenhang stehen. Die Daten dieses Blattes betragen  $225/65^\circ$  N. Dieses Blatt wurde auf dem Horizont Georgi bei früheren Messungen nicht indiziert. Möglicherweise ist dieses Blatt nur in den oberen Bereichen (Kramstollen) vererzt. Dieses Blatt wird ebenfalls im Südschlag des Kramstollens bei 60 m Streckentiefe angezeigt.

Die im SE-Schlag zwischen 116 und 124 m erfaßten Anomalien sind auf bisher unbekannte Vererzungen zurückzuführen. Diese Anomalie läßt sich in Zusammen-

hang bringen mit der im Südschlag bei 120 m festgestellten Potentialsenke sowie einer Potentialsenke im SE-Schlag des Georgi-Unterbaues bei 85 m (Abb. 3).

Auf Grund der hier vorgelegten Messungen und früher durchgeführter IP-Untersuchungen<sup>14</sup> läßt sich für den Bergbau Großkogel ein weiteres unbekanntes „Erzblatt“ im Süden prognostizieren, welches sich im Horizont des Kram-Stollens in zwei Vererzungsbereiche aufspaltet, die durch die Anomalien II a und II b in Abb. 2 aufscheinen.

#### b) Georgi-Unterbau

Die im SE-Schlag bis 80 m auftretenden Anomalien deuten auf eine relativ mächtige Vererzung hin, die sich durch Erzeinsparungen am Ulm bemerkbar macht. Hier schneidet der Stollen das prognostizierte Erzblatt.

Die im zweiten Abzweig des Morgenschlags aufscheinende Hauptanomalie steht im engen Zusammenhang mit der Vererzung des „unbenannten Ganges“, der im Hangenden bereits abgebaut wurde. Dieser Erzgang steht steil, was auch in der Symmetrie der Potentialsenke zum Ausdruck kommt.

### 6.2 Bergbau Falkenstein/Schwaz

Hier liegen ähnliche Vererzungen wie im Bergbau Großkogel vor, nur daß im Bereich des alten Krummörterreviers bereits auch der untere Schwazer Dolomit angefahren wurde. Im Schwazer Revier sind die Dolomitpakete längs der bekannten Klüfte M, C, B und andere gegeneinander zum Teil um beträchtliche Strecken verschoben, sodaß in diesem Revier alle Arten der aufgeführten Vererzungstypen anzutreffen sind. Die Vererzung ist Schwazit, d. h. ein quecksilberreiches Fahlerz.

In der Parallelstrecke zur Messerschmitthalle wurden bei Streckenmeter 105 und 125 m anomale geoelektrische Werte festgestellt; die nach den neuesten mineralogischen Untersuchungen bei 105 m auf Fahlerze und bei 125 m auf Pyritanreicherungen zurückzuführen sein dürften. Bei 194 m liegt eine dünne Erzschicht vor, während in der Messerschmitthalle die sog. Kluft C gequert wurde, was sich in der typischen Form der SP-Kurve widerspiegelt (Abb. 5). Die Messungen, die in Abb. 6 wiedergegeben sind, wurden parallel zur Kluft M ausgeführt; die Anomalien bei 115 und 278 m deuten auf Vererzungen hin, welche nur geringmächtig sind und steil nach SE einfallen.

Die Strecken der Sohlen —40 und —60 m liegen im Bereich eines zum Teil noch deutlich erkennbaren Erzblattes, das von der Sohle Null schräg nach Süden einfällt und Erzmächtigkeiten bis zu 40 cm aufweist. Wie den Hohlräumen auf den beprobten Sohlen zu entnehmen ist, wurden die Fahlerze dieses Blattes zum Großteil abgebaut; die noch bestehenden Hohlräume lassen darauf schließen, daß die Gesamtmächtigkeit der Ver-

erzung die oben angegebenen 40 cm wahrscheinlich weit übertroffen hat.

Es ist zu beobachten, daß die Vererzung lateral, d. h. in Ost-West-Richtung, immer wieder auskeilt und zum Teil gänzlich auf einigen Metern unterbrochen ist; so lassen sich die gemessenen Einzelanomalien auf den Sohlen zwanglos erklären. Es ist sicher anzunehmen, daß große Teile der Vererzung zwischen den einzelnen Sohlen und tiefer als —60 m anzutreffen sind.

Untersuchungsbohrungen sollten an den Punkten, wo anomale Spannungswerte gemessen wurden, angesetzt werden.

### 6.3 Zusammenfassung

Die im Bergbau Großkogel durchgeführten SP-Messungen haben für einen zukünftigen Bergbau 2 relevante Ergebnisse gezeigt:

- Es wurde ein bisher unbekanntes, im Süden gelegenes Erzblatt indiziert.
- Im Bereich des Erzhauptblattes sind wahrscheinlich noch größere Mengen an Erzvorräten vorhanden.

Für den Bergbau Falkenstein können aufgrund der SP-Messungen (bestätigt durch IP-Untersuchungen<sup>14</sup>) Bereiche angegeben werden, wo die in Zukunft geplanten Suchbohrungen angesetzt werden sollten:

Krummörterrevier

- Parallelstrecke zur Messerschmitthalle,
- Tiefbau zwischen Sohle —40 und —60 m,
- in Teufen unterhalb der Sohle —60 m.

### Literaturverzeichnis

- <sup>1</sup> Telford, W. M., u. a.: Applied Geophysics. Cambridge 1976. — <sup>2</sup> Bitterlich, W., und H. Wöbking: Geoelektronik. Wien-New York 1972. — <sup>3</sup> Wöbking, H.: Revista Italiana di Geofisica 23 (1974), S. 75—78. — <sup>4</sup> Sato, M., u. a.: Geophysics 25 (1960), S. 226—249. — <sup>5</sup> Mooney, H. M.: The Potentials about a Point Electrode. Univ. Minnesota Press 1956. — <sup>6</sup> Wöbking, H.: Vortrag anlässlich der VOCH-Chemietage in Leoben, 7.—9. 10. 1981. — <sup>7</sup> Wöbking, H.: Jahresbericht an den Fonds zur Förderung der wiss. Forschung. Innsbruck 1981. — <sup>8</sup> Wöbking, H.: Z. angew. Geologie 19 (1973), S. 476—480. — <sup>9</sup> Wöbking, H.: Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. A., 23 (1974), S. 199—214. <sup>10</sup> Hiessleitner, G.: Gutachtenbericht 1951 (unveröffentlicht). — <sup>11</sup> Schmiedeg, O.: Schlernschriften (Jenbacher Buch) 101 (1953), S. 17—25. — <sup>12</sup> Schulz, O.: 2. Symposium on the Minerals Deposits of the Alps. Ljubljana 1972. — <sup>13</sup> Gstrein, P.: Diss. Innsbruck 1978. — <sup>14</sup> Wöbking, H.: Jahresbericht Innsbruck 1975.

Dr. Hans Wöbking  
Montanwerke Brixlegg  
Postfach 19  
A-6230 Brixlegg/Osterreich