

Über die Genesis der Kupfererze im nordöstlichen Böhmen.

Von

Dr. Vojtěch Rosický in Prag.

(Auszug aus dem böhmischen Texte.)

Vorgelegt am 19. Oktober 1906.

I. Einleitung.

Das Vorland des Riesengebirges ist aus Gesteinen verschiedenen Alters und Ursprungs zusammengesetzt; den Kern derselben (sowie jenen des Isergebirges, welches geologisch dem Riesengebirge angehört), bilden Granit und die denselben begleitenden Gesteine.*) Vom Süden und Norden legt sich dem Granitkerne Gneis und Glimmerschiefer mit untergeordneten Amphibolschiefern an, letztere bildeten ursprünglich eine zusammenhängende Hülle, welche erst später vom Granit durchbrochen wurde. Die südliche Hülle der kristallinen Schiefer, die aus Gneis, Glimmerschiefern, Amphiboliten, Quarzschiefern, Malakolithen, Kalksteinen u. a. Gesteinen zusammengesetzt ist, reicht bis gegen Schatzlar, Freiheit und Hohenebelbe, und ist nicht streng von den Eisenbroder Phylliten abgetrennt; viele Ganggesteine durchbrechen den südlichen Rand der Phyllite.

Dieses verschiedenartige und namentlich in tektonischer Hinsicht interessante Terrain ist von vielen Forschern einem gründlichen Studium unterzogen worden. Es ist hier nämlich eine große Variabilität im Streichen und Fallen der geschichteten Gesteine vorhanden, die durch verschiedene Störungen und Verwerfungen hervorgerufen wurde. Die Permablagerungen (in Böhmen nur durch Süßwasserschichten vertreten) dehnen sich südlich von den kristallinen Schiefer und Phylliten in Form einer großen Mulde von ostwestlicher Richtung aus, ihr nördlicher Rand fällt steil

*) Milch macht keinen Unterschied zwischen Granit und Granitit.

gegen S., der südliche sanft gegen N. ab. Westlich und südlich von den Permablagerungen breitet sich die Kreideformation aus; im Osten ist das Postkarbon des Riesengebirges von den Braunauer Permschichten durch die Schatzlar-Schwadowitzer Kohlenstreifen und durch Kreideschichten getrennt. Es bemühten sich gar viele Forscher eine Verteilung der Postkarbonschichten sowie eine Parallele derselben mit den Permschichten anderer böhmischen Lokalitäten festzustellen. Es ist nicht der Zweck dieser Abhandlung eingehender auf diese Fragen einzugehen, und es sei nur noch bemerkt, daß diese Verteilung verschieden durchgeführt und bisher noch nicht definitiv entschieden worden ist. Es gibt nämlich Dislokationen, die einer genauen Verteilung der Permschichten hinderlich sind. Diese Dislokationen behandeln die Arbeiten von Warnsdorf, Rose, Porth, Pollak, Jokély, Paul, Krejčí, Petraschek, Weithofer, Hinterlechner, Suess.

Den Arbeiten der genannten Forscher zufolge gehören die entwickelten Störungen nicht einer und derselben geologischen Epoche an, sie lassen sich vielmehr von geologisch alten Zeiten bis an unsere Tage verfolgen, was die rezenten Erdbeben wohl beweisen. (Laube, Woldřich.) Die Periodicität der dislozierenden Kräfte betätigt sich deutlich in den erneuerten Eruptionen hauptsächlich von Porphyry, Melaphyr und Basalt. Alle diese Gesteine sind nicht eines und desselben Alters, sondern jedes von ihnen kommt in mehreren verschieden alten Ergüssen vor.

Den Arbeiten von Porth, Römer, und namentlich jenen von Jokély zufolge erscheinen die Melaphyre in fünf Strömen; Madelung und Tschermak wollten auch für einzelne Ströme petrographische Verschiedenheiten gefunden haben, was aber schon Bořický aufgegeben hatte; höchstens können wir nach seinen Forschungen gewisse Typen in einzelnen Strömen häufiger finden als in anderen, augitreiche Melaphyre kommen in den ältesten, augitarmer in jüngeren, die Orthoklas-Melaphyre am häufigsten in den jüngsten Strömen vor. Ebenso sind bei den Porphyren ähnliche Wiederholungen der Eruptionen nachgewiesen worden. Jokély sowie auch Weithofer beschreiben den Porphyry von der Grenze des Carbons und des Perms; daß aber die Porphyre auch jünger als die jüngeren und jüngsten Melaphyre sind, wurde einerseits von Laube (Porphyry von Liebenau), andererseits von Slavík (Porphyry von Kozákov unweit von Rovensko) nachgewiesen. Dieser letztgenannte Autor konstatierte, daß der Porphyry von Kozákov das jüngste Eruptivgestein des Perms des Isergebietes sei, also jünger als die jüngsten Melaphyrströme, ferner, daß derselbe Porphyry nicht auf einmal, sondern in wiederholten Eruptionen emporgestiegen sei. Auch Dathe gibt für den Porphyry von Beutengrund ein späteres Entstehungsalter als für den ihn begleitenden Melaphyr an. Um mich zu überzeugen, in wieweit die beiden Porphyre von Kozákov und der von Beutengrund petrographisch einander ähnlich sind, besuchte ich die letztangeführte Lokalität, wo ich in einem

Porphyrbuche unweit von der böhmisch-schlesischen Grenze einige Proben sammelte. Ich fand hier auch mehrere Bruchstücke von Porphyry und Melaphyr, die im Hauptporphyry eingeschlossen waren, welche Erscheinung auch Dathe konstatierte. Die ganze Beschaffenheit des Beutengrunder Quarzporphyres weist volle Übereinstimmung mit dem Kozákover Porphyry auch in den kleinsten Details auf, sodaß ich von dem gleichen Alter beider Gesteine überzeugt bin.

Endlich sind auch die Basalte der Angabe Bořický's zufolge in zwei verschieden alten Strömen im Perm des Riesengebirges vorhanden.

In einem so manigfaltig gestörten Terraine erwecken die kristallinen Schiefer und die permischen Sedimente, welche Kupfererze führen, das höchste Interesse. Vom praktischen Standpunkte beurteilt, haben diese Kupferlager niemals eine größere Bedeutung erreicht, aber theoretisch sind sie sehr bemerkenswert.

In der vorliegenden Abhandlung stellte ich mir zur Aufgabe, ein petrographisches Bild einzelner Kupferlagerstätte zu entwerfen, sowie auch nach Möglichkeit Tatsachen festzustellen, die für die Genesis der Kupfererze wichtig wären. Mein Vorhaben sowie dessen Durchführung wurde durch eine Unterstützung der II. Klasse der Česká Akademie císaře Františka Josefa wesentlich gefördert, wofür ich mir meinen ergebensten Dank auszusprechen erlaube. Mein Vorhaben ist infolge des ungünstigen Umstands, daß alle Arbeiten in den kupfererzführenden Schichten des Riesengebirges längst aufgelassen sind, sehr erschwert worden. Ich mußte mit kärglichem Materiale, welches ich auf den Halden sammeln konnte, vorlieb nehmen. Daß ich unter diesen ungünstigen Verhältnissen nicht genötigt war von meinem Vorhaben abzustehen, verdanke ich der außerordentlichen Bereitwilligkeit des Herrn Prof. A. Hofmann in Pířbram, der mir alle betreffenden Stücke, welche in den Sammlungen der montanistischen Hochschule vorhanden waren, gefälligst zur Disposition stellte. Herrn Hofrat Prof. Dr. Karl Vrba, in dessen Institute ich die vorliegende Abhandlung arbeitete, bin ich gleichfalls für zahlreiche Ratschläge und das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, zu Dank verpflichtet. Den Herren Prof. Ing. H. Němeček und A. Brožek danke ich innig für die präzise Ausführung der Mikrophotographien.

II. Über den Kupferbergbau im nordöstlichen Böhmen.

Über Bergbau im Riesengebirge sind aus vergangener Zeit nur spärliche Nachrichten vorhanden; damals wurde hauptsächlich auf edle Metalle gearbeitet, Kupfer und andere unedle Metalle wurden meist nur als Nebenprodukte gewonnen. Der dreißigjährige Krieg hat auch die Berg-

arbeiten im Riesengebirge wahrscheinlich arg geschädigt. Kaum daß sie sich dank der Fürsorge des Grafen Morzin etwas gehoben haben, wurden sie durch den siebenjährigen Krieg auf's neue sistiert*) und erst in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts wurde der Grubenbetrieb durch den unermüdlichen Forscher und energischen Unternehmer E. Porth neu aufgenommen. Porth wurde durch einen zufälligen Fund von Kupfer im Melaphyr zur genauen Untersuchung der Vorlagen des Riesengebirges angeregt; teils gründete, teils erneuerte er viele Kupferwerke im Perm, als auch in kristallinen Schiefen, wobei er auch in einigen derselben Silber gewann (Rochlitz). Binnen 3 Jahren untersuchte Porth (wie Gurlt berichtet) gegen 100 Quadratmeilen Bodenfläche, entdeckte 8 neue Kupferlagerstätten und erwarb mehr als 50 Freischürfe. Aus dieser Zeit stammen auch zahlreiche Abhandlungen über die Abbauwürdigkeit der Kupferlagerstätte und über die Genesis der Erze. Unter den Autoren, die dieses Thema behandelten, mögen besonders erwähnt werden: Reuss, Porth, Beyrich, Zippe, Herter und Grimm; der letztgenannte begrüßte die Neuaufnahme der Bergarbeiten als hoffnungreich und schrieb das Mißlingen derselben in früheren Zeiten nur einer schlechten Ökonomie der Alten zu, welche sich beim Verhütten der Erze des Röstprozesses bedienten, und die im Riesengebirge so häufigen oxydischen Erze, als unbrauchbar unbenutzt ließen. Grimm war von einem außerordentlichen Erzreichtum im Riesengebirge fest überzeugt und erwartete von der Bergindustrie daselbst einen großen Gewinn. Die offizielle Statistik hat damals zahlreiche Bergbaue angeführt: Eipel, Starkenbach, Herrmannseifen, Langenau, Huttendorf, Rochlitz (wo im Jahre 1859 34.000 *q* Erze gewonnen wurden), Wernsdorf (15.000 *q* Erze), Kostial-Oels und Ober-Kalna.

Doch nach kurzer Zeit verschwand diese optimistische Anschauung, als man gewahrte, daß das Erz einerseits in kaum hinreichender Menge vorkommt, andererseits in so verwickelter Lagerung, daß seine Gewinnung sehr kostspielig sein mußte. Obwohl i. J. 1864 an 260 *q* Kupfererz gewonnen wurden, weist d. J. 1865 bloß 194 *q*, und d. J. 1866 nur 56 *q* auf. Die Schurfarbeiten bei Rochlitz, Oberkalna, Starkenbach und Herrmannseifen wurden verlassen, die Bergbaue von Wernsdorf waren so steril, daß auch hier die Arbeit eingestellt wurde. In dieser Zeit erschienen mehrere Arbeiten und Abhandlungen von Jokély, Pošepný und Grimm.

Trotz der Mißerfolge gab Hering doch die Hoffnung nicht auf, daß der Bergbau im Riesengebirge neu aufblühen könnte. Er behauptete in seinen Arbeiten, daß die Schichten bei Ober-Kalna an Erzen außerordentlich reich seien, weshalb auch der Erzgewinn ein sehr ausgiebiger

*) Siehe Sternberg, Gurlt, Bayer, Schmidt, Czerweny, Hrabák.

sein müßte. Und tatsächlich sind neue Versuche gemacht worden (bei Wernsdorf, später auch bei Starkenbach und Ober-Kalna), aber mit gleichem Erfolge und denselben Erfahrungen wie früher. Nun sind — bis auf unbedeutende Versuche bei St. Peter unweit der Spindelmühle — alle Gruben verlassen und nur die, jetzt immer mehr schwindenden Halden bezeichnen den Ort, wo vor 50 Jahren vielversprechende Baue geblüht haben.

* * *

Hand in Hand mit den Schurarbeiten gingen auch die theoretischen Erwägungen, welche die Genesis der Erze zu erklären sich bemühten. Fast alle Forscher, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zur Zeit der Anfänge des Bergbaubetriebes im Riesengebirge an Ort und Stelle ihre Untersuchungen anstellten, stimmen darin überein, daß das Erz jünger ist als das Gestein; manche erklärten sogar, daß auch der Malachit und Azurit das ursprüngliche Erz wären, welches sekundär in die Gesteine eindrang (Reuss). Auch Porth äußerte sich zu Gunsten der Theorie, daß die Kupfererze der Kupferlagerstätte von Kozinec bei Starkenbach epigenetisch seien. Grimm behauptete, daß die kupferführenden Schichten keine Niveaubeständigkeit zeigen. Sehr entschieden hat sich betreffs der Genesis und der Niveaubeständigkeit des Erzes Jokély geäußert. Ihm zufolge ist das Erz (Carbonate als auch Sulfide) in der Nähe von Spalten angehäuft, ohne an bestimmte Horizonte gebunden zu sein; alle Charaktere des Erzes deuten auf Imprägnation unter Mitwirkung von Quellen hin, welche vielen Porphy-, Melaphyr- und Basalt-Eruptionen nachfolgte. Diese Anschauung Jokély's fand Pošepný's volle Zustimmung. Auch Cotta stimmt mit manchen Momenten überein, die für die Epigenesis des Erzes sprechen, doch gegen manche andere führt er seine Bedenken an. Für die gleichzeitige Entstehung spricht sich Hering aus, der sich die Spalten und ihre Ausfüllungen als sekundäre Bildungen vorstellt, sowie auch Groddeck, dessen bekannte Theorien durch lange Zeit in der Wissenschaft vorherrschend waren. Er erhebt die Niveaubeständigkeit als einen der wichtigsten Beweise für den syngenetischen, sedimentären Ursprung der Erzlagerstätte hervor, obzwar er auch lokale Erzführung der Decke oder der Sohle zuläßt. Für die böhmischen Lokalitäten gilt nach Groddeck die Niveaubeständigkeit, obzwar, wie oben bemerkt worden ist, Jokély sowie auch Pošepný früher dieselbe bestritten haben; auch hat der letztgenannte Autor die von Groddeck verteidigte bekannte Theorie von der Fischvergiftung später als eine »Naivität« bezeichnet. Mit dem syngenetischen Ursprunge des Erzes und des Gesteines hat sich auch Gürich (in seiner Abhandlung über die Wernsdorfer Lagerstätte) einverstanden erklärt. Den Streit in Betreff der Genesis des Kupfererzes in den Schiefen hatte Pošepný in seiner Arbeit »The genesis of ore de-

posits*) wieder eröffnet. Er erklärt die böhmischen kupfererzführenden Schichten als auch die deutschen Kupferschiefer als epigenetisch, und führt mehrere Beweise dafür an. Weiter bestreitet er die Niveaubeständigkeit, sowie auch die Möglichkeit der gleichzeitigen Entstehung des Erzes und des Gesteines. Ebenso wie Pošepný stimmen für die Epigenesis der Erze auch Naumann (für Kyffhäuser), Michael (für Oberschlesien) und Beyschlag überein. Nach der Meinung Sachs' kamen die infiltrierenden Lösungen bei den oberschlesischen Erzlagerstätten nicht von unten, sondern von oben her. Die Epigenesis der böhmischen Lokalitäten beweist auch Petraschek.

Außer Hering widersprechen der Epigenesis auch Gürich, der die oberschlesischen Erzlagerstätte studierte, und Kohler, der auf die große Aufgabe der Adsorptionskräfte des Kaolins und Bitumins bei der Erzbildung hingewiesen hatte; dabei bemerkt aber Kohler, daß der Adsorptionsproceß auch bei den epigenetisch infiltrierenden Lösungen eintreten kann. Hornung behauptet, daß im Zechsteinmeere die in Salzlaugen enthaltenen Erzlösungen durch faulende Organismen reduziert wurden und dadurch den Kupferschiefer bildeten; die Erzführung der Spalten betrachtet er als sekundär, ähnlich wie Köhler, der die Mansfeldsche Lagerstätte studierte.

Diese beiden wichtigen Theorien, welche die Genesis der kupfererzführenden Schichten betreffen, sind in den zuletzt neu erschienenen Lehrbüchern von Beck und von Stelzner-Bergeat vertreten. Beck erklärt sich für Pošepný's Epigenesis, Bergeat dagegen anerkennt die Syngeneses der Kupferschiefer.

III. Der Granitporphyr von Běloves bei Náchod.

In den älteren Abhandlungen von Jokély, Wolf, Frič und Laube über die Umgebung von Náchod wird von diesem Gesteine keine Erwähnung gemacht. Erst Petraschek führt dasselbe an, und beschreibt auch die Ausfüllungen seiner Spalten, nämlich Carbonate (Calcit und Braunspar), rote Letten und Kupferglanz.***) Die Spalten haben der Angabe Petraschek's zufolge eine nordwestliche Richtung; die Carbonate sind im genetischen Zusammenhange mit Mineralquellen, die in Běloves und in der Umgebung so häufig hervortreten. Daß auch der Kupfergehalt der Spalten in diesen Mineralquellen seine Ursache hätte, kann nach Petraschek wegen Mangels an direkten Beweisen nicht

*) Später erschien diese Arbeit auch in einer deutschen Bearbeitung.

**) Dieser ist nur spärlich vorhanden, den größten Teil der Kupfererze bildet Cuprit.

als unstreitig betrachtet werden. Der Granitporphyr ist am Bergabhange, östlich oberhalb Běloves in zwei Brüchen aufgeschlossen und von haematit-führenden Phylliten umgeben, die er jedoch zuweilen durchbricht. Die Phyllite sind bedeutend gefaltet, infolgedessen weder ihre Richtung noch ihr Streichen bestimmt werden konnten. Die Lagerung der Phyllite ist mit dem Porphyrgange bald mehr, bald weniger diskordant, was man in dem niedriger liegenden Steinbruche beobachten kann. Die dem Porphyrgange nächst gelegene Phyllitzone enthält einen feinschuppigen Graphit; eine andere breite Graphitzone befindet sich etwas höher in der Schlucht »Dračí díra«.

Der Porphyrgang streicht — auch nach der Angabe Petraschek's — von SO nach NW, und in derselben Richtung ist er von zahlreichen Spalten durchsetzt. Durch zwei andere, zu dem ersten vertikalen Spaltensysteme zerfällt das Gestein in Säulen. Dem haematitführenden Phyllite sind zuweilen recht große Quarzstücke, und bis $\frac{1}{2}$ m starke, vom Hämatit nicht imprägnierten Schichten von grünlicher Farbe eingelagert. Schollen von sehr ähnlichem Aussehen sind auch im Porphyre eingeschlossen. Der Granitporphyr besteht aus Quarz, Feldspat und Biotit; alle diese drei Komponenten sind sowohl als Einsprenglinge als auch als Grundmassenbestandteile vorhanden.

Die Einsprenglinge sind idiomorph begrenzt, 2–3 mm groß; der Feldspat ist größtenteils ein Orthoklas, seltener ein Mikroklin oder ein saurer Plagioklas. Sehr oft sind die Feldspatkristalle vom Haematit durchdrungen. Die Biotittafeln sind beinahe immer mit feinschuppigem, stark doppelbrechendem Muscovit umgeben; sekundär verwandelt sich der Biotit in Chlorit. Der Quarz weist häufig nur Pyramiden ohne Prismenflächen auf und ist nicht selten stark resorbiert. Die Grundmasse ist feinkörnig, die Körner sind allotriomorph und größtenteils nur 0.05 mm groß; sie besteht hauptsächlich aus Orthoklas und Quarz, Biotit und Muscovit sind spärlich beigemischt. Dem Charakter der Einsprenglinge nach sind der Biotit das älteste, die Quarzkristalle das jüngere und die Feldspatkristalle das jüngste eingesprengte Mineral, denn diese letzteren wurden schon von der sich bildenden Grundmasse im Wachstum gestört. Der haematitführende, gefaltete Phyllit besteht aus dünnen, oft linsenförmig gestreckten Quarzschichten, deren Körner pflastersteinartig nebeneinander liegen und zuweilen auch undulös auslösen, und aus Muscovitschichten, die reich mit Haematit imprägniert sind. In Verbindung mit dem letztgenannten kommt in diesen Schichten auch Wad und Graphitpulver vor. Haematit dringt auch in die Quarzlinsen ein, und dies namentlich an solchen Stellen, wo die Schichten stark gefaltet erscheinen. Daß der Haematit später erst das Gestein infiltriert hatte, beweist seine Gegenwart auf den transversalen Spalten des Haematit-Phyllites von Dobrošov, der von einem vollkommen analogen Granitporphyrgang durchbrochen ist. In diesen Spalten ragen von den Wänden Quarzkristalle empor, und

in der Mitte derselben ist kristallinischer Kalk abgesetzt, der reich mit Haematit imprägniert und vielfach nach $-\frac{1}{2}$ R verzwilligt ist. Die Zwillinglamellen sind durch späteren Druck deformiert. Die früher schon erwähnten haematitarmen oder haematitfreien Schichten, welche den haematitführenden zwischenlagern und im Granitporphyre eingeschlossen sind, bestehen einerseits aus Muscovit, dann auch aus Chlorit und Talk, andererseits aus Quarz, der aber sehr feinkörnig ist, und dessen einzelne Körner eine lappige Umgrenzung haben. Die Spalten im Granitporphyre sind teilweise von Kupfermineralien ausgefüllt: Cuprit, selten Kupferglanz, aus diesen entstehen sekundär Malachit, Chrysokoll und Kupferschwärze, die öfters von Quarz, Carbonaten (Kalkspat und einem ankeritähnlichem Carbonat),*) Eisenoxyd, Eisenhydroxyd und Wad begleitet werden. Cuprit bildet zuweilen nur Anflüge an den Wänden, aber häufig füllt er die Spalten in Form von Krusten und Platten verschiedener Stärke (bis 10 *cm*) aus, oder bildet darin zuweilen kleine, zuweilen recht große Knollen, welche namentlich in den sich erweiternden Spalten vorhanden sind (in der letzten Zeit wurden Knollen bis 100 *cm* Länge gefunden). Niemals ist das Eindringen des Erzes in das Gestein beobachtet worden. Wo der Cuprit nicht die ganze Kluft ausfüllt, enthält diese in der Mitte Calcit und das ankeritähnliche Carbonat; oft kommt auch ein Gemenge von Roteisenstein und Wad mit Malachit, Chrysokoll und Ziegelerz vor. Selten wurde als Begleiter weißer nadelförmiger Aragonit konstatiert.

Außer den gröberen mechanischen Beimengungen von Pyrit und Pyrrhotin weist der Cuprit keine Verunreinigungen aus, namentlich enthält er kein Silbermineral, wie mir Prof. Ing. H. Němeček freundlichst mitgeteilt hat.

In den Cupritknollen sind nicht selten größere Höhlungen vorhanden, in welche sehr scharf ausgebildete Octaeder von Rotkupfererz, oder seltener die Combinationen $\{111\}$. $\{100\}$. $\{110\}$. hineinragen. Dem Herrn J. Kujal, Fachlehrer in Náchod, verdanke ich zwei Cupritknollen, von denen einer 3.5 *cm* lang, 2.5 *cm* hoch und ebensoviel breit, an der Oberfläche von Malachit und Ziegelerz bedeckt ist. Am Querbruche bemerkt man drei Schichten; die äußerste ist kompakter Cuprit $\frac{3}{4}$ *cm* stark; die zweite bildet arsenhaltiger Pyrit von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ *cm* Dicke und die innerste Zone setzen scharf ausgebildete Cupritkristalle zusammen, die in den Zentralraum hineinragen. In der äußersten Zone sind mehrere kleine Hohlräume, bei welchen die Schichten in derselben Reihenfolge geordnet sind. Sehr interessant sind aber seltene Höhlungen, in welchen Drusen von winzigen, hell gelblichgrünen Kristallen von nur einigen Zehnteln *mm* Länge sitzen. Diese Kriställchen weisen unter dem Mikroskop eine tafelige Säulenform auf, an der man neben dem Prisma das, die Tafelform bedingende, die stumpfe Prismenkante abstumpfende Pinakoid, also $\{100\}$, wahr-

*) Von Petraschek als Braunspat bezeichnet.

nehmen kann. Die Endflächen der Tafel bildet ein Brachydoma $\{okl\}$, dessen Flächenneigung im Mikroskope zu 112° gemessen wurde. Das Kriställchen, welches mit $\{100\}$ aufliegt, zeigt im Mikroskope deutlichen Pleochroismus; parallel zur Vertikalachse gelbgrün, senkrecht zu derselben grünlichblau. Zwischen gekreuzten Nicols löscht der Kristall parallel der Prismenkante aus; im konvergenten polarisierten Lichte sieht man durch (100) den Austritt der Bissektrix τ , die also mit der a -Achse zusammenfällt. Die Achsenebene liegt in (001), der Achsenwinkel um τ ist recht groß. Mikrochemisch wurde As und Cu konstatiert. Nach allen hier angeführten Merkmalen stimmt das Mineral mit Olivenit überein; auch der Typus der gefundenen Kriställchen ist jener der Olivenitkristalle: $(011):(0\bar{1}1)$ bei Olivenit $\cong 110^\circ 50'$ (gemessen 112°).

Breithaupt erwähnt Olivenit von Schlaggenwald in Böhmen,*) wo er denselben in Begleitung von Quarz und Fluorit gefunden hatte. Das Originalstück Breithaupt's befindet sich in der Sammlung der Bergakademie in Freiberg, es zeigt keine deutliche Olivenitform, es ist aber wie Prof. Kohlbeck nachgewiesen, bestimmt ein Kupferarsenat.

Der zweite 11 *cm* lange, 5–6 *cm* breite und hohe Knollen vom Herrn Kujal sitzt auf verwittertem Porphyr und ist reichlich mit Limonit und Wad umgeben. Im Cuprit der stellenweise grobkörnig, stellenweise dicht ist, sind kleine Partien von Pyrrhotin eingesprengt. In mehreren Hohlräumen, sitzen Cupritkrystalle und in einer langen seichten Höhlung drusige Überzüge von Olivenit.

Schließlich sei noch ein Stück dichten Cuprites angeführt, in dessen Hohlräumen kleine, dunkel blaugrüne, durchsichtige, etwa $\frac{1}{3}$ *cm* hohe und breite Blättchen beobachtet wurden; sie sind stark perlmutterartig glänzend, weich und ausgezeichnet spaltbar, auf der Spaltfläche fein gerieft. Die erwähnten Blätter zeigen einen deutlichen Pleochroismus, parallel zur Riefung dunkelblau, senkrecht dazu blaugrün. Auf den Blättchen kann man im konvergenten Lichte ein Achsenbild wahrnehmen. Mikrochemisch ist Cu und As konstatiert worden, was mit den obenangeführten Beobachtungen auf Tirolit hinweist. Tirolit erscheint im Böhmen zum erstenmal nachgewiesen.

Weit seltener als Cuprit tritt auf den Spalten des Porphyres Chalkosin auf, derselbe bildet nur dünne Äderchen von 2–3 *cm* Breite, und ist von denselben Mineralen begleitet, wie sie früher beim Cuprit angeführt worden sind.

* * *

Die Kupfererze an den Porphyrklüften sind insoferne von Bedeutung, als sie zweifellos bezeugen, daß der Kupfergehalt von den emporsteigenden

*) Zepharovich Lexikon I., 293.

heißen Queller, in das Gestein gebracht wurde. Übrigens wurden auch in der Umgebung des Granitporphyres im »Peklo« genannten Tale des Mettauflasses auf Schieferflächen der Phyllite grüne Malachit- und braune Limonitflecken vorgefunden. Mit dem Kupfergehalt sind in den Porphyre und in die ihn umgebenden Phyllite nebst Carbonaten auch Eisen- und Manganoxyde eingedrungen, die mit der Entfernung vom Porphyre an Menge abnehmen. Daß die sehr feinkörnigen und lappigen Quarzschichten von den Eisen- und Manganlösungen nicht imprägniert werden konnten, ist wohl selbstverständlich; nur die darin befindlichen transversalen Klüfte sind von Mangan- und Eisenoxiden erfüllt, und bilden die Wege, auf welchen die Lösungen in die oberen Schichten führen.*) Die Eisen- und Manganerze aus der Umgebung von Náchod beschreibt einerseits Reuss, dem zufolge dieselben die Klüfte des Permsandsteines ausfüllen, andererseits auch Zepharovich, der dieselben von mehreren Lokalitäten angibt.

Den Zusammenhang von Kupfer, resp. Kupferoxydul und Eisenoxyd erwähnt schon Wibel, dessen Ansicht nach das gediegene Kupfer und das Rotkupfererz aus den Kupfersulphatlösungen durch reductive Tätigkeit des Eisenoxyduls entstehen, wobei sich Eisenoxyd bildet. Aus den übrigen Gemengteilen bilden sich die begleitenden Mineralien namentlich Sulfide. Diese Entstehungsweise wäre freilich für den Kupfergehalt des Porphyres von Běloves nicht unmöglich, denn nebst Cuprit und Haematit sind hier auch die begleitenden Mineralien: Pyrit, Olivenit und Tirolit vorhanden. Doch will ich noch auf einen Prozeß aufmerksam machen, welchen Kohler als einen sehr wichtigen Faktor bei der Bildung der Erzlagerstätte bezeichnet, nämlich den Adsorptionprozeß. Das Eisenoxyd besitzt eine große Adsorptionsfähigkeit für das Kupferoxyd, wovon ich mich durch einen Versuch überzeugen konnte. Eine azurblaue Ammonium-Kupfersulphatlösung hinterläßt im Eisenoxyd den ganzen Kupfergehalt, sodaß ein beinahe wasserklarer Rest durchfließt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei Běloves sowohl der Reductions-, als auch der Adsorptionprozeß bei der Bildung der Erzlagerstätte wirksam waren.

In Betreff der Altersfrage der Infiltration des Granitporphyrs von Běloves bieten die Klüftenausfüllungen des Melaphyrs von Rosental unweit von Braunau einige Aufklärung. An diesen Melaphyrklüften wurde ein Malachitüberzug gefunden,**) weiter besitzen sie viele Eisen- und Manganoxydkrusten, welche Gleitflächen aufweisen (dieser Umstand scheint darauf hinzudeuten, daß durch den Melaphyr eine Dislocationspalte führte); endlich durchsetzen das Gestein schmale Calcit- und Braunspatadern. Man sieht also, daß die ganze Paragenesis der Kluftausfüllung im Porphyre von Běloves der Spaltenausfüllung im Melaphyre von Rosental vollkommen entspricht

*) Eine ähnliche Entstehung der Eisen- und Manganerze von Eberbach gab Salomon an.

***) Den Fund des Malachites verdanke ich dem Herrn Fachlehrer J. Měřička in Náchod.

und kann folglich mit Sicherheit annehmen, daß in beide Gesteine Kluftausfüllungen zu gleicher Zeit erfolgten, was selbstverständlich frühestens zur Permzeit stattfinden konnte.

IV. Kupfererze aus den kristallinen Schiefen.

A) Erzlagerstätte am Kiesberg.

Die Halden des früheren Bergbaues im Riesengrunde befinden sich am Kiesberge, am südwestlichen Abhange der Schneekoppe. Die Literatur weist nur sehr spärliche Notizen über den Bergbaubetrieb im Riesengrunde auf; sie stammen von Raumer, Zippe, Jokély und Römer.

Die Gesteine des Erzlagers am Kiesberge repräsentieren ursprünglich kalkreiche Schiefer, die am Kontakte mit Granit des Riesengebirges metamorphosiert sind. Ihr Charakter — gleich jenem anderer Gesteine dieser Art — ist recht veränderlich sowohl betreffs ihres Äußeren, als auch in ihrer Zusammensetzung. Auf den übriggebliebenen Halden kann ziemlich viel ursprüngliches Erz gesammelt werden, u. zw. Arsenopyrit, Pyrrhotin und Chalkopyrit. Das Studium des eigentlichen Erzlagers ist leider unmöglich, da die Gruben ersoffen sind.

Die gesammelten Proben können in drei Typen geschieden werden:

- a) Erlane,
- b) Quarzreiche Gesteine,
- c) Kalksteinreiche Gesteine.

a) Die Erlane.

Die Erlane sind zuweilen dichte, öfters aber feinkörnige Gesteine, die einen krystallinen Bruch aufweisen und je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Farbe besitzen. Manche Stücke sind durch Alternieren verschieden zusammengesetzter Schichten gestreift, niemals wurde aber eine schieferartige Struktur wahrgenommen. Die Erlane sind aus Pyroxen, Granat, Amphibol (Aktinolith), Epidot, Talk, Apatit und Titanit zusammengesetzt; sekundär entsteht auch der Chlorit. Pyroxen ist ein Malakolith mit normalen Eigenschaften, und tritt häufig in zwei Generationen auf, die sich von einander durch ihre Größe und ihre Entwicklung bedeutend unterscheiden, er bedingt eine Porphystruktur. Die Einsprenglinge erreichen die Länge von $1\frac{1}{2}$ mm. Der Granat ist rosafärbig (im Dünnschliffe fast farblos), optisch zuweilen normal, manchmal aber auch anomal. Seine Form deutet darauf hin, daß er das letzte Produkt der Kontaktmetamorphose ist, indem er auch in der Form von dünnen Äderchen andere Gemengteile zu umgeben pflegt. Man muß also mit Slavík übereinstimmen, daß auch bei den Erlanen vom Kiesberg die Metamorphose in zwei Phasen

vollendet wurde. Seltener kommt grünlicher, nach der β -Achse gestreckter Epidot vor, dessen Eigenschaften normal sind. Der aktinolithartige Amphibol ist blätterig-stengelig, besitzt eine lichtgrüne Farbe und einen deutlichen Pleochroismus. Seine Auslöschung nähert sich am häufigsten 14.5° . Auch Amphibol pflegt in zwei Größen aufzutreten: einerseits erscheint er in Form grösserer eingesprengter Individuen (über 1 mm lang und $\frac{1}{2}$ mm breit), andererseits kommt er als ein Gemengteil der Grundmasse vor (0.05—0.2 mm Länge). Sowohl der Pyroxen als auch der Amphibol sind öfters in einen feinschuppigen Talk umgewandelt. Nebst dem spindelförmigen, gelbroten Titanit kommen auch häufig Apatitsäulchen vor, die sich durch einen sechsseitigen Querschnitt, negative Doppelbrechung, die Stärke der Lichtbrechung, sowie an einem Phosphorgehalt leicht erkennen lassen.

Die Erze, Magnetopyrit, Arsenopyrit und Chalkopyrit, legen alle Charaktere der letzten Gemengteile an den Tag. Den mikroskopischen Beobachtungen zufolge, wurden sie in das fertige Gestein wahrscheinlich durch Magnesiumlösungen eingeführt, welche die Pyroxene und die Amphibole in Talk umwandelten und die Kalksteine, wie später noch erwähnt werden wird, dolomitisierten.

Figur 1. der beigelegten Tafel zeigt das Verhalten des Erzes (Pyrrhotin) gegen Epidot, dessen Individuen er umgibt und in deren Zwischenräume er eindringt. Figur 2. stellt das Eindringen des Pyrrhotins in das Gestein dar, welcher große Amphibolindividuen bis in die feinsten Spalten imprägnierte und in die Zwischenräume eingesprengt ist. Das Bild, welches diese Imprägnation bietet, entspricht vollkommen jenem, das Beck für die Sfalerit-, Galenit- und Chalkopyrit-Imprägnation von der Långfallsgrube bei Råfvala in Schweden angibt. An das Erz pflegt gewöhnlich auch etwas Quarz gebunden zu sein. Stellenweise dringt das Erz lappenförmig in die Gemengteile ein, ähnlich wie es Weinschenk beschreibt.

b) Quarzreiche Gesteine.

Quarzreiche Gesteine sind durch quarzreiche Erlane mit den echten Erlanen verbunden. Der Quarz, und mit ihm zuweilen auch der Aktinolith, ist häufig in großen, poikilitisch entwickelten Körnern vorhanden. In einem Stücke Quarzerlan beobachtete ich Pistazit, hellen und rosafarbigem Epidot. Die Durchschnitte des Epidotes, der auch in der β -Achse parallelen Schnitten etwas schief auslöschte und durch Glühen seine Farbe nicht veränderte, zeigten manchmal anomale Interferenzfarben und negativen Doppelbrechungscharakter.

Der blass rosenrote Epidot hat eine hohe positive Doppelbrechung; ist also dem Piemontit nahe verwandt. Wo das Erz vorkommt, hat es alle Charaktere des letzten Gemengteiles im Gesteine. Die Unterlage der Scheelitkristalle vom Riesengrund ist ein aus Quarz, Fluorit und etwas Chlorit bestehendes Gestein. Die Scheelitkristalle sind gelbbraun bis lichtgelb

oder vollkommen farblos; die Farbe pflegt nicht scharf abzusetzen; sie sind sehr gut nach $\{101\}$, minder gut nach $\{001\}$ spaltbar und zeigen im konvergenten polarisierten Lichte ein einachsiges Interferenzbild. Die Dichte habe ich $= 6.006$ bestimmt. Die häufigste Form des Scheelites ist $e\{101\}$; $(101) : (\bar{1}01) = 66^{\circ}34'$ (berech. $66^{\circ}8'$).

Die Flächen e sind hie und da parallel zur Kante $(101) : (\bar{1}01)^*$ sehr fein gerieft. Bauer gibt in seiner ausführlichen Monographie für den Scheelit vom Riesengebirge die Formen $e\{101\}$, $P\{111\}$, $o\{102\}$, $h\{313\}$, $s\{131\}$, $c\{001\}$, $k\{515\}$, $x\{416\}$ an; letztere beiden Formen sind von Bauer als neu bezeichnet worden.

Einige von den quarzreichen Gesteinen sind infolge Alternierens grobkörniger und feinkörniger Schichten geschichtet. Die grobkörnigen Lagen sind bis $1\frac{1}{2}$ cm dick und oft drusig und in Hohlräumen und an den Wänden derselben sitzen Bergkristalle.

c) Kalkreiche Gesteine.

Auch die Kalksteine sind mit den Erlanen durch Übergangstypen verbunden, welche nebst reichlichem kristallinischen Kalke auch Granat (der nicht selten Kristalle bildet), grünlichen Pyroxen und gelben, getrübten Talk enthalten, letzterer ist wahrscheinlich eine Pseudomorphose nach Aktinolith. Die kristallinischen Kalke sind feinkörnige, weiße, bis gelbliche Gesteine, die stellenweise von Erzäderchen durchdrungen sind; sie sind stark dolomitisch. Nicht selten findet man in ihnen beinahe $\frac{1}{2}$ cm starke Streifen und Nester, die aus Serpentin und Phlogopit bestehen.

Es kann nicht bezweifelt werden, daß die Erzlagerstätte vom Kiesberg mit der Eruption des Riesengebirgs-Granites in enger Verbindung steht, darauf verweisen die Kontakterscheinungen an der Granitgrenze. Daß auch bei der Bildung der Erlane vom Kiesberg eine Stoffveränderung der ursprünglichen Sedimente stattgefunden hat, beweist einerseits die porphyrische Struktur, die auch Slavík bei den Erlanen von Kocerad anführt, andererseits der Erzgehalt der Gesteine, da das Erz — wie das mikroskopische Studium beweist, — den letzten Gemengteil der Gesteine repräsentiert. Auch der poikilitische Quarz, Amphibol, Fluorit und Scheelit in den Quarzeralanen verdanken ohne Zweifel ihre Entstehung der posteruptiven Tätigkeit der heißen Quellen und Dämpfe. Auf den Zusammenhang zwischen den Granitgesteinen und den Quarzgängen macht schon Jokély aufmerksam, obzwar er über die Genesis der letzteren gar keine Erklärung gibt. Die Entstehungszeit der Erzlagerstätte vom Kiesberg ist demnach dieselbe, wie diejenige der Erzlagerstätte von Kupferberg-Rudelstadt, welche den Mitteilungen von Krusch zufolge, auch durch die Eruption des Riesengebirgs-Granites verursacht wurde.

*) Beim Scheelit wird die Streifung parallel zur Kante $e : s = (101) : (131)$ angeführt.

B) Die Erzlagerstätte bei Ober-Rochlitz.

Von den großen Kupfer- und Silberbergbauen bei Ober-Rochlitz sind nur ziemlich bedeutende Halden übrig geblieben, die sich in unmittelbarer Nähe des Dorfes am südlichen Abhange des Tales befinden. Zu den älteren Abhandlungen über diese Lagerstätte gehören diejenigen von Kersten und Zippe. Eine genauere Untersuchung derselben hatte Grimm vorgenommen; er hat festgestellt, daß das Erz (oxydische Verbindungen, Malachit, Azurit, Chrysokoll, Kupferschwärze, Kupferpecherz, seltener Sulfide: Chalkopyrit, Chalkosin, Bornit, Tetraedrit) in den Quarzschichten, in Ton- und Kalkschiefern und in Epidotgesteinen vorkommt und zwar in der Nähe von größeren Quarzmassen, niemals aber in denselben. Den Erzhalt dieser Lagerstätte schätzt Grimm auf 2,800.000 g. Weitere Nachrichten von dem Bergbaue in Ober-Rochlitz hat Reuss publiziert, der einen dichten Pyroxen und das von Porth neu gefundene Mineral, den Neolith, beschreibt. Herter hat in zwei schiefeinfallenden und parallel verlaufenden Klüften außer Letten und Quarz auch ein ansehnliches Quantum von Erzen konstatiert; er beschreibt weiters ein dunkelgrünes Silikat, das außer anderen Elementen auch Cu, Sb, Ag, Pb enthält. Gemeinschaftlich mit Porth fand Herter außer den Kupfererzen auch gediegen Silber, Antimonit und Pyrit. Den über den Klüften sitzenden Quarz betrachten beide als ein Produkt der Quellen und Gasemanationen, welche nebst dem Fluorit absetzten. Die sulfidischen Erze sind nach der Ansicht der genannten Forscher ursprüngliche Gesteinsgemengteile gewesen, die später von heißen Sickerwässern gelöst und später wieder als Chrysokoll und Malachit abgesetzt wurden. Jokély ergänzt die Beobachtungen von Porth und Herter noch durch die Mitteilung, daß die erwähnte Lagerstätte fünf Quarzstreifen aufweist, und daß zwischen den zwei obersten Streifen sich ein durch Verwerfungen gestörtes Erzlager befindet. Das Erz ist nach Jokély an Klüfte gebunden. Hering erwähnt kupferführende Permsandsteine aus der Umgebung von Ober-Rochlitz.

Die Probestücke, die ich an der Lokalität sammeln konnte, enthalten nur oxydische Kupferverbindungen, reichen also keineswegs hin, um das Verhalten der Erze, aus denen Malachit und Chrysokoll entstanden sind, ausführlich studieren zu können. Das nötige Studiummaterial, die mit dem ursprünglichen Erze imprägnierten Stücke, wurden mir aus den Sammlungen der Pöfbramer k. k. Bergakademie geliehen.

Die Gesteine des Erzlagers von Ober-Rochlitz können ebenfalls in drei Gruppen geteilt werden:

- a) Erlane.
- b) Quarzreiche Gesteine.
- c) Kalksteinreiche Gesteine.

a) Erlane.

Die Erlane von Ober-Rochlitz sind von jenen vom Kiesberg sowohl betreffs der Struktur als auch der Komponenten verschieden, sie sind meistens dicht und enthalten fast immer an den Klüften Chrysokoll. Als Bestandteile der Erlane konnte ich Pyroxen, Epidot (reichlicher als in Kiesberger Gesteinen), Kalkspat, aber auch Feldspat (mit Quarz lichte Partien bildend) und schließlich Zoisit, Vesuvian und Fluorit feststellen.

Sehr häufig sind in den Erlanen von Ober-Rochlitz dünne Äderchen, die das Gestein durchkreuzen und öfters mit Quarz, Fluorit und Albit erfüllt sind. Manche Proben erscheinen durch Alternieren von verschiedenen Streifen geschichtet. Das Erz (Chalkopyrit, Bornit und Chalkosin)* hat alle Merkmale des später in das Gestein imprägnierten Erzes, wie Fig. 3 der Tafel ersichtlich macht. Diese Beobachtung widerspricht der Ansicht von Porth und Herter, die oben angeführt wurde. Auf einem Erlanstückchen (Pflbramer Bergakademie) habe ich eine Kruste einer pistaziengrünen Substanz gefunden, in welcher $\frac{1}{2}$ cm lange und 2—5 mm breite, unvollständig ausgebildete, teils wasserhelle, teils durch Chrysokoll grünlich gefärbte Täfelchen oder Säulchen eingebettet waren. Die nähere Untersuchung verwies auf Prehnit, es wurde eine hohe Lichtbrechung (nahe 1.63,**) eine starke und variable Dispersion (bald $\rho > v$, bald $\rho < v$) konstatiert. Das chemische Verhalten stimmt gleichfalls mit Prehnit überein, mit welchem auch der nicht konstante Achsenwinkel (32° — 45°) im Einklange steht. Eine Durchwachsung zweier Individuen, deren Achsenebenen senkrecht gegeneinander orientiert sind, ließ in einem Individuum die Dispersion $\rho > v$, im anderen $\rho < v$ erkennen. Die pistaziengrüne Substanz ist ohne Zweifel mit derjenigen identisch, die auch Herter erwähnt; sie enthält SiO_2 , Cu, Ag, Al, Fe, Mg, aber Sb, welches Herter ebenfalls gefunden hatte, konnte ich nicht konstatieren; wahrscheinlich war den Erzen, durch deren Zersetzung diese Substanz entstanden war, kein Tetraedrit beigemischt. Die Dichte der Substanz habe ich zu 2.385 bestimmt.

b) Quarzreiche Gesteine.

Quarzreiche Gesteine sind häufig geschichtet, es wechsellagern Quarzschichten mit seidenglänzenden, grünlich bläulichen Aktinolithlagen; andere Typen enthalten Quarz mit Epidot, Klinozoisit und Pyroxen gemengt. Zuweilen kommt spärlich Albit und Fluorit vor, einmal konnte auch stengeliger Wollastonit mit einer hohen Lichtbrechung aber einer niedrigen Doppelbrechung sichergestellt werden, seine Auslöschung ist gerade, die Längsrichtung der Stengel negativ. Auf einigen Quarzproben wurde auch

*) Pošepný führt irrtümlich an, daß sich der Chalkosin in den Permschichten, niemals aber in den kristallinen Schiefen befindet.

***) Der Lichtbrechungsexponent des Schwefelkohlenstoffes.

eine Chalkopyritkruste vorgefunden, die sich in Stilpnosiderit umwandelt hat.

c) Kalksteinreiche Gesteine.

Durch das Wechseln erlanartiger und kalkiger Lagen sind die kalksteinreichen Gesteine öfters gebändert. In den kalkigen Streifen wurde nebst Pyroxen auch Granat gefunden, der sowohl in idiomorphen Individuen, als auch als allotriomorphe Klemmungsmasse entwickelt ist (er gehört also zwei Phasen der Kontaktmetamorphose an). Auch Quarzschichten, Aktinolithfasern und Talkblätter sind den körnigen Kalken beigemischt. Im Vergleich mit den körnigen Kalken vom Kiesberg sind diejenigen von Ober-Rochlitz nicht dolomitisch.

Schließlich will ich noch auf einige interessante Probestücke aufmerksam machen, die ich entweder an Ort und Stelle gesammelt habe oder die mir aus den Sammlungen der Příbramer Akademie geliehen wurden; es sind die Teile der Aplitgänge, welche die Erlane durchsetzen, und in dieselben häufig schmale Apophysen entsenden. Merkwürdig ist, daß in den Aplitgängen der Mikroklin den Hauptfeldspat repräsentiert, während in den Apophysen Albit als dominierender Feldspat auftritt. Der Mikroklin ist öfters mit saurem Plagioklas (Albit?) perthitisch durchwachsen. Der Feldspat und der Quarz des Aplites deuten auf mächtige Druckphänomene hin, welche sich durch die häufige Kataklase der Feldspat- und Quarzindividuen, sowie deren anomales Auslöschchen kundmachen. Von großer Wichtigkeit ist für die Frage der Genesis der sulphidischen Erze der Umstand, daß dieselben die Aplitgänge als Erzadern durchsetzen; dies ist natürlich ein Beweis, daß das Erz jünger ist als die von demselben durchsetzten und imprägnierten Gesteine. Die Erzlagerstätte von Rochlitz ist wahrscheinlich mit derjenigen vom Kiesberg gleichen Alters.

V. Kupfererze in den Permschichten.

A) Die Lagerstätte bei Rybnic.

Die geologischen Verhältnisse der merkwürdigen Lagerstätte, welche sich zwischen Rybnic und Ruppertsdorf befindet, behandeln die Arbeiten von Grimm, Pošepný und Jokély. Pošepný rechnet die Lagerstätte von Rybnic zu den permischen Lagern, bei welchen die benachbarten Phyllite durch eine mächtige Verwerfung über die Permschichten umgestürzt worden sind. Das eigentliche, die Kupfererze enthaltende Lager ist von Limonit und von hornsteinartigen Quarzgesteinen gebildet. Auf den Halden, die hier als letzte Überreste des einstmaligen Bergbaues vorhanden sind, habe ich Phyllite, Kalksteine, Quarzite, Ton und chloritreiche Gesteine

sowie auch rote glimmerige Sandsteine gesammelt; *) häufige Limonitstücke enthalten viel Malachit. Chloritreiche, erzführende Quarzgesteine sind größtenteils dicht und von hornsteinartigem Aussehen (Příbramer Bergakademie). Sowohl mit bloßem Auge, besonders aber im Dünnschliffe bemerken wir in diesem Gesteine ovale Durchschnitte, welche an Gerölle erinnern; auch mikroskopisch können deutliche Unterschiede zwischen den Geröllendurchschnitten und der Umgebung beobachtet werden. Während erstere aus grobkörnigem, rundlich-eckigem Quarze zusammengesetzt sind, besteht die Zwischenklemmungsmasse aus sehr feinkörnigen, lappigen Quarzkörnchen, denen ein größeres oder kleineres Quantum von Chlorit beigemischt ist. Je nachdem sie mehr oder weniger Chlorit enthalten, sind diese Quarzite dunkler oder lichter gefärbt. Mit diesen kommen auch Quarzgesteine vor, welche recht viel Feldspat, Albit, resp. Oligoklas enthalten. Der Quarz und die Feldspäte deuten öfters durch ihr undulöses Auslöschchen, Kataklyse und durch Biegung der Plagioklaslamellen auf sehr heftige Druckwirkungen hin.

Der hier auftretende Chalkosin erscheint in Nestern, die in lange Trümmer und Adern auslaufen, welche zwischen die Gemengteile und den Klüften nach auch in die zersprengten Gemengteile eindringen.

Fig. 4. der beigelegten Tafel stellt ein deformiertes Plagioklaskorn vor, in dessen Kluft Chalkosin hineingedrungen ist. Wie aus dem Gesagten hervorgeht, sind die beschriebenen Quarzite klastischen Ursprungs, sie wurden später metamorphosiert und ihre Bestandteile wurden durch einen mächtigen Druck (der wahrscheinlich mit der oben erwähnten Überkipfung der Schichten zusammenhängt) deformiert; erst nach dieser Deformation kam das Erz in das Gestein. Wie schon gesagt wurde, ist das Kupfererz dieser Lagerstätte an Limonit gebunden. Auch mikroskopisch konnte konstatiert werden, daß der Chalkosin immer von Haematit und Limonit begleitet ist. Es wird dadurch abermals der Zusammenhang zwischen dem Eisenoxyde (resp. Eisenhydroxyde) und den Kupfererzen bestätigt, wie ich ihn bei dem Granitporphyre von Běloves erwähnt habe.

Auch einen arkoseartigen Sandstein von Rybnic (Příbramer Bergakademie) habe ich einer genauen Untersuchung unterzogen.

B) Die Lagerstätte am Kozinec bei Starkenbach.

Von den geologischen Verhältnissen dieser Kupferlagerstätte des unteren Perms belehren uns die Abhandlungen von Reuss, Jokély, Pošepný und Grimm, welcher letzterer am Kozinec einen grossen Erzreichtum vermutet. Auf den Halden, die am Nordabhänge des Kozinec liegen, habe ich Probestücke von glimmerigen, fein- bis grobkörnigen Arkose-sandsteinen, von Mergeln und Stücke von Sandsteinen mit Anthraciteinla-

*) Malakolithgesteine, die Jokély von dieser Lokalität angibt, habe ich nicht gefunden.

gerungen gesammelt. Alle diese Stücke sind reichlich mit Malachit und Azurit imprägniert. Diejenigen Probestücke, die das ursprüngliche Erz enthalten, gehören den Sammlungen der Pffbramer Bergakademie.

Die Feldspate der glimmerigen Arkosesandsteine sind zuweilen noch recht gut kristallographisch begrenzt, und gehören teils dem Orthoklas, teils dem Albite an. In einem Quarzkorne wurde die feinverteilte Graphit-substanz so angehäuft vorgefunden, daß derselbe einen deutlichen Pleochroismus aufwies.*) Als Repräsentanten der Glimmer fungieren Muscovit und Biotit. Die Feldspate sowie vereinzelte Granat- und Turmalinsplitter in den besprochenen Sandsteinen beweisen, daß ihr Material von granitischen Gesteinen herrührt. Auch ein Melaphyrbruchstück wurde einmal im Sandstein eingeschlossen konstatiert. Die Arkosesandsteine übergehen in Arkosekonglomerate; in beiden diesen Gesteinen sowie auch in den bituminösen Tongesteinen sind zahlreiche Versteinerungen und Anthraciteinlagerungen vorhanden. Die mergeligen Sandsteine sind recht bituminös.

Das ursprüngliche Kupfererz, Chalkosin, hat seinen Sitz in den Sandsteinen, vorzugsweise in der Nähe der Antraciteinlagerungen. Der Erzreichtum ist stellenweise so groß, daß der Chalkosin als das einzige Bindemittel der Quarzkörner auftritt, welche dann eine undulöse Auslöschung haben. Das Erz entsendet lange Trümmer, die zwischen die Sandsteingemengteile eindringen und die Muscovitblättchen imprägnieren. (Tafel, Fig. 5.) Der Chalkosin ist abermals von Haematit begleitet.

Dem Verhalten des Chalkosins nach muß ich bestimmt dafür halten, daß es sich abermals um eine Erzimprägnation handelt. Den Malachit und Azurit betrachte ich als sekundäre Bildungen, während Pošepný's Ansicht nach dieselben eine ursprüngliche Form des Erzes vorstellen.

C) Die Lagerstätte von Unter-Wernsdorf.

Außer einer kurzen Notiz, von Zippe behandeln diese Lokalität die Arbeiten von Bayer und Pošepný, der als das Haupterz dieser Lagerstätte den Tetraedrit anführt. Hering, namentlich aber Gürich, unterscheidet in diesem Lager zwei Erzhorizonte, im Liegenden und Hangenden des unteren Perm-Konglomerates. Als ursprüngliches Kupfererz konnte Gürich nur Chalkosin konstatieren. In der liegenden Erzschiechte dominiert der Pyrit, in der hangenden herrschen nierenförmige Konkretionen und fingerstarke Schnüre vor, welche aus Chalkosin und Pyrit bestehen. Auch das untere Konglomerat enthält den Chalkosin, der staubförmig und in dünnen Häutchen verteilt ist. Daß Gürich mit der syngenetischen Theorie übereinstimmt, ist schon oben gesagt worden.

*) Siehe Dr. J. L. Barviř, Rozpravy České Akademie XI, II. Kl., No 22., pag. 5, 6.

Von dem Bergbaue blieb nur eine einzige Halde bei der »Sofienhütte« übrig, an welcher ich Konglomerate und Erzproben gesammelt habe, die nach Gürich's Beschreibung teils aus der oberen teils aus der unteren Erzschiefer herrühren. Die konkretionären Bildungen verdanke ich Herrn Bergverwalter Ot. Hoertl. Die Konglomerate sind arkoseartig, denn sie enthalten außer Quarzgeröllen und Chloritschieferstückchen auch Feldspatkörner; diese gehören teils einem perthitisch mit sauerem Plagioklase verwachsenen Orthoklase an, teils rechnet man sie zum Mikroklin. Das Bindemittel der Konglomerate ist glimmerreich. Von den Bruchstücken, die in demselben eingeschlossen sind, wären noch ein Porphybruchstück und ein Melaphyrbruchstück zu erwähnen. Diese beiden Funde stimmen vollkommen mit Grimms Angabe überein, daß Porphyre und Melaphyre der Schatzlarer Umgebung älter sind als die Arkosen des unteren Rotliegenden. Die erzhaltenden Stücke sind Mergel, denen ziemlich viel Quarz, Plagioklas und Biotit beigemischt ist. Der Pyrit bildet entweder mächtigere oder sehr dünne Zonen, und hat spärlichen Chalkosin beigemischt. Tetraedrit konnte ich auf keinem der gesammelten Stücke konstatieren. Von dem Standpunkte der Adsorptionstheorie Kohlers beurteilt, ist es höchst interessant zu beobachten, daß in den erreichsten Partien der feinschuppige Kaolin vorherrscht. Die nierenförmigen Konkretionen sind aus feinkörnigem Pyrit und Chalkosin zusammengesetzt, infolge dessen sie einen matten Bruch aufweisen. Die Mitte der fingerstarken Schnüre bildet mergliger Kalkstein, in dessen Nähe Pyrit, weiter zur Peripherie die Körnchen von Chalkosin angehäuft sind. Von den unteren Konglomeraten stammen wahrscheinlich Quarzgerölle, die an ihren Klüften Pyrit- und Chalkosinhäutchen enthalten. Sekundär entsteht aus dem Chalkosin erdiger Malachit.

D) Die Lagerstätte von Kostial-Oels.

Dieses Lager wurde bei dem Baue der südnorddeutschen Verbindungsbahn entdeckt. Eine kurze Beschreibung der Lokalität verdanken wir Pollak, später Zippe. Ihren Abhandlungen zufolge ist das Kupfererz, Chalkosin, abermals um Anthraciteinlagerungen angehäuft, das Vorkommen des Erzes ist aber sehr unbeständig. Reuss erwähnt auch Limonit, der den Chalkosin begleitet, und gibt auch eine Silberinfiltration an den Klüften der Chalkosinknollen an. Weitere, diese Lokalität betreffende Arbeiten stammen von Jokély, Bayer und Pošepný.

Aus den unbedeutenden Halden, die »na Pohoři« nach den Schurfarbeiten übrig geblieben sind, konnte ich die von Malachit durchdrungenen, spärlichen Feldspat enthaltenden Konglomerate des unteren Rotliegenden sammeln, welche Zeichen einer deutlichen Druckwirkung aufweisen.

Die Gesteinsproben mit Chalkosin (Přibramer Bergakademie) sind mehr oder weniger feinkörnige Arkosensandsteine. Der von der haematitlimonitischen Infiltration begleitete Chalkosin besitzt abermals alle Charaktere eines zuletzt in das Gestein eingedrungenen Bestandteiles. Fig. 6. der beigeschlossenen Tafel stellt ein Feldspatkorn vor, in dessen Klüften der Chalkosin eingedrungen ist.

An einer Halde in der Nähe des Flusses Voleška sammelte ich viele aus Chalkosin zusammengesetzte Konkretionen, die vollkommen jenjenigen von Wernsdorf ähnlich sind, erstere sind aber im Bruche glänzend, da sie bloß aus dichtem Chalkosin bestehen.

E) Die Lagerstätte von Ober-Kalná.

Diese Lokalität ist von Hering am gründlichsten untersucht worden, denn dieser Forscher versprach sich von dem Bergbaue in Ober-Kalná großen Erfolg;*) seine Hoffnungen gingen aber nicht in Erfüllung. Heute ist der Bergbau gänzlich verlassen, obzwar die Schächte noch ziemlich gut erhalten sind. An dieser Lokalität habe ich nur schieferige, mehr oder weniger bituminöse, glimmerreiche und mit Malachit und Azurit imprägnierte Sandsteine des obersten Perms sammeln können. Der Azurit bildet kleine linsenförmige Scheiben auf den Schieferungsflächen. Außer diesen Azuritscheibchen habe ich auch ganz ähnliche Pyritscheibchen gefunden, ich konnte jedoch weder bei den ersteren, noch bei diesen ein Centrum auffinden, um welches sich die Erze gruppiert hätten. Nach Hering war in den bitumreichen Schiefen auch Chalkosin gefunden worden. Von Ober-Kalná besitze ich nur sekundäre Erze, die für die Genesis keine Wichtigkeit haben.

VI. Schluß.

Am Schluß dieser Abhandlung mögen noch alle Momente hervorgehoben werden, die teils der Literatur entnommen, teils das Resultat meiner eigenen Beobachtungen sind, und welche für die Frage der Entstehung des Kupfererzes von größerer Bedeutung sind. Man muß natürlich nur die sicher primären Erze (Sulfide, Cuprit oder Gediegen-Kupfer) in Betracht ziehen und diejenigen, welche aus ersteren entstanden sind, ausschließen; nur letztere haben nach Gürich in den Schichten »manigfache Wandelungen und Wanderungen durchgemacht«. Der Stillstand des Bergbaubetriebes und die Unzugänglichkeit der Lagerstätte, erlauben es leider nicht, die Erze an Ort und Stelle zu studieren, weshalb man

*) Er vermutete im Bergreviere von Ober-Kalná an 113.310·4 Tonnen Kupfer im Preise von 98,580.052·35 fl.

nur an die Angaben jener Forscher gewiesen ist, welche ihre Beobachtungen bei der Aufnahme des Bergbaubetriebes vornehmen konnten.

Diesen entnehmen wir:

1. Die Kupfererze sind vorzugsweise an den Klüften oder in der Nähe derselben angehäuft; ihr Vorkommen ist also auf die Lagerstörungen gebunden.

2. Die Niveaubeständigkeit, welche Groddeck als den schlagendsten Beweis der Syngeneses anführt, hat für die böhmischen Lokalitäten keine Geltung, denn die Erzführung kommt in verschiedenen Etagen des Rotliegenden vor. Die Niveauunbeständigkeit, die bei Wernsdorf so deutlich zu Tage tritt, wurde auch von Bergeat für böhmische Lokalitäten zugelassen; doch dieser Forscher betrachtet keineswegs die Niveaubeständigkeit als einen zweifellosen Beweis gegen die Syngeneses, womit natürlich der Wert derselben, den Groddeck so hoch schätzte, sich bedeutend vermindert. Daß in den Lagerstätten des Riesengebirgsgebietes keine Beständigkeit des Erzreichtums existiert, bewies am besten der vollständige Mißerfolg des Bergbaubetriebes in sämtlichen Gruben des Gebietes.

3. Mit der Niveauunbeständigkeit hängt die Tatsache zusammen, daß die Erze in verschiedenartigen Gesteinen auftreten, wie dies bei der Beschreibung einzelner Lokalitäten angeführt wurde. In manchen Gesteinen ist recht viel Bitumen vorhanden, so daß man vermuten könnte, daß die Sulfide derselben durch Reduktion aus Carbonaten sekundär entstanden wären, was auch einige Forscher behauptet haben. Doch es gibt daneben auch Erzlager, die weder Bitumen noch kohlige Bestandteile enthalten.

Für die Lösung unserer Frage über die Kupfererzentstehung sind meiner Ansicht nach zwei Tatsachen von großer Wichtigkeit:

a) Das Auftreten der Erze an den Klüften der Eruptivgesteine. In der bezüglichen geologischen Literatur finden wir Angaben von Reuss, Grimm und Porth, von der Existenz des Kupfers, Chalkosins und des Malachits in den Melaphyren.

In der vorliegenden Abhandlung sind der Cuprit, Chalkosin, Olivenit und Tirolit im Porphyre von Běloves beschrieben worden. Auch wurden die Erztrümmer der Rochlitzer Aplitgänge und die Malachitimpregnation des Rosentaler Melaphyres erwähnt. Im Porphyre von Kozákov wurde von Slavík Ehlit sichergestellt. Von der Gegenwart gediegenen Kupfers und Rotkupfererzes hatte ich Gelegenheit mich zu überzeugen; ein Melaphyrstück aus der Umgebung von Neu-Paka, das ich H. Hofrat Prof. Dr. K. Vrba verdanke, enthält in den Hohlräumen eine Cupritschichte; das zweite, vom Berge »Babka« bei Alt Paka, erhielt ich von meinem Onkel, H. Prof. J. Rosický; in diesem ist Gediegen-Kupfer eingesprengt.

Das eben Angeführte beweist gewiß vollkommen, daß emporsteigende Quellen sowohl im Gebiete der kristallinen Schiefer, als auch in jenem der sedimentären Permschichten hervortraten und die Klüfte der

Eruptivgesteine infiltrierten. *) Es ist natürlich, daß dieselben Quellen auch die umliegenden Schiefer in verschiedener Form und Mächtigkeit, wie es eben die Verhältnisse zugelassen, infiltriert haben. Hornungs Theorie kann man für die böhmischen Lokalitäten nicht annehmen, da es in Böhmen keine marine Permablagerungen gibt. Aus demselben Grunde ist es nicht möglich die Kupferschiefer in Böhmen durch Berges Hypothese zu erklären, nach welcher die posteruptiven Quellen das Erz-Material in den permischen Süßwasserseen angehäuft hätten, und die Erze durch das Zechsteinmeer niedergeschlagen worden wären.

b) Das zweite wichtige Moment, das die Frage über den Ursprung der Erze aufzuklären vermag, ist die Form des Auftretens der Erze in den Gesteinen. Die mikroskopische Untersuchung der primären Erze erwies in allen Fällen, daß dieselben die jüngsten Bestandteile der Gesteine sind. Man kann demnach folgenden Schluß ziehen:

Die Erze (Kupfererze, sowie auch Eisen- und Manganerze, und gewiß auch andere Erze, die von Rochlitz angeführt sind), welche an den Klüften der Eruptivgesteine, in kristallinischen Schiefeln und in den permischen Schichten des böhmischen Riesengebirges vorkommen, sind epigenetisch, indem sie in das vorher stehende Gestein durch emporsteigende, posteruptive Quellen eingetragen wurden.

Als Zuführungskanäle fungierten zahlreiche Verwerfungs- und Dislokationsspalten, die im Riesengebirge sehr häufig vorkommen. Da sie nach verschiedenen Richtungen die Gesteine durchsetzen, gestatteten sie den Erzlösungen in die Schichtenkomplexe einzudringen und dieselben zu infiltrieren. Es ist selbstverständlich, daß die erzfreien Klüfte nicht als Gegenbeweis der Epigenesis angeführt werden können. Entweder sind diese Spalten späteren Ursprungs, oder sie waren mit den Zuführungskanälen nicht in Verbindung. Auch die verhältnismäßig dünne Kupfererzschichte mit dem erzfreien Hut kann nicht gegen die Epigenesis sprechen; denn solch ein niedriges Lager muß entstehen, wenn die Erzlösungen in das eben abgesetzte, noch weiche Gestein eindringen; sie infiltrieren es natürlich sehr leicht in weiten Strecken, ohne einige Spalten in demselben zu infiltrieren. Bei den diesbezüglichen Erzschiefern sind die Erzlösungen und das Gestein fast synchronisch, doch sind die ersteren auch in diesem Falle gegen das Gestein noch immer epigenetisch.

Da das Auftreten der Eruptivgesteine, wie oben erwähnt wurde, sich mehrmals wiederholte, stiegen gewiß auch die mit ihnen zusammenhängenden posteruptiven Quellen wiederholt aus der Tiefe empor. Durch dieses wiederholte Emporsteigen kann man meiner Meinung nach die in verschiedenen Horizonten vorkommenden Erzlager besser erklären, als durch

*) Cotta behauptet, daß es keinen Beweis von der Existenz der posteruptiven Quellen gibt.

die Syngeneses, bei der man jedoch das Wiederholen von ziemlich komplizierten, günstigen Bedingungen in den geologisch öfters wenig von einander entfernten Zeiten, voraussetzen muß. Dasselbe hat besonders bei der Erzlagerstätte von Wernsdorf Geltung, wo das Erz, wie erwähnt, in zwei übereinander liegenden Schichten vorkommt.

Der Erzhalt, welchen G ü r i c h in den unteren Konglomeraten bemerkt hatte, kann nicht durch Syngeneses, sehr wohl aber durch die Wirkung posteruptiver Quellen, welche das Konglomerat durchgedrungen und in demselben einen Teil ihres Erzgehaltes zurückgelassen haben, erklärt werden.

Mineralogisches Institut der k. k. böhmischen Universität
Prag.

Literatur.

- M. Bauer: Krystallogr. Untersuch. d. Scheelits. Württemberg. naturwissenschaftl. Jahreshfte 1871. 55—61.
- C. Bayer: Berg- und hüttenmännische Thätigkeit im Riesengeb. B. u. h. Jhb. d. B. - A. 1860. IX. 234—244.
- R. Beck: Über d. Gesteine d. Zinkblendelagerst. Långfallsgrube. T. M. p. M. XX. 1901. 382—389.
- Lehre v. d. Erzlagerst. 1903. 508.
- H. E. Beyrich: Geolog. Verhältnisse d. böhm. Landestheil. d. Sect. Waldenburg Z. d. d. g. G. VIII. 1856. 14—17.
- F. Beyschlag: Genesis d. Kupferschiefers u. seine Entstehung. Z. f. p. G. 1900. 115.
- Erzlagerstätt. d. oberschlesisch. Muschelkalkes. Z. f. p. G. 1902. 143.
- E. Bořický: Petrograf. studia čedič. horstva v Čechách. Archiv II. 193—195.
- Petrograf. studia melafyr. horstva v Čechách. Archiv III. 2. odd. 2. seš. 65.
- Petrolog. studia porfyr. hornin v Čechách. Dokončil J. Klvaňa. Archiv IV. 4. 13.
- B. v. Cotta: Lehre v. d. Erzlagerstätten. 1861. II. 110, 111; 217, 218.
- J. Czerweny: Aphorismen ü. d. Vork. nütz. Mineralien i. Riesengeb. etc. Riesen- gebirge i. Wort u. Bild. 1881. I. pag. 3.
- E. Dathe: Erläuterungen z. geolog. Karte v. Preußen etc. Blatt Rudolfswaldau. 1904. 96.
- A. Frič a G. Laube: Geol. mapa Čech. Okolí Železného Brodu a Jičína až k Brou- movu a Náchodu. Archiv IX. čís. 6. 1895.
- J. Grimm: D. Kupfererzlagerst. i. nö. Th. Böhm. b. Starkenbach, Rybnic, Ober- und Nieder-Rochlitz u. d. darauf bestehenden Bergbauunternehm. Prag 1857.
- Die Lagerstätten d. nutz. Min. Prag 1869. 206—209.
- A. Groddeck: Die Lehre v. d. Erzlagerst. 1879. 278.
- A. Gurlt: Montanist. Reiseskizzen. D. Bergbau a. d. Kupfererzlagerst. i. böhm. Riesengeb. i. d. Umgeg. v. Starkenbach. B. u. h. Z. 1858. 321.
- G. Gürich: Die Kupfererzlagerst. v. Wernsdorf b. Radowenz i. Böhm. Z. f. p. G. 1893. 370.
- Geolog. Führer i. d. Riesengeb. Berlin 1900.
- Zur Genese d. oberschles. Erzlagerst. Z. f. p. G. 1903. XI. 202—205.
- Mittheil. ü. d. Erzlagerst. d. oberschles. Muschelkalkes. Z. d. d. g. G. 1904. 123.
- C. A. Hering: Beit. z. Kennt. d. i. d. Umgeg. v. Hohenelbe auftret. Kupfererzlagerst. Freiberg. 1874 [lithograph].
- Die Kupfererzlagerst. d. Dyas i. nordöstl. Böhm. i. Bezug a. ihre Abbauwürdigkeit. Öst. Z. f. B. u. H. 1888. 676—678, 685—688.
- Die Kupfererzlagerst. d. Erde. Zeitschr. f. Berg-, Hütt.- u. Salinenwesen XLV. 50.
- P. Herter: Z. d. d. g. G. 1857. 371—373.

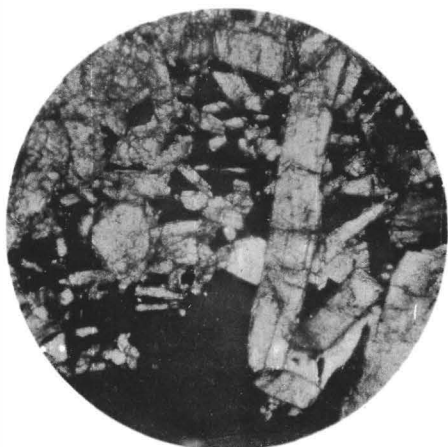
- P. Herter u. E. Porth: Das Erzvorkommen z. Rochlitz. Jhb. d. k. k. g. R.-A. X. 10.
 K. Hinterlechner: Beit. z. Kennt. d. geolog. Verhält. Ostböh. Jhb. d. k. k. g. R.-A. L. 593—613.
- Dr. F. Hornung: Zur Beurtheil. d. Regionalmetamorphose a. Harze u. z. Kupferschieferfrage. C.-B. 1903. 258—263.
 — Neuere Thatsachenmaterial im Lichte der harzer Regionalmetamorphose. C.-B. 1903. 358—362.
 — Formen, Alter u. Ursprung d. Kupferschiefererzes. Z. d. d. g. G. 1904. 207.
- J. Hrabák: Hornictví a hutnictví v král. Českém. Praha 1902. 231—237.
- J. Jokély: Verh. d. k. k. geolog. R.-A. XI. 111—112.
 — dto. XI. 119.
 — D. Riesengebirge i. Böhm. Jhb. d. k. k. g. R.-A. XII. 396.
 — Allgem. Übers. ü. d. Gliederung u. d. Lagerungsverhält. d. Rothliegend. i. westl. Th. d. Jičiner Kreises i. Böhm. Jhb. d. k. k. g. R.-A. XII. 381—395.
 — Verh. d. k. k. geolog. R.-A. XII. 76, 182.
- F. Katzer: Geologie v. Böhmen. Prag 1891. 455—519, 1188—1225.
- C. M. Kersten: Talksteinmark v. Rochlitz. Arch. f. Min., Geog., Bergb. u. Hüttenkund. V. 1832. 499—501.
- E. Kohler: Adsorptionsprocesse als Faktoren der Lagerstättenbild. u. Lithogenesis. Z. f. p. G. 1903. 49—59.
- Dr. G. Köhler: D. Rücken i. Mansfeld u. i. Thüringen. 1905.
- J. Krejčí: Studie v oboru křídového útvaru v Čechách. Archiv I. 2, 12, 151—154.
 — Povaha pánve mezi Sněžkou a Hradešínem u Českého Brodu. Živa XI. 1863. 4.
- G. Krusch: D. Classification d. Erzlagerst. v. Kupferberg i. Schlesien. Z. f. p. G. 1901. 226—229.
- G. Laube: Notitz ü. Einschlüsse v. Melaphyrgest. i. Porphyr v. Liebenau. Verh. d. k. k. geolog. R.-A. 1881. 332—333.
 — D. Erdbeben v. Trautenau am 31. Jäner 1883. Jhb. d. k. k. g. R.-A. 1883. 331—373.
- A. Madelung: Melaphyre d. Riesengeb. u. d. Karpaten. Verh. d. k. k. geolog. R.-A. XIV. 135—136.
- R. Michael: Über d. oberschles. Erzlagerst. C. d. d. g. G. 1904. 127.
- L. Milch: Beiträge z. Kennt. d. granitischen Gest. d. Riesengeb. N. Jhb. f. M. B.—B. XII. 115—237, XV. 105—204.
 — Mitth. a. d. Gebiete d. Statistik.
- E. Naumann: Über d. Entstehung d. Erzlagerstätten d. Kupferschief. u. Weißliegend. a. Kyffhäuser. Z. d. d. g. G. 1902. C. 122.
- K. M. Paul: D. geolog. Verhält. d. nördl. Chrudimer u. südl. Königgrätzer Kreises i. östl. Böhm. Jhb. d. k. k. g. R.-A. XIII. pag. 451.
- W. Petraschek: D. Mineralquellen d. Gegend v. Náchod u. Cudova. Jhb. d. k. k. g. R.-A. 1903. 459—472.
 — D. Bruchgebiet d. böhm. Antheils d. Mittelsudeten d. Neissegrabens. Z. d. d. g. G. 1904. 210—222.
- Ötto Pollak: Geognost. Bericht über d. i. nordöstl. Th. d. Bunzlauer, Jičiner und Königgrätzer Kreises i. Böhm. unternomm. Schürf. Jhb. d. k. k. g. R.-A. IX. 1858. 239—246.
- M. Porth: Über Melaphyre d. nordöstl. Böhm. Lotos V. 1855. 184—188, 193—197.
 — Z. d. d. g. G. 1856. 523—524.
 — Bericht über diesjähr. geol. Aufnahmen i. nordöstl. Böhm. Jhb. d. k. k. g. R.-A. VIII. 1857. 455.
 — Jhb. d. k. k. g. R.-A. IX. 1858. 18, 45—46.
- Fr. Pošepný: Něco o měďnatých hornistich českého permského útvaru. Živa. 1861. IX. 32—49.

- Fr. Pošepný: Verh. d. geolog. R.-A. XIII. p. 127.
 — Über d. Genesis d. Erzlagerst. B. u. h. Jhb. d. B.-A. 1895. 11, 162—179.
- K. v. Raumer: D. Gebirge Niederschlesiens, d. Grafsch. Glatz u. e. Th. v. Böhm. u. Oberlausitz. Berlin. 1819. 32, 59.
- A. E. Reuss: Über d. Kupfergehalt d. Rothlieg. d. Umgeg. v. Böhm.-Brod. Jhb. d. k. k. g. R.-A. III. 1851. 96.
 — Kurze Übers. d. geognost. Verhält. Böhm. Prag. 1854. I. 29—30. 60—66.
 — Lotos VI. 1856. 176.
 — Neue Mineralvork. i. Böhm. Lotos VII. 1857. 2—5, 130—132.
 — Mineralog. Notitz. a. Böhm. III. Über e. dicht. Pyroxen v. Rochlitz. Sitzber. d. k. Akad. XVIII. 1857. 557—561.
 — Mineralog. Notitz. Lotos VIII. 1858. 2—9.
- G. Rose: Z. d. d. g. G. 1857. 3—4.
- F. Römer: N. Jhb. f. M. 1858. 554—555.
 — Neuerdecktes Vorkomm. d. Scheelits i. Riesengeb. Lotos XIV. 1864. 144.
- A. Sachs: D. Bild. d. obersch. Erzlagerst. C.-B. 1904. 40—49.
 — D. Erzlagerst. Oberschlesiens. Z. d. d. g. G. 1904. 269.
- W. Salomon: D. Zechstein v. Eberbach u. d. Entstehung d. perm. Odenwälder Manganmulde. Z. d. d. g. G. 1903. 419.
- Fr. Slavík: Poznámky o porfyru podkozákovském. R. Č. Ak. IX. 2. tř. 1900, č. 31.
 — Dva kontakty středčeské žuly s vápencem. R. Č. Ak. XIII. 2. tř. 1904, č. 12.
 — Über ein. Granathornfels v. Predazzo. C.-B. 1904. 661.
- J. F. Schmidt v. Bergenhold: Übersicht. Geschichte d. Bergbau- und Hüttenwesens i. Königr. Böhm. Prag. 1880. 221.
- A. W. Steltzner-A. Bergeat: D. Erzlagerst. 1905. 388—417.
- K. Gr. Sternberg: Umriss e. Geschichte d. böhm. Bergwerke. I. 1836. I. Abth. 487. II. Abth. 74.
- F. E. Suess: Bau u. Bild d. böhm. Masse. Sonderabd. a. »Bau u. Bild Österreichs«. 1903. 247.
- G. Tschermak: D. Porphyrgest. Öster. a. d. mittl. geolog. Epoche. Wien. 1869. 29—88.
- E. R. Warnsdorf: Geognost. Notitz üb. d. Lagerung d. Náchoder Steinkohlzuges i. Böhm. N. Jhb. f. M. 1841. 432—442.
- E. Weinschenk: D. Kieslagerst. i. Silberberg b. Bodenmais. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XXI. Bd. 407.
- K. A. Weithofer: D. Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel d. niederschles. böhm. Steinkohlenbeck. Jhb. d. k. k. g. R.-A. 1897. 455.
 — Z. Frage d. gegenseit. Altersverhält. d. mittel- u. nordböhm. Carbon u. Permablag. Sitzber. d. k. Ak. Wien. CVII. I. 1898. 53—73.
- F. Wibel: D. ged. Kupfer u. Rothkupfererz. 1864. 61, 71, 159—170.
- J. N. Woldřich: Zeměřesení v severovýchodních Čechách 10. ledna 1901. R. Č. Ak. X. 2. tř. čís. 25, p. 32.
- H. Wolf: Ber. üb. d. geolog. Aufnahme i. östl. Böhm. Jhb. d. k. k. geol. R.-A. XIV. 1863. 479.
- E. Zimmermann u. G. Berg: D. geolog. Verhält. d. Umgd. v. Friedland b. Waldenburg i. Schlesien. Jhb. d. k. preuss. geolog. Landesanst. u. Bergakad. 1904. XXV. Bd. 4. Heft. 771.
- F. X. M. Zippe: D. Mineralien Böhm. Verh. d. Gesell. d. Vaterl. Mus. i. Böhm. 1838. 34.
 — D. Kupfererzlagerst. i. Rothlieg. Böhm. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien. XXVIII. 1858. 192.

Erklärung der Tafel.

- Fig. 1. Kiesberg, Erlan: Magnetopyrit dringt zwischen die Epidotkörner ein.
- Fig. 2. > > Magnetopyrit umgibt die Amphibolindividuen, und zertrümmert sich in ihren Klüften.
- Fig. 3. Rochlitz, Erlan: Chalkopyrit umschließt die Erlanbestandteile und dringt in ihre Klüften ein.
- Fig. 4. Rybnic, gepresstes, klastisches Gestein: Chalkosin geht in der Form einer schmalen Ader der Kluft eines gepressten Plagioklaskornes nach. *a)* Im gewöhnlichen Lichte, *b)* Zwischen den gekr. Nicols.
- Fig. 5. Kozinec bei Starckenbach, glimmeriger Arkosesandstein: Chalkosin dringt in die Spaltungsklüfte einer Muscovittafel ein. Das Probestück ist vom Malachite infiltriert.
- Fig. 6. Kostial-Oels, Arkosesandstein: Chalkosin umgibt das Feldspatkorn und presst sich in seine Spaltklüfte ein.

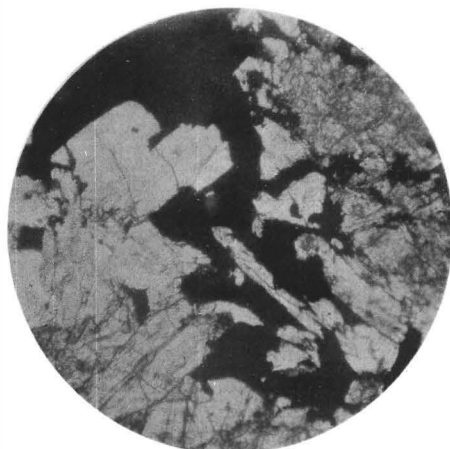
Vergrößerung durchwegs 50×.



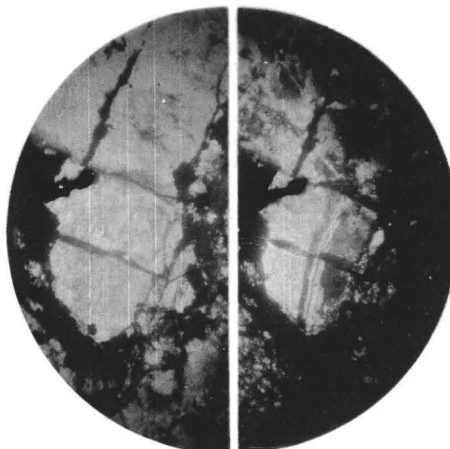
1.



2.



3.



a 4. b



5.



6.