

Zur Tektonik und Lagerstättengenesi des steirischen Erzberges.

Von K. A. Redlich und K. Preclik (Prag).

(Mit 8 Textfiguren.)

Das Problem der Tektonik des steirischen Erzberges ist eng mit gewissen stratigraphischen Fragen verknüpft, die neuerdings durch die Arbeiten Spenglers, Kerns und Hiessleitners aktuell wurden.

Redlich hatte in früheren Arbeiten für die silurisch-devonischen Gesteine des betreffenden Teiles der alpinen Grauwackenzone die stratigraphische Reihe: Porphyroid — Tonschiefer, Kieselschiefer, Sandsteine — Erz führender Kalk aufgestellt und auf dem Erzberge eine Überschiebung der Erzkalkmasse auf den Porphyroid angenommen, von der Beobachtung ausgehend, daß die Schiefer zwischen Porphyroid und Kalk hier im Gegensatz zur weiteren Umgebung nur in stark reduzierter Mächtigkeit auftreten. Demgegenüber kehrten Spengler und mit ihm Hiessleitner zur älteren Schouppeschen Auffassung zurück, welche den silurischen Tonschiefer-Kieselschieferkomplex der Hauptsache nach unter den Porphyroid verlegt, und ordneten die spärlichen Schieferfetzen an der unmittelbaren Basis des Erzkalkes einer jüngeren, wenig mächtigen Schieferserie zu, wodurch eine bedeutende Vereinfachung der geologischen Profile erzielt wurde.

Vorliegende Arbeit, welche der geänderten stratigraphischen Auffassung Rechnung trägt, sucht zunächst die Frage zu beantworten, ob auch bei Annahme der Schouppe-Spenglerschen Stratigraphie die von Redlich behauptete Überschiebung des Erz führenden Kalkes auf den Porphyroid zu Recht besteht. Spengler hatte sich diesbezüglich der Redlichschen Ansicht angeschlossen (L. 19, S. 134), während Kern, Hiessleitner und neuerdings auch Petrascheck (L. 9, S. 4) sie ablehnen. Weiters soll untersucht werden, ob die durch ein Schieferband (Zwischenschiefer) in zwei Abteilungen gegliederte Erzkalkmasse eine einheitliche, nur durch vorübergehende sandig-schieferige Sedimentation unterbrochene Kalkserie vorstellt, die noch vor Ablagerung der Werfener Schiefer muldenartig verbogen wurde, wie dies in neuester Zeit Kern und Hiessleitner annehmen, oder ob, entsprechend der Redlichschen Deutung, der sich auch Spengler anschließt, zwei Kalkpakete durch einen vorwiegend tangentialen Bewegungsvorgang schuppenartig übereinandergeschoben wurden, wobei Schiefer der Kalkunterlage tektonisch zwischen die beiden Kalkschuppen gezwängt wurden. Die Beantwortung der letzteren Frage hat nicht bloß für das engere Erzberggebiet, sondern auch für die weitere Umgebung Bedeutung, wo Schiefer und Kalke in mehrfacher Wechsellagerung auftreten, eine

Erscheinung, welche von Hiessleitner (im Gegensatz zu Spengler) nicht als tektonisch, sondern als primär angesprochen wurde.

Im folgenden wird versucht, der Lösung dieser Probleme nicht wie bisher bloß durch feldgeologische, sondern auch durch petrographische Untersuchungen näherzukommen. Vor allem soll der Herkunft der sedimentierten Materialien und den Bewegungsspuren im Gefüge der Gesteine Beachtung geschenkt und die Frage beantwortet werden, ob die inneren Deformationen der Gesteine durch einfache Biegungs- und Bruchphänomene erklärt werden können oder ob sie die Annahme größerer tangentialer Verfrachtungen notwendig machen. Die diesbezüglichen Untersuchungen können sich unter anderem auf die von F. Angel (L. 2) geleisteten Vorarbeiten stützen.

In seinen beiden letzten Kapiteln wird sich vorliegender Aufsatz mit der Frage der vor- und nachtriadischen Tektonik und mit den in letzter Zeit geäußerten, mehr der Sedimentationstheorie zuneigenden Ansichten über die Entstehung der Eisenspatlagerstätte auseinandersetzen.

1. Die Auflagerung des Erzkalkkomplexes auf dem Porphyroiduntergrund.

Die Unterlage der Erz führenden Kalke bilden Porphyroide (Metaquarzkeratophyre), über die ausführliche Untersuchungen von Angel vorliegen (L. 1 und 2), welchen nur wenig Neues zuzufügen wäre.¹⁾ Die Gesteine lassen meist eine primäre Fluidalstruktur erkennen, die von einer mehr oder minder starken, gleichsinnig verlaufenden tektonischen Durchbewegung gefolgt wird. Letztere kann in extremen Fällen, welche vom Erzberge selbst allerdings nicht bekannt sind, die Ergußgesteine in Serizitschiefer umwandeln, deren eruptive Natur kaum mehr erkennbar ist.

Zwischen den Porphyroid und die Erz führenden Kalke schalten sich lokal sandig-schieferige Gesteine mannigfacher Art, die aber sehr unregelmäßig verteilt und meist nur auf kurze Strecken streichend verfolgbar sind. Die Kalke selbst beginnen im allgemeinen mit unreinen, klastischen Detritus führenden Kalkschiefern. Der petrographischen Untersuchung dieser Übergangsschichten wurde besonderes Augenmerk zugewendet.

¹⁾ In der Grundmasse einer Porphyroidprobe von der Straße Berghaus—Platte (Rückseite des Erzberges) wurde ein halbkugeliges, radialstrahliges Gebilde beobachtet, das bei analoger Zusammensetzung serizitreicher ist als die Grundmasse. Es handelt sich wohl um einen ehemaligen Sphärolithen. — Mehrere Schliffe von Erzbergporphyroiden führen längliche, mit der Längserstreckung parallel zur Fließrichtung angeordnete serizitreiche Einschlüsse, welche quer oder schräg zu letzterer durch Bänder von opakem Erz, gelegentlich auch von Chlorit unterteilt werden. Die Bänder gehen zuweilen nicht durch die ganze Breite des Einschlusses, sondern lassen in der Mitte einen schmalen erzfreien Kern frei. Sie sind meist gebogen oder durch Gleitflächen, welche parallel zur Fließrichtung verlaufen, staffelförmig zerlegt. Die Einschlüsse können weder als Pseudomorphosen eines resorbierten Minerals (etwa Biotit oder Hornblende) noch als Einschlüsse fremder, etwa tonschieferartiger Gesteinsbrocken gedeutet werden. Vermutlich handelt es sich um Partien der Grundmasse, die infolge orientierender Einflüsse in eigenartiger Weise erstarrt sind. Wo sich die durch Erzschnüre gebildeten Stengel um einen langgestreckten einschlußfreien Kern anordnen, ist wohl der Vergleich mit Axolithen am Platze.

An der Straße Berghaus—Platte folgen auf der Rückseite (Ostseite) des Erzberges über den normalen Porphyroiden zunächst Porphyroide von tuffigem Charakter. Ihr makroskopisches Aussehen ähnelt dem eines serizitreichen grüngelben Sandsteines. Unter dem Mikroskop ist das Gestein ganz wesentlich reicher an Einsprenglingen als ein Porphyroid. Neben typischen korrodierten Quarzen finden sich recht reichlich Einsprenglinge von Albit, seltener von Mikroklin, ferner gebleichte Biotitreste. Diese Gemengteile liegen z. T. in einer quarz-serizitischen Grundmasse, die selbst wieder in rundliche Brocken bis eckige Scherben zerlegt ist, welche nebst den nicht in Grundmassebruchstücken eingeschlossenen Einsprenglingen durch ein ähnlich zusammengesetztes, serizit- und quarzreiches Gewebe zusammengehalten werden. Eine Abrollung der Trümmer durch Transport in bewegtem Wasser ist nicht nachweisbar, für die Annahme einer tektonischen Zerlegung fehlen gleichfalls Anhaltspunkte. Am wahrscheinlichsten ist ein tuffiges Zersprätzen des Porphyroids, wobei die Einsprenglinge, vermutlich unter Beimischung sedimentären Materials, angereichert wurden.

Eine Beimischung sedimentären Materials ist schon aus dem Grunde anzunehmen, weil die Tuffe nach oben hin ohne wesentliche Änderung ihres äußerlichen Aussehens in sichere Sedimente übergehen. Zunächst folgen Arkosen, in denen das einsprenglingartige Material noch stärker gegenüber der „Grundmasse“ hervortritt. Ganz auffallend ist der Reichtum an frischem Feldspat, namentlich an gegittertem Mikroklinperthit, der in den Porphyroiden ein relativ seltener Gemengteil ist. Die Quarze lassen ihre Herkunft aus Porphyroiden z. T. noch deutlich erkennen, z. T. aber sind sie gerundet oder scherbenförmig, von unbekannter Provenienz. Die groben Quarz- und Feldspatkörner liegen in einem feinen Basalzement, welches aus Serizit, Quarz und Kalzit besteht und ab und zu gebleichte Biotitfädelchen enthält. Sie sind mechanisch ziemlich arg hergenommen, gestreckt, zerdrückt und zerrissen, doch läßt sich der ehemalige Zusammenhang der einzelnen Trümmer meist noch sicher erkennen. In die klaffenden Fugen zwischen den Trümmern dringt Kalzit ein, der trotz seiner geringen Korngröße ziemlich kräftige Kataklaste aufweist. Akzessorisch treten in der Grundmasse Körnchen, bzw. Säulchen von Magnetit, Zirkon, Apatit und Turmalin auf. Scharfgeschnittene Pyritkriställchen sind von Kränzen faserigen Quarzes umgeben.

Tritt der Feldspatanteil der Arkosen zurück, dann resultieren Sandsteine, die zuweilen limonitisch imprägnierte Steinmarkmassen (Angel, L. 2, S. 81) als Reste umgewandelter Feldspate enthalten. Bei einzelnen Quarzkörnern ist ihre Abstammung von Porphyroideinsprenglingen noch erkennbar, meist entbehren sie aber der charakteristischen Umgrenzung. Auch hier enthält das serizitisch-quarzige Basalzement größere oder geringere Mengen von Kalzit in meist gleichmäßiger Verteilung.

Zusammenfassend haben wir hier eine Schichtenfolge vor uns, die von tuffig zersprätzten Porphyroiden über Arkosen zu Sandsteinen führt, welche wenigstens z. T. aus umgeschwemmtem Porphyroidmaterial

bestehen. Dieses wichtige Erkenntnis auf rein makroskopischem Wege gewonnen zu haben, ist das Verdienst A. Kerns. Bei der Sedimentierung wird der Porphyroidquarz gegenüber den Bestandteilen der Grundmasse angereichert. Der Reichtum an Mikroklin-, bzw. Feldspateinsprenglingen überhaupt ist auffallend, da die benachbarten Porphyroide diese Gemengteile im allgemeinen nicht oder doch nur in geringer Menge führen.¹⁾ Auch die Quarze können nicht durchwegs dem Porphyroid entstammen, denn auf dem benachbarten Polster findet man in gleicher geologischer Position Quarzbreccien, bzw. Konglomerate, deren Trümmer eine Größe erreichen, welche die der Porphyroidquarze um ein Vielfaches übertrifft. Zweifellos stammt ein Teil dieses Materials aus umgearbeiteten Quarzgesteinen des Porphyroidliegenden. In dieser Vermutung bestärkt uns das gelegentliche Auftreten von rötlichbraunen Kieselschiefertrümmern in den Sandsteinen. Wir hätten daher zwischen den Tonschiefern, Quarziten und Kieselschiefern im Liegenden des Porphyroids und jenen im Hangenden desselben eine Diskordanz anzunehmen.²⁾

Was den Kalzitgehalt des Basalzementes anbelangt, so wurden keine Anhaltspunkte gefunden, die für ein sekundäres Einwandern des Karbonates (abgesehen von kleineren Verschiebungen) sprechen. Wahrscheinlich ist er mitsedimentiert, so daß also gewissermaßen ein Übergang der sandig-schiefrigen in die kalkige Fazies des Hangenden stattfindet.

Die Durchbewegung der besprochenen Gesteine ist deutlich, aber nicht sonderlich stark. Bei den später zu besprechenden Kalkschiefern im Hangenden ist sie jedenfalls viel ausgiebiger. Die Bewegung scheint hier also im wesentlichen nicht an der Porphyroid-Sedimentgrenze, sondern höher oben in den Kalkschiefern vor sich gegangen zu sein.

Ähnliche psammitische Sedimente wie auf der Ostseite wurden auch entlang der Südost- und Südumrahmung des Erzkalkkomplexes (z. B. auf der Kogel-Etage) mehrfach zwischen Porphyroid und Kalk angetroffen. Sie sind hier gewöhnlich wesentlich stärker durchbewegt, was sich in stark gefalteten und gequälten Serizitfasern (als Gleitflächenbelägen) äußert. Bald ist das Zement nur schwach mit Kalkspat durchwo: en, bald, namentlich in Hangenden, bildet Kalzit neben Serizit und Quarz die Hauptmasse. Oft stellt sich limonitisierter Siderit in klexartigen Anhäufungen zahlreicher kleiner Rhomboederchen ein. Die klastischen Quarze reichern sich partienweise derart an, daß sie nach erfolgter Umkristallisation ein mittelkörniges, \pm granoblastisches Quarzgewebe ergeben, wie man es in Quarziten zu sehen gewohnt ist. Für wesentliche Umkristallisation unter Verwischung primärer sedimentärer Strukturen spricht u. a. die Erscheinung, daß die großen Quarzkörner, ähnlich korrodierten Porphyroideinsprenglingen, vom Kalzit des Basalzementes angenagt werden.

¹⁾ Über einen kalifeldspatreichen Porphyroid siehe H. P. Cornelius in Spengler (L. 19, S. 141).

²⁾ Eine schwache Transgressionsdiskordanz zwischen den Erzbergsedimenten und den Porphyroiden gibt schon Kern (S. 25) an.

Auch an der Westgrenze der Erzkalkmasse (im wesentlichen also im sogenannten Zirkus) fehlen sandig-schieferige Zwischenschichten keineswegs, wie Kern (S. 25) angibt. Es fällt auf, daß hier im allgemeinen nicht relativ grobkörnige Gesteine,¹⁾ sondern feingeschlammte serizitische Schiefer neben Kieselschiefern vorherrschen. Diese sind z. T. durch Bitumen bzw. Graphit grau bis schwärzlich, sonst gewöhnlich licht ölgrün gefärbt.²⁾ Hiedurch ist bewiesen, daß die Erzformation nicht unmittelbar auf einem „vergrusten Porphyroiduntergrund“ (Kern S. 25) abgelagert wurde, aus dem die feinen Grundmassebestandteile herausgeschlammte und so die Quarzeinsprenglinge angereichert wurden, sondern daß sich auch tonige Schichten zwischenlagern, wobei eigentliche Transgressionsbildungen (Konglomerate, Breccien) heute vielfach fehlen. Hinsichtlich der Verbreitung dieser Zwischenschichten herrscht keine Regel. Meist sind es nur wenig mächtige Fetzen von geringer Flächenbeständigkeit, die überdies arg gequält, gestaucht und zerwalzt sind. Alles das deutet darauf hin, daß die ursprüngliche Sedimentfolge durch tangentialen Bewegungen weitgehend aufgearbeitet und zerstört wurde, wobei zu bemerken ist, daß diese Bewegungen im allgemeinen in der Richtung der Schichtflächen erfolgten. So erklärt es sich, daß einerseits die ursprüngliche Aufeinanderfolge der Schichten gestört wurde, daß wir aber andererseits in den Basisschichten das Material des Porphyroiduntergrundes in umgearbeiteter Form wieder finden. Die Redlichsche Auffassung des Erzkalkkomplexes als Schubmasse besteht also, wenn auch in modifizierter Form, zurecht.

Wichtige Anzeichen für lebhaftes tektonische Bewegungen in der Nähe der Porphyroid-Sedimentgrenze liefern, wie bereits erwähnt, auch die sogenannten Kalkschiefer (Ankerit-, Dolomitschiefer, Schiefererze) an der Basis der Erzkalkserie, die über den sandig-tonigen Schichten lagern. Sie sind z. T. zweifellos durch Verschieferung massiger Kalke entstanden. In der Nähe der Kogel-Etage z. B. sieht man alle Übergänge der massigen rötlichen Saubergerkalke in ähnlich gefärbte Kalkschiefer. Daß es sich dabei um tektonische Verschieferungsprodukte und nicht um ursprünglich dünnplattige Kalke handelt, beweist das gestreckte linsenförmige Konvergieren und Divergieren der Ablösungsflächen, welche das gleiche Bild bieten, das man an stark durchbewegten kristallinen Schiefen zu sehen gewohnt ist.

Kalkschiefer mit starken Serizitbelägen auf den Schichtflächen wurden von Kern (S. 25) als Zeugen rhythmischer Sedimentation, also als vielfache Wechsellagerung karbonatischer Präzipitate und terrigener feinstkörniger Einschwemmungen von Porphyroiddetritus angesprochen. Die nähere Untersuchung zeigt, daß die Verhältnisse durchaus nicht so einfach liegen. Zunächst hätte man zu unterscheiden zwischen Kalk- und Dolomitschiefern einerseits und Ankerit- bzw. Sideritschiefern (Schiefererze z. T., Erze mit „Jahresschnüren“) andererseits. Bei ersteren wäre eine unmittelbare Sedimentation denkbar, bei letzteren

1) Über vererzte Sandsteine und Quarzite vgl. Seite 238.

2) Petrographische Beschreibung siehe Seite 241.

ist der Absatz von Eisenoxydulkarbonat nur unter bestimmten Bedingungen vorstellbar. Angel (L. 2, S. 91) faßt die „Erze mit Jahreschnüren“ als aufgeblätterte Schiefer auf, die sekundär von Erz erfüllt (gleichsam injiziert) wurden; den einzigen Schieferkalk, den er (S. 92) beschreibt, ein durch dünne Sideritbänder mit durchschimmernden Serizitlagen zerteiltes Gestein, spricht er für einen tektonisch zerschiefereten und nachträglich durch Siderit ausgeheilten Kalk an, dessen Serizitgehalt von der Erzlösung aus durchstiegenen Porphyroid- und Serizitschieferschichten mechanisch mitgenommen wurde.

Es ist klar, daß diese Erklärung der Serizitbeläge, auch wenn sie im vorliegenden Falle zutrifft, nicht auf alle Schieferkalke verallgemeinert werden kann, zumal diese ja im allgemeinen jüngerer Sideritkluftfüllungen entbehren, welche als Bringer der Serizitsubstanz in Betracht kämen. Wichtige Aufschlüsse zur Beurteilung der Entstehungsfrage dieser Gesteine lieferte ein eisenschüssiger Dolomitschiefer vom Nordwestrande des Zirkus (Etage III). Dieser zeigt sehr feinkörnige granoblastische Dolomitlagen, welche abwechselnd anschwellen und wieder auskeilen. Ihre Dicke schwankt zwischen einigen Millimetern und 0·25 mm. Dem Dolomitgewebe, das übrigens ziemlich quarzfrei ist, sind pigmentfreie Serizitschüppchen wirr eingestreut. Entlang der Begrenzung der langgezogenen Dolomitlinsen reichert sich der Serizit an und bildet flaserartige, häufig unterbrochene Glimmerbeläge, in denen das ehemalige organische Pigment des Gesteins als Graphit gespeichert ist. Die Serizithäute erscheinen nur makroskopisch ebenflächig. Unter dem Mikroskop sind sie fein zerknüllt, gestaucht und gefältelt. Ihre Grenze gegen den Dolomit verläuft nicht scharf, sondern allmählich; die Glimmerlagen verschwimmen gleichsam in der Karbonatmasse.

In der Richtung der Schieferung dringt jüngerer grobspätiger, eisenhaltiger Kalzit ein. Er legt sich bald zwischen die Dolomitlamellen und ihre Glimmerbeläge, bald ist er beiderseits vom gleichen Medium umgeben. Diese Kalzitlagergänge, deren Begrenzung gegen den Dolomit unscharf verläuft und die sich durch Glimmerfreiheit auszeichnen, sind die Träger des Quarzgehaltes. Der undulöse Quarz tritt in Form locker eingestreuter, rundlicher oder zerlappter, meist isometrischer Körner auf. Noch jüngere Gänge von weißem Kalzit verqueren senkrecht oder unter spitzem Winkel die Schieferung. Sie lassen im Gegensatz zu den älteren keine mechanische Beanspruchung erkennen.

Wir haben hier einen Dolomit vor uns, der durch scherende Beanspruchung in Lamellen zerlegt wurde, hiebei unter Verwischung sedimentärer Strukturen umkristallisierte, wobei das Bitumen als Graphit, ein Großteil der Tonerde, Kieselsäure und der Alkalien als Serizit an den Gleitflächen ausgeschieden wurde. Im wesentlichen handelt es sich also um eine Entmischungerscheinung.¹⁾ Die ausgeschiedenen Glimmerhäute wurden beim Gleiten zerrissen, angeschoppt und zerknüllt. Im Verlaufe einer zweiten Durchbewegungsphase, zumindest in einem späteren Stadium der ersten, dringt Kalzit in die neu geöffneten Gleit-

¹⁾ Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Heritsch (nach Hiessleitner, S. 212) für die Tonflaserkalke des Reichensteins.

bahnen ein, die gleichsinnig mit dem älteren *s* (Sander) verlaufen. Er ist frei von Serizit, bringt aber Quarz mit. Während der jüngsten Bruchtektonik setzt abermals ein Nachschub von Kalzit ein, der die gebildeten Klüfte verheilt.

Ähnliche Beobachtungen konnten an sämtlichen Kalkschiefern gemacht werden, die aus den Basisschichten der Erzformation im Zirkus stammen. Bisweilen enthält auch das primäre Karbonat Quarz. Stets weisen die ausgeschiedenen Serizitfasern, gelegentlich auch die Quarze (Blätterquarze) Spuren schärfster schichtenparalleler Durchbewegung auf. Wie immer man auch den Wechsel von Karbonat- und Glimmerbändern deuten mag, von einer ruhigen Aufeinanderfolge rhythmisch sedimentierter Schichten, von der Kern spricht, kann keine Rede sein. Die dem geübten Auge schon makroskopisch erkennbare Zerwalzung und Zerschieferung zeigt sich unter dem Mikroskop mit derartiger Deutlichkeit, daß sie nicht übersehen werden kann. So sprechen alle Beobachtungen, die petrographischen sowohl als auch die feldgeologischen, dafür, daß die Grenzzone des Porphyroids gegen den Erzkalkkörper ein Bewegungshorizont ist, an dem Teilbewegungen stattfanden, deren Summe das Ausmaß weit überschreitet, das bei einer einfachen muldenförmigen Verbiegung der Gesteinsserie zu erwarten wäre.

Es erübrigt nun noch die Schiefererze zu besprechen, soweit sie von der Erzbergbasis stammen und ein dem Kalkschiefer ähnliches Aussehen haben. Angel (L. 2, S. 85 ff.) unterscheidet Schiefererze mit Porphyroidmaterial und solche mit Tonschiefermaterial. Er faßt letztere als aufgeblätterte Tonschiefer auf, in deren klaffende Schichtenfugen Erzlösungen eindringen.¹⁾ Nach unseren Beobachtungen sind die meist graphitisch bestäubten Serizitschmitze, welche die einzelnen Sideritlamellen begrenzen, ähnlich wie bei den Kalkschiefern, stets gestaucht und zerknittert, während das Erz selbst Deformationen nur selten und meist in geringem Maße aufweist. Der Tektonitcharakter dieser Gesteine steht somit außer Frage, wahrscheinlich ist auch, daß die Erzlösungen während oder unmittelbar nach der Durchbewegung eindringen. Ob es reine Schiefer waren, die vom Erz injiziert wurden, oder kalkige Schiefer, ähnlich den besprochenen, die metasomatisch in Schiefererz umgewandelt wurden, ist nicht zu entscheiden. Jedenfalls haben wir in unseren Präparaten in Übereinstimmung mit Angel keine Reste älterer Karbonate gefunden.

Der Quarz dieser Schiefererze ist zum Teil sicher sekundärer Entstehung. Man sieht zuweilen deutliche Kristallformen von der Tracht des Bergkristalls (einmal auch mit zonarem Bau); gelegentlich verkittet der Quarz die Trümmer des kataklastischen Erzes oder dringt an Spaltflächen in das Karbonat ein. Bemerkenswerterweise finden sich solche verquarzte Erze stets in der Nähe der Porphyroide, Zwischenschiefer und Werfener Schiefer, aus denen die Kieselsäure stammen muß, ein Umstand, auf den auch Kern hinweist.

¹⁾ Während der Vererzung ist auch etwas neugebildeter Chlorit entstanden, den man zuweilen in der Nähe der Serizitschmitze, seltener im Erz selbst findet. Vgl. diesbezüglich die vererzten Werfener Breccien S. 251.

Von den schieferigen, quarz- und serizithaltigen Erzen führen Übergänge zu mehr oder minder massigen, welche bisher vielfach als vererzte Porphyroide angesprochen wurden. Diese Gesteine zeigen in einer Grundmasse von Siderit neben serizitischen Flaserzügen unregelmäßig begrenzte, feinkörnige Partien, bestehend aus Serizit und Quarz. Größere, meist gerundete Quarzkörner liegen teils im feinkörnigen Quarz-Serizit-Gewebe, teils im Siderit. Obwohl man zuweilen Formen findet, die mit ihren schlauchartigen Einbuchtungen an Porphyroidquarze erinnern, scheint es sich dabei doch nicht um vererzte Porphyroide, sondern um Sandsteine zu handeln, ähnlich den von der Rückseite des Erzberges beschriebenen (S. 233). Gegen die Deutung als Porphyroid spricht die meist rundliche Form der Quarzindividuen und das Fehlen quarzreicher Reaktionssäume, die man um die Einsprenglinge der Porphyroide zu sehen gewohnt ist, überdies der große Reichtum an größeren Quarzkörnern. Daß sich unter den Quarzen auch umgelagerte Porphyroidquarzeinsprenglinge finden, erscheint nach S. 233 begreiflich. Übrigens ist auch hier nicht aller Quarz primär, sondern z. T. aus Lösung ausgeschiedener Bergkristall, bzw. Kluftausfüllung. In manchen Schüffen sieht man Platten eines serizitarnten feinkörnig granoblastischen Quarzgewebes, die beiderseits von Serizitsträhnen begleitet werden. Hier liegen offenbar nicht Sandsteine, sondern vererzte plattige Serizitquarzite vor. Die Vererzung erfolgt nicht in der Art, daß Trümmer des vererzten Gesteins durch Siderit verkittet werden, sondern der Eisenspat imprägniert das Sediment und löst es auf. Das Sedimentgefüge zerflattert gleichsam im spätigen, mehr oder minder massigen Erz.

Spuren mechanischer Deformationen sind auch bei diesen vererzten Gesteinen stets nachweisbar, an den Quarzen und Glümmern übrigens deutlicher als am Erz. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch hier die Durchbewegung den Lösungen den Weg ins Gesteinsinnere gebahnt hat.

Die sogenannten vererzten Porphyroide erweisen sich somit, soweit sie von uns untersucht sind, als vererzte Sedimente. An sicheren Porphyroiden wurden stets nur geringfügige Vererzungen wahrgenommen. Meist erscheinen in der Porphyroidgrundmasse zackig begrenzte Flecken von Siderit (bzw. Kalzit bei den „verkalkten“ Porphyroiden), die als Produkte einer Imprägnation bei teilweiser Auflösung der Grundmasse aufzufassen sind. Der vererzte Porphyroid, den Angel (L. 2, S. 82) von der Palmer-Etage beschreibt, ist eigentlich eine mit Siderit verkittete Porphyroidbreccie und wäre demnach den vererzten Sandsteinen anzugliedern.

2. Die Zwischenschiefer.

Zwischen die Liegend- und Hangendscholle schaltet sich die Zone der sandig-tonigen Zwischenschiefer ein. Wie bereits erwähnt, hatte Redlich und mit ihm Spengler die Schiefer als Teile des stratigraphisch Liegenden des Erzkalkes aufgefaßt, die gelegentlich der Überschiebung zwischen die beiden Erzkalkschuppen tektonisch eingezwängt wurden. Demgegenüber fassen Kern und Hiessleitner die beiden Kalkpakete als normal übereinandergelagert, die Zwischenschiefer als sedimentäre Einschaltung auf.

Redlich, Jungwirth und Lackenschweiger (L. 13, S. 96) führen als Beweis für die tektonische Übereinanderlagerung der beiden Erzkalkpakete das Vorhandensein von Porphyroidscherlingen, also sicheren Liegendgesteinen, in den Zwischenschiefern der Erzbergspitze an, während Kern, das Vorkommen von Porphyroiden in den Zwischenschiefern bestreitet. Eine Überprüfung der Zwischenschiefer an der genannten Stelle ergab, daß Porphyroide hier tatsächlich fehlen und daß eine Verwechslung mit Sandsteinen unterlaufen sein muß, die übrigens bei rein makroskopischer Untersuchung in Anbetracht des Gehaltes dieser Gesteine an Porphyroiddetritus und der ähnlichen Färbung greiflich ist. Dennoch scheinen Porphyroide der Zwischenschieferzone nicht völlig fremd zu sein, denn gelegentlich unseres letzten Erzbergbesuches fanden wir in den Zwischenschiefern der Maschin-Etage NO vom Berghause Scherlinge, die unter dem Mikroskop das Bild eines stark zerwalzten Porphyroides geben: Ihre größeren, wenig hergenommenen Quarze zeigen stets die Form typischer Porphyroideinsprenglinge: sie liegen in einer schlierig-fluidalen Grundmasse, die als Porphyroidgrundmasse identifiziert werden kann.

Das Auftreten von Porphyroiden in den Zwischenschiefern beweist, daß Gesteine des Untergrundes zwischen die beiden Kalkschuppen geklemmt sind, daß diese also tektonisch übereinandergelagert sein müssen, es wäre denn, man nähme eine sedimentäre Einlagerung großer Porphyroidblöcke im tonigen Schiefer an, was aber ganz unwahrscheinlich ist.

Abgesehen von den Porphyroiden ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung der Zwischenschiefer mit den Basissedimenten der Liegendscholle in petrographischer Hinsicht. Wie dort sind auch hier mannigfache Gesteine auf engem Raume vergesellschaftet. Die einzelnen Typen lassen sich selten auf weite Strecken hin verfolgen. Meist bilden sie nur kurze Linsen, die alle Anzeichen stärkster Beanspruchung tragen. Oft sind die Schiefer quer zur Schichtung in Klüfte des Kalkes oder zwischen benachbarte Kalkbänke hineingepreßt, stellenweise zu knollenförmigen Massen zusammengestaucht, an anderen Stellen wieder zu dünnen Schweifeln zerschmiert.

Den an Porphyroiddetritus reichen Sandsteinen der Erzbergbasis entsprechen in den Zwischenschiefern der Erzbergspitze ganz ähnliche polymikte Sandsteine. Die gröberen dieser durch limonitisierten Ankerit braun gefärbten Sandsteine lassen neben Quarzkörnern, welche bis 5 mm Größe erreichen, gewöhnlich aber wesentlich kleiner sind, zentimetergroße, dünn ausgewalzte Platten eines serizitreichen Schiefers erkennen. An letzteren sieht man, daß das Gestein von ebenen Klüften zerhackt ist, in welche Siderit eindringt, den man aber auch außerhalb der Klüfte in kurzen, meist unscharf begrenzten Gangtrümmern und Nestern antrifft. Unter dem Mikroskop sehen die Schieferschmitze der Grundmasse gewisser einsprenglingsarmer Porphyroide sehr ähnlich. Sie enthalten gelegentlich kleine, lappig begrenzte, einsprenglingsartige Quarze. Außerhalb der Schieferschmitze herrschen grobe Quarzkörner neben spärlichem Serizit. Das Ganze wird durch limonitisierten Ankerit verkittet. Die stark undulösen Quarze tragen z. T. deutlich den Habitus

von Porphyroidquarzen, z. T. sind sie gerundet. Stellenweise vereinigen sie sich zu einem mehr oder minder granoblastischen quarzartigen Mosaik. Einzelne Quarze bestehen zur Gänze aus feinem, mit etwas Serizit vergesellschaftetem Quarzmehl, in das Ankerit mit scharf geschnittenen Rhomboederflächen eindringt. Da eine tektonische Zermalmung dieser vereinzelten Mörtelquarze in Anbetracht der relativen Unversehrtheit unmittelbar benachbarter Quarzkörner nicht anzunehmen ist, darf man dieselben wohl als Detritus älterer dichter Quarzite oder Kieselschiefer ansprechen. Akzessorisch Turmalin, Apatit, Rutil, opakes Erz, Zirkon, Bauerit, Pyrit mit Quarzaureolen.

Der eindringende junge Siderit ist stark kataklastisch. Wo er an Schieferschmitze grenzt, nimmt der Serizit der letzteren grobblättrigen Habitus an. Überdies stellt sich etwas Chlorit ein.

Durch Abnahme der Korngröße gehen die grobkörnigen, konglomeratischen Sandsteine in plattige, lichtgrüne, makroskopisch quarzartige Sandsteine über (vgl. S. 234). Unter dem Mikroskop sind die einzelnen Quarze meist wohl gerundet, nur selten tragen sie noch die Tracht der Porphyroidquarze. Sie liegen in einem serizitreichen Basalzement, in dem unter den Akzessorien namentlich Turmalin in kleinen Säulchen hervortritt. Überdies findet sich in spärlichen kurzen Serizitstrahlen etwas graphitische Substanz.

Den Sandsteinbänken sind lagenweise Schichten eines dünnplattigen lichtgrünen Tonschiefers zwischengeschaltet, der reich an isolierten plattgequetschten Quarzkörnern ist. Letztere haben die Größe eines Mohnkornes, treten auf den sonst ebenen, bzw. infolge von Streckung gestriemten Schichtflächen deutlich hervor und verleihen denselben ein eigenartig gekörnelt Relief. Bilden diese sandigen Schiefer einen Übergang zwischen der sandigen und tonigen Fazies, so fehlen anderseits auch nicht Übergänge in die kalkige. Solche kalkige Sandsteine bzw. sandige Kalke führen überraschend reichlich Quarze, die sicherlich aus Porphyroiden stammen. Sie entsprechen den analogen Übergangsgesteinen der Basisschichten, die wir bereits von der Rückseite des Erzberges kennen (S. 234).

Die bisher beschriebenen Gesteine treten wechsellagernd auf der Erzbergspitze im sogenannten Liegendzwiesel der Zwischenschiefer auf. Sie sind hier verhältnismäßig wenig durchbewegt. Knapp unterhalb der Erzbergspitze (Emil-Étage), im Hangendzwiesel der Erzbergspitze und auf Rosina ist die Durchbewegung schon wesentlich stärker. Namentlich das Hangendzwiesel lieferte einen grauen phyllitartigen Sandstein, der wunderschöne Bewegungsbilder zeigt. Schon bei der Betrachtung mit freiem Auge fallen auf dem Querbruche bis 1 cm große, augenartig zerdrückte Quarzkörner auf. Unter dem Mikroskope sind die Quarzgerölle linsenartig zerwalzt, zerrissen und zu Mörtel zerdrückt, in dem sich etwas Serizit und limonitisirtes Karbonat ansiedelt. Zerrklüfte in den Geröllern sind durch Quarz verheilt, der sich durch größeres Korn bemerkbar macht. Das Grundgewebe enthält feine Sandkörnchen und viel Serizit, der durch organische Interpositionen gefärbt wird und streng faserig angeordnet ist. Die Fasern sind fein gefältelt, gestaucht, geknickt bis verworfen und umfließen die zerwalzten Gerölle. Das Grundgewebe

enthält kleine Turmalin- und Apatitsäulchen, im übrigen die gleichen Rhomboederchen limonitisierten Karbonates wie die Gerölle.

An einzelnen Punkten, z. B. auf der Etage Liedemann und im Zirkus, finden sich schwarze brecciöse Kieselschiefer, die in schwarze graphitreiche Tonschiefer übergehen. Letztere sind das wohl am weitesten verbreitete Gestein der Zwischenschieferzone. Im Zirkus, namentlich aber auf den Etagen Liedemann, Christof und Kerpeli, sind sie mit licht ölgrünen, feingeschlämmten Schiefnern innig verknüpft. Beide kennen wir bereits aus den Basisschichten am Porphyroid (S. 235). Wo grüne und schwarze Schiefer in enger Verknüpfung auftreten, erkennt man besonders deutlich die enorme Durchbewegung dieser Gesteine, die sich schon dem freien Auge in liegenden Verfaltungen und linsenförmigen Abschnürungen äußert. Die schwarzen und grünen Schiefer unterscheiden sich nicht allein durch das Vorhandensein, bzw. Fehlen des graphitischen Pigmentes, sondern sie sind auch substanzuell und strukturell verschieden. Die grünen Schiefer bestehen aus lagenartig bis schmitzartig wechselnden serizitischen Quarzpartien und quarzführenden wirrschuppigen Serizitmassen, die beide äußerst feinkörnig sind. Sie mögen, z. T. wenigstens, feinsten Porphyroiddetritus sein; für ihre Deutung als aphanitische Porphyroide ergaben sich keinerlei Anhaltspunkte.¹⁾ Sehr häufig erscheinen die quarzreichen Partien in eckige Stücke bis längliche gebogene Scherben zerrissen und in die serizitischen Lagen eingeknetet, die selbst infolge ihrer verschiedenen Plastizitätseigenschaften derartige Rupturen vermissen lassen und wirr gefaltet sind. Die dunkelgrauen bis schwarzen Schiefer bestehen aus feinen Quarzkörnchen, welche flechtwerkartig von graphit-erfüllten Serizitstrahlen umflossen werden. Sie enthalten akzessorisch Turmalin, der den grünen Schiefnern größtenteils fehlt. Der schwarze Schiefer zieht nach Art liegender Falten in dünnsten Lagen tief in den grünen Schiefer hinein und zeigt äußerst zarte liegende Kleinfältelung, bzw. bei Zerreißen der Mittelschenkel feine Verschuppung.

Jüngere Gänge von Dolomit, Ankerit und Dolomit dringen z. T. verquerend in die Schiefer ein, wobei sie durch Schiebungen in der Schieferungsrichtung noch Deformationen erleiden, z. T. imprägnieren sie, mit etwas gröberem Quarz vergesellschaftet, in den Schieferungsflächen fortschreitend, das Gestein.

Als Produkte einer jungen para- bis posttektonischen Imprägnation, bzw. Kristalloblastese sind die sogenannten Knoten- oder Forellen-

¹⁾ Bei der Lektüre neuerer Erzbergarbeiten gewinnt man den Eindruck, daß ölgrüne serizitische Schiefer, ohne daß bestimmte Kriterien hierfür vorhanden wären, rein auf Grund der ähnlichen Färbung als Porphyroiddetritus gedeutet werden. Davor muß entschieden gewarnt werden. Das Gefüge der Serizitschiefer ist kristalloblastisch vollkommen erneuert, die Serizitschüppchen, welche die Gesteinsfarbe bedingen, dürfen daher mit sedimentierten Porphyroidserizitschüppchen nicht ohne weiteres identifiziert werden. Wahrscheinlich handelt es sich bei den Serizitschiefern größtenteils um ehemalige Tonschiefer, die durch eine eigenartige Metamorphose, welche zweifellos mit der Vererzung in einem genetischen Zusammenhang steht, serizitisiert wurden (Redlich, L. 12, S. 30). Hiefür spricht u. a. der Umstand, daß sichere Werfener Schiefer in der Nähe der Erze ihre eingeschwemmten Muskovitblättchen verlieren und bei lebhafter Neubildung von Serizit ein den Zwischenschiefnern ähnliches Aussehen annehmen. Unter dem Mikroskop läßt sich dann der sedimentierte Muskovit vom neugebildeten wirrschuppigen Serizit fast stets mit Sicherheit unterscheiden (Redlich, L. 12, S. 74).

schiefer (Etage Johann, Nordflügel) aufzufassen, die Angel (L. 2, S. 88) beschreibt. Die gelblichgrüne Schiefermasse, in der Porphyroblasten von Siderit und Ankerit aufkeimen, ist identisch mit den eben beschriebenen grünen Schiefen. Auch hier tritt in der Nähe der Erzknoten, deren post-tektonische Porphyroblastennatur bereits Kern erkannt hat, etwas neugebildeter Chlorit auf. Hieher gehört auch ein vererzter schwarzer Schiefer der Schutzengel-Etage; er besteht aus einem pflasterförmig granoblastischen Sideritgewebe, dessen Körner beim Wachsen die Quarze des Schiefers einschlossen, die graphitdurchstäubten Serizite aber vor sich herschoben.

In der Nachbarschaft der Zwischenschiefer findet man, ähnlich wie an der Basis (S. 235), in weiter Verbreitung kalkig-schieferige Gesteine. Zum Teil repräsentieren sie tektonisch verschieferte, ehemals massige oder bankige unreine Kalke (Renatastollen, Johann-Etage), z. T. von Karbonatlösungen injizierte und imprägnierte Schiefer. Letztere waren zur Zeit unseres Besuches namentlich auf der Etage Liedemann vorzüglich zu sehen. Die hier wechsellagernden feingefalteten grünen und schwarzen Schiefer werden in der Richtung der Schieferung, aber auch quer zu ihr, von eisenhaltigem Dolomit durchadert. Gelegentlich zu beobachtende spitzwinkelige Verschneidungen zwischen den Karbonatbändern und den Schieferungsflächen der Schiefer beweisen, daß wir es keineswegs mit einer sedimentären Wechsellagerung, sondern mit jüngeren Gängen zu tun haben, die wahrscheinlich anlässlich der mit der Fältelung der Schiefer eingetretenen Aufblätterung eingedrungen sind und einen Teil der tektonischen Bewegungen noch mitgemacht haben.

Rekapitulieren wir die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung der Zwischenschiefer, so sehen wir, ähnlich wie an der Basis des Erzberges, eine Gesellschaft von Sedimenten, die sich in folgendes Schema bringen läßt:

1. Größere Sandsteine, vorherrschend aus Porphyroid- und Quarzit(?)detritus bestehend, Material aus dem Untergrund der Umgebung stammend.

2. Feinkörnige Sandsteine mit wohl abgerollten Quarzen z. T. unbekannter Herkunft.

3. Sandige Tonschiefer.

4. Sandige Kalke.

5. Serizitreiche feingschlammte Tonschiefer, vielleicht feinsten Porphyroiddetritus.

6. Graphitreiche Tonschiefer.

7. Schwarze Kieselschiefer.

8. Kalke.

Die Gesteine sind ihrer Lage nach nicht nach diesem Schema, das gewissermaßen die Schichtenfolge eines über den älteren Porphyroiduntergrund transgredierenden Meeres vorstellt, angeordnet, sondern regellos durcheinandergemischt; sie liegen nicht übereinander, sondern mehr oder minder nebeneinander und vertreten sich gegenseitig ohne jede Regelmäßigkeit. Die naheliegende Vermutung, daß hier eine reichhaltige Sedimentfolge, tektonisch aufgearbeitet, in Form von regellos aneinandergereihten Linsen vorliegt, wird durch Anzeichen

lebhafter Durchbewegung bekräftigt, welche nicht bloß mikroskopisch erschließbare Spuren, sondern auch weithin sichtbare Großdeformationen hinterlassen hat. Es ist natürlich ganz ausgeschlossen, auf die zahlreichen Faltungs- und Auswälgungserscheinungen, die sich gerade in den Zwischenschiefern und in den unmittelbar benachbarten Kalken zeigen, im Detail einzugehen. Zwei Beispiele, welche in Fig. 1 und 2 schematisch abgebildet sind, mögen genügen. Fig. 1 zeigt eine überkippte Falte im schwarzen Zwischenschiefer, deren Achsenebene etwa mit der ideellen Schichtenfläche der Zwischenschieferzone zusammenfällt, Fig. 2 eine liegende Falte des schwarzen, bei oberflächlicher Betrachtung kiesel-schieferähnlichen dichten Kalkes, den man unseres Wissens nur in nächster Nähe der Zwischenschiefer und der Basis antrifft.¹⁾

Es steht somit fest, daß die Zwischenschiefer ein Horizont lebhaftester Bewegung sind; Darstellungen, welche demgegenüber auf eine angeblich ruhige Lagerung der Erzbergsedimente verweisen,

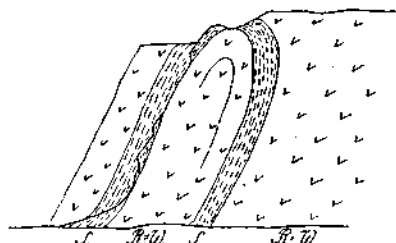


Fig. 1. Überkippte Falte im schwarzen Zwischenschiefer *S*. *R.W.* = Rohwand. Etage Frey.

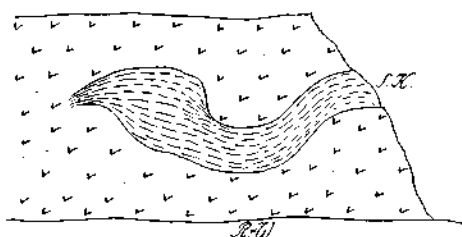


Fig. 2. Schwarzer Kalk (*SK*) der Zwischenschieferzone als liegende Falte in der Rohwand (*R.W.*). Johann-Etage. Der Kalk zeigt eine feine Detailfältelung.

beruhen auf einer Verkennung, bzw. nicht entsprechenden Würdigung der zahlreichen Bewegungsspuren. Nun könnte aber der Einwand erhoben werden, daß diese Bewegungsspuren nicht unbedingt für eine Überschiebung im Redlichschen Sinn, also für eine tektonische Übereinanderlagerung zweier mehr oder minder gleichalteriger Erzkalkschuppen sprechen; sie könnten auch auf schichtenparallele Verschiebungen innerhalb des stratigraphisch einheitlichen Sedimentkomplexes bezogen werden, welche der muldenförmigen Verbiegung des letzteren beigeordnet sind und welche sich naturgemäß in den wegen ihrer vorwiegend tonigen Zusammensetzung besonders leicht beweglichen Zwischenschiefern in erster Linie auslösten. Demgegenüber muß auf folgende Umstände hingewiesen werden; Die Gesteine der Zwischenschieferzone sind petrographisch identisch mit jenen der Erzbergbasis. Sie enthalten klastische Bestandteile des Porphyroiduntergrundes in einer Form, welche einen halbwegs weiteren Wassertransport ausschließt, und zwar finden sich die größeren klastischen Sedimente gerade dort, wo die

¹⁾ Bemerkenswerterweise wird für ähnliche schwarze Kalke, in denen am Krumpapl NNW Vordernberg Orthoceren gefunden wurden, obersilurisches Alter angenommen, während die Hauptmasse des Erz führenden Kalkes dem Unter- und Mitteldevon angehören dürfte (Stur, L. 21, S. 268, Spengler, L. 19, S. 132).

kalkige Liegendsscholle, welche die Zwischenschiefer von den Porphyroiden trennt, nach Kern 250 m mächtig ist, während sie im Westflügel, wo die Mächtigkeit des kalkigen Mittels auf 60 m herabsinkt, fehlen und durch Tonschiefer ersetzt werden.¹⁾ Eine derartige Einschwenkung von Porphyroiddetritus ließe sich nur durch eine starke Erosionsdiskordanz zwischen dem Liegend- und Hangendkalkpaket erklären, die nirgends nachweisbar ist. Die Einschaltung von Porphyroidschollen im Zwischenschiefer ist auf sedimentären Wege überhaupt unerklärlich. Alles spricht für eine tektonische Wiederholung der gleichen Schichte, die schon deswegen nichts Unwahrscheinliches hat, da nach den Ergebnissen der Arbeiten Spenglers und selbst Hiessleitners in der näheren Umgebung des Erzberges tektonischer Schuppenbau überaus häufig ist.²⁾

3. Vor- und nachtriadische Bewegungen.

Spuren vortriadischer Faltungsvorgänge wurden durch Redlich und Spengler bekannt.³⁾ Auch die tektonische Verfrachtung der Hangendsscholle des Erzberges auf die Liegendsscholle gehört einer jungpaläozoischen Bewegungsphase an, denn die Konglomerate und Breccien

¹⁾ Wollte man aus dieser Verteilung der Korngrößen in den Sedimentgesteinen der Zwischenschiefer Schlüsse auf die Richtung der Transgression ziehen, dann käme man in Übereinstimmung mit Hiessleitner (L. 6, S. 221), jedoch im Gegensatz zu Kern (L. 8, S. 25) zu einem westöstlichen Vorstoß.

²⁾ Hiessleitner trachtet auf dem Erzberge und in dessen Umgebung die Wechsellagerung kalkiger und sandig-toniger Schichten in weitestem Maße durch sedimentären Fazieswechsel zu erklären. Es ergeben sich bei diesem Bemühen unseres Erachtens nicht unerhebliche Schwierigkeiten. In den Kalken des Polsters, die Redlich, aber auch Hiessleitner, hinsichtlich ihres tektonischen Niveaus den Erzbergekalken gleichstellt, liegen auf dem Wege zur Handlalm Sandsteinbänke, in denen Redlich Fossilien, u. a. eine von Heritsch (L. 5) als *Lindströmia subduplicata* Mc. Coy (Caradoc) bestimmte Koralle, neben einigen Brachiopoden gleichen Alters, fand. Wollte man hier auf eine tektonische Grenze zwischen den Kalken und Sandsteinen verzichten, dann kämen die Kalke ins Untersilur zu liegen, was allen bisherigen paläontologischen Funden widerspricht. Wir sehen in der tektonischen Zerteilung der Kalke auf dem Polster eine Wiederholung des Schuppenbaues des Erzberges und somit eine Stütze für die tektonische Einlagerung der Zwischenschiefer.

Im W des Erzberges (Raum Tulleck—Donnersalpe) gerät Hiessleitner, indem er von der Annahme einer tektonischen Wiederholung gleicher Schichten absieht und den Porphyroid den dortigen Kalken und Schiefem nicht an einer Überschiebung, sondern normal auflagert (L. 6, Taf. IV, Profile eos —2600 bis —4400), mit seinen den Kalkmassen des Erzberges vollkommen gleichenden Kalken stratigraphisch tief unter den Porphyroid, während ein Blick auf die westlich anschließende Karte der Radmer genügt, um die fälschlich im Hangenden angenommenen Porphyroide hier unter den Kalken wieder hervortreten zu sehen (Karte V von Redlich, L. 13, Manuskriptkarte von Hiessleitner im Besitze der ÖAMG.).

³⁾ Eine ähnliche scharf geprägte Diskordanz zwischen dem Erzkalke und den Werfener Schiefem, wie sie Spengler (L. 19, S. 137) von der Handlalm abbildet, trifft man auch in einem verlassenen Tagbau zwischen dem Tulleck und der Kote 1246, wo ebenfalls flach gelagerte Werfener Schiefer über steilgestellten Kalken folgen. Dem Einwande Hiessleitners, daß Diskordanzwinkel von 30° bei einem in steilen Schluchten abgelagerten Transgressionssediment für die Beurteilung älterer tektonischer Bewegungen des Untergrundes wenig bedeuten (L. 6, S. 224), ist entgegenzuhalten, daß die Kernsche Theorie, die Werfener Breccien seien in schluchtartigen Talrinnen abgelagert, in Anbetracht der weiten flächenhaften Verbreitung derselben häufig ist (vgl. auch S. 246).

der Werfener Schichten transgredieren, wie man aus dem Verhalten der Zwischenschiefer auf der Kernschen Karte (L. 8, S. 51, Fig. 6) ersehen kann, bereits über den fertigen Schuppenbau. Die Bemerkung Hiessleitners (L. 6, S. 223), ein vortriadischer Schuppenbau sei nicht erwiesen, erklärt sich dadurch, daß Hiessleitner im Anschluß an Kern die tektonische Zweiteilung der Erzbergkalke leugnet. Einen weiteren Beweis für vortriadische Bewegungen in der Erzkalkmasse scheinen die eigenartigen Breccien des Franziskuslagers zu liefern, die Kern auf Seite 54 abbildet und auf Seite 55 als besonders problematisch bezeichnet. Diese teilweise vererzten Kalkbreccien sind an die Grenze zweier Erzschollen geknüpft, von denen die eine nach OSO, die andere nach SO streicht. Beide Schollen sind sichtlich in tektonischer Berührung, ihre Grenze bildet die tektonische Breccie. Beide werden geradlinig durch transgredierende überkippte Werfener Breccien abgeschnitten; die Bewegung der Schollen aneinander ist demnach vortriadischen Alters.

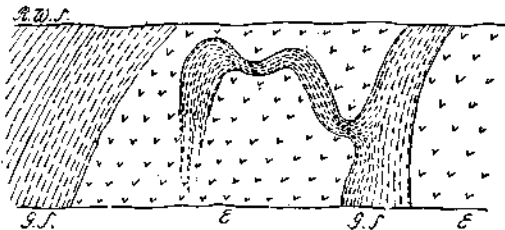


Fig. 3. Einfaltung von Werfener Schiefer im Erz. Etage Elisabeth (E Erz, GS Grüner Werfener Sandstein, RWS Roter Werfener Schiefer).

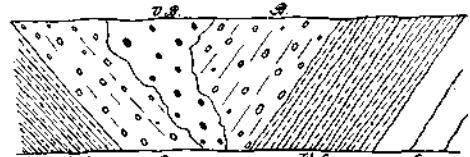


Fig. 4. Nachträgliche Vererzung (VB) der Werfener Breccie (B). Josephi-Etage (WS Werfener Schiefer, E Erz).

Die weithin sichtbaren muldenförmigen Verbiegungen auf dem Erzberge hingegen gehören einer nachtriadischen (alpinen) Bewegungsphase an. Wir stehen diesbezüglich im Gegensatze zu Kern, der der nachtriadischen Tektonik nur die zahllosen kleinen und kleinsten Sprünge zuweisen will (L. 8, S. 51), während er die muldenartige Einlagerung der Werfener Schiefer auf ursprüngliche, von triadischen Transgressionssedimenten erfüllte Täler zurückführt, die sich nachträglich langsam wieder schlossen (S. 30). Unseres Erachtens liegt in dieser Auffassung ein Widerspruch, denn wenn die Talfüllungen tatsächlich, wie Kern sagt, „eingesaugt und eingerunzelt“ wurden, dann liegen eben doch bedeutende nachtriadische Verbiegungen vor. Man darf bei der Beurteilung dieser Frage nicht bloß die beiden großen Lappen von Werfener Schiefer ins Auge fassen, welche von N her relativ flach in den Erzkalkkörper eingreifen, sondern muß auch die fingerförmig tief eingreifenden, z. T. von der geschlossenen Schiefermasse nahezu abgeschnürten Zungen berücksichtigen, die sich nur durch faltenförmige Abhebung der Hangendscholle von den Zwischenschiefen und durch nachfolgende Einwickelung der Werfener Schiefer erklären lassen. (Beispiele: Oswaldi-Etage (Redlich L. 13, S. 74, Fig. 4), Elisabeth-Etage (Fig. 3), Josephi-Etage (Fig. 4). Auch bei den geschlossenen Massen von

Werfener Schiefer liegen die Verhältnisse nicht so einfach, wie Kern sie sich vorstellt. An der Grenze des Werfener Schiefers gegen den Erzkalk beim Augustinbahnhof (Dreikönig-Etage) sind die Werfener Breccien nicht bloß angelagert, sondern tief in die Rohwand eingeknetet (Fig. 5). Die Schieferung der Schiefer stimmt mit der Lagerung der eingeschalteten Breccienbänke nicht überein, ist also eine Druckschieferung. Die gleiche Beobachtung wurde auf dem Wege von Dreikönig zur Barbarakolonie gemacht. Die Streichrichtungen, die Kern in seiner Abbildung 6 (S. 51) einträgt, lassen sich kaum mit muldenförmig verbogenen Talausfüllungen in Einklang bringen. Auch die Angabe Kerns, die Mächtigkeit der Basiskonglomerate und Breccien sei in den Mulden am größten, ist nicht stichhältig. Tatsächlich ist die Dicke der grobklastischen Schichte über Rücken und Täler hinweg bemerkenswert gleichmäßig, jedenfalls nimmt sie in den Mulden nicht in dem Maße zu, wie man es bei so

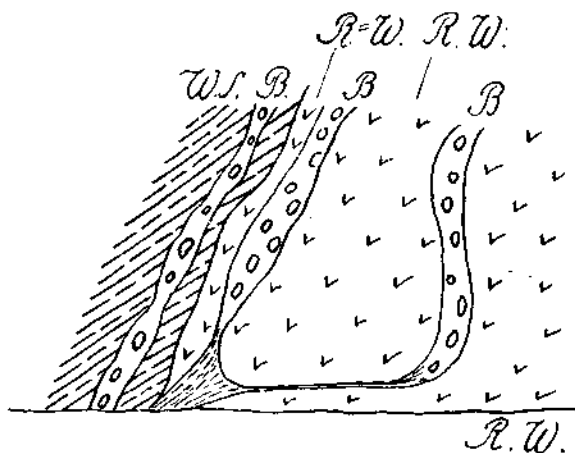


Fig. 5. Verknetung von Rohwand und Werfener Schichten. Augustin - Bahnhof, Dreikönig - Etage. (RW Rohwand, B Werfener Breccie, WS Werfener Schiefer mit „falscher Schieferung“).

tief eingeschnittenen Talformen erwarten müßte. Ist aber die Hohlform der Hauptsache nach durch nachtriadische Zusammendrückung der Talflanken entstanden, dann ist sie eben ein Beweis für kräftige nachtriadische Verbiegungen und die Angabe, daß die Schiefermulden einer älteren erosiven Anlage folgen, verliert an Bedeutung. Übrigens ist die Einwattung der Werfener Schiefer nicht nur in dem Kernschen Profil (S. 50), sondern auch im Redlichschen Profil (L. 13, S. 77) viel zu flach gezeichnet. Ein Blick aus dem Zirkus gegen N überzeugt davon, daß es sich um eine tiefe Einquetschung, geradezu um eine fächerförmige Einsaugung handelt, welchen Verhältnissen das ältere Redlichsche Profil (L. 12, Tafel V, Fig. 5, Profil I—K) weitaus besser Rechnung trägt.

In diesem Zusammenhange ist auch die elliptische Aufwölbung der Zwischenschiefer auf der Kerpeli- und Christof-Etage von Interesse

(Kern, L. 8, S. 51, Fig. 6). Sie zeigt, daß die Muldenform des Erzberges nur im großen und ganzen Geltung hat, daß sie durch Detailverbiegungen, welche bis zu isoklinalen Einfaltungen gehen, kompliziert wird. Es ist vielleicht kein Zufall, daß die Achse dieser Zwischenschieferaufwölbung annähernd mit der antiklinalen Einbiegung der Ausbisslinie der Werfener Schiefer zwischen der Barbarasiedlung und dem Berghause zusammenfällt.

Es wäre gewiß verfehlt, die Breccien an der Basis der Werfener Schiefer als tektonische Breccien anzusprechen. Sie sind zweifellos eine Transgressionsbildung, die aber stellenweise mechanisch stark hergenommen ist, so daß die Kalkbreccien zu Kalkschiefern ausgewalzt werden, worauf Redlich zuerst hingewiesen hat. Für den zunächst befremdenden Umstand, daß die Basisbreccien z. T. in der erwähnten Weise deformiert sind, z. T. aber sicher *in situ* auf der älteren Unterlage liegen, hat bereits Spengler (L. 20, S. 28) die Erklärung gegeben. Die tektonische Ablösungsfläche zwischen den Kalkalpen und der Grauwackenzone liegt eben z. T. nicht an der Grenze der beiden, sondern greift tiefer ins Liegende, so daß an solchen Stellen die ursprüngliche Auflagerung der Werfener Konglomerate auf der Unterlage erhalten bleibt und Deformationen der Gesteine ausbleiben.

Es erübrigt noch über die Bruchtektonik des Erzberges zu sprechen, die Kern für vortriadisch hält. Das Alter dieser Verwerfungen ist von Wichtigkeit für die zeitliche Festlegung des Vererzungsvorganges, da fertige Erzlager durch die Störungen bereits abgeschnitten werden. Kern begründet seine Annahme eines vortriadischen Alters der Bruchtektonik durch die angebliche Tatsache, daß sich die Brüche nicht in die Werfener Schiefer hinein fortsetzen. Leider versagen die ausgezeichneten künstlichen Aufschlüsse, welche Kern bei seiner außerordentlich sorgfältigen Aufnahme des Erzberges zur Verfügung standen, an der Grenze der Werfener Schiefer, zu deren künstlicher Bloßlegung ein praktisches Interesse fehlt. Die Kernschen Beobachtungen sind daher an den fraglichen Stellen mit der gleichen Ungenauigkeit behaftet, wie jede normale geologische Aufnahme, was namentlich Hiessleitner (L. 6, S. 223) gegenüber hervorgehoben sei. Wir haben gelegentlich unseres Erzbergbesuches vor allem jener Stelle Beachtung geschenkt, an der der wichtige Christof-Hauptverwurf an die Werfener Schiefer herantritt. Diese kritische Stelle ist äußerst mangelhaft aufgeschlossen, dennoch zeigt es sich, daß die Kernsche Karte hier nicht vollkommen stimmt. In der Nähe der Häuser im N der Frey-Etage sieht man in der Rohwand Klüfte, welche N—S streichen und unter mäßigem Winkel nach O einfallen. Sie gehören dem System des Christof-Verwurfes an. Die Grenzlinie des Werfener Schiefers verläuft hier nicht so bogenförmig, wie Kern angibt, sondern springt im Liegendtrum geradlinig gegen N zurück, bildet also einen mehr oder minder rechten Winkel, dessen einer Schenkel in der Fortsetzung des Verwurfes liegt. Der Werfener Schiefer streicht an dieser Stelle parallel zum Verwurf, schwenkt aber in geringer Entfernung in die durchschnittliche Streichrichtung W—O um. Es ist also zumindest nicht bewiesen, wenn nicht gar unwahrscheinlich, daß der Werfener Schiefer vom Verwurf

unberührt geblieben ist. Sicher ist aber, daß der Verwurf, wenn er älter wäre als die Trias und daher die nachtriadischen Verbiegungen (Einfaltung der Werfener Schiefer!) noch mitgemacht hätte, unmöglich so geradlinig und eben verlaufen könnte, wie es die Kernsche Karte zeigt, sondern mit verbogen sein müßte, worauf auch Petrascheck (briefliche Mitteilung) hinwies. Das gleiche gilt auch für alle anderen angeblich vortriadischen Brüche. Es ist übrigens zu bedenken, daß kleinere Sprünge beim Übertreten in die plastischen Werfener Schiefer in flexurartige Schichtenverbiegungen übergehen können, die sich bald verlieren und die überdies nicht immer leicht feststellbar sein dürften. Es scheint uns daher bedenklich, aus negativen Beobachtungen in einem schlecht aufgeschlossenen Gebiete allein so weitgehende Schlüsse zu ziehen, weshalb wir auch weiterhin an dem von vornherein wahrscheinlicheren nachtriadischen Alter der Brüche festhalten.¹⁾

4. Die Entstehung der Lagerstätte.

Der Umstand, daß in der Arbeit Kerns (L. 8) neuerlich Einwürfe gegen die Redlichsche Entstehungstheorie der Sideritlagerstätte des Erzberges vorgebracht wurden, veranlaßt uns, auch dieser Frage nochmals näher zu treten.

Die im allgemeinen beobachtete Niveaubeständigkeit der Sideritlagerstätten der Ostalpen und ihre scheinbare Lagerhaftigkeit haben zur Folge gehabt, daß schon in den älteren Beschreibungen bei der damals noch geringen Kenntnis des komplizierten Aufbaues unserer Alpen der naheliegenden Annahme einer sedimentären Bildung dieser Erze das Wort geredet wurde. Obwohl sich beim späteren genaueren Studium zahlreiche Beobachtungen ergaben, die im Widerspruch zu dieser Hypothese standen und die zur Annahme einer epigenetischen Entstehung führten, fanden dieselben beim neuerlichen Zurückgreifen auf die Sedimentationstheorie seitens der betreffenden Autoren in ihrer Gesamtheit doch nie genügende Beachtung.

Redlich hat in einer Reihe von Arbeiten, gestützt auf ein großes Beobachtungsmaterial, nachzuweisen gesucht, daß die Lagerstätte des steirischen Erzberges ihre Entstehung dem Umstand verdankt, daß in den beiden übereinanderliegenden silurisch-devonischen Kalkschuppen eine Reihe von größeren und kleineren Spalten vorhanden war. Auf diesen, aber auch an den Permeabilitätsgrenzen gegenüber den Schiefem zirkulierten Lösungen von Eisensalzen und füllten sie mit Siderit, wobei der benachbarte Kalk, entsprechend seiner starken tektonischen Zertrümmerung, bis in die feinsten Äderchen mit Erz durchtränkt wurde. In dem tektonisch aufgelockerten Material fanden während der Vererzung und auch noch später Stoffwanderungen und -umsetzungen statt, die zu den eigentümlichen Bildern der Metasomatose führten.

¹⁾ Herr Ing. Pöpperle hatte die Freundlichkeit, uns kugelige tektonische Sideritgerölle (auch schwarze Kieselschiefergerölle) zu übergeben, welche sich in den Zwischenschiefem der Etage Schutzensel an jener Stelle fanden, wo die Schiefer an der östlichen Spitze des Kalkdreieckes von den Brüchen des Muldenverwerfersystems geschnitten werden. Sie verdanken ihre Entstehung den Bruchbewegungen.

Wir haben also einerseits Hohlräumausfüllungen, andererseits metasomatische Verdrängungserscheinungen zu unterscheiden. Die metasomatische Umwandlung ergriff auch die über den beiden Kalkschuppen liegenden Grundbreccien der Werfener Schichten und setzte dieselben weit über das Gebiet des Erzberges hinaus in Ankerit und Siderit um (Basisfläche der Werfener Schichten am Tulleck [L. 13, S. 79]).

Der teilweise metasomatische Charakter der Erzmasse läßt sich wohl heute nicht mehr leugnen, was auch von Kern zugegeben wird. Seine Einwände beziehen sich in erster Linie auf den Zeitpunkt des Vererzungsprozesses. Er stellt sich (S. 28 f.) den Vorgang so vor, daß bereits während des Paläozoikums eine primäre Sideritmasse gebildet wurde, die durch Verlagerung in die Tiefe eine feinkörnig-kristalline drusenfreie Struktur annahm (Flinz). Nach erfolgter Hebung der Erzformation zur vortriadischen Landoberfläche blieben von ihr nur flächenweise Erosionsreste übrig (steirischer Erzberg, Weinkellerbach in der Radmer usw.). Die Brandung des transgredierenden Triasmeeres abradierte die limonitischen Verwitterungsprodukte der Lagerstättenausbisse und führte Kalk-, Ankerit-, bzw. Erzgerölle in die weitere Umgebung, so daß in der Folge neue, sedimentäre Erzlager als Anhäufung von Erz-, Rohwand-, Kalkbreccien an der Basis der Werfener Schichten gebildet wurden (Einfaltung Josefi-Etage am Erzberg, Tulleck, Handlalm am Polster). Eine neuerliche nachtriadische Tiefenverlegung, bzw. Verbiegung der Erzbergsschichten zerbricht die schon verfestigten Sedimente, mit ihnen die Erzlager und schafft Wege für neue Lösungen, welche nun erst den Metamorphismus der Kalke und Kalkbreccien als sekundäre Erscheinung verursachen.

Besonders hebt Kern hervor (S. 28): „Die dolomitisch ausgebildeten hangendsten Schichten der oberen Scholle, die sogenannte Hangendrohndwand, zeigt in ihren Übergängen zum Erzlager besonders schön die so auffälligen Verdrängungs- und Entmischungerscheinungen der verschiedenen Karbonate, die den Anstoß zur metasomatischen Entstehungsdeutung gegeben haben.“ Kern läßt die Frage nach der Entstehung der primären Erze — ob sedimentär oder epigenetisch — offen, ja er wendet sich sogar gegen erstere Theorie. Sein Hauptargument gegen einen normalen Meeresabsatz in einer austrocknenden Meeresbucht, wie ihn Rozsa (L. 15 und 16) in Analogie mit den Kalisalzlagerstätten darzustellen trachtet, „ist die charakteristische Regellosigkeit in der Aufeinanderfolge der einzelnen Karbonatgruppen. Diese kann auch durch den Hinweis auf Niveauschwankungen der Wasseroberfläche während der Ablagerung oder durch Annahme von Laugenwanderungen unter wechselnden, von der jeweiligen Bodenformung abhängigen statischen Druckverhältnissen nicht glaubwürdig genug erklärt werden.“

Denn einmal gelangt man auf diesem Weg zu einer unwahrscheinlich großen Anzahl von Transgressionen mit sehr weit hin- und rückpendelnden Uferlinien, dann aber fragt man wiederum, wieso bei den erwähnten Laugenzirkulationen die durch oft nur papierdünne Schmilhbänder gekennzeichnete, bis in die hangendsten Schichten hinauf so überaus regelmäßige und deutlich verfolgbare Schichtung unversehrt bis ins einzelne erhalten bleiben konnte?“ (S. 54 f.)

Während also Kern die Sedimentation der primären Erze in abgeschürften Meeresteilen ablehnt, hat Schwinner (L. 17, S. 248, 274) den Gedanken Rozsas weiter ausgebaut und ihn mit der Großtektonik der Alpen in Einklang zu bringen gesucht. Er stellt sich den Vorgang derart vor, daß das geschlossene Erzfeld vom Semmering bis zum Brenner (350 km Länge und 50 km Breite) und seine Fortsetzung in den Karpathen ein großes abgeschlossenes Meeresbecken bildete, aus dem die kristallinen Kerne der Zentralalpen als Inseln hervorragten und zu einer Barre wurden, hinter der zunächst der Küste, an die kristalline Zentralzone sich anlehnend, die Magnesiumsalze, in weiterer Entfernung die Eisenkarbonate und gegen den Nordrand die Sulfide der Schwermetalle als Sedimente zum Absatz gelangten. Erst in späterer Zeit machen diese Sedimente, ähnlich wie dies bei Schwefelkieskonkretionen der Fall ist, eine Konzentration mit, wodurch die von Redlich beschriebenen metasomatischen Umwandlungserscheinungen entstanden sind.

Den Anschauungen Kerns über die Bildung des steirischen Erzberges bzw. jenen Schwinner's über die Entstehung der gesamten Erz- und Magnesiumzone der Ostalpen liegt der Gedanke einer etappenweise Entstehungsgeschichte zugrunde, nur daß Kern, die Bildung primärer Erze voraussetzend, den weiteren Weg in einer Sedimentation mit schließlicher Stoffwanderung findet, Schwinner dagegen die Sedimentation als ursprünglich annimmt und ebenfalls zu einer späteren Stoffwanderung gelangt.

Kern hat sich mit seinen Beobachtungen auf den steirischen Erzberg beschränkt, weshalb zunächst von diesem gesprochen werden soll.

Wie schon früher (S. 247) gezeigt wurde, ist bis jetzt kein Beweis für ein vortriadisches Alter der Hauptverwerfungen erbracht, vielmehr deutet alles darauf hin, daß erst eine jüngere nachtriadische Bruchtektonik die Erzkörper zerteilt hat. Dadurch entfällt die Hauptstütze für eine Zweiteilung der Lagerstätte in einen älteren primären paläozoischen und einen jüngeren sekundären, als triadische Sedimentation angesehenen Absatz.

Kern glaubt, daß der Hauptteil der vererzten Breccien primären Erzgeröllen des brandenden Triasmeeres seine Entstehung verdankt, also ein vortriadisches Alter der Erze beweist, und führt einen einzelnen Fund in den Breccien des Maximilianstollens an, der „ein Durcheinander von Kalk- und Erzstücken“ vorstellt (S. 53); dieser Fund ist insofern nicht genügend beweisend, als uns sogenannte Erzbreccien bekannt sind, deren Gerölle zwar braune Farbe besitzen, sich bei der Analyse aber nicht als Siderit oder Ankerit, sondern als eisenschüssiger Dolomit erweisen (z. B. im Hangenden der Sideritbreccie des Ratzenstadels [$\text{FeCO}_3 = 3,45\%$, $\text{MgCO}_3 = 35,97\%$, $\text{CaCO}_3 = 60,58\%$]). Andererseits können auch bei einer nachträglichen Vererzung einzelne Gerölle mitten im Stück von der Umwandlung verschont bleiben. Man findet nämlich, wie Redlich (L. 12, S. 40, L. 13, S. 80) gezeigt hat, die Kalkgerölle in allen Stadien der Vererzung: a) Ankerit als Rinde und noch unveränderter Kalk als Kern; b) außen Siderit, innen ein Kern von neugebildetem Ankerit; schließlich c) reine Ankerit- bzw. Sideritgerölle.

Die petrographische Untersuchung dieser vererzten Breccien ergab, daß von einer Einbettung älterer Sideritgerölle in einem Zement von Werfener Schiefer keine Rede sein kann und daß es sich tatsächlich um eine spätere Vererzung ursprünglich kalkiger Gerölle handelt. Proben welche die Grenze, bis zu welcher die Vererzung fortgeschritten ist, erkennen lassen (Fig. 6, Handalm), zeigen, daß das Kittzement in den vererzten Teilen meist chloritisiert, jenseits der Vererzungsgrenze stets nur serizitisiert ist; gelegentlich ist das Zement auch in der Vererzungs-



Fig. 6. Teilweise vererzte Werfener Breccie, Handalm.

(A. Unvererzte Kalkgerölle im serizitisierten Bindemittel. B. Sekundärer Ankeritgang. C. Vererzte Gerölle im chloritisierten Bindemittel.)

zone chloritfrei. Es besteht aus Quarz, Serizit und taubengrau polarisierendem Chlorit, welche letztere sich gegenseitig vertreten können. Porphyroiddetritus ist nirgends nachweisbar. Quarzreiche Partien sind gelegentlich unter Verwischung der Sedimentstruktur vollständig umkristallisiert und bilden ein wirres Haufwerk sparrig gestellter länglicher Quarzindividuen. Das Gewebe des Zementes ist mit Siderit und Ankerit, überwiegend aber mit letzterem imprägniert, was bis zum fast vollständigen Verschwinden der Quarze führen kann. Nicht selten keimen rhomboederförmige Porphyroblasten von Siderit und Ankerit auf, die sich gelegentlich zu länglichen Karbonatschnüren vereinigen. Führt das

Gewebe Chlorit, dann umkränzt dieser in großblättrigen dichten Anhäufungen die Sideritgerölle und -Porphyroblasten. Fast stets führt das Zement Kriställchen von Pyrit, die von Quarzaureolen umgeben sind. Die Gerölle, deren Umgrenzung gegen das Zement nie scharf, sondern stets unregelmäßig verschwommen ist, bestehen, wie bereits erwähnt, aus Siderit, Ankerit oder beiden Karbonaten. Bildet Ankerit den Kern und Siderit die Hülle, dann sind beide grobspätig und die Grenzlinie, entsprechend dem ineinandergreifen der Rhomboeder, unregelmäßig zackig. Fast stets sind die Gerölle gespickt mit oft beiderseits kristallographisch begrenzten Nadeln von Bergkristall. Die Kieselsäure dringt ersichtlich in Form von Schnüren, welche aus mehr oder minder kristallographisch begrenzten gedrunenen Quarzkörnern bestehen und sich im Inneren der Gerölle zersplittern, aus dem Basalzement in das Karbonat ein. Gangtrümmer von jüngerem Ankerit durchbrechen Zement und Gerölle. Auch sie enthalten Quarz, Serizit und Chlorit, welche dem Zement entstammen. Wahrscheinlich entstanden sie durch Mischung der Eisenlösungen mit gelöster Kalksubstanz. Ankerit findet sich auch in Form von einzelnen Rhomboedern oder kurzen, zackig begrenzten Kristallaggregaten im Inneren der Sideritgerölle. Hier wird man wohl, ähnlich wie bei den „Roßzähnen“, an Entmischungserscheinungen denken dürfen.

Wenn Kern aus der Beobachtung, daß über schönem Erz gelegentlich unvererzte Kalkbreccien liegen, den Schluß zieht, daß bei einer metasomatischen Entstehung des Erzes aus Kalk auch die Kalkgerölle hätten zur Vererzung gelangen müssen (L. 8, S. 53), dann kann man mit demselben Recht fragen, warum die abradierende Brandung über schönem Erz nicht Erz-, sondern Kalkgerölle zum Absatz gebracht hat.

Auf dem Erzberg sind die Werfener Breccien der Josephi- und Rudolphi-Etage zweifellos als nachträglich vererzt anzusehen (Fig. 4, Einseitige Vererzung der Breccienmulden nach Petrascheck [L. 9, S. 5]). Das gleiche gilt von der in erster Linie verrohwardeten Erzbreccie der Handalm; hier fehlt überdies eine paläozoische Erzunterlage, welche die Erzgerölle hätte liefern können. Auch rings um das Tulleck sehen wir vom Ratzenstadel bis in den Tullgraben, 2 km vom eigentlichen Erzberg entfernt, vererzte Breccien unmittelbar auf Porphyroid, bzw. auf schwachen, tektonisch verwalzten Kalkresten ohne Zwischenschaltung eines Sideritlagers liegen. Auch die von Kern (L. 8, S. 54) aufgefundene hochinteressante tektonische Erzbreccie des Augustinstollens (Franziskuslager) ist kein zertrümmertes Erz, sondern eine später vererzte tektonische Kalkbreccie, da man an ihr deutlich den gleichen schönen Metamorphismus wahrnimmt wie an den Geröllstücken des Werfener Grundkonglomerates der Josephi- und Rudolphi-Etage (außen Erz, innen ein Ankeritkern).

Der Umstand, daß kräftige Vererzung der Werfener Schiefer zuweilen auch fernab von den im paläozoischen Kalk eingebetteten Sideritlagerstätten beobachtet wird (Ratzenstadel, vgl. auch S. 254 u. 256), beweist, daß die Vererzung der triadischen Gesteine keinesfalls auf vadose Spaltenwässer zurückgehen kann, die beim Durchströmen der Eisenspatmassen Eisensalze gelöst hatten und dieselben in den Werfener Breccien wieder

absetzten. Derartige sekundäre Metallwanderungen erscheinen in Anbetracht der großen in Frage kommenden Entfernungen ganz ausgeschlossen. Überdies stehen die zweifellos epigenetischen Erze hinsichtlich ihrer Masse in einem Mißverhältnis zu jenen Erzen, bei denen eine primäre Entstehung eventuell denkbar wäre. Letztere müßten nicht bloß die vererzten Werfener Breccien, sondern auch die mächtigen Komplexe von Schiefererz, deren nachträgliche Vererzung die petrographische Untersuchung gezeigt hat, mit vadosen Eisensalzlösungen beliefert haben!

Damit sollen jüngere, von der fertigen Lagerstätte ausgehende Metallverschiebungen aber natürlich keineswegs gezeugnet werden. Daß überdies mehrfache Erznachschübe auf dem steirischen Erzberge stattfanden, unterliegt gleichfalls keinem Zweifel und wurde übrigens stets hervorgehoben. Man sieht mindestens zwei Generationen jüngerer Gänge die Erzmassen durchsetzen, eine ältere Siderit-Ankeritfüllung und eine jüngere, manchmal grauweiß pinolitisch aussehende Ankerit-Kupferkiesfüllung (Redlich, L. 11, S. 100, Analyse 46 und L. 13, S. 76; Angel, Gangankerite, L. 2, S. 91). Derartigen jüngeren Gangbildungen gehören die meisten am steirischen Erzberg und in der weiteren Umgebung gefundenen Sulfidganggrümmen an (Redlich, L. 13, S. 92 und S. 141, Hiessleitner, Fahlerzgang, L. 6, S. 234).

Als Vertreter seiner älteren, primären Erze scheint Kern vor allem die Flinze anzusehen, jene feinkörnigen drusenlosen Erze, welche den grobkristallinen drusenreichen, angeblich jüngeren Erzen gegenüberstehen (L. 8, S. 28). Die petrographische Untersuchung dieser Flinze ergab keine prinzipiellen Unterschiede gegenüber den grobkristallinen Erzen. Sie erweisen sich als feinkörnige granoblastische Sideritaggregate, die häufig Glimmerschüppchen, Quarzkörnchen, aber auch relativ größere Partien von Quarz-Serizitmosaik einschließen und die allmählich in gröberkörnige Sideritmasse übergehen. Nebenbei bemerkt sind sie nicht auf die in den paläozoischen Kalken gelegenen Lagerstätten beschränkt, sondern finden sich außerhalb des steirischen Erzberges auch in den Erzzonen der Werfener Schichten, welche auf dem Erzberge nach Kern der jüngeren Erzbildungsphase angehören, also keine Flinzstruktur aufweisen sollten. Ein Beispiel hierfür ist das im Werfener Schiefer aufsetzende Hauptlager von Gollrad. Manche der dortigen Flinze bestehen aus einem feinkörnigen Sideritgewebe, in dem porphyroblastenartig größere Rhomboeder und Körner aufkeimen, andere sind reich an Quarz, kristallographisch begrenztem leistenförmigem Albit und relativ großschuppigem Serizit, zu dem etwas Chlorit tritt. Eine kristalline Schieferbildung kommt für diese Erze nicht in Frage, deren Nebengestein zwar vergrünt (serizitisiert) ist, aber seine Sedimentstruktur unverändert beibehalten hat. Viel eher darf man wohl an die Mitwirkung von Mineralisatoren denken, welche in der Erzlösung enthalten waren und die kristallinische flinzartige Ausbildung der Erze veranlaßt haben. Hiefür scheint uns u. a. auch das von Redlich (L. 13, S. 13) erwähnte Auftreten von Turmalin im Erz zu sprechen, bezüglich dessen einige Beobachtungen nachzutragen wären, die interessante Einblicke in die Lagerstätten genesis gewähren.

In den Porphyroiden des Altenberges nördlich Kapellen in der Gegend von Neuberg setzen bis zu 50 cm starke Gänge von Siderit auf, die deutlich eine Sukzession von I. Siderit, II. Turmalin, Quarz, Fahlerz, Baryt und III. jüngsten Quarztrümmern zeigen, welche letztere sich in den Porphyroid hinein fortsetzen (Fig. 7).

Neben diesen deutlich symmetrischen Gängen findet sich der Turmalin auch in scheinbar brecciöser Form in einem zirka 15 cm starken Sideritgange, der im Porphyroid aufsetzt (Fig. 8). Ein genaueres Studium dieses Vorkommens ergab, daß in der offenen Gangspalte

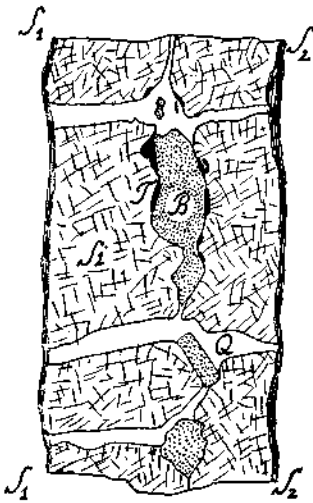


Fig. 7. Symmetrischer Sideritgang in Porphyroid mit jüngeren Turmalin, Baryt und Quarz. Altenberg.

S₁, S₂ Salbänder, *S_i* Siderit, *T* Turmalin, *B* Baryt, *Q* Quarz.

im Porphyroid keinesfalls als sekundäre, durch Metallverschiebungen von untergeordneter Bedeutung entstandene Gangzotten aufgefaßt werden können, sondern daß im Verlaufe längerer Zeiträume ein wiederholtes Aufreißen der Gangspalten stattfand, daß die Sideritgänge im Porphyroid also als echte juvenile Erzgänge angesprochen werden müssen. Da man ähnliche jüngere Turmalinnachschiebe auch aus den analogen und gleichalterigen Sideritlagergängen der Bindt und der Gegend von Dobschau (Slowakei) kennt, kann es sich nicht um zufällige, lokale Erscheinungen handeln.

Klarer sehen wir, wenn wir über das Gebiet des Erzberges hinausgreifen und größere Teile der gesamten Zone der Siderit-Magnesit-Sulfidlagerstätten der ostalpinen Grauwackenzone in Betracht ziehen,

Brocken von Porphyroid, also von Nebengestein, vorhanden waren, die einerseits verquarzt, andererseits von den Rändern und von Sprüngen ausgehend turmalinisiert, d. h. in ein sehr feinkörniges Gemenge von pflasterförmig aggregiertem Quarz und kleinen Turmalinsäulchen umgewandelt wurden. Nicht nur diese Nebengesteinsbrocken wurden turmalinisiert, sondern auch das Nebengestein selbst erhielt an den Salbändern der Gangspalte einen Turmalinbelag.¹⁾ Der Turmalin ist also hier die älteste Ausscheidung. Später erfolgt die Ausfüllung der Gangspalte mit Siderit, der selbst in kleinen Gangtrümmerchen in die turmalinisierten Nebengesteinsbrocken eindringt. Noch jünger ist eine sekundäre Verquarzung des Erzes, welche von Sprüngen ausgeht, die sich in den Porphyroid hinein fortsetzen.

Ein Vergleich der beiden beschriebenen Turmalinvorkommen zeigt, daß zwei Turmalin-generationen vorhanden sind, eine ältere vorsideritische und eine jüngere nachsideritische. Ganz unzweifelhaft geht aus den Beobachtungen hervor, daß die Sideritgänge

¹⁾ Turmalinisierung des Nebengesteins erwähnt auch Sigmund (L. 13, S. 18) vom benachbarten Bohnkogel.

denn es ist wohl unzweifelhaft, daß diese alle denselben Ursachen ihre Bildung verdanken, was auch von den Gegnern der Epigenese anerkannt wird.

Halten wir uns zunächst vor Augen, was für jede der beiden Entstehungshypothesen spricht, bzw. welche Schwierigkeiten sich bei der Annahme der einen oder der anderen Theorie einstellen.

Für die sedimentäre Entstehung konnte bisher nichts als die annähernd schichtenparallele Lagerung bei großer Niveaubeständigkeit vorgebracht werden.

Demgegenüber ist vor allem einzuwenden, daß bei genauer Untersuchung in fast allen Lagerstätten des Erzuges Verschneidungen gegenüber dem Nebengestein nicht gerade selten festzustellen sind (Pitten in Niederösterreich, entnommen einem Manuskript Waagen-Schöppe; Payerbach-Reichenau, L. 10, S. 28 und 29; Mitterberg, L. 3, Krusch, S. 367). Selbst Kern bemerkt für den steirischen Erzberg, daß die

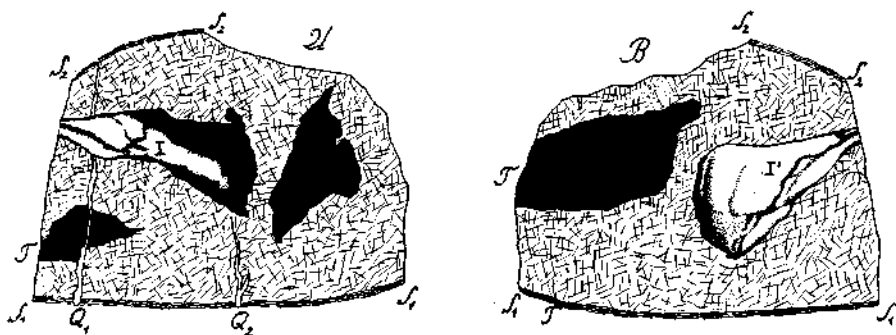


Fig. 8. Sideritgang mit Schollen von turmalinisiertem Nebengestein. Altenberg.

A, B Vorder- und Rückseite der Stufe. S_1 , S_2 Salbänder mit anhaftendem, bei T turmalinisiertem Porphyroid. I I' Vorder- und Rückseite eines vom Rande und von Klüften aus turmalinisierten Nebengesteinsbrockens. T vollständig turmalinisierte Scholle. Kreuz und quer schraffiert Siderit. Q_1 , Q_2 jüngere Quarzgänge.

Erzlager nicht vollständig konform im Kalk liegen. Überdies zweigen hin und wieder primäre Liegend- und Hangendtrümmer von der Hauptlagerstätte in das Nebengestein ab (Grillenberglagerstätte bei Payerbach, L. 10, S. 28, Taf. V, Fig. 5); sogar symmetrische Gangstruktur ist, wenn auch selten, zu beobachten (Schendlegglagerstätte bei Payerbach, L. 10, S. 29, Taf. V, Fig. 10). Ein mehrfaches Aufreißen des Ganges kann das klare Gangbild freilich verwischen (Mitterberg in Salzburg, L. 3, Krusch, S. 367).

Weiters spricht gegen die Sedimentationstheorie das Auftreten von Nebengesteinstrümmern im Erz (Grillenberglagerstätte bei Payerbach-Reichenau, L. 10, Taf. V, Fig. 4).

Betrachten wir den von der Grauwackenzone bis in die Trias reichenden Erzgang und beschränken wir uns aus Raumersparnis auf Niederösterreich und Steiermark, so finden sich die Sideritlagerstätten in den verschiedensten Schichtenhorizonten. Sie treten schon, wenn auch seltener, in den silurischen dunklen Schiefen auf, so z. B. im Fischerstollen in der Großau (L. 10, S. 20), im Sensenschmiedgang bei Johnsbach (L. 13, S. 141).

Porphyroide beherbergen den Erzzug, der nördlich von Edlach vom Augenbrünndl bis zum Schwarzeckkogel streicht (L. 10, S. 17, Taf. IV.). Die Eisensteine beginnen hier mit den kleinsten Dimensionen und erreichen eine Mächtigkeit von 6 m; eine Reihe von Parallelrümern begleitet das Haupterzlager. Interessant ist hier, daß die Schieferung der Porphyroide das allgemeine Ostweststreichen und Nordfallen der überlagernden Schichten der Rax angenommen hat und daß sich in diesen auf tektonischem Wege entstandenen Flächen das Erz durch Aufblätterung einlagert. Von einer Sedimentation kann in dem Eruptivgestein natürlich von vornherein nicht die Rede sein.

Die silurisch-devonischen Kalke (Neuberg, südlich der Hochveitsch, südlich des Feistereck, Umgebung von Eisenerz, Radmer usw.) werden von Ankerit- und Sideritgängen mit größeren oder geringeren Umsetzungserscheinungen des Nebengesteins durchbrochen. Die Kalke fehlen im Streichen auf weite Strecken, z. B. von Gloggnitz bis gegen Neuberg. Das ältere Paläozoikum (Schiefer, Porphyroide) wird, wie wir aus dem Studium des ganzen Zuges wissen, diskordant von den Werfener Schichten überlagert. Diese beginnen mit Basiskonglomeraten. Auf dem Grillenberge liegen an der Grenze der paläozoischen Serizitschiefer gegen das Werfener Basiskonglomerat die schon erwähnten Lagergänge (L. 10, S. 15, Profilfig. 1). Weiter gegen W, von Hirschwang an, liegt in der unteren Trias ein Erzzug, der sich im Hangenden der Werfener Basiskonglomerate befindet, während die Grillenberger Lagergänge im wesentlichen unter den Konglomeraten aufsetzen.

Weiter gegen Neuberg treffen wir die Erze mitten im Werfener Schiefer, das Gollrader Hauptlager teils in den Schiefen der unteren Trias, teils an der Grenze der Schiefer gegen das gipsführende Haselgebirge. Südlich der Großveitsch rückt das Erz sogar an die Grenze der Werfener Schiefer und des Gutensteiner Kalkes (Cornelius, L. 4).

Wir sehen also die merkwürdige Erscheinung, daß die Erzbildung durch Formationen anhält, welche durch eine starke Diskordanz getrennt sind, daß sie aber auch innerhalb eines dieser Schichtenglieder durchaus nicht lagerartig an den gleichen Horizont gebunden ist, sondern teils an der Basis, teils in der Mitte oder im Hangenden des Schichtenkomplexes auftritt. Diese Erscheinung ist mit der Sedimentationstheorie nicht in Einklang zu bringen, denn es ist nicht anzunehmen, daß das naturgemäß nicht leicht erfüllbare Zusammentreffen zahlreicher, die Erzbildung bedingender geologischer Voraussetzungen durch Formationen hindurch, ja sogar über Diskordanzen hinweg, an einer und derselben Stelle gegeben war.

Alle diese Schwierigkeiten, welche der Sedimentationstheorie im Wege stehen, werden bei der Annahme einer epigenetischen Entstehung leicht überwunden. Fragen wir uns, welche Argumente eigentlich für die Sedimentationstheorie sprechen, so sehen wir, daß außer der schichtenparallelen Lagerung der Erzkörper keine Beobachtungen vorgebracht wurden, welche für diese Theorie sprechen, und daß die Anhänger derselben nur immer wieder die Schwierigkeiten hervorheben, mit welchen die epigenetische Deutung zu kämpfen hat. Diese Schwierigkeiten bestehen 1. in der Frage nach der Herkunft der Erzlösungen,

2. in dem Fehlen sichtbarer Zufuhrwege, 3. in der nicht zu leugnenden vorwiegenden Flächenhaftigkeit der Erzkörper und 4. in der Frage nach dem Verbleiben der metasomatisch verdrängten Kalkmassen. Anzeichen epigenetischer Vererzung sind nicht zu verkennen; sie werden aber als sekundäre Erscheinungen von geringerer Bedeutung abgetan. Im Laufe dieser Arbeit wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß die epigenetischen Erscheinungen durchaus nicht Ausnahmen, sondern überaus häufig anzutreffen sind. Auch wurden die Schwierigkeiten aufgezeigt, welche einer Bagatellisierung dieser epigenetischen Erscheinungen gerade dort gegenüberstehen, wo sie in großer Entfernung von sedimentär deutbaren Lagerstätten beobachtet werden (S. 252). Im folgenden sollen vor allem die Einwürfe, welche gegen die Epigenese vorgebracht wurden, kritisch beleuchtet und nach Möglichkeit entkräftigt werden.

Die Frage nach der Herkunft der Erzlösungen ist im Gebiete der Grauwackenzone nicht minder problematisch als anderswo (z. B. Siegener Eisenspatgänge). Sie wird der Phantasie immer einen großen Spielraum lassen. Betrachten wir z. B. gewisse Kupfererze (Radmer, Mitterberg), wie dies ja selbstverständlich ist, als auch hiehergehörig, so wird das Problem nicht einfacher, wenn wir eine sedimentäre Bildung annehmen, denn ein durch Eindampfung o. dgl. mit Kupfersalzen gesättigtes Meeresbecken ist wohl nicht recht vorstellbar. Auch hier müßte man eine apomagmatische, in das Meeresbecken sich ergießende Metallzufuhr voraussetzen und käme durch die Annahme einer syngenetischen Bildung der Frage nach dem eigentlichen Bringer des Metalls (Eruptivkörper) um keinen Schritt näher.

Was die Zufahrtswege und die flächenhafte Verbreitung der Lagerstätten anbelangt, so hat die Untersuchung ergeben, daß die Erzlösungen vielfach in der Schieferungsrichtung während tektonischer Bewegungen einer nachtriadischen Gebirgsbildungsphase eingedrungen sind und daß die Schieferungsflächen als Zonen geringsten Widerstandes den Lösungen den Weg gewiesen haben (Schiefererze). Hinsichtlich des Fehlens verquerender Zufuhrwege sei auf die Erfahrung der Quellentechniker hingewiesen, daß kräftige Quellen, welche bedeutende Sedimentabsätze verursachen, häufig aus äußerst schmalen und im Streichen wenig anhaltenden Spaltenöffnungen (Quellschloten) hervortreten, welche naturgemäß leicht übersehen werden können. Aber auch die vorhandenen ursprünglichen Zufuhrwege können bei nachfolgenden tangentialen tektonischen Bewegungen durch Auswalzung (Gleibbewegungen) in die Richtung der Schieferung umgelegt und auf diese Weise unkenntlich werden. In diesem Zusammenhang drängt sich der Vergleich mit den bekannten Aplit- und Pegmatitadern der injizierten Gneise und Glimmerschiefer auf, wo analoge Erscheinungen allgemein verbreitet sind und niemand an dem Fehlen eines als Muttergestein in Betracht kommenden Eruptivkörpers, an der schichtenparallelen Lagerung der eruptiven Gänge und an dem Fehlen von Quergängen Anstoß nimmt.

Daß tektonische Bewegungen an der Ausbildung der Lagerstättenformen beteiligt sind, erhellt schon aus der Abhängigkeit dieser Formen von der Art, in der die Nachbargesteine auf tektonische Einflüsse reagieren. Nur in den schichtenparallel leicht beweglichen, senkrecht

zur Schichtung aber relativ schwer zerteilbaren und für Lösungen schwer durchdringlichen Schiefen nehmen die Lagerstätten typische Lagerform an; in den spröden Kalken hingegen folgen sie nur im großen und ganzen der Schichtung und bilden wesentlich häufiger Verquerungen und Stockformen. Nichtsdestoweniger gibt es auch hier ausnahmsweise Erzausbildungen, welche jenen der Schiefer gleichen. Wir denken dabei an die Bändererze (z. B. der Etage Wolfgang), wo Siderit in die Fugen eines durch tektonische Zerschering lamellenartig zerlegten Kalkes dringt, der selbst teilweise in spätigen Ankerit umgewandelt wird, teilweise sein ursprüngliches feinkristallinisches Gefüge behält. Erst den Klüften der jüngeren Bruchtektonik folgt eine zweite grobspätige Ankeritgeneration.

Was die Frage nach den weiteren Schicksalen des durch die Eisenlösungen verdrängten Kalkes anbelangt,¹⁾ so ist die Menge des letzteren insoweit schwer abzuschätzen, als man nicht weiß, in welchem Mengenverhältnis die Gangsiderite zu den metasomatischen Bildungen stehen. Hörhager (L. 7) glaubt zwar, daß die Siderit- und Magnesitlagerstätten größtenteils Gänge sind. Das ist zweifellos unrichtig, es wurden gewiß ganz bedeutende Kalkmengen durch Eisenkarbonat verdrängt, aber ebenso unrichtig wäre es, die Gesamtmenge des Siderits als verdrängten Kalk aufzufassen. Ein Teil des gelösten Kalkes ist auf dem Berge in Gangform wiederzufinden (verkalkte Schiefer und Porphyroide, Ankerit- und Dolomitgänge, welche durch Mischung von Kalk-, Magnesium- und Eisenkarbonatlösungen entstanden sein können). Ein anderer Teil des Kalkes kann den Weg zur Oberfläche gefunden haben und muß die Klüfte, auf denen er sich bewegte, nicht unbedingt ausgefüllt haben. Überdies wären derartige Kalkgänge in einiger Entfernung von der Lagerstätte in den Kalken der Trias wohl leicht zu übersehen.

Zweifellos hat aber gelegentlich der Lagerstättenbildung durch Metasomatose und Kluftausfüllung eine Volumsvermehrung stattgefunden, auf die sowohl Kern (L. 8) als auch Angel (L. 2) hinweisen. Anzeichen einer solchen sind auf dem Berge und in der Umgebung desselben nicht bekannt, doch darf nicht übersehen werden, daß solche Spuren schon während der mit der Vererzung Hand gehenden tektonischen Bewegung, noch mehr aber durch eventuell nachfolgende Bewegungen verwischt werden konnten. Im allgemeinen gewinnt man den Eindruck, daß die Vererzung paratektonisch erfolgte, doch fehlen auch nicht Anzeichen, welche nachträgliche tektonische Beeinflussungen der fertigen Lagerstätte wahrscheinlich machen.²⁾ Das unversehrte kristallinische Gefüge der Karbonate ist an sich kein Beweis gegen derartige nachträgliche Bewegungen, da die beigeordneten Gefügeformationen infolge der leichten Rekrystallisierbarkeit des Siderits und Magnesits leicht verwischt werden (Petrascheck, L. 9, S. 7).

¹⁾ Das Problem hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Raumproblem größerer Eruptivkörper.

²⁾ Wir haben bei diesen Betrachtungen ausschließlich tangential Bewegungen im Auge. Jüngere Bruchtektonik ist u. a. durch die Untersuchungen Kerns einwandfrei nachgewiesen.

Wesentlicher für die Beurteilung der diesbezüglichen Verhältnisse ist die Form der Erzkörper und das Verhalten der begleitenden Silikatmineralien. Da scheinen nun allerdings die nachkristallinischen Bewegungen im allgemeinen ziemlich geringfügig zu sein, doch gilt das sicherlich nicht für alle Punkte in gleichem Maße. Die kopfgroßen Ankeritknollen, welche in die schwarzen Schiefer der Radmer eingewalzt sind, und die Magnesitknauern, welche Redlich vom Semmering beschreibt, lassen sich wohl nur schwer ohne Annahme jüngerer Bewegungen erklären, zumal man in den Schiefen vergeblich nach Mineralgängen sucht, von denen aus die Vererzung tektonisch zerrissener Kalktrümmer nachtektonisch hätte erfolgen können (L. 9, S. 8).

Die Schwierigkeiten der Raumfrage (Volumsvergrößerung, Abfuhr großer Kalkmassen, Zufuhrwege) werden durch die Schwinnnersche Theorie (L. 17, S. 276), welche die Lagerstätten als konkretionäre Konzentrationen ursprünglich mehr oder minder gleichmäßig verteilter Substanzen ansieht, zwar ausgeschaltet, darüber hinaus liegen aber keinerlei Beobachtungen vor, die diese Theorie stützen könnten. Der Vergleich mit Konkretionen ist insofern unangebracht, als letztere lokalen Wanderungen ihre Entstehung verdanken und an bestimmte Schichten gebunden sind, während unsere Siderite in ganz verschiedenen Schichten, auch räumlich durch große Entfernungen getrennt, auftreten, so daß ganz gewaltige Stoffwanderungen in der Richtung der Schichtung und quer dazu vorausgesetzt werden müßten, wie sie die Epigenese auch nicht in größerem Ausmaße erfordert.

Wenn wir uns auch gewisse noch nicht gelöste Schwierigkeiten der Epigenese keineswegs verhehlen, so glauben wir doch, daß die epigenetische Entstehungsdeutung den Beobachtungen noch immer mehr entspricht als alle anderen Erklärungsversuche.

Literaturverzeichnis.

1. Angel Fr., Quarzkeratophyre der Blasseneckserie. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1918.
2. Angel Fr., Über Gesteine vom steirischen Erzberg. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Bd. 64/65, Graz 1929.
3. Buttmann H., Die Kupferkieslagerstätten von Mitterberg. Dissertation. Freiberg 1913. Zum selben Thema: Krusch, Eigene Beobachtungen in Beyschlag, Krusch, Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Minerale und Gesteine, II. Bd., S. 366, Stuttgart 1921.
4. Cornelius H. P., Das Eisenerzvorkommen am Eibenkogel bei Turnau. Briefliche Mitteilung.
5. Heritsch Fr., Caradoc im Gebiete von Eisenerz in Obersteiermark. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1927.
6. Hiessleitner G., Zur Geologie der Umgebung des steirischen Erzberges Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1929.
7. Hörhager J., Über die Bildung alpiner Magnesitlagerstätten und deren Zusammenhang mit den Eisensteinlagern. Österreichische Zeitschrift für das Berg- und Hüttenwesen 1911, Nr. 16.
8. Kern A., Zur geologischen Neuaufnahme des steirischen Erzberges 1925 bis 1926. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, Bd. 75, Heft 1 und 2, 1927.
9. Petrascheck W., Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. Comptes rendus des XIV. internationalen Geologenkongresses, Madrid 1926.

10. Redlich K. A., Die Eisensteinbergbaue der Umgebung von Payerbach-Reichenau. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. montanistischen Hochschulen Leoben und Przibram 1907.

11. Redlich K. A.—Großpietsch O., Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite mit besonderer Berücksichtigung der Veitsch und des steirischen Erzberges. Zeitschrift für praktische Geologie, XXI. Jahrgang, 1913, S. 90.

12. Redlich K. A., Der steirische Erzberg. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien, IX. Bd., 1916.

13a. Redlich K. A.—Stanczak W., Die Erzvorkommen der Umgebung von Neuberg bis Gollrad. Ebenda, XV. Bd., 1922.

13b. Redlich K. A., Der Erzzug Vordernberg — Johnsbachstal. Ebenda, XV. Bd., 1922.

14. Redlich K. A., Sind die ostalpinen Karbonatlagerstätten und die mit ihnen genetisch verwandten Talke sedimentären Ursprunges? Zeitschrift für praktische Geologie, XXXIV. Jahrgang, 1926, S. 65.

15. Rozsa M., Differenzierungserscheinungen an sedimentären Karbonatgesteinen. Kali, XIX. Jahrgang, 1925, S. 85, 193, 378.

16. Rozsa M., Talk und Magnesit. Zeitschrift für praktische Geologie, XXXIII. Jahrgang, 1925, S. 153.

17. Schwinner R., Das Paläozoikum an Brenner. Vergleiche und Wertungen. Centralblatt für Mineralogie usw., Abteilung B, 1925, S. 241.

18. Spengler E., Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassingalpen. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1922.

19. Spengler E., Über die Tektonik der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe (mit einem Anhang von H. P. Cornelius). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1926.

20. Spengler E.—Stiny J., Blatt Eisenerz, Wildalpe und Aflenz der Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich (mit Erläuterungen), Wien 1926.

21. Stur D., Vorkommen obersilurischer Petrefakte am Erzberg und in dessen Umgebung bei Eisenerz. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Wien 1865.