

## Der steirische Erzberg.\*)

Eine montangeologische Studie von Prof. Karl A. Redlich, Prag.

Hiezu Tafeln I—III.

Die außerordentlich komplizierten Lagerungsverhältnisse der Alpen waren die Ursache, daß die geologische Erforschung dieses Gebirges trotz des hundertjährigen intensivsten Studiums noch nicht so weit gediehen ist wie in den übrigen verhältnismäßig einfacheren Gebieten Mitteleuropas. Während in den Ablagerungen der jüngeren Formationen bis herab zur Trias ein mehr oder weniger großer Fossilreichtum und genügende petrographische Unterscheidungsmerkmale die Trennung der einzelnen Stufen altersgemäß erleichterten und die tektonische Deutung begünstigten, haben speziell die petrographisch eiförmigen, fast fossilereen, paläozoischen Schichten — es sind der Hauptsache nach Tonschiefer, Konglomerate, Sandsteine, Diabase, Porphyre und Kalke, welche meistens in äußerst gleichförmige kristalline Schiefer umgewandelt sind — der Altersstellung und tektonischen Entwirrung die größten Schwierigkeiten entgegengestellt. Erst die feinsten optischen und chemischen Untersuchungsmethoden im Verein mit geologischen Detailaufnahmen haben diesen scheinbar so einfachen — in Wirklichkeit höchst verwickelten — Komplex

zu zerlegen versucht und haben gezeigt, daß in ihm eine vielfältig gestörte und gefaltete Masse zu suchen ist.

Vor mir liegt der im Jahre 1814 von Pantz und Atzl herausgegebene Versuch einer Beschreibung der vorzüglichen Berg- und Hüttenwerke des Herzogtums Steiermark<sup>1)</sup>. Neben der mineralogischen Beschreibung des steirischen Erzberges, finden wir hier zum erstenmal den Versuch einer stratigraphischen und petrographischen Gliederung dieses Gebietes. Wir finden die Ausdrücke Grauwacke, Übergangstonschiefer und Kalk; was mir das wichtigste erscheint, ist die schon damals erkannte, bis in die jüngste Zeit vergessene Abtrennung eines Teiles der Schiefer unter dem Namen Übergangsporphyre. Dieses Gestein ist zweifellos mit unserm Porphyroid gleichbedeutend. („Seine lichtgrünlich oder graue Grundmasse ist in reinem Zustand meistens ein Gemenge von Feldspat, dann Speckstein und Ton, worin kleineckige Quarzkörner von grauer Farbe mit Glasglanz und weiße Feldspatkristalle porphyrtartig liegen.“) Auch die Sericitschiefer sind diesen

<sup>1)</sup> Pantz J. R. und Atzl A. J. Wien 1814.

\*) Die Monographie des steirischen Erzberges erscheint gleichzeitig in erweiterter Form (Geschichte des Erzberger Bergbaues, der mineralogische Inhalt, Produktionsdaten) in den Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 1916, Heft 1. Über Wunsch der Redaktion läßt der Autor in dieser Zeitschrift den geologischen und genetischen Teil ebenfalls zum Abdrucke gelangen. Durch die spätere Drucklegung dieser Arbeit konnten einige neuere Beobachtungen aufgenommen werden, welche in den Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft fehlen.

Autoren bereits aufgefallen, wenn sie sie auch wegen ihres fettigen Anfühlens als „Wetz- und Talkschiefer“ beschrieben, ein Fehler, der noch heute von vielen Bergleuten begangen wird. 1847 scheidet F. v. Ferro<sup>2)</sup> von den eigentlichen spateisensteinführenden Kalken den älteren Grauwackenschiefer (körnige Grauwacke) als Liegendes, den jüngeren Grauwackenschiefer (Werfener Schiefer) als Hangendes ab. In der zehn Jahre später erschienenen rein geologischen Arbeit des Bergverwalters A. v. Schoupp<sup>3)</sup> ist schon eine etwas eingehendere Gliederung der Schichtmasse am Erzberg gegeben, u. zw. von unten nach oben:

Grauwackenformation:

1. Dunkle bis schwarze Tonschiefer in Kieselschiefer übergehend;
2. körnige Grauwacke;
3. Grauwackenkalkstein mit Erzlagen, als Fossilien Krinoidenstielglieder;
4. im Hangenden Breccien, die aus Kalk, Quarz, Kieselschiefer und Tonschiefer bestehen.

Triasformation:

5. Bunter Sandstein;
6. Triaskalk.

Einige Jahre später, 1864, hat Miller<sup>4)</sup> den Zug der Eisensteinbergbaue von Payerbach-Reichenau in Niederösterreich bis zum steirischen Erzberg studiert und glaubt verschiedene Anzeichen gefunden zu haben, daß alle diese Lagerstätten im Werfener Schiefer liegen, eine Annahme, welche, wie später gezeigt werden soll, eine gewisse Berechtigung hatte, um so mehr, als man zu dieser Zeit noch keine Fossilien vom Erzberg kannte. Es folgten nun die ersten Funde von Fossilien in der Grauwackenformation, im Jahre 1846 beschreibt Hauer einige von Direktor Erlach bei Dienten im Salzburgischen übersandte silurische Fossilien, 1865 findet Haberfellner im hintersten Teile des Erzgrabens am Nordfuße des Reichenstein in den schwarzen kieselreichen Schiefen einen kleinen Orthoceras (in der Karte durch grüne Farbe gekennzeichnet). In einem Steinbruch am Erzberg im sogenannten Saubergerkalk, aus dessen roten und rotgefleckten Liegendkalken schon lange Krinoidenstielglieder bekannt waren, entdeckt Haberfellner in bräunlichen, rötlich oder gelb gefleckten Kalkschichten Trilobitenreste etc., welche nach den Bestimmungen Sturs<sup>5)</sup> Pygidien von Bronteus palifer Beyr und Bronteus cognatus Bar, Cyrtoceras sp. etc. sind, ferner beschreibt Stur aus den braunen Spateisensteinen südlich vom Gloriet Spirifer cf. heteroclytus v. Buch und aus schwarzen Hangendkalken Calamapora Forbesi Roemer.

<sup>2)</sup> Ferro F. R. v.: Die Innerberger Hauptgewerkschaft. Tunnens montanistisches Jahrbuch, III. Band, 1845, S. 197, mit geolog. Karte.

<sup>3)</sup> Schouppe A. v.: Geognostische Bemerkungen über den Erzberg bei Eisenerz. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, Jahrg. 1854, S. 396. (Mit Profiltafel.)

<sup>4)</sup> Miller v. Hauenfels A.: Die nutzbaren Mineralien von Obersteiermark nach geognostischen Zonen geordnet. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, Band XIII, Wien, 1864, S. 213 (234).

<sup>5)</sup> Stur, Dr.: Vorkommen oberilurischer Petrefakte am Erzberg und in dessen Umgebung bei Eisenerz in Steiermark. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1865, S. 267. — Petrefakte von Liptsche, Bregenz und Eisenerz. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1866, S. 137.

Durch diese Funde wurde die Schichtenfolge von Eisenerz speziell des Erzberges als den Etagen (Barrandes E, F und vielleicht auch G) zugehörig erkannt. Der Saubergerkalk würde der Facies von Konieprus entsprechen. Schließlich erwähnt Stur im Nordnordwesten von Vordernberg von der Krumpalm Orthocerenkalken. Ich möchte gleich betonen, daß ausgewitterte Fossilien durchschnitte in der Nähe des Krumpensees nicht selten sind; so fand vor einigen Jahren ein Schüler von mir, R. Freyn mit Namen, Rhynchonellendurchschnitte, ich selbst habe vergeblich hier nach bestimmbaren Stücken gesucht. Infolge dieser Funde war man lange Zeit der Ansicht, daß die gesamte Grauwackenformation dem Silur-Devon angehört. Erst der Nachweis von Karbonfossilien durch Toulou am Semmering, durch Jenull-Stur im Preßnitzgraben bei Leoben, im Sunk bei Trieben etc. zeigte, daß wir in den petrographisch sehr ähnlichen Gesteinen wohl das ganze Paläozoikum vertreten haben.

Um die Mitte der achtziger Jahre erfolgte durch Vacek die genauere geologische Kartierung der nördlichen Grauwackenformation von der Salzburger Grenze quer durch Steiermark bis nach Niederösterreich<sup>6)</sup>, wobei auch der Eisenerz Erzberg in den Rahmen der Aufnahme fiel<sup>7)</sup>. Die unendlich wertvollen Beobachtungen werden durch den Umstand beeinträchtigt, daß Vacek in den Erläuterungen dem theoretischen spekulativen Teil eine zu große Bedeutung beilegte, von der Überzeugung ausgehend, daß Verwerfungen, Überschiebungen etc. die Tektonik unserer Alpen nur untergeordnet, vielmehr die diskordante Lagerung der einzelnen Schichtgruppen als Hauptursache den Gebirgsbau beeinflussen. Unter diesem Gesichtspunkte, der namentlich durch den Bergbau widerlegt werden kann, erfolgten seine geologischen Aufnahmen. Nach ihm wird unser Gebiet geteilt in:

1. körnige Grauwacke (Blaseneckgneis),
2. Kalktönschiefer als alte Basis,
3. graphitischer Kieselschiefer,
4. Kalke des Reichenstein Obersilur,
5. wiederholter Wechsel von Saubergerkalk mit Rohwänden und Erzen — Unterdevon,
6. sericitische Grenzschiefer,
7. Haupterzlager,
8. Hangendrohndwand — Eisenerzformation Perm,
9. Breccienkalk mit Erzbreccien,
10. dunkelgrüner Sandstein,
11. rote Werfener Schichten Untere Trias.

Nach Vacek liegt auf der alten Basis (Blaseneckgneis) unkonform der Quarzphyllit, dann folgt in gleicher Lagerung das Obersilur als graphitischer Schiefer und Reichensteinkalk; der Erzberg selbst stellt abermals ein eigenes jüngeres Schichtsystem dar, bestehend aus den älteren Kalken und Erzen, welche dem Unterdevon angehören, und den durch die Grenz-

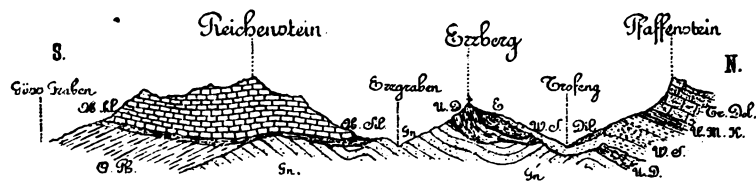
<sup>6)</sup> Vacek M.: Über den geologischen Bau der Zentralalpen zwischen Enns und Mur. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1886, S. 71.

<sup>7)</sup> Vacek M.: Skizze eines geologischen Profils durch den steirischen Erzberg. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1900, S. 23.

<sup>8)</sup> Vacek M. und Sedlacek E.: Der steirische Erzberg. Führer zu den Exkursionen des IX. internationalen Geologenkongresses, 1903.

schiefer getrennten jüngeren Hängenderzen. Die zwei letztgenannten Glieder zählt er zum Perm. Das ganze wird unkonform durch Werfner Schichten bedeckt. Abb. 1.

Im Jahre 1905 hat Ohnesorg<sup>9)</sup> in seinen Studien über die Umgebung von Kitzbühel in Tirol nachgewiesen, daß die von Foullon als Blasseneckgneis bezeichnete Grauwacke ein von einem Quarzporphyr abzuleitendes Gestein sei, eine Beobachtung, die Redlich<sup>10)</sup> zwei Jahre später für den niederösterreichischen Teil dieser Zone erkannte. 1908 gibt Redlich<sup>11)</sup> eine genauere Beschreibung der Eisenerzer Porphyroide. In einer bereits meist sericitisierten Grundmasse schwimmen rauchgraue Quarze mit deutlichen Taschen (magmatische Korrosion), selten ist die Dihexaederform noch zu erkennen, seltener Feldspat, welcher der Hauptsache nach Oligoklasalbit in polysynthetischen Zwillingstöcken ist. In geringer Menge ist Orthoklas vorhanden, der oft in ein Aggregat von Kaolin und Sericit-schüppchen umgewandelt erscheint. Als dritter Hauptbestandteil ist der Biotit zu nennen, der zum großen Teil bereits in Chlorit umgewandelt ist, meistens ist nur durch die braunen Absorptionstöne das ursprüngliche Mineral zu erkennen. Von akzessorischen Bestandteilen sind zu nennen der Zirkon (Kriställchen von [010] und [111], ziemlich große mangelhaft begrenzte langgestreckte mit Kataklasstruktur behaftete Individuen von Apatit und der an den unternormalen Interferenzfarben leicht kenntliche Zoisit. Diese Gesteine können wir als der Familie der Quarzporphyrite nahestehend bezeichnen. 1909 beschreibt Heritsch<sup>12)</sup> das gleiche Gestein und nennt es Quarzkeratophyr. Die Auffindung dieses Leithorizontes in der Grauwackenzone der Ostalpen, der sich von Wiener-Neustadt bis nach Tirol verfolgen läßt, bedeutet neben der Entdeckung der Fossilien einen wichtigen Schritt



Zeichenerklärung:

Gn = Blasseneckgneiss. — Q. Ph. = Quarz-Phyllit. — Ob. Sil. = Ober-Silur. — U. D. = Unter-Devon. — E. = Eisensteinformation — W. S. = Werfener Schiefer. — U. M. K. = Unterer Muschelkalk. — Tr. D. = Trias-Dolomit. — Dil. = Diluvium.

Abb. 1. Profil vom Reichenstein über den Erzberg zum Pfaffenstein (nach Vacek).

nach vorwärts zur Entwirrung der tektonischen Struktur dieses Gebietes.

Es ist nun die schwierige Frage des Alters dieser Porphydecken zu lösen. Redlich hat in seiner Arbeit über die Beziehungen der ungarischen Erzlagerstätten zu den Alpen<sup>13)</sup> anzunehmen geglaubt, daß sie dem Perm angehören, da sie z. B. bei Payerbach-Reichenau von verrucanoähnlichen Gesteinen überlagert werden. Im Szepes-Gömörer Komitat hatte bereits Schaffarzik<sup>14)</sup> und Böckh<sup>15)</sup> 1905 die gleichen Gesteine aus der Erzzone des ungarischen Grauwackengebietes beschrieben und sie dem Karbon zugezählt. Dieser Ansicht schlossen sich nun in ihren Semmeringstudien Mohr<sup>16)</sup> und Redlich<sup>17)</sup> für das niederösterreichische Gebiet, Heritsch<sup>18)</sup> auch für die übrigen Ostalpen an. Das letzte Wort in dieser Frage ist jedoch noch nicht gesprochen. Im Erzberggebiet bildet der Porphyroid zweifellos das Basisgestein, auf dem alles übrige sich aufbaut. Heritsch glaubt nun, daß die silurisch-devonischen Kalke als Decke auf den oberkarbonen Porphyroiden liegen. Diese Anschauung ist um so bestechender, als auch im Erzgebiete Tonschiefer

(in der Karte mit gelbem Farbenton ausgeschieden) mit den Porphyroiden innig verquickt sind, die ihrem Aussehen nach vollständig den karbonen Tonschiefern des Semmering, des Sunk etc. gleichen. Auch Vacek hat in seiner Manuskriptkarte diese Varietät von den obersilurischen Kiesel-schiefern getrennt. Ein

abschließendes Urteil über diese Frage wird wohl erst möglich sein, bis vollständig detaillierte geologische

<sup>13)</sup> Redlich K. A.: Die Erzlagerstätten von Dobschau und ihre Beziehungen zu den gleichartigen Vorkommen der Ostalpen. Zeitschrift für praktische Geologie, 1908, S. 320.

<sup>14)</sup> Schaffarzik F.: Daten zur genaueren Kenntnis des Szepes-Gömörer Erzgebirges. Mathem. und naturw. Berichte aus Ungarn, XXIII. Band, 1905, 3. Heft, S. 225.

<sup>15)</sup> Böckh Hugo v.: Die geologischen Verhältnisse des Vashegy, des Hradek und der Umgebung dieser (Komitat Gömör). Mitteil. aus dem Jahrb. d. kgl. ung. geol. Anstalt, XIV. Band, Heft 3, 1905. — Beiträge zur Gliederung der Ablagerungen des Szepes-Gömörer Erzgebirges. Jahresbericht d. kgl. ung. geol. Anstalt, 1905 (deutsch 1907, S. 46). — Über die geologische Detailaufnahme der in der Umgebung von Nagyröcze, Jolsva und Nagyszabos gelegenen Teile des Szepes-Gömörer Erzgebirges. Jahresbericht der kgl. ung. geol. Anstalt, 1906 (deutsch 1908, S. 157).

<sup>16)</sup> Mohr H.: Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitteil. d. Geol. Ges., Wien, 1910, S. 104.

<sup>17)</sup> Redlich K. A.: Das Karbon des Semmering und seine Magnesite, Mitteil. d. Geol. Ges. in Wien. VII. Band, 1914, S. 205.

<sup>18)</sup> Heritsch F.: Zur Kenntnis der obersteirischen Grauwackenzone. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Jahrgang 1910, S. 692.

<sup>9)</sup> Ohnesorg Th.: Über Silur und Devon in den Kitzbüheler Alpen. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1905, Seite 373.

<sup>10)</sup> Redlich K. A.: Die Eisensteinbergbaue von Payerbach-Reichenau. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch der montanistischen Hochschulen Leoben und Pöibram, 1907 (Heft VIII von Redlichs Bergbaue Steiermarks. Verlag Ludwig Nussler, Leoben, 1907).

<sup>11)</sup> Redlich K. A.: Über die wahre Natur des Blasseneckgneises. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1908, S. 340.

<sup>12)</sup> Heritsch F.: Geologische Studien in der „Grauwackenzone“ der nordöstlichen Alpen. II. Versuch einer stratigraphischen Gliederung der „Grauwackenzone“ im Paläntale nebst Bemerkungen über einige Gesteine (Blasseneckgneis, Serpentin) und über die Lagerungsverhältnisse.

Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Kl., Band CXVIII, Abt. 1, 1909, S. 115.

Karten des gesamten Paläozoikums unserer Ostalpen vorliegen werden; vorläufig ist die Möglichkeit mehrerer Altershorizonte der Porphyroide nicht vollständig von der Hand zu weisen. In unserem eng umgrenzten Gebiet liegen auf ihnen die durch ihre Fossilien bekannten silurisch-devonischen Gebilde. Es sind graphitische Kieselschiefer mit Schwefelkiesimpragnationen, aus deren Zersetzung Alaun ausblüht, weshalb sie von älteren Autoren auch als Alaunschiefer bezeichnet wurden, von Fossilien kennt man nur den schon erwähnten *Orthoceras*. Mit diesen Schiefeln hängt innig der Kalk des Reichensteins zusammen. Wenn man auch aus ihm keine bestimmbareren Fossilien kennt, so hat doch Heritsch<sup>19)</sup> aus dem benachbarten Gösseck, eine Koralle des Mitteldevons *Heliolites porosa* Goldf. beschrieben und damit indirekt das Alter der beiden Kalkmassen bestimmt. Die graphitischen Kieselschiefer bilden am Nordrand des Reichensteins eine zusammenhängende Masse und sind auch auf der Ostseite dieses Berges (Zinken 1515 m) zu finden. Da hier auch tonreiche Schiefer an sie stoßen, welche sehr ähnlich mit den erstgenannten Gesteinen sind, ist eine scharfe Grenzlinie zwischen beiden in der Karte anzugeben nicht möglich. Interessant ist ein Aufbruch der älteren Porphyroide am Südrande des Kressenberges innerhalb dieser Schiefer.

Immer mehr komplizieren sich die Verhältnisse. Die Reichensteinkalke liegen als einzelne eingefaltete Erosionsreste vom Kressenberg an in drei Staffeln, der Berg selbst, ein mittlerer Teil und der Franzosenbühl. Eine Ostwestfalte bildet die Spitze der Platte; hier sieht man deutlich, daß die Kalke im Porphyroid, bzw. im Porphyroid und Tonschiefer liegen, die tieferen silurischen Kieselschiefer fehlen. Der steirische Erzberg, der Glanzberg, der Polster und der Zirbenkogel sind die weitere Fortsetzung der Kalkdecke. Der Erzberg liegt unmittelbar auf den Porphyroiden. Diese führen hier schwache Erzgänge oder sind an mehreren Stellen mit Erz imprägniert. Schwarze Tonschiefer scheinen auch hier eingelagert zu sein. Über die Stellung der Erzbergkalke und ihr Alter gingen seit jeher die Meinungen sehr auseinander. Miller<sup>20)</sup> hat auf Grund seiner Studien in den niederösterreichischen Alpen und infolge des innigen Zusammenhanges des Kalkes mit den hangenden Werfner Schiefeln diese zur Trias gestellt. Dann kamen die Fossilfunde; und die Erzbergmasse wurde definitiv dem Devon zugerechnet. Leider ist es bei den geringen Fossilfunden geblieben; trotz mehrtägigem eifrigem Suchens ist es weder Vacek noch mir gelungen, mit Ausnahme von Krinoidenstielgliedern bestimmbarere Fossilien zu entdecken. Und dennoch wäre die Bestätigung der Haberfellnerschen Funde von der größten Wichtigkeit für die volle Sicherung der so eminent wichtigen Frage, da es doch auffallend erscheint, daß so wunderschön erhaltene Trilobitenreste nur an einer einzigen Stelle getroffen wurden.

Durch rote, gelbe und schwarze sericitische Schiefer wird die Kalkmasse in eine Hangend- und Liegendpartie geteilt. Vacek nannte diese Schiefer Grenzschiefer und hat ganz richtig darauf hingewiesen, daß sie mit jenen Schiefeln petro-

<sup>19)</sup> Heritsch F.: Studien über die Tektonik der paläozoischen Ablagerungen des Grazer Beckens. *Mittel. d. nat. Vereines für Steiermark*, 1905, S. 224.

<sup>20)</sup> Miller v. Haunfels I, c, F, Nr. 4.

graphisch übereinstimmen, welche namentlich im Osten das Muttergestein der Sideritlagerstätten bilden, z. B. bei Peyerbach-Reichenau, Gollrad, Altenberg etc. Da sie dort mit veruccinähnlichen Konglomeraten in Verbindung stehen, glaubt er sie dem Perm zurechnen zu müssen, über welchen der Hangenteil des steirischen Erzberges normal als permische Kalke zu liegen käme, so daß nach ihm der Erzberg, wie schon gesagt wurde, in einen devonischen und einen permischen Teil geschieden werden muß<sup>21)</sup>. In einer sonst fast vollständig kompilatorischen Arbeit wendet sich Taffanel ohne weitere Begründung gegen diese Zweiteilung des steirischen Erzberges<sup>22)</sup>. Nach genaueren Studien bin ich zur Überzeugung gelangt, daß die Kalkerzmasse ein einheitliches Glied devonischen Alters ist, welches infolge tektonischer Einflüsse durch die Zwischenschiefer zweigeteilt wird. Diese haben eine rote, gelbe oder schwarze Farbe; im Mikroskop sehen wir, daß es sericitische Tonschiefer mit häufigen Impragnationen von Eisenkarbonat sind. Die schwarzen Varietäten enthalten organische Beimengungen. Am Berge kann man die Beobachtung machen, daß sie:

1. in stärkeren Lagen eine Trennungsschicht zwischen den zwei Erzkörpern bilden. Die scheinbare Diskordanz stammt zweifellos von Störungen — viele von ihnen sind sicher Seitenverschiebungen (Abb. 2 a);

2. mehr oder weniger schwache Zwischenlagen zwischen Kalk, bzw. Erzlagen bilden (Abb. 2 b);

3. quer zu den Erzbergen, ja sogar senkrecht zu diesen das Gestein durchsetzen (Abb. 2 c).

Die Sericitisierung der ursprünglichen Tonschiefer hängt wohl in irgend einer bis jetzt noch unbekanntem Weise mit der Erzbildung zusammen. Man trifft namentlich auf der Dreikönig- und der Palmer Etage unter dem sericitischen Schiefer noch reine Tonschiefer, ja sogar rote Sandsteine, die sich durch nichts von den Werfner Schiefeln unterscheiden, auf diesen Etagen direkt in den Mantel der Werfner Schiefer übergehen, der von außen den Erzberg bedeckt. Wenn ich noch hinzufüge, daß es mir gelungen ist, in den Tonschiefern der Palmer Etage myacitenähnliche Gebilde auf den Schichtflächen zu finden, so wird die von Heritsch ausgesprochene Vermutung, „in diesen metamorphen Schiefeln Werfner Schichten“ zu sehen, zu fast sicherem Erkenntnis. Bei genauem Studium des Erzberges finden wir, daß der obere Erzbergteil nichts anderes ist, als eine Schuppe, welche bei der Auffaltung den weichen Tonschiefer der Werfner Schichten fast vollständig ausgewalzt und ihn gleichzeitig durch Verwerfungen und Verschiebungen

<sup>21)</sup> Vor kurzem habe ich die Kobaltnickelerzlagerstätten bei Nöckelberg studiert und vollkommen gleiche rotviolette Tonschiefer am Wege zum Nöckelberg nahe der Kote 1280 an der Basis der eisenerzführenden Kalke durchtränkt von Sideriten und mit den Kalken verfault gefunden. Dieselben können dem Tonschieferkomplexe angehören und durch Eisenlösungen rot gefärbt und sericitisiert worden sein oder aber sie gehören den Werfnerschichten an, die tektonisch bis tief in das Tal mit den erzführenden Kalken verfault sind.

<sup>22)</sup> Taffanel M. J.: Le gisement de fer spathique de l'Eisenerz. *Annales des mines*, 1903, S. 24.

zerrissen hat. Die schwarzen Tonschiefer, vielleicht sogar ein Teil der roten und gelben Sricitschiefer, dürften wohl verfaltete Fetzen jener Gesteine sein, die im Norden an den Erzberg grenzen und die wir mit dem Karbon verglichen haben. Daß solche Tonschiefer als feine Lagen auch zwischen die Kalkbänke eindringen, ja sogar auf spätere Umsetzungsprozesse zurückgeführt werden können, beweisen zahlreiche sekundäre, mit demselben Material verfüllte Querspalten, deren ursprüngliches Ausfüllungsmaterial feiner Tonschlamm war, der noch jetzt nach stärkeren Regengüssen Gesteinsrisse erfüllt. Wir sehen hier also eine weitgehende „Schuppenbildung“, wie sieschon Heritsch vermutet hat. Schließlich wurde der Erzberg mit einer Decke von Werfner Schiefer bedeckt, an deren Basis eine Kalkbreccie aus grauen und lichten Kalken, verbunden durch Tonschiefer, liegt, nach oben gehen diese in rote Sandsteine, rote und grüne Tonschiefer über<sup>23)</sup>. Ein Keil solcher Gesteine liegt auf der Josefyctage, in breiterer Ausladung finden sich diese Gesteine gegen Süden, stark zusammengesoben, an der äußersten Spitze des Söberhaggenlagers, dieses sogar deutlich unterteufend. Ähnliche Verhältnisse treffen wir östlich und westlich vom steirischen Erzberg. Das von uns aufgenommene Blatt zeigt beiläufig in der Mitte die Grenze zwischen dem Paläozoikum und der Trias. Die Trias beginnt an vielen Stellen mit der schon erwähnten Breccie, aber auch mit Quarziten von schmutzigweißer Farbe; darüber folgen rote und grüne Tonschiefer, die stellenweise Gips führen. Weiter im Norden liegen die Triaskalke des Zaunerkogel, Seemauer, Pfaffenstein, Griesmauer und Hochthurm, welche nicht mehr in den Kreis unserer Untersuchungen fallen. Bei der außerordentlichen Plastizität der vorerwähnten Werfner Schichten ist es nicht zu verwundern, daß sie in die Südränder der paläozoischen Schichten eingewalzt werden; besonders typisch sehen wir diese Verhältnisse am Südwestrand des Tulleck, wo die Werfnerschichten bis in das Weißenbachtal reichen, auch am Tullriegel und an dem bereits beschriebenen Südrande des Erzberges sind gleiche Erscheinungen zu beobachten. Im äußersten Osten unseres Aufnahmeblattes liegt der Polster.

<sup>23)</sup> Die Kalkbrocken sind durch Gebirgsdruck im Tonschiefer mehr oder weniger ausgewalzt und bilden oft schließlich nur eine millimeterdicke Schichte. Es hat dann den Anschein, als ob konkordante Kalklagen mit dem Tonschieferwechsellageren. Wir sehen hier ein schönes Beispiel der bruchlosen Faltung vor uns, da alle Glieder von dem ursprünglichen Brocken bis zur feinen Einlagerung vorhanden sind, wohl wert wäre, vom mechanischen Standpunkte genauer untersucht zu werden.

Auch er stellt, nach der Vererzung und nach den Krinoidenstieli-gliedern, welche ich daselbst fand, zu schließen, eine mit dem Erzberg gleichaltrige Bildung dar. Die erzführenden Kalke liegen größtenteils am Südrand auf Porphyroiden; wenn man jedoch die Grenze beider genau verfolgt, findet man an vielen Stellen Spuren der Werfner Schichten. Von Westen nach Osten gehend trifft man erst einen Quarzit, der oft nur schwer von dem Porphyroid zu unterscheiden ist. Ein deutlicher Pectenrest aus der Gruppe der textorius charakterisiert ihn sofort als sedimentär. Weiters findet man gegen die Mitte zu einen alten Schurfbau; zwischen Porphyroid und Kalk liegt eine harte kieselige Breccie, die uns zeigt, daß der Kalk auf dem Porphyroid nicht normal aufliegt. Im Osten finden sich stets Quarzite, rote und grüne Schiefer als kleine Bruchstücke, welche den Südrand bis gegen die Handlape begleiten.

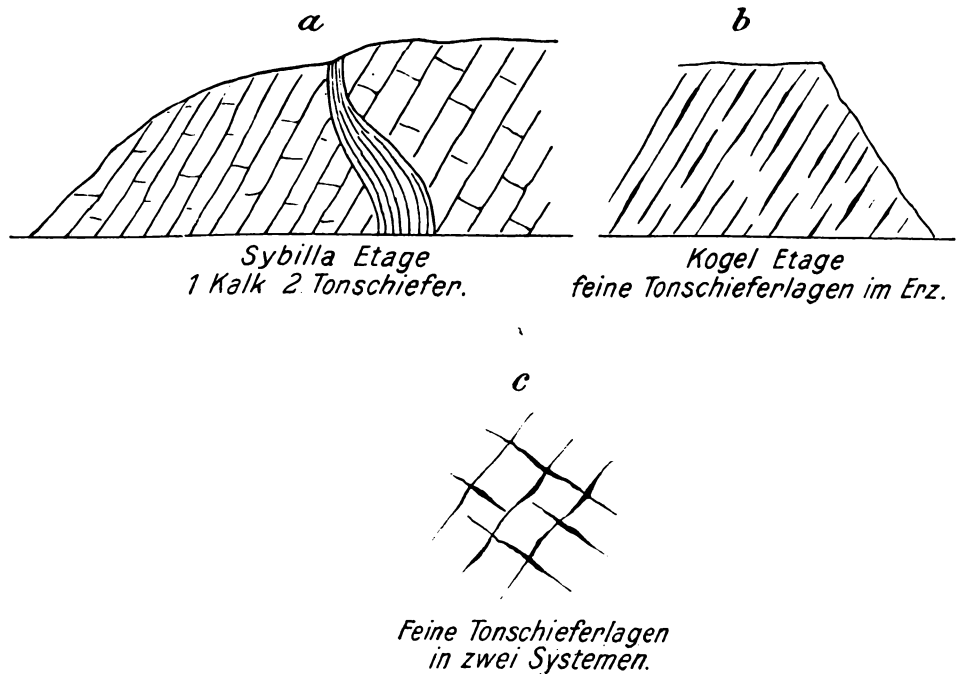


Abb. 2.

Hier wird der Polsterkalk durch einen starken Keil von roten Tonschiefern, Kalktonbreccien und Sandsteinen von den anschließenden paläozoischen Kalkgipfeln des Zirbenkogels getrennt.

Dieser geologischen Beschreibung unseres Aufnahmeblattes wäre noch hinzuzufügen, daß ein gewaltiges erratisches Diluvium den hauptsächlichsten Tallinien folgt, jedoch auch noch in relativ großen Höhen angetroffen wird. In erster Linie sind hier das Tal des Eisenerzer Baches und seine Seitengräben zu nennen. Hoch auf der Westlehne des Tullriegels bis in die Höhe des Bauers Winkl treffen wir Gerölle des Diluviums; mächtige Kalkblöcke verleiten hier leicht zu der Annahme, daß wir es mit zusammenhängenden Kalkmassen zu tun haben. Dasselbe gilt auch für die in meiner Karte aus-geschiedenen Kalke des Schichtturmes und des Gradsteines. Diese unmittelbar auf Werfner Schichten lagernden Kalke sind ebenfalls nur auf sekundärer Lagerstätte; das sieht

man an den Kalken des Schichtturmes, der kein einheitlicher Kalkblock, sondern ein Konglomerat riesiger Kalkklötze ist. Auch gegen das Abflußgebiet der Mur sehen wir auf der Paßhöhe des Präbichls selbst und bis gegen Vordernberg das Tal mit Schotter ausgefüllt, welche an dieser Stelle den genaueren Einblick in die älteren Schichten verwehren. Ich habe in meiner Karte mit Ausnahme der zwei Diluvialenvorkommen des Gradsteines und Schichtturmes das übrige Diluvium nicht ausgeschieden, da, wie ich glaube, der geologische Bau des ganzen Gebietes besser zutage tritt, wenn diese jüngsten Sedimente, welche zur Tektonik des Gebirgsbaues in keiner Beziehung stehen, weggelassen werden. Über die Vererzungszone soll im nächsten Abschnitte gesprochen werden.

Der heutige Stand der geologischen Erkenntnis kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die Porphyroide (körnige Grauwacke der alten Autoren) bilden die Basis des Reichensteins und des Erzberges. Sie stellen mit den schwarzen Tonschiefern einen innigen Komplex dar; die Vermutung ihres karbonischen Alters liegt nahe, ist jedoch noch nicht nachgewiesen. Die kieselreichen pyritischen Schiefer und Reichensteinkalke gehören dem Silur-Devon an; der steirische Erzberg ist ein nördlicher Lappen dieser Masse. Durch rote, gelbe und schwarze Sericitschiefer wird er in zwei Teile geteilt, welche dem Alter und der Entstehung nach zweifellos ein einheitliches Ganzes darstellen. Die schwarzen Schiefer scheinen tektonisch mitgerissene Fetzen der nördlichen paläozoischen Tonschiefer (Karbon?) zu sein; die roten und gelben Zwischenschiefer dagegen hängen zum größten Teile innig mit den Werfner Schichten zusammen, sind eigentlich nichts anderes als eine Einquetschung derselben an der Grenze zwischen Paläozoikum und Trias, wie wir sie am Tulleck und am Polster antreffen. Das Ende der Vererzung ist frühestens in die mittlere Trias zu setzen, vielleicht noch jünger.

#### Entstehung und Alter der Lagerstätte.

Seit langer Zeit weiß man, daß die Ostalpen von Wiener Neustadt bis nach Tirol von zahlreichen Erzlagerstätten begleitet werden. 1864 unternahm bereits Miller v. Hauenfels<sup>24)</sup> den Versuch, dem damaligen Stande der Wissenschaft entsprechend, sie nach geognostischen Zonen zu trennen, bei welcher Gelegenheit er bereits den großen Spateisensteinzug vom Typus Erzberg, den er der unteren Trias zuzählte, den Magnesitzug vom Typus Veitsch, die Kieslager vom Typus Schlading unterschied. Seit zwölf Jahren beschäftige ich mich speziell mit dem Erzinhalt der Grauwackenzone, die weit über 300 km im Norden der Ostalpen sich hinzieht und ich hoffe, daß es mir auch gelungen ist, über die Entstehung und den Zusammenhang dieser Lagerstätten Beobachtungen zu sammeln, die zur Klärung dieser Frage einiges beigetragen haben. Hier sollen nur die für den steirischen Erzberg in Betracht kommenden Daten wiederholt werden, im übrigen verweise ich auf meine früheren Arbeiten.

<sup>24)</sup> Miller v. Hauenfels I, c, Nr. 4.

Trotz der Fossilarmut des Grauwackengebietes ist es gelungen, einzelne verschiedenalterige Schichtglieder zu unterscheiden, die vom Silur bis zum Perm heraufreichen. Sie alle führen Erze derselben Paragenesis und derselben Entstehungsform. Im Silur-Devon liegen der steirische Erzberg, die Siderite von Dienten etc., im Karbon die Spateisensteine in Turrach und der Stangalpe etc., im Perm und in den Werfner Schiefern Teile der Sideritgänge in der Gollrad, Neuberg, Payerbach, Reichenau etc. Auf diese Zonengliederung habe ich bereits in meiner Arbeit über Payerbach-Reichenau<sup>25)</sup> hingewiesen. Aber selbst bis an die Grenze der unteren Triaskalke reichen einzelne Lagerstätten desselben Typus, z. B. Werfen im Salzburgischen (siehe Redlich „Zwei Limonitlagerstätten als Glieder der Sideritreihe in den Ostalpen“. Zeitschrift für praktische Geologie. XVIII., Seite 259).

Die in ihnen vertretenen Mineralien, d. h. ihre Paragenesis betrachtend, sehen wir in erster Linie Siderit, Ankerit (durch wechselnden Eisen- und Magnesiumgehalt ausgezeichnet), Kalzit, Dolomit, Quarz, Baryt, Schwefelkies, Kupferkies, Zinnober, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenkies, Manganerze, Fahlerze, seltener Nickel-Kobalterze und Antimonerze, Talk etc.

Das Überwiegen einzelner Erze stempelt die sonst paragenetisch gleichen Erzlagerstätten bald zu Siderit-, bald zu Kupfer-, bald zu Nickel-Kobaltlagerstätten. Wie weit der Siderit einerseits, die Sulfide etc. andererseits als gleichzeitig entstanden zu betrachten sind, läßt sich schwer entscheiden. Letztere dürften vielleicht überwiegend jüngeren Generationen angehören, wie dies Krusch<sup>26)</sup> für Mitterberg bei Bischofs-hofen (Salzburg) nachweist, wie ich es bei Payerbach-Reichenau in Schendlegg vor kurzem beobachten konnte.

Entstehung und Form der Lagerstätten hängen innig zusammen. Wir müssen die an Schiefer gebundenen Erze von denen, die im Kalk einbrechen, unterscheiden.

Die ersteren sind zweifellos, obwohl sie meistens der Schichtung folgen, nicht mit diesen gleichzeitig entstandene Lager, sondern spätere Imprägnationen, wofür folgende Beobachtungen sprechen: Die von der Erzmasse eingehüllten Brocken des Nebengesteines, die geringe, wenn auch selten und schwer zu beobachtende Verschneidung gegenüber dem Nebengestein, das Auftreten in Porphyroiden, schließlich das Zuscharen primärer Erztrümmer.

Es sind meistens Lagergänge, welche entweder durch deutliche Blätter vom Nebengestein getrennt sind, wobei eine ausgesprochene Gangstruktur auftreten kann, oder aber sie sind mit dem Nebengestein innig verwachsen, sie durchtränken dasselbe sogar; dann ist die Struktur gewöhnlich massig, es fehlt die symmetrische Anordnung der Erze (metamorphe Gänge im Sinne Lindgreens). Ihr Gehalt ist bedingt durch die größeren, bzw. kleineren Räume der Aufblätterung, ferner durch die größere oder kleinere Intensität der Durchtränkung des Nebengesteines mit Erzmasse, schließlich können Auswülfungen und Deformationen durch spätere gebirgsbildende Kräfte eintreten, die uns in dem so stark gefalteten

<sup>25)</sup> Redlich K. A. l. c. 10.

<sup>26)</sup> Beyschlag, Krusch, Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, Stuttgart 1910,

Alpengebirge nicht wundernehmen. Die an Kalk, bzw. Dolomitschichten gebundenen Erzlagerstätten der Grauwackenzone sind ebenfalls zweifellos epigenetischen Ursprunges. Die unverwischte Form läßt sich am besten in den Bergbauen des Schwarzleotales studieren<sup>27)</sup>. Im dolomitischen Kalke treten Gangnetze karbonatischer (Siderit, Ankerit) und sulfidischer Erze (Kobalt, Nickel, Kupfer, Eisenkies, Fahlerz, Bleiglanz etc.) auf, die Gänge selbst zeigen eine geringe metamorphe Ausbreitung in das Nebengestein.

Beim steirischen Erzberg sind die Zufahrtswege stark verwischt, es tritt eine weitgehende Metamorphose auf.

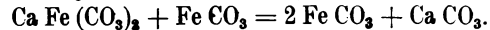
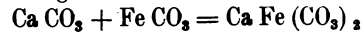
Der steirische Erzberg wurde genauer zum erstenmal im Jahre 1854 von A. v. Schouppé<sup>28)</sup> beschrieben, der ihn für sedimentäre Bildung hielt. Diese Ansicht wurde auf sämtliche alpine Sideritvorkommen übertragen und hatte noch bis vor wenigen Jahren ihre Anhänger. So vertritt sie M. Vacek in einer im Jahre 1900 erschienenen „Skizze eines geologischen Profils durch den Erzberg“<sup>29)</sup> und auch in Stelzner-Bergeats Lagerstättenlehre (Auflage 1904) ist der Erzberg noch als ein sedimentäres Produkt angegeben.

1893 erklärte A. Brunlechner die Erze des Hüttenberger Erzberges im allgemeinen für sedimentäre Absätze; in einem Referat über diese Arbeit wies C. Canaval auf das Vorkommen von Pegmatiten hin und deutete damit die Wahrscheinlichkeit der epigenetischen Entstehung an. Im Jahre 1902 griff B. Baumgärtl die Anregung Canavals auf und erklärte die Pegmatite des Hüttenberger Erzberges als Nachschübe granitischer Intrusionen, denen als letzte Äußerungen der vulkanischen Prozesse Thermalquellen gefolgt sind, welche den Pegmatit kaolinisiert und den Kalk in eine Siderit-Ankeritmasse umgewandelt haben.

Das benachbarte Auftreten von Siderit, Ankerit und Kalk am steirischen Erzberg und einige im folgenden geschilderte Beobachtungen bewogen Redlich im Jahre 1903<sup>30)</sup> die metasomatische Entstehung dieser Lagerstätten zu vertreten, eine Anschauung, die H. v. Höfer im selben Jahre in einer brieflichen Mitteilung an M. J. Taffanel<sup>31)</sup> kurz geäußert hatte.

Näher ging Redlich<sup>32)</sup> auf dieses Thema in seiner Arbeit über den Eisen-Kupferbergbau Radmer an der Hasel ein, woselbst im Kammerlgraben deutliche Erzzufuhr und Umsetzungen im Kalke an der Grenze gegenüber dem Schiefer

wahrzunehmen sind. Im Jahre 1907<sup>33)</sup> versuchte er den metasomatischen Prozeß durch folgende hypothetische Gleichungen auszudrücken:



Im gleichen Jahregab auch E. Heritsch<sup>34)</sup> einen kurzen Abriß über die Genesis des steirischen Erzberges, ohne jedoch im wesentlichen neue Gedanken zu bringen. Das von ihm hervorgehobene Auftreten von Siderit im Porphyroid, dem Liegenden der Erzmasse, ist zwar sehr interessant, doch kann es allein keinen Beweis für die Epigenese liefern, da schon F. Pošepný des öfteren in seinen Erzlagerstättenstudien darauf hinwies, daß solche in das Liegende reichende Trümmer — er nennt sie „Zotten“ — auch in Sedimenten vorkommen können, wenn sich dieselben auf einer von Furchen und Rissen durchzogenen Unterlage diskordant absetzen. Als Beispiel dafür können die Muldenausfüllungen durch eoäne Kohle im Kreidekalk von Carpano, dem Liegenden der jüngeren liburnischen Schichten dienen.

Die bestehenden Anschauungen über die Genesis der Sideritlagerstätten hat H. Leitmeier 1912<sup>35)</sup> zusammengestellt und sich ebenfalls für die metamorphe Entstehung ausgesprochen.

1913 hat Redlich im Verein mit O. Großpietsch<sup>36)</sup> auf analytischem Wege die Frage der Metasomatose nach Kalken nochmals gründlich studiert. Die Resultate dieser Arbeit sollen hier, da sie sich, was den Siderit betreffen, vor allem auf den steirischen Erzberg stützen, ausführlich wiedergegeben werden. Zur gleichen Zeit hat B. Granigg<sup>37)</sup> ähnliche Handstücke, wie wir sie in unserer Arbeit als Belege für unsere Anschauungen gebracht haben, in einer Tafel abgebildet, wobei ihm, da er sich nicht auf Analysen gestützt hat, der Fehler unterlaufen ist, daß er die unmittelbar an das Erz angrenzenden Partien für Kalk gehalten und so den metasomatischen Charakter des Prozesses nicht ganz erfaßt hat. Wie schon gesagt wurde, besteht der steirische Erzberg aus Kalk, Siderit und Rohwand. Sein unmittelbar Liegendes ist Porphyroid, eine Trennungsschicht von roten, grünen und schwarzen sericitreichen Tonschiefer teilt ihn in zwei Teile. Diesen Tonschiefern sind häufig Kalkbreccien eingelagert. Der Kalk, 40 m von der eigentlichen Lagerstätte entfernt, ist fast ganz eisen- und magnesium-

<sup>27)</sup> Redlich K. A.: Die Bergbaue des Schwarzleotales, Zeitschrift für praktische Geologie, 1917. (Im Druck befindlich.) Bei den Breunnerit-Magnetiten von Kärnten macht Hörhager (Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1911, Nr. 16) auf die Gänge im Kalk aufmerksam, hier spielen dieselben jedoch zweifellos gegenüber der Metamorphose eine mehr untergeordnete Rolle.

<sup>28)</sup> Schouppé A. v. l. c. Nr. 3.  
<sup>29)</sup> Vacek M. l. c. Nr. 8.

<sup>30)</sup> Redlich K. A.: Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnetitlagerstätten der steirischen Alpen. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1903, S. 285.

<sup>31)</sup> Taffanel J. l. c. Nr. 23.

<sup>32)</sup> Redlich K. A.: Der Kupferbergbau Radmer an der Hasel, die Fortsetzung des steirischen Erzberges. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. montanist. Lehranstalten zu Leoben und Pflibram, 1906,

<sup>33)</sup> Redlich K. A.: Die Genesis der Pinolithmagnetite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. Mitteilungen der Wiener mineralog. Gesellschaft, 1907, Nr. 37, enthalten in Tschermaks mineralog.-petr. Mitteilungen, 26. Band, S. 499.

<sup>34)</sup> Heritsch F.: Zur Genesis des Spateisensteinlagers des Erzberges bei Eisenerz in Obersteiermark. Mitteilungen der Wiener geolog. Gesellschaft, 1908, S. 396.

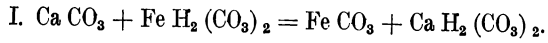
<sup>35)</sup> Leitmeier H.: Zur Kenntnis der Karbonate. Die Dimorphie des kohlen-sauren Kalkes. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Jahrgang 1910, S. 49. Doelter: Handbuch der Mineralogie, Band I, S. 348.

<sup>36)</sup> Redlich K. A. und Großpietsch O.: Die Genesis der kristallinen Magnetite und Siderite mit besonderer Berücksichtigung der Veitsch und des steirischen Erzberges. Zeitschrift für prakt. Geologie. XXI. Jahrgang, 1913, S. 90.

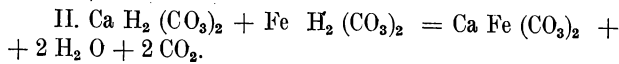
<sup>37)</sup> Granigg B.: Bilder über metasomatische Prozesse auf alpinen Erzlagerstätten. Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Wien, 1912, S. 675.



frei, da eine Analyse eines Stückes aus dieser Partie entnommen 0·84% Eisenkarbonat und nur Spuren von Magnesiumkarbonat ergab. In diese fast reinen Kalke dringen nun eisenreiche, magnesiaarme Lösungen ein. Der Umbildungsprozeß dürfte nach folgenden Gleichungen vor sich gegangen sein:



In der ersten Phase bildet sich der Siderit, ein Teil der vorhandenen Magnesiasalze wird von ihm aufgenommen, da ja das Eisen- und Magnesiumkarbonat scheinbar isomorphe Mischungsreihen bilden können. Je mehr Magnesium in der ursprünglichen Lösung ist, desto reicher wird das Eisenerz an Magnesium sein (Turrach etc.) bis schließlich beim Überwiegen des Magnesiumkarbonats über das Eisenkarbonat jene Breunnerite mit dem Endglied den kristallinen Magnesit sich bilden, die unsere Ostalpen neben dem Sideritzug als selbständiges Glied begleiten.



Das in Lösung übergegangene Kalziumkarbonat bildet mit dem Eisenbikarbonat das Doppelsalz Ankerit. Die dem Doppelsalz  $\text{Ca Fe} (\text{CO}_3)_2$  nahekommende Mischung (dem Dolomit entsprechend) ist weitaus am häufigsten zu beobachten, im übrigen hält sich der Kalzium-, bzw. Eisengehalt der Mischungen innerhalb eines Betrages von wenigen Prozenten, so daß auch hier, wie beim Dolomit, die größte Wahrscheinlichkeit der Doppelsalzbildung und nicht eine durch Zufälligkeiten begünstigte Konstanz der Mischungsverhältnisse vorliegt.

In den Abbildungen der Handstücke, Tafel III, sehen wir den Bildungsgang deutlich vor Augen. Fig. 1. In dem ganzen Stücke ist kein Kalk mehr vorhanden. *A* ist Siderit, *B* weißer, *C* grauer Ankerit.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Ca CO <sub>3</sub> .....	1·14 %	50·97 %	46·27 %
Mg CO <sub>3</sub> .....	2·46 %	13·05 %	14·63 %
Fe CO <sub>3</sub> .....	96·16 %	35·67 %	35·78 %
Rückstand .....	0·24 %	Spur	4·90 %
	100·00 %	99·69 %	101·58 %

Als reines Karbonat berechnet:

Ca CO <sub>3</sub> .....	1·15	51·13	48·87
Mg CO <sub>3</sub> .....	2·48	13·08	15·46
Fe CO <sub>3</sub> .....	96·37	35·79	35·67

Fig. 4 zeigt ein ähnliches Stück: *a* ist Siderit mit 94·63 %; Fe CO<sub>3</sub>, *b*<sub>2</sub> ist weißer neugebildeter Ankerit mit 37·30 %; Fe CO<sub>3</sub>, *b*<sub>1</sub> zeigt noch viel deutlicher, wie das bei dem vorher beschriebenen Handstück der Fall ist, die Struktur des ursprünglichen Kalkes, ebenso seine graue Farbe, die Analyse mit 33·78 %; Fe CO<sub>3</sub> weist bereits auf die fast vollständige Umwandlung hin.

Das in Fig. 2 abgebildete Stück zeigt den Siderit *A* neben dem Ankerit *B*, wobei der erstere von dem zwar jüngeren letzteren Gestein in der Zeitfolge nur wenig verschieden ist.

	<i>A</i>	<i>B</i>
Ca CO <sub>3</sub> .....	2·45 %	49·35 %
Mg CO <sub>3</sub> .....	1·37 %	37·35 %
Fe CO <sub>3</sub> .....	95·88 %	12·91 %
Rückstand .....	0·30 %	0·12 %
	100·00 %	99·73 %

Als reines Karbonat berechnet:

Ca CO <sub>3</sub> .....	2·47 %	49·54 %
Mg CO <sub>3</sub> .....	1·38 %	38·50 %
Fe CO <sub>3</sub> .....	96·15 %	12·96 %

Daß, wie in den Gleichungen angenommen wurde, zuerst Siderit, in der zweiten Phase Ankerit gebildet wurde, glaube ich an der Hand des in Fig. 4 abgebildeten Stückes sehen zu können. In die Haarrisse des ursprünglichen Kalkes dringt das Eisenbikarbonat mit überschüssiger Kohlensäure belastet. Längs dieser Spalten hat sich Siderit gebildet, wobei der gelöste Kalk gleichzeitig mit der unverbrauchten Eisenkarbonatlösung in die benachbarten Gesteinspartien gedrängt wurde und nach der Gleichung II den weißen Ankerit gebildet hat. Sowohl der Siderit als auch der weiße Ankerit wurden unter Ausscheidung der kohligen Substanz umkristallisiert. Die Reaktion war damit noch nicht beendet, denn es wurden auch die angrenzenden, noch grauen Teile in Ankerit umgewandelt; doch kam es aus unbekanntem Gründen nicht zu einer Umkristallisation.

Diejenigen Überschüsse von Kalziumkarbonat, welche nicht zur Bildung des Ankerit verbraucht wurden oder weggeführt wurden, kristallisierten mitten in der Erzmasse in bis oft kopfgroßen Rhomboedern als Kalzit aus und nur wo sie auf Magnesumbikarbonat stießen, bildeten sie das chemisch genaue Doppelsalz Dolomit. Es sind die von den Bergleuten als Roßzähne bezeichneten weißen Augen in dem mehr dunklen Erz. Diese zwei Mineralien lassen sich nicht nach dem Äußeren, sondern nur nach der Analyse unterscheiden. (Taf. III, Fig. 3.)

Fast alle alpinen Siderite enthalten mehr oder weniger große Mengen von Mg CO<sub>3</sub>, der nicht aus den ursprünglichen Kalken stammt, das Vorhandensein desselben äußert sich nicht nur in den neugebildeten Dolomiten, sondern auch in Bildungen, bei welchen sich das  $\text{Ca Mg} (\text{CO}_3)_2$  und  $\text{Ca Fe} (\text{CO}_3)_2$  untereinander verbinden. Am Erzberg sind es grobkristallinische Partien, die durch die Umrandung der einzelnen Kristallindividuen mit kohliger Substanz und durch ihre weiße Farbe den kristallinen Magnesiten ähnlich sind.

Ca CO <sub>3</sub> .....	48·76 %
Mg CO <sub>3</sub> .....	38·36 %
Fe CO <sub>3</sub> .....	12·85 %

Durch unsere Darlegungen hat die Hypothese der metasomatischen Verdrängung des Kalkes durch eisenreiche Lösungen Stützen erlangt, welche sie zur Erkenntnis erhebt.

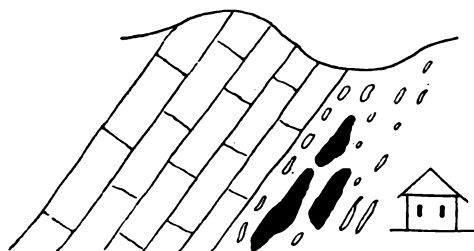
Die Umsetzung erfolgte teils an der Grenze der Kalke zum Nebengestein, teils nach präexistierenden Spalten in der Kalkmasse selbst; Beweis für die letztere Annahme sind die oft quer zu den Kalken verlaufenden Erzanhäufungen, die primär mit der Erzmasse zusammenhängen und sich durch



die in ihnen auftretenden Drusenräume als Gangausfüllungen mit metamorphen Charakter an den Saalbändern kennzeichnen.

Es wäre sehr naheliegend anzunehmen, daß die Umwandlung der Kalke zu einer Zeit erfolgte, da sie noch am

*Erzvorkommen bei der Handlalm am Polster.*



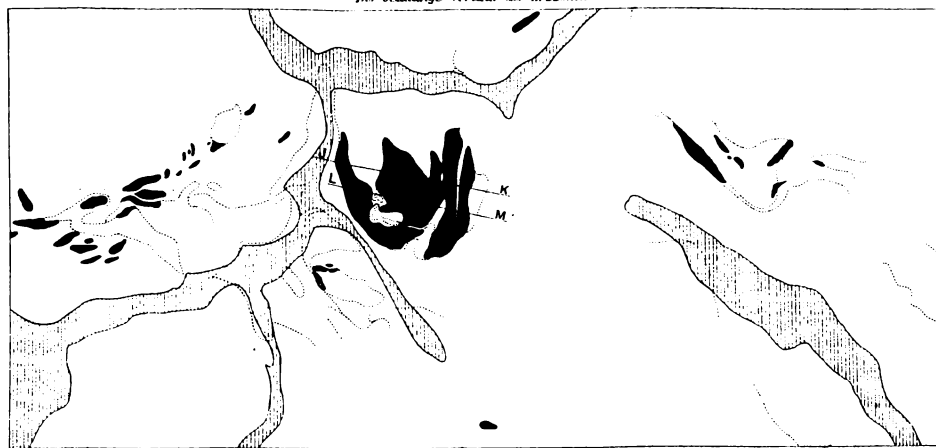
1. Kalk 2. Breccie der Werfener Schiefer  
3. Erzzone.

Abb. 3.

Meeresgrund als weiche Masse lagen, in welche durch submarine Quellen die Eisenlösung eindrang. Die Zertrümmerungszone des Schwarzleotales bei Leogang (Salzburg) ist der beste Gegenbeweis. Aber auch am Erzberg kann man sehen, daß zum mindesten das Ende der Erzbildung erfolgte, als bereits durch gebirgsbildende Kräfte die Schichten gebogen und gestreckt waren. Die sogenannten

selten sind. Wir sehen aber in weit ausgedehnterem Maße diese jüngeren Werfner Schichten an zahlreichen anderen Stellen des Erzberges in vererztem Zustand. Zunächst wollen wir die Verhältnisse auf der Handlalm an der Ostseite des Polsters untersuchen. Der dortige Bergbau erfolgte teilweise auf Erze im Kalk, teilweise auf Erzimprägnationen im liegenden Werfner Schiefer. Auch hier finden sich im steilgestellten Schieferkomplex die gleichen Breccien; auch hier sind die Kalkbrocken in Erz umgewandelt, das tonig-kieselige Bindemittel von diesem zwar durchtränkt, jedoch noch deutlich zu sehen. (Abb. 3.) Aber auch das Liegende des Erzberges, die Porphyroide weisen an vielen Stellen schwache Erzgänge auf, die bereits Heritsch<sup>39)</sup> erwähnt hat. Ich selbst habe solche von 10 bis 12 cm Mächtigkeit gesehen. Schließlich sei noch erwähnt, daß die Erzimprägnation im Sandstein, an der Basis der Werfner Schiefer, und in diesem selbst weit im Norden über die Donnersbachalpe und das Tulleck reichen, den Mitterriegel bis fast gegen Eisenerz begleiten. Durch diese Beobachtungen können wir der Bestimmung des Alters der Vererzung näher kommen. Ihr Ende muß nach der Zeit des Absatzes der Werfner Schiefer gelegen sein, wofür in erster Linie die mit den silurisch-devonischen Erzen im tektonischen Kontakt stehenden vererzten Zwischenschiefer den Hauptbeweis liefern. Die Analogien mit den vom Erzberg weit abgelegenen Sideritvorkommen von Payerbach-Reichenau lassen ähnliche Verhältnisse erkennen, auch hier finden sich mehrere Erzzone, von welchen die tiefste Fahlerze, Quarz, Kupferkies und Siderit führt und im Tonschiefer (vielleicht Karbon?) liegt. Die höheren Stufen

*Ihr beiläufige Verlauf der Erzzone*



□ Diluvium. ■ Vererzungszone. J-K, L-M = Lage der Profile am Erzberg

Abb. 4.

Zwischenschiefer enthalten, wie im geologischen Teil ausgeführt wurde, eine tektonische Breccie, in welcher Kalkstücke vom roten Schiefer umhüllt sind. An zahlreichen Stellen kann man die Umwandlung der Kalkbrocken in Siderit, oft ist noch der Kalk, bzw. Ankeritkern erhalten, beobachten. Der Tonschiefer ist zwar durchtränkt von Erz, jedoch noch erhalten, Neubildung von Chlorit im Erz ist hier nicht selten. Dieser Erscheinung könnte mit Recht nur geringe Bedeutung beigemessen werden, da ja solche lokale Umsetzungen selbst nach Fertigstellung des Erzkörpers nicht

treffen wir im Porphyroid, in den verrucanoähnlichen Konglomeraten und im Werfner Schiefer wie am Erzberg und in seiner Umgebung. Das Fehlen der Silur-Devonkalke bei Payerbach-Reichenau erklärt den Ausfall der in diesen Kalken aufsitzenden Erze des Erzberges.

Die am Erzberg gemachten Erfahrungen fordern aber auch zu einem Vergleich mit dem im Karbon liegenden Magnesitzug heraus, der oft örtlich dem Sideritzug unserer

<sup>39)</sup> Heritsch l. c. Nr. 36, S. 405.

Ostalpen auf kaum einen Kilometer nahe kommt. Genetisch hängen die beiden Karbonate, wie schon des öfteren auseinandergesetzt wurde, innig zusammen; in der Zeit ihrer Bildung scheinen aber Unterschiede zu bestehen, das Ende der Sideritvererzung ist nachtriasisch, dagegen konnte ich an keinem der von mir studierten Magnesitvorkommen wahrnehmen, daß die Bildung jünger als karbonisch sei und die zahlreichen in die gestörten Nebengesteine eingekneteten Magnesitbrocken lassen in den vielen bis jetzt studierten Gebieten erkennen, daß der Vererzungsprozeß vor der abschließenden, gebirgsbildenden Bewegung wahrscheinlich bereits beendet war.

Die Vererzungszonen in die geologische Karte aufzunehmen erschien mir aus zwei Gründen unangebracht. Die Hauptmasse liegt in den Kalken. Entsprechend der Entstehung dieser Erze ist ihre Verteilung ganz unregelmäßig und es hat daher gar keinen Sinn, einzelne Partien auszuscheiden. Die im Schiefer auftretenden Erzimprägnationen

sind ebenfalls ganz unregelmäßig verteilt. Ferner aber hätte die Übersichtlichkeit der Karte sehr gelitten. Wenn ich trotzdem auf Grund offizieller Veröffentlichung<sup>39)</sup> im Verein mit eigenen Beobachtungen die Erzkörper in beiläufigen Umrissen ausgeschieden habe (Abb. 4); so geschah dies hauptsächlich aus dem Grunde, um die in der Literatur zahlreich angeführten alten Bergbaue und Schurfpunkte, wie Tulleck, Polster, Kohlberg etc. zur Darstellung zu bringen. Die ganze weitere Umgebung von Eisenerz ist heute im Besitz der Österreichischen alpinen Montangesellschaft, welche vorderhand keinen Grund hat, die zur Produktionsstätte ungünstig gelegenen Punkte intensiver zu untersuchen.

<sup>39)</sup> Uhlig V.: Die Eisenerzvorräte Österreichs. Bericht der geolog. Gesellschaft in Wien für den XI. internationalen Geologenkongreß in Stockholm. Mitteilungen der geolog. Gesellschaft in Wien, Wien, III, 1910, S. 434, und The Ironore Resources of the World, 1910. Herausgegeben von dem Geologenkongreß in Schweden, 1910, Band I, S. 148.

## Untersuchung des Erdöles aus Taufkirchen (Oberösterreich).

Von

Dr. Sigmund Łahociński. (Mitteilung aus dem Laboratorium der k. k. Mineralölfabrik in Drohobyecz.)

Nachstehende im Auftrage des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten ausgeführte Untersuchung bezweckte Anhaltspunkte über die technische Verwendbarkeit des in Taufkirchen in letzter Zeit gewonnenen schweren Rohöles (Erdteeres) zu gewinnen.

Laut Mitteilung des k. k. Revierbergamtes in Wels und Meldung der Zeitschrift „Rohölindustrie“\*) ist in Taufkirchen bisher nur ein Bohrloch von zirka 120 m Tiefe fündig geworden. Die Bohrung erfolgte mittels Hand und das Rohöl wird auf gleiche Weise gelöffelt. Seit Inbetriebsetzung der Bohrung sollen zirka 10 Waggons Rohöl auf diese ganz primitive Weise gefördert worden sein.

Das Rohöl kommt anscheinend in einem mächtigen Sandlager unmittelbar über Granit vor; das Hangende dieses Sandlagers bilden marinemergelige Schichten (miozäner Schlier); das geologische Niveau des Ölvorkommens ist infolge ungenügender Aufschlüsse noch nicht genau bekannt.

Das aus diesem Bohrloche herrührende Erdölmuster war von braunschwarzer Farbe, sehr dickflüssig und zähe, bis 65% mit Sand und Wasser verunreinigt. Daraus konnten zirka 2-5 kg reines Rohöl isoliert werden, welches folgende Eigenschaften hatte:

Spezifisches Gewicht 0.947 bei 74.4°R, zirka 0.978 bei 12°R, Flammpunkt 150° M. P., Stockpunkt zirka + 7° C (sehr undeutlich) Viskosität bei 100° C zirka 10.0 E. Asphaltgehalt 1.5%.

Das nunmehr von Wasser und Sand befreite Rohöl wurde zunächst einer Probedestillation unterworfen, welche eine Orientierung über die Qualität des vorliegenden Materials

verschaffen sollte. Das Resultat dieser Destillation aus einer Glasretorte war folgendes:

132 g Rohöl ergaben:	
105.07 g Rohdestillat.....	79.6 %
19.00 g Asphaltkoks.....	14.4 %
7.93 g Verlust .....	6.0 %
	100.0 %

Eigenschaften des Rohdestillates:

Spezifisches Gewicht..... 0.932

Stockpunkt..... + 10° C.

Das Rohdestillat stellt ein dunkelbraunes, grün fluoreszierendes, hochviskoses Öl dar. Der mit + 10° C angegebene Stockpunkt ist eigentlich nicht der richtige Erstarrungspunkt des Öles, da das Öl bei der genannten Temperatur nur sehr schwer beweglich wird, dabei aber vollkommen klar bleibt ohne Paraffin in kristallinischer Form abzuscheiden. Dies ist eine Folge des niedrigen Paraffingehaltes neben hochviskosen Schmierölanteilen, welche Tatsache auch mit dem vom Geheimrat Professor C. Engler angegebenen sehr niedrigen Paraffingehalte dieses im Jahre 1909 von ihm untersuchten Rohöles übereinstimmt.

Das Rohdestillat wurde weiter durch Redestillation im Normalapparate in die bis 300 C. siedende Fraktion und den über 300° C. verbleibenden Rückstand geschieden.

Aus 105.07 g Rohdestillat wurde erhalten:

Siedebeginn: 140° C

Fraktion I:

	auf Rohdestillat:	auf Rohöl:
von 140° bis 300° C ...	17.65 g = 16.8 %	13.3 %

Fraktion II:

über 300° C. ....	87.42 g = 83.2 %	66.3 %
	100.0 %	79.6 %

\*) Rohölindustrie VII, S. 283, (1916.)