

## **Das Alter der Vererzung des Bleiberger Erzberges (Kärnten)**

Von Dr. phil. **Fritz-Erdmann Klingner**, Leoben (Steiermark)

(Vortrag,<sup>1)</sup> gehalten auf der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Jena [Thür.] am 6. August 1932)

Mit 3 Abbildungen

### **Einleitung**

Gelegentlich einer geologischen Kartierungsübung im Sommer 1931, die mit Leobener Studenten im Bleiberger Tal zwischen Villach und Bleiberg durchgeführt wurde, konnte ich einige Untersuchungen und Begehungen vornehmen, die einer Klarstellung des Alters der Vererzung des Bleiberger Erzberges dienen sollten. Mitte Juli 1932 wurden diese Untersuchungen zu Ende geführt, nachdem ich Gelegenheit hatte, unter Führung von Herrn Dr. Franz Kahler in Klagenfurt das echte Sattnitz-Konglomerat kennenzulernen.

### **Tornquist über das Alter der Vererzung**

Tornquist hält die Vererzung für den jüngsten Vorgang, der erst nach Abschluß der großen tektonischen Bewegungen erfolgt sei. Es hat jedoch W. E. Petrascheck nachgewiesen, daß die erzführenden Ost-West-Klüfte durch nord-ost-streichende Verwerfungen abgeschnitten werden. Die Vererzung selbst bringt Tornquist mit dem Aufstieg basaltischer Magmen in Verbindung. Die meisten oststeirischen Basalte, besonders auch der von Weitendorf bei Wildon, südlich von Graz, gehören nach Torn-

quist ins untere Pont. Demzufolge soll der Vererzungsvorgang „im Jungsarmatikum vielleicht schon begonnen, aber im mittleren und oberen Pontikum seine Hauptphasen erreicht haben, um dann zum Abschluß gekommen zu sein“.

Auf die magmatisch gebundene Metallogenese Kärntens werde ich in einem Schlußabschnitt eingehen. Was aber das Alter der Vererzung selbst anlangt, so glaube ich in dem von mir „Bleiberger Konglomerat“ genannten Tertiär eine Hilfe gefunden zu haben, die das Alter des Vererzungsvorganges genauer festzulegen gestattet.

### **Das Bleiberger Konglomerat**

Im Weißenbach-Tal findet sich zwischen Bleiberg und Heiligengeist ein Konglomerat, das auf den älteren Karten als „jungtertiäre oder altdiluviale Breccie von Kadutschen“ bezeichnet wird; Geyer (S. 352, Anm.) schreibt, daß „unter dem Glazialschotter in horizontalen Bänken eine bunte, zumeist aus Kalkbrocken bestehende Breccie“ liegt, die mindestens „dem älteren Diluvium, vielleicht aber noch dem jüngeren Tertiär angehören dürfte“.

Ich habe bei meinen verschiedenen Begehungen dieser „alten Breccie“ besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Es ist festzustellen, daß es sich keineswegs

<sup>1)</sup> In erweiterter Fassung.

um eine Breccie handelt, sondern, wie auch schon Höfer 1902 betont, um ein regelrechtes Konglomerat, das ich im folgenden immer als Bleiberger Konglomerat bezeichnen werde. Ich möchte nicht ausführlich auf die Geröllzusammensetzung eingehen, um nicht den im Gange befindlichen Untersuchungen von Herrn Dr. Kahler in Klagenfurt vorzugreifen, der auch untersucht wird, ob und welche Zusammenhänge mit den von Stelzner beschriebenen Bohnerzen der Villacher Alpe bestehen. Es seien nur ganz kurz die Hauptbestandteile herausgegriffen. Die Hauptmenge der Gerölle sind recht wenig gerundete Brocken von Hauptdolomit und Wettersteinkalk, verhältnismäßig reichlich vorhanden sind gut gerundete Gerölle von Grödener Sandstein; sehr gut gerundete Gerölle von Quarz und einem dunkelgrünen Gestein (nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. Kahler handelt es sich um Schalsteine aus dem Unterkarbon von Nötsch) sind nicht allzu häufig vertreten. Stellenweise finden sich zwischen den Konglomeratbänken sandige Einlagerungen. Die Farbe des sandigen Bindemittels ist rötlichbraun. Besonders kennzeichnend sind hohle Gerölle, sogenannte Mehlerölle; ich fand auch vereinzelt zerbrochene und wieder verheilte Gerölle darin. Die Hauptbedeutung dieses Bleiberger Konglomerates liegt darin, daß ich in ihm Gerölle von vererztem Wettersteinkalk gefunden habe, wenn diese auch nur recht spärlich darin vorkommen. Es fanden sich sowohl Bleiglanz als auch Zinkblende darin, und im Dünnschliff war neben der Zinkblende auch Flußspat zu erkennen. Es handelt sich also tatsächlich um Gerölle des metasomatisch vererzten Wettersteinkalkes, die, da sie wenig abgerollt sind, vom Bleiberger Erzberg stammen dürften.

Es wäre also eine Altersbestimmung dieses Konglomerates für die Festlegung des Alters der Bleiberger Vererzung von größter Bedeutung. Fossilien konnten bisher nicht darin gefunden werden. Man ist also auf den rein petrographischen Vergleich mit anderen Konglomeraten angewiesen, wie sie sich vor allem im Klagenfurter Becken in weiter Verbreitung finden. Wie mir Herr Dr. Kahler gesprächsweise sagte, kann die Farbe des Bindemittels der Konglomerate im Klagenfurter Becken einen ungefähren Anhaltspunkt für ihr Alter abgeben. So zeigen diluviale Konglomerate vorwiegend graue Farben im Bindemittel, dagegen tertiäre mehr rötliche und braune Farben. Damit liegt es also nahe, das Bleiberger Konglomerat nicht für eine diluviale Gehängebreccie oder dergleichen zu halten (die Höttinger Breccie z. B. ist in ihrer Geröllformung ganz anders), sondern für ein echtes tertiäres Konglomerat. Es kämen zum Vergleich eigentlich nur zwei Konglomerate aus dem Klagenfurter Becken in Frage. Einmal das Straschitz-Konglomerat, das Paschinger als die Basis des Diluviums betrachtet, zum andern das Sattnitz-Konglomerat. Das Straschitz-Konglomerat scheidet von vornherein vollkommen aus. Es enthält wohlgerundete Gerölle verschiedenster Gesteine, unter denen als Leitgeröll ein eigenartiges kristallines Gestein auffällt, dessen Bestimmung noch aussteht (vielleicht ein Augitporphyrit). Das auffallend dichte

Bindemittel ist von mehr oder minder blaßrötlicher Farbe. Dieses Konglomerat entspricht in keinerlei Hinsicht dem Bleiberger Konglomerat.

Ein Vergleich mit dem Sattnitz-Konglomerat fällt dagegen wesentlich günstiger aus. In der Art und Farbe des Bindemittels sind sie außerordentlich ähnlich, die so bezeichnende rötliche Farbe des Bindemittels verliert sich bei beiden Konglomeraten, wenn sie längere Zeit der Verwitterung, z. B. im Bachbett, unterliegen. Beiden Konglomeraten sind hohle Gerölle eigen. Man findet im Bleiberger Konglomerat Gerölle von Wettersteinkalk und Hauptdolomit, die nur außen eine etwa 1 mm starke Rinde haben, innen aber einen Kern von lockerem, mehligem Grus enthalten; bisweilen sind die Gerölle selbst auch durchweg ganz mürbe und lassen sich leicht zerreiben („Mehlerölle“). Die Innenwände der hohlen Gerölle sind mitunter mit kleinen Kriställchen besetzt, nicht selten sieht man auch, daß papierdünne Lamellen sich durch den Hohlraum ziehen, das scheint besonders gern dann der Fall zu sein, wenn das hohle Geröll eine limonitisierte Füllung enthält. Genau dieselben hohlen Gerölle finden sich auch im Sattnitz-Konglomerat. Mit der Entstehung der hohlen Gerölle hat sich vor allem Höfer (1880) ausführlich beschäftigt. Rosenbusch hat den Vorgang auf die einfachste Formel gebracht und vergleicht ihn mit der Bildung der hohlen Pseudomorphosen von Dolomit nach Kalkspat, von Roteisen nach Kalkspat u. ä.; „das Wasser, welches das zur Bildung von Dolomit aus Kalzit nötige Magnesiumkarbonat zuführte, nahm zufolge der leichteren Löslichkeit des Kalziumkarbonats mehr von diesem mit sich fort. Die Stoffzufuhr war also geringer als die Stoffwegfuhr, und so entstanden die hohlen Räume.“ Gerölle, die vollständig zermürbt sind und keine Rinde haben, dürften rein dolomitischen Gesteinen angehört haben. In einer neuerlichen Untersuchung kommt Schuhmann zu einer ganz ähnlichen Deutung wie Rosenbusch. Nach ihm bilden die kalkigen Geschiebe und das Bindemittel die festen Phasen eines heterogenen Systems, die miteinander nicht im Gleichgewicht stehen. Durch das Hinzutreten einer flüssigen Phase der in dem Gestein zirkulierenden wäßrigen, kohlenstoffhaltigen Lösung kann das Ungleichgewicht aufgehoben werden. Wegen der dauernden Fortführung von Kalziumkarbonat kann aber ein Gleichgewicht nicht erreicht werden, die Hohlräume werden nicht wieder ausgefüllt. „Die hohlen Geschiebe sind demnach nichts anderes als eine unvollständige Pseudomorphose.“ Wie schon gesagt, finden sich im Bleiberger Konglomerat auch zerbrochene Gerölle, die Penck auch aus dem Sattnitz-Konglomerat erwähnt. Sie sind lediglich als ein Zeichen tektonischer Beanspruchung zu werten. Die Ausbildung des Bleiberger Konglomerates stimmt also auffallend mit der des Sattnitz-Konglomerates überein, „der Verwitterungsgrad entspricht diesem entschieden, und ich kenne vorläufig noch kein jüngerer, das diese Verwitterung in so entschiedenem Maße zeigen würde“ (briefliche Mitteilung von Herrn Dr. Kahler in Klagenfurt). Die Behauptung von A. Penck (S. 1108) trifft nicht zu, daß das Bleiberger Konglomerat —

er spricht von einer Nagelfluh, die er an die Hollenburger Nagelfluh anschließt — vom Sattnitz-Konglomerat erheblich verschieden sei. Es bestehen demnach keine Bedenken, das Bleiberger Konglomerat als dieselbe Bildung wie das Sattnitz-Konglomerat zu betrachten, vielleicht sind die Gerölle etwas weniger weit verfrachtet. Wie schon erwähnt, vergleicht auch H. Höfer (1902), den auch Dreger anführt, diese beiden Konglomerate miteinander und stellt sie einander gleich. Ich möchte jedoch, bis die Gleichstellung mit dem Sattnitz-Konglomerat auch in der Kartendarstellung nachgewiesen ist — die Untersuchungen von F. Kahler zielen darauf hin — vorläufig noch die Benennung als Bleiberger Konglomerat beibehalten<sup>2)</sup>. Ich lege den folgenden Ausführungen meine Anschauung zugrunde, daß beide Konglomerate mit größter Wahrscheinlichkeit altersgleich sind, ihrer Herkunft nach aber doch verschieden sein können. Darum ist vorläufig wenigstens auch eine Unterscheidung durch den Namen empfehlenswert.

### Die tektonische Lagerung des Bleiberger Konglomerates

Eine genaue Untersuchung hat ergeben, daß das Bleiberger Konglomerat vom Hauptdolomit des Erz-

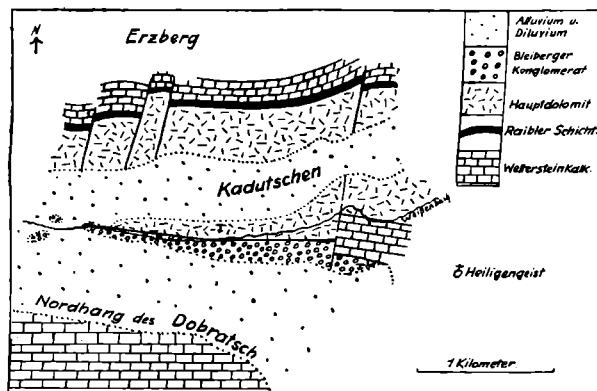


Abb. 1. Geologische Lageskizze des Bleiberger Konglomerates<sup>2a)</sup>

berges durch eine ostwestlich-streichende Verwerfung getrennt ist (Abb. 1). An dieser Störung ist der Hauptdolomit außerordentlich stark zerrüttet, so daß man stellenweise sein Verflächen kaum messen kann. Im allgemeinen streicht der Hauptdolomit ostwestlich, sein Einfallen kann an der Störung bis 60° nach Süden betragen. Das Streichen des Bleiberger Konglomerates läßt sich am besten an dem kleinen Wiesenweg von Heiligengeist (etwa einen Kilometer westlich der Ortschaft) vor dem Steilabfall ins Tal messen; die Konglomeratbänke streichen hier ost-

<sup>2)</sup> Östlich des Dobratsch finden sich auf der Villacher Alpe in etwa 1500 m Höhe ebenfalls große Blöcke von Konglomeraten, die m. E. ebenfalls dem Bleiberger Konglomerat zuzurechnen sind und vielleicht eine Verbindung mit dem Sattnitz-Konglomerat gestatten.

<sup>2a)</sup> Etwas schematisiert; die Raibler Schiefer sind stellenweise ausgequetscht, wegen starker Überschiebung ist das im Gelände nicht immer einwandfrei nachzuweisen (vgl. Müller).

westlich und fallen flach mit etwa 20° nach Süden ein. Die Mächtigkeit beträgt mindestens 40 bis 50 m.

Die große Ostwest-Störung im Tal ist der Bleiberger Talbruch, an dem nach W. E. Petrascheck „Horizontalbewegungen nach Art einer Blattverschiebung“ stattgefunden haben. Westlich Heiligengeist wird dieser Talbruch an einer nordnordost-streichenden Störung etwas versetzt, diese Störung ist aber im Gelände wegen zu starker Überrollung nicht mit großer Genauigkeit festzulegen. Der weitere Verlauf des Talbruches nach Osten ist nicht sicher bekannt.

Eigentümlich ist die Erscheinung, daß der kleine Weißenbach ursprünglich ganz genau dem Talbruch folgt, wo er sich ein verhältnismäßig flaches Bett geschaffen hat. Noch bevor aber der Querbruch erreicht wird, verläßt der Bach sein ursprüngliches Bett und nagt sich eine

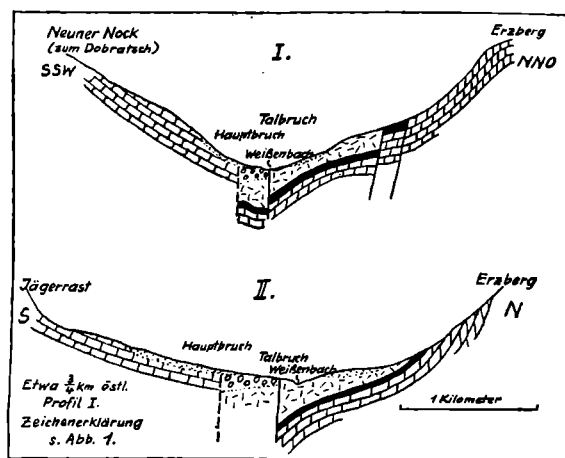


Abb. 2. Profile durch das Bleiberger Tal

tiefe Schlucht in den Hauptdolomit (Abb. 2), die wild zerrissene Klamm von Kadutschen, durch die der Bach z. T. in kleinen Kaskaden talwärts stürzt. Es scheint, daß hier junge Bewegungen am Werke waren, die vielleicht die Dobratschscholle gehoben oder den nach Heiligengeist zu gelegenen Teil gekippt haben, so daß der Bach aus seinem ursprünglichen Lauf nach Norden zu abgedrängt wurde.

### Das Alter des Sattnitz-Konglomerates

Daß man anfänglich das Bleiberger Konglomerat für altdiluvial gehalten hat, wurde schon erwähnt. Da es mit größter Wahrscheinlichkeit ebenso alt ist, wie das Sattnitz-Konglomerat, müssen wir uns vorerst mit dessen Alter befassen. Penck (S. 1099) hält das Sattnitz-Konglomerat für obermiozän, Dreger stellt es zu den Kongerienschichten, also ins Unterpliozän. W. Petrascheck rechnet die Kohlen von Liescha und von Keutschach in das II. Mediterran, hält es aber nicht für ausgeschlossen, daß sie dem Untermiozän angehören. Da das Sattnitz-Konglomerat über diesen Kohlen liegt, käme man auf mindestens helvetisches oder tortonisches Alter des Sattnitz-Konglomerates. In einer späteren Arbeit über die Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten spricht sich W. Petrascheck nochmals für helvetisches Alter aus. Petraschecks Bestimmung stützt sich auf Schnecken-

funde, die mittelmiozän sind, und auf eine Säugetierfauna von unter- oder mittelmiozänem Alter. Merkwürdigerweise wurde aber auch *Mastodon longirostris* angegeben, das würde für pliozän sprechen. Da das Urstück verschollen war, dachte Petrascheck an eine Fundortsverwechslung. Nun hat sich aber, wie Kahler (1928) mitteilt, dieser lange Zeit verschollene Zahn von *Mastodon longirostris* im Klagenfurter Museum wiedergefunden, gleichzeitig ist auch aus den kohlenführenden Ablagerungen ein Zahn von *Hipparion gracile* bekannt geworden. Damit würde das Sattnitz-Konglomerat ins Unterpliozän aufrücken, falls diese alten Museumsfunde tatsächlich einwandfrei hinsichtlich der Fundortsangabe sind. Kieslinger verlegt die Bildung des Sattnitz-Konglomerates in nachhelvetische, wahrscheinlich aber vorpontische Zeit. Winkler (Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrande der Zentralalpen, Mitt. Geol. Ges., Wien, 7, 1914) stellt die Bildung des Sattnitz-Konglomerates ins Mittelmiozän, „eine Epoche gesteigerter Erosion“.

Neuerdings werden alle Altersangaben über das Sattnitz-Konglomerat erschüttert durch die neuen Untersuchungen von Kahler, die von der Wahrscheinlichkeit sprechen, daß das Sattnitz-Konglomerat der Turiaplatte gar nicht autochthon ist, sondern allochthon, also Deckencharakter haben würde. Da diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, wird man sich vorläufig damit begnügen müssen, die Entstehung des Sattnitz-Konglomerates in die Zeit zwischen Mittelmiozän und Unterpliozän zu stellen. Das gleiche gilt folgerichtig auch für das Bleiberger Konglomerat.

#### Das Bleiberger Konglomerat und das Alter der Vererzung

Nach dem vorher Gesagten ist also festzustellen — da sich im Bleiberger Konglomerat vererzte Wettersteinkalkgerölle gefunden haben —, daß die Vererzung älter ist als das Bleiberger Konglomerat. Man könnte demnach die Vererzung ins Obermiozän, vielleicht auch ins Mittelmiozän stellen. Da die Zinkblende-Flußspatvererzung nach Tornquist eine der jüngeren Phasen ist, kann der ganze Vererzungsvorgang möglicherweise auch noch früher begonnen haben. Petrascheck stellt die Vererzung ins ältere Miozän.

Wir haben aber noch die Möglichkeit, von ganz anderer Seite her das Alter der Vererzung zu ermitteln, nämlich mit Hilfe der magmatischen Intrusionen.

#### Die magmatischen Intrusionen und ihr Alter<sup>3)</sup>

Tornquist hat ja schon versucht, die Bleiberger Vererzung mit einem Magma in unmittelbarem Zusammenhang zu bringen. Er denkt an ein basaltisches Magma als Ausgangspunkt der Erzlösungen. In dieser Fassung kann ich der Tornquist'schen Deutung nicht

<sup>3)</sup> Für diesen Abschnitt bin ich Herrn Prof. Dr. Angel für mancherlei Beratung sowohl gelegentlich einer geologischen Exkursion unter seiner Führung ins Gebiet des Groß-Venedigers im Juli 1932 und während mündlicher Besprechungen in Graz zu großem Dank verpflichtet.

zustimmen. Der Magmaherd des Weitendorfer Basaltes ist doch nur eine besondere Differentiation einer ausgedehnten Magmamasse, die die Gesteine der zentralalpiner pazifischen Provinz geliefert hat; wenn ich hier von einer pazifischen Gesteinsprovinz spreche, so muß man immer bedenken, daß wir ja im Bereiche der Alpen zwei Gesteinsprovinzen haben, die pazifische, die an die Faltung des Gebirges gebunden ist (orogene Gesteine Kober) und die mediterranatlantische, die an den Niederbruch des Gebirges geknüpft ist (kratogene Gesteine Kober). Außerdem ist doch der Magmaherd des oststeirischen Vulkangebietes viel zu weit entfernt, als daß man hier den Ursprung der erzbringenden Lösungen suchen dürfte. Auch das Vorkommen des Bariumzeolithes Harmotom — der an sich sehr wohl enge Beziehungen zu Blei-Zink-Lagerstätten haben mag — im Weitendorfer Basalt braucht durchaus nicht eine genetische Verknüpfung mit der Bleiberger Lagerstätte anzudeuten. Barium (Ionenradius 1,43) ist durch Isomorphiebeziehungen dem Kalium (Ionenradius 1,33) verwandt, und wo es in sauren Gesteinen vorkommt, findet es sich meist in kalireichen Gesteinen (z. B. Harmotom als pegmatitische Drusenbildung in Alkalisyeniten des Christianiagesbietes). Man darf das Vorkommen von Harmotom im Weitendorfer Basalt m. E. — wenn man ihm überhaupt Bedeutung beimessen will — nur als Andeutung eines leichten mediterranen Einschlags in einer sonst pazifischen Gesteinsprovinz deuten. Das ist ja noch deutlicher der Fall bei den Gleichenberger Eruptiven außerhalb des Gebietes der alpinen Faltung, dessen vorsarmatische Trachyandesite nach den neuen Analysen von Marchet ebenfalls sämtlich BaO aufweisen.

Ich möchte glauben, daß als Ursprung der erzführenden Lösungen für die Lagerstätten Kärntens nur Tiefenintrusionen in Frage kommen. Auch das Vorkommen von Wulfenit in Bleiberg spricht nicht gerade für Abstammung der hydrothermalen Lösungen von einem basischen Magma. Trotz seiner großen Chalkophilie ist Molybdän stets an saure Silikatgesteine gebunden. Was die Entstehung des Wulfenits anlangt, so sieht Krusch „keine Veranlassung, die Herkunft der Molybdänsäure durch Tiefenlösungen zu erklären“. Die später noch zu besprechenden Vorkommen von Molybdänglanz, die zweifellos den Restlösungen des zentralgranitischen Magmas entstammen, scheinen mir jedoch darauf hinzuweisen, daß mit den hydrothermalen Lösungen, die die Haupterze gebracht haben, auch Molybdänsäure zugeführt werden konnte. Ob die Wulfenitbildung auf dem Umwege über den molybdänsauren Kalk vor sich ging, bedarf noch der Untersuchung.

Schon 1912 hat Bergeat darauf hingewiesen, daß „basische Eruptivgesteine und ganz besonders basische Effusivgesteine ... nur in geringem Maße für die Ausstoßung erzabsetzender Exsudate in Betracht kommen“ dürften.

Im Klagenfurter Becken finden sich südlich des Wörther-Sees eine Menge Anzeichen für Tiefenintrusionen, die auch Kahler (1931) anführt. So treten zahlreiche Pegmatit-, Quarz- und Porphyritgänge auf, die fast überwiegend ostwestlich streichen. Auch der

Bleiglanz führende Quarzgang von Plescherken dürfte dieses Streichen aufweisen. Die Altersfeststellung ist schwierig, da nicht bekannt ist, welches die jüngsten kontaktmetamorph veränderten Gesteine sind. Das von Kahler beschriebene Vorkommen eines Pegmatits östlich von Keutschach, der in einen Amphibolit-diaphthorit eingedrungen ist, darf wohl nicht ganz so gedeutet werden, wie es Kahler tut, denn eine nur wenige Zentimeter dicke Pegmatitader war gewiß kaum großer Kontaktumwandlungen fähig. Auch wenn man sagen könnte, der Pegmatitgang sei jünger als die Diaphthorese, so hilft das für eine Altersbestimmung immer noch nicht weiter. Noch ist ja das Alter der jüngeren Diaphthorese nicht festgelegt; vielleicht ist sie prägosauisch, vielleicht aber auch jünger und mit jüngeren, tertiären Bewegungen in Zusammenhang stehend. Bemerkenswert ist es jedoch, daß fast alle Gänge ein sehr jugendliches Gepräge haben und durch jüngere Bewegungen nur leicht gestört worden sind. Kahler kommt zu der Feststellung, „daß das Empordringen des magmatischen Ganges erst nach dem heute vorliegenden Aufbau des Gebietes stattgefunden haben dürfte“. Darin kann ich jedoch Kahler nicht zustimmen, daß das Gangfolge möglicherweise auch jünger als das Sattnitz-Konglomerat sein soll. Wenn Sattnitz- und Bleiberger Konglomerat altersgleich sind, dann sind die vererzten Wettersteinkalkgerölle ein Zeichen dafür, daß die Vererzung älter ist als das Sattnitz-Konglomerat. Es ist kein Kreisschluß, wenn ich den Vererzungsvorgang in innigsten Zusammenhang mit diesen Intrusionen bringe.

Zu diesen Porphyriten, Pegmatiten und Quarzgängen als Gangfolge gehört aber auch ein Intrusivkern, ein granitisch-tonalitisches Magma. Die von Kahler angedeutete Möglichkeit, daß in der Tiefe des Klagenfurter Beckens ein Granitmassiv vorhanden sei, läßt sich kaum aufrechterhalten. Die Gänge südlich des Wörther-Sees können ebensogut noch Abkömmlinge des Tauerngranits sein. Der von Heritsch beschriebene Granit von Nötsch wird ebenfalls in die alpidische Gebirgsbildung gestellt.

Mit dem Granit von Villach, den Angel und Heritsch zu den periadriatischen Massen stellen, die zeitlich der Intrusion des Zentralgranites vorausgegangen sind, ist es eine eigene Sache. Schwinner hat die Hypothese aufgestellt von einem Granitmassiv, in dem das Becken von Villach ausgeräumt worden wäre, und er bringt es auch in Zusammenhang mit der Häufung der Erzvorkommen um Villach und mit der radioaktiven Therme von Warmbad Villach. Die petrographische Stellung des Villacher Granits ist noch nicht recht geklärt. Mit dem Zentralgranit ist er kaum zu vergleichen, eher schon mit dem Tonalit des Rieserferners, mit dem er auch die Granatführung gemein hat. Es besteht aber auch Ähnlichkeit mit dem zweifellos alten Antholzer Granitgneis. Abgesehen von den petrographischen Verschiedenheiten scheint man auch aus tektonischen Erwägungen heraus eine unmittelbare Verbindung mit dem Zentralgranit nicht annehmen zu dürfen, denn der Zentralgranit der Hohen Tauern ist an eine Deckenkulmination gebunden, während das Gebiet zwischen Villach

und Klagenfurt eine Depression ist, wie es auch die Profile von Staub andeuten. Sollte es sich erweisen, daß der Villacher Granit zu den Periadriatica gehört, also etwa zur Tonalitzzone, dann müßten auch die Zusammenhänge zwischen dieser und dem Zentralgranit (vgl. Koßmat) von neuem untersucht werden. Die tektonischen Verhältnisse zwischen Paternion und Villach nördlich des oberostalpinen Drauzuges dürften dabei eine wichtige Rolle spielen. Die Untersuchungen darüber im unteren Drautal sind begonnen und werden voraussichtlich im Laufe des Jahres 1933 beendet werden. Jedenfalls muß man vorläufig den Granit von Villach, ehe nicht seine petrographische und tektonische Stellung geklärt ist, bei der Deutung der Metallogenese aus dem Spiel lassen.

Die von Kahler gewonnene Vorstellung von dem verhältnismäßig sehr jungen Alter der Gänge südlich des Wörther-Sees findet eine schöne Ergänzung darin, daß neuerdings Angel und Heritsch auch die Intrusion des Zentralgranites des Venediger- und Hochalpmassivs für recht jung halten, für vor-miozän bis untermiozän. Dann würden die Eruptiva von Gleichenberg und der Basalt von Weitendorf und Kollnitz mittelmiozän, die Basalte der Oststeiermark unterpliozän sein. Auch Tornquist hat 1923 schon geäußert, „daß der Aufbruch der Granit-Diorit-Eruptiva der Zentralmassive nach<sup>4)</sup> der Ausbildung der Deckenstruktur ... erfolgt ist, ... daher alttertiär gewesen sein muß“.

#### Der Zentralgranit als Erzbringer

In seiner vergleichenden Lagerstättenstudie (1932) lehnt Petrascheck die Annahme ab, daß der Zentralgranit der Erzbringer gewesen sei. Der zu dem jungen Vulkanismus der andesitischen Eruptionen gehörige Magmaherd hat nach ihm die junge alpidische Metallprovinz entstehen lassen.

Wir wissen noch nicht, zu welchem Magma die so ausgedehnte Vererzung gehört, die von den Schweizer Alpen bis nach Bosnien reicht. Jedenfalls scheint das dem Zentralgranit zugehörige Gangfolge weit bis nach Osten (Gänge im Klagenfurter Becken) zu reichen. Da eine gewisse Verwandtschaft der Sideritlagerstätten unter anderem mit den Kobalt-Nickel-Lagerstätten zugegeben wird, ist die Mineralparagenese der von Friedrich untersuchten Kobalt-Nickel-Lagerstätte der Zinkwand in den Schladminger Tauern recht bemerkenswert, zumal diese auch noch verwandt ist mit den Golderzgängen der Hohen Tauern. Hier findet sich Zinnstein neben Albit und Turmalin und auch (nach freundlicher mündlicher Mitteilung) der Kalkuranglimmer Autunit (Kalkuranylphosphat). Diese ganze Mineralparagenese spricht „zugunsten einer Zugehörigkeit zu einem sauren bis intermediären Magma“.

Was die Magnesit- und Sideritlagerstätten anlangt, so spricht nach Petrascheck die Zufuhr von Eisen, Magnesium und Kieselsäure durch thermale Aszension für ein andesitisches Magma als Erzbringer.

<sup>4)</sup> Nach den neuen Untersuchungen von Angel und Kölbl ist die Intrusion des Zentralgranites gleichzeitig mit der Deckenbildung erfolgt.

Dabei scheint mir doch die Rolle des Magnesiums noch nicht ganz geklärt zu sein. Die Pinolithmagnesite der Grauwackenzone sind nur auf das Paläozoikum beschränkt, auch dürfte nur ihnen die an eine Pignolienfrucht erinnernde so eigenartige Struktur eigen sein. Das gibt doch zu denken. Wir kennen verschiedentlich alte Intrusionen von (heute serpentinierten) Olivingesteinen, deren Restlösungen sehr magnesiumreich gewesen sein dürften.

Der hauptsächlichste Einwand, den Petrascheck gegen den Zentralgranit als Erzbringer macht, betrifft das Verhalten der Gänge. Jünger als die Schieferung des Zentralgranits sind ostwestlich-streichende Quarzgänge, noch jünger als diese sind die NNO-SSW-verlaufenden Golderzgänge. Bei Hollersbach (im Salzachtal, nördlich des Groß-Venedigers) werden Aplitgänge von Blei-Zink-Erzgängen geschnitten, noch jünger als diese ist ein N-S-streichender Quarzgang mit Kupferkies. Demnach sollen die Erzgänge „beträchtlich“ jünger sein als der Zentralgranit.

Die Untersuchungen von Kölbl haben ergeben, daß die Erstarrung des Zentralgranites unter tektonischen Bewegungen vor sich gegangen ist. Dadurch wurden die Kristallisationsbedingungen während des Erstarrens verändert, was zu einer Art endogener Metasomatose führte. Als zuletzt das Magma endgültig erstarrte, wurden die leicht beweglichen Restlösungen in die benachbarten Schiefer gedrückt und der Injektionskontakt geschaffen. Die Gesamtheit der Kristallisationserscheinungen nennt Sander Tauernkristallisation. Er erwähnt einen Aplitgang, der „die amphibolitische Tauernkristallisation ... modifiziert“ hat: unter dem Mikroskop sind Kontakterscheinungen in einem 2 bis 3 mm breiten Saum zu beobachten. Die Aplite sind also etwas jünger als der Granit. Das ist die normale Altersfolge. Man muß immerhin bedenken, daß zwischen der Erstarrung des Magmas zu einem Tiefengestein und der Gangbildung doch recht erhebliche Zeitunterschiede bestehen können. Die Gesteine des Brockenmassivs mit seinem prächtigen Kontakthof lassen das deutlich erkennen. So setzen im Gabbrogebiet von Harzburg<sup>5)</sup> Granitgänge durch den Gabbro, der zwar schon verfestigt, nach Erdmannsdörffer aber noch nicht abgekühlt war. Und noch jünger als der eigentliche Brockengranit sind Gänge von granophyrischem Granitporphyr. Die Erzgänge von St. Andreasberg und Clausthal verdanken ihre Entstehung zweifellos Lösungen granitmagmatischer Herkunft. Die Füllung erfolgte z. T. bald nach der Intrusion des Granites, es dürften aber auch viel später hydrothermale Lösungen in neu aufgerissene Gänge gelangt sein (Bleiglanz auf Klüften des Zechsteins). Es können also sehr wohl Erzgänge verschiedenen Alters und mit verschiedenen Gangfüllungen auftreten, die ein und demselben Intrusivkomplex ihren Ursprung verdanken. Bei fortschreitendem Differentiationsgang in der Tiefe — und die hydrothermalen Restlösungen gehören doch mit zu den letzten Differentiationsprodukten — kann die Füllung verschiedener Gänge sehr wechseln und

zeitlich erheblich verschieden sein. Aus diesem Grunde scheint mir der von Petrascheck gemachte Einwand nicht stichhaltig zu sein.

Ferner wird eingewendet, daß Kalke im Kontakt mit dem Zentralgranit nur in Marmor, nicht aber in Kalksilikatgesteine umgewandelt worden seien. Es wird daraus geschlossen, daß eine Zufuhr von Minerallösungen ins Nebengestein aus dem granitischen Magma nicht stattgefunden habe.

Hierzu ist zu sagen, daß Kalksilikatgesteine im Kontakthof des Zentralgranites zwar nicht sehr häufig, aber immerhin doch vorkommen. Auf den Abhängen bei der Thüringer Hütte finden sich vereinzelt sehr schöne Granatfelse. Daß sie nicht sehr verbreitet sind, dürfte zwei Gründe haben. Erst einmal liegen im Kontaktbereich überhaupt verhältnismäßig wenig Kalkgesteine, und zweitens brauchen ja Kalke durchaus nicht immer im Kontakthof eines Tiefengesteines in Kalksilikatgestein umgewandelt zu sein. Unter gewissen Druck-Temperaturverhältnissen (vgl. Erdmannsdörffer) kommt es eben lediglich zur Bildung von Marmor. Wir kennen ja auch im Harz aus dem Kontakthof des Brockengranits ganze Bänke von Kalk, die in grobkristallinen Marmor umgewandelt sind neben solchen, die in unmittelbarer Nähe völlig zu Kalksilikatfels geworden sind. Auch die Reinheit der Kalke spielt dabei eine Rolle. Sander erwägt die Möglichkeit, ob nicht der „durch die Tauernkristallisation differenzierten Amphibol-Grünschiefergruppe“ zum Teil kalkige und dolomitische Tongesteine zugrunde gelegen hätten.

Groth hebt bei den Minerallagerstätten des Groß-Venedigergebietes hervor, daß „eine besonders große Rolle ... die kontaktmetamorphen Bildungen am und im Serpentin“ spielen, auf „deren Hohlräumen besonders Kalkgranat, Diopsid, Epidot, Vesuvian, Magnetit und Chlorit auskristallisiert sind“.

Und nun zu der sehr wichtigen Erörterung über den Zentralgranit als Mineralisator. Die schönen Untersuchungen von Kölbl zeigen mit aller Deutlichkeit, daß der Zentralgranit diskordant durch die Schieferhülle durchsetzt und dabei eine prächtige Injektionskontaktzone geschaffen hat. Sehr schön kann man diese Verhältnisse auf dem Wege von der Nasenkogelscharte über die stillgelegte Smaragdgrube hinab ins Habachtal überblicken. Zugleich mit der Intrusion des Zentralgranits und der Durchaderung der Schieferhülle war eine starke Durchbewegung verbunden, die jedoch den primären Injektionskontakt nicht zu verwischen vermochte. In der Nähe des Kontaktes sind verschiedentlich Erzlagerstätten, meist Blei-Zink-Erze (Achselalpe, Weidalm) vorhanden. Wichtig ist vor allem am Kontakt die Neubildung von Biotit, die zur Bildung regelrechter Biotitschiefer geführt hat, die z. B. das Muttergestein des Smaragdes im Habachtal bilden. Kölbl denkt bei dieser Biotitbildung an eine starke Alkalizufuhr von seiten des Zentralgranites. Die berylliumhaltigen Lösungen, denen die berühmte Smaragdlagerstätte im Habachtal ihre Entstehung verdankt, können eigentlich nur aus dem Restmagma des Zentralgranites stammen. Bei der Bildung haben zweifellos pneumatolytische Vorgänge eine wichtige Rolle gespielt, denn nach Leitmeier

<sup>5)</sup> Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen. Lief. 100. Bl. Harzburg. Berlin 1927.

wird der Biotitschiefer von Turmalinkriställchen durchschwärmt. Es wurde schon erwähnt, daß sich um den Zentralgranit ein Kranz von Erzlagerstätten legt, es sei noch an die im Felbertal erinnert (Bleiglanz, Stephanit u. a.). Südlich des Groß-Venedigers, am Mullwitz-Aderl, unweit der Defregger-Hütte bildet ein apatitführendes Bleiglanz-Zinkblende-Vorkommen<sup>6)</sup> den Übergang zu den hydrothermalen Blei-Zink-Erzen. Wie mir Herr Prof. Angel mitteilte, hat er im Zentralgranit der Wildgerlos-Spitze einen Quarzgang mit Albit, Apatit und Molybdänglanz gefunden. Überhaupt findet sich Molybdänglanz verschiedentlich in der Nähe des Zentralgranites, so im Radlgraben bei Gmünd mit Apatit und Kupferkies (Höfer 1870), im Franz-Josef-Stollen bei Wildbad im Gasteintale in „quarzigem Gneis“, im Versuchsstollen am Kniebeiß am Rathausberg in „Quarz oder Gneis“ (Fugger).

Es dürfte wohl kaum zweifelhaft sein, daß all diese mineralreichen Lagerstätten, von denen ich nur einen ganz kleinen Teil hier anführen konnte, den Minerallösungen aus dem Magma des erstarrenden Zentralgranites ihre Entstehung verdanken. Wenn sie anderen Ursprungs wären, wäre es doch sehr merkwürdig, warum sie ausgerechnet an den Stellen liegen, an denen man sie, unter der Annahme, daß der Zentralgranit der Mineralisator ist, erwarten müßte. Auch Kölbl hat auf diese Tatsache hingewiesen.

#### Kärnten als metallogenetische Provinz

Das Auftreten der Intrusiva mit ihrem Gangfolge, die ihnen so auffällig folgenden Zonen der Vererzung, dies alles formt sich zu einem einheitlichen Bilde einer metallogenetischen Provinz.

Als erster hat schon 1913 Granigg die Bedeutung des Zentralgranites für die Erzführung der Ostalpen erkannt und die sich an ihn anschmiegenden Metallzonen auf einer tektonischen Karte der Ostalpen eingezeichnet. Ich habe in der Übersichtskarte Abb. 3 den Versuch gemacht, drei Lagerstättengruppen Kärntens zonenmäßig zusammenzufassen. Die Blei-Zink- und die Sideritlagerstätten sind vom Magma ziemlich weit abgewanderte<sup>7)</sup> Mineralbildungen, die offensichtlich zonenhaft angeordnet sind. In Abb. 3 begrenzen die beiden dick ausgezogenen Linien die Zone vorwiegender Blei-Zinkvererzung, die im Norden und Nordosten (z. B. Hüttenberg) und im Südwesten (oberes Gailtal) von einem Schwarm von Sideritlagerstätten begleitet wird. Mit der Annäherung an den Zentralgranit stellen sich dann die höher temperierten hydrothermalen Gold-Kieslagerstätten ein („Goldzone“ der Karte). Die Heraushebung des Tiefengesteines und die Denudation haben zur Folge, daß hier die Metall-

<sup>6)</sup> Nach frdl. Mitteilung von Herrn Prof. Angel; eine nähere Untersuchung dieser Lagerstätte ist für die nächste Zeit geplant.

<sup>7)</sup> Für die Beziehungen der Lagerstätten zum Magma gibt es die verschiedensten Bezeichnungen, von denen apomagmatisch (etwa = telemagmatisch) und perimagmatisch am verbreitetsten sind. Da sie nicht durchgehend einheitlich gebraucht werden, ist es vielleicht zweckmäßig, die von Bergeat schon 1909 gebrauchten Bezeichnungen „abgewanderte“ und „magmanähe“ Mineralbildungen wieder aufzunehmen.

zonen dicht zusammenrücken. Ich habe darauf verzichtet, die einzelnen Lagerstätten mit besonderen Zeichen in die Karte einzutragen. Das Kartenbild wäre zu unübersichtlich geworden, ich hätte sonst darauf verzichten müssen, die tektonischen Einheiten (auf Grund der Alpenkarte Staubs) hervorzuheben. Über die Lage der einzelnen Lagerstätten geben die Karte von Granigg und die Angaben bei Redlich hinreichend Aufschluß. Aus der z. T. schon älteren Literatur ist nicht überall zu ersehen, ob all diese Lagerstätten in dieselbe Metallogenese gehören. Tornquist hat nachdrücklich auf diese Inzonung<sup>8)</sup> hingewiesen. Aber das Gesamtbild dürfte dadurch kaum gestört werden. Die Karte zeigt zweierlei. Zum ersten, daß die Metallogenese im wesentlichen jünger ist als der Deckenbau, worauf Petrascheck schon verschiedentlich aufmerksam gemacht hat. Dann aber zeigt sie auch ein auffälliges Streichen der metallogenetischen Zonen, das sich dem Drauzug offensichtlich anpaßt. Bei den Blei-Zink-Lagerstätten ist es auffällig, daß um Raibl und Bleiberg zinkblendereicher Bleiglanz auftritt, also eine Mineralbildung höherer

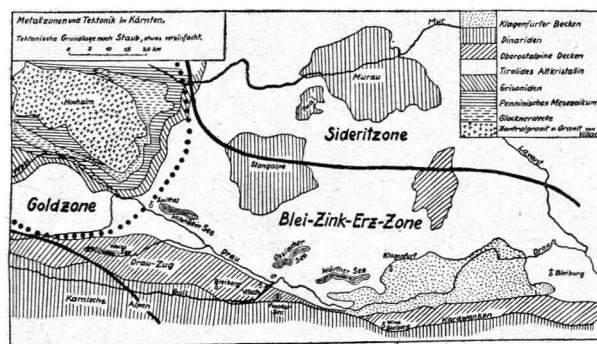


Abb. 3. Metallzonen und Tektonik in Kärnten

Temperatur, während der zwischen Bleiburg und Windisch-Bleiberg gefundene Bleiglanz silberhaltig ist, mithin bei niedrigerer Temperatur entstanden ist. Auch der Bleiglanz aus dem schon erwähnten Quarzgang von Plescherken ist silberreich.

Die Beziehungen dieser Lagerstätten zu den magmatischen Gesteinen sind noch nicht in allen Einzelheiten aufgeklärt. Inzonung und Einschiebung, Abhängigkeit vom Nebengestein und manche andere Zufälligkeiten erschweren die Deutung. Es hat besonders Huttenlocher hervorgehoben, daß der Erzreichtum der Ostalpen mit dem Reichtum an kalkigen Sedimenten in den oberostalpinen Decken zusammenhängt, wodurch die Entstehung metasomatischer Lagerstätten wesentlich begünstigt wurde. Der Zentralgranit des Groß-Venedigers und der Hochalm gehören als magmatischer Kern zu diesen Lagerstätten, deren zonare Anordnung in Kärnten dem auch durchaus entsprechen würde. Es gibt eine große Anzahl von Erz-

<sup>8)</sup> Wenn metallogenetische Zonen von verschiedenem Alter oder von verschiedenen Magmen ineinandergreifen, dann möchte ich von „Inzonung“ sprechen; das, was die Amerikaner telescoping nennen, das Ineinandergreifen von höher temperierten Zonen in solche von niedrigerer Temperatur, übersetzt man am besten mit „Einschiebung“.

lagerstätten, die alle in Beziehung zum Tauerngranit stehen, und zwar so, daß eine Herkunft der erzführenden Lösungen von diesem Magma nicht geleugnet werden kann. Es ist ja durchaus nicht gesagt, daß die Blei-Zink-Lagerstätten Kärntens von einem Basaltmagma abgeleitet werden müßten, das zugehörige Magma kann ebensogut auch intermediär oder sauer gewesen sein. Das haben ganz allgemein auch die Untersuchungen von Spurr ergeben.

### Schluß

Geht man also aus von dem Gedanken, daß die Vererzung von Bleiberg in ursächlichem Zusammenhang steht mit der Intrusion des Tauerngranits, dann kommt man nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens gleichfalls zu dem Ergebnis, daß das Alter der Vererzung früh- bis mittelmiozän sein mag. So wird auch von dieser Seite her die Altersbestimmung mit Hilfe des Bleiberger Konglomerates bestätigt. Beide Versuche, das Alter der Vererzung von Bleiberg zu bestimmen, ergänzen sich also recht glücklich, wenn auch in Einzelheiten noch manche Frage offen bleibt. Es werden aber auch die schon früher geäußerten Ansichten von Brinkmann und Petrascheck bestätigt, daß die ostalpine Metallogenese oligozänen, bzw. miozänen Alters ist. Auch die Untersuchungen von Friedrich in den Schladminger Tauern haben ergeben, daß die Vererzung der Zinkwand jünger ist als die Überschiebung der Schladminger Masse auf die Trias der Radstädter Tauern, aber älter als das Firnfeldniveau. Es käme also Miozän oder Pliozän in Frage. Die Untersuchungen von Clar an der Blei-Zink-Lagerstätte von St. Veit in Nordtirol, die in mancher Hinsicht mit Bleiberg verwandt ist, haben ergeben, daß das Alter der Vererzung dort entweder nachcoman bis oberoligozän oder nachoberoligozän bis helvetisch ist.

### Zusammenfassung

1. Das Bleiberger Konglomerat ist höchstwahrscheinlich altersgleich mit dem Sattnitz-Konglomerat, dessen Alter noch nicht mit Sicherheit feststeht, es schwankt zwischen helvetisch bis unterpontisch.

2. Vererzte Wettersteinkalkgerölle aus dem Bleiberger Konglomerat erlauben eine Altersbestimmung der Vererzung von Bleiberg, die älter sein muß als das Konglomerat.

3. Die Verknüpfung der Intrusion des Zentralgranites mit metallogenetischen Vorgängen führt zu demselben Schluß einer miozänen Vererzung des Bleiberger Erzberges.

### Literatur

#### I. Sattnitz-Konglomerat.

J. Dreger, Bemerkungen über das Sattnitz-Konglomerat in Mittelkärnten und die darin vorkommenden hohlen Geschiebe. Verh. Geol. Reichsanst., Wien 1909, S. 46.

G. Geyer, Zur Tektonik des Bleiberger Tales in Kärnten. Verh. Geol. Reichsanst., 1901, S. 338.

H. Höfer, Die hohlen Gerölle und Geschiebeindrücke des Sattnitz-Konglomerates bei Klagenfurt. Tscherma's mineralogische u. petrogr. Mitt., 2, 1880, S. 325. — Das Konglomerat bei Bleiberg in Kärnten. Verh. Geol. Reichsanst., Wien 1902, S. 291.

F. Kahler, Die Säugetierfauna von Pencken. Carinthia II, Mitt. Ver. Naturk. Landesmuseum f. Kärnten, 117/118. Klagenfurt 1928. — Die Herkunft des Sedimentes der Tertiärablagerungen am Karawanken-Nordrand (Karawankenstudien II). Centralbl. f. Min. usw., B. 1929, S. 230. — Über die Verteilung der Tertiärablagerungen im Gebiete der Karawanken (Karawankenstudien III). Centralbl. f. Min. usw., B. 1932. — Zwischen Wörthersee und Karawanken. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 68, Graz 1931.

A. Kieslinger, Die Tektonik in den östlichen Karawanken (Karawankenstudien I). Centralbl. f. Min. usw., B. 1929, S. 201.

A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 3. Bd. Leipzig 1909 (S. 1062, Penck, Der Draugletscher).

V. Paschinger, Die glaziale Verbauung der Sattnitz-Senke in Kärnten. Z. f. Gletscherkunde, 18, 1930.

W. Petrascheck, Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. Wien-Kattowitz 1922/29, S. 193. — Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. Verh. Geol. Bundesanstalt 1927, S. 151.

W. E. Petrascheck, Die mechanischen Gesetzmäßigkeiten der Bruchtektonik in Bleiberg (Kärnten). Centralbl. f. Min. usw., B. 1931, S. 477.

H. Schuhmann, Beiträge zur Frage der sog. „hohlen Geschiebe“. Tscherma's mineralog. u. petrogr. Mitt., 40, 1930.

A. W. Stelzner, Über die Bohnerze der Villacher Alpe. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst., 37, 1887.

F. Toula, Vorkommen der Raibler Schichten mit *Corbis mellingi* zwischen Villach und Bleiberg in Kärnten. Verh. Geol. Reichsanst., 1887, S. 297.

#### II. Intrusion des Zentralgranits.

F. Angel und F. Heritsch, Das Alter der Zentralgneise der Hohen Tauern. Centralbl. f. Min. usw., B. 1931, S. 516.

F. Angel und R. Scharizer, Grundriß der Mineralparagenese. Wien 1932.

O. H. Erdmannsdörffer, Grundlagen der Petrographie. Stuttgart 1924.

P. Groth, Topographische Übersicht der Mineralagerstätten. Berlin 1927.

F. Heritsch, Granitgang im Unterkarbon von Nötsch am Dobratsch. Verh. Geol. Bundesanst., 1930.

L. Kölbl, Aufnahmebericht über Blatt Hippach-Wildgerlosspitze. Verh. Geol. Bundesanst., 1931, S. 39. und 1932, S. 35. — Das Nordostende des Großvenedigermassivs (ein Beitrag zur Frage des Tauernfensters). Sitz-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 141, 1932.

F. Koßmat, Die Beziehung des südosteuropäischen Gebirgsbaues zur Alpentektonik. Geol. Rundschau, 15, 1924, S. 269.

A. Marchet, Zur Petrographie der vorsarmatischen Ergußgesteine bei Gleichenberg in Oststeiermark. Sitz-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 140, 1931.

F. Machatschki, Über den Basalt von Weitendorf (Steiermark), seine exogenen Einschlüsse und Kluffüllungen. Centralbl. f. Min. usw., A. 1927, S. 367 u. S. 413.

B. Sander, Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. Jahrb. Geol. Staatsanst., Wien, 70, 1920.

R. Schwinner, Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser (Kärnten). Sitz-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 136, 1927.

R. Staub, Der Bau der Alpen. Beitr. Geol. Karte Schweiz. N. F. 52, Bern 1924.

A. Tornquist, Interkretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen. Geol. Rundschau, 14, 1923, S. 110.



## III. Metallogenese.

R. Brinkmann, Gipfflur und Lagerstättenstockwerke in den Alpen. Nachr. Ges. Wissensch. Göttingen, 1928.

F. Behrend, Die Goldbergbaue im Katschtal (Liesertal) und Maltatal in Kärnten. Zeitschr. prakt. Geol., 1924, S. 65.

A. Bergeat, Epigenetische Erzlagerstätten und Erup-tivgesteine. Fortschritte der Mineralogie, 2, Jena 1912.

A. Brunlechner, Die Minerale des Herzogthumes Kärnten. Klagenfurt 1884.

E. Clar, Über die Blei-Zinklagerstätte St. Veit bei Imst (Nordtirol). Jahrb. Geol., B. A. 79, Wien 1929.

O. Friedrich, Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickellagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schlad-minger Tauern. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb., Mont. Hoch-schule Leoben, 81, 1933.

E. Fugger, Die Mineralien des Herzogthumes Salz-burg. Salzburg 1878.

B. Granigg, Über die Erzführung der Ostalpen. Ber-icht über den Allgem. Bergmannstag in Wien, 16. bis 19. Sept. 1912, Wien 1913.

F. v. Hauer und F. Fötterle, Geologische Über-sicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie. Wien 1855.

H. Höfer, Die Mineralien Kärntens. Klagenfurt 1870.

W. Hofbauer, Bergwerks-Geographie des Kaisertums Österreich. Klagenfurt 1888.

H. Huttenlocher, Metallogenese und Metallprovinzen der Alpen. Metall u. Erz, 23, 1926.

P. Krusch, Über die Stellung des Gelbbleierz (Wul-fenits) in der Reihe der Leiterze im Lichte der im Kriege geschaffenen Aufschlüsse. Z. Berg-, Hütten- u. Salinen-wesen Preuß. Staat., 66, Berlin 1918.

H. Leitmeier, Das Smaragdorkommen im Habach-tal. Tscherma's mineralog. u. petrogr. Mitt., N. F. 40, 1930 (Mitt. Wiener Mineralog. Ges., 1929, Nr. 92).

J. Müller, Vererzung an Gleitschiefern. Zeitschr. prakt. Geol., 40, 1932, S. 107.

W. Petrascheck, Metallogenetische Zonen in den Ostalpen. Comptes rendus 14. Congr. Géol. Internat. 1926. Madrid 1928. — Die Magnesite und Siderite der Alpen. Sitz.-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 141, 1932.

K. A. Redlich, Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerz-lagerstätten. Beitr. Gesch. österr. Eisenwesens, I, 1, Wien-Berlin-Düsseldorf 1931.

H. Schneiderhöhn, Bildungsgesetze eruptiver Erz-lagerstätten und Beziehungen zwischen den Metallprovinzen und den Eruplivgesteinsprovinzen der Erde. Metall u. Erz, 1925, S. 267.

A. Tornquist, Die Blei-Zinkerz-lagerstätte von Blei-berg-Kreuth in Kärnten. Springer, Wien 1927. — Die Erz-lagerstätten der Nordkarawanken und ihres Vorlandes. Car-inthia II, Mitt. Verein Naturk. Landesmuseum f. Kärnten, Sonderheft: Naturkundliches aus dem Abstimmungsgebiet. Klagenfurt 1930. — Perimagnetische Typen ostalpiner Erz-lagerstätten. Sitz.-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 139, 1930. — Die Vererzungsphasen der jungen ostalpiner Erz-lagerstätten. Sitz.-Ber. Akad. Wissensch., Wien, 140, 1931. — Neue Untersuchungen ostalpiner Erz-lagerstätten. Metall u. Erz, 29, 1932.

## Nachtrag während der Korrektur

Nach der Drucklegung dieser Arbeit ist im „Akademischen Anzeiger Nr. 7 der Akademie der Wissenschaften in Wien“ eine vorläufige Mitteilung von H. Holler, F. Kahler und E. Tschernig über „das System der Blei-Zink-Vererzung im Bleiberger Gebiet und den Karawanken“ erschienen, zu der ich noch kurz Stellung nehmen muß. Holler hat westlich von Kreuth eine steil gegen Süd fallende Verwerfung aufgefunden, die über die Neunernock-Scharte nach Südosten zu streicht. Diese Verwerfung schneidet den bekannten Bleiberger Graben-einbruch ab (wohl in der Nähe von Nötsch). Die drei Ver-fasser halten diese jüngste Störung, die selbst kaum mehr gestört ist, für den Erzbringer der Blei-Zink-Vererzung. Ihre Auffassung stützen sie noch darauf, daß diese Störung gleichsinnig streicht mit einem Intrusivzug, zu dem u. a. gehören: Nötscher Granit, Granit von Eisenkappel, Tonali-zone. — Träfe dies alles als beweiskräftig zu, so wäre freilich die Vererzung von Bleiberger jünger als ich angenom-men habe. Aber abgesehen davon, daß ich kein „Gesetz der Vererzung“ darin zu erblicken vermag, wenn eine Stö-rung durch Intrusiva begleitet wird, so müßte doch min-destens die Verwerfung selbst Erz führen; das scheint nicht der Fall zu sein, und das wäre für eine erzbringende Spalte doch immerhin merkwürdig. Allerdings schreibt mir Herr Kahler, daß die „der NW-Störung parallelen Spalten die Hauptträger der Vererzung (? Kl.) sind, daß es zu ihr Gesetzmäßigkeiten der Zinkblende-vererzung gibt usw.“. Es muß zur Klarstellung dieser Frage also vorläufig erst ein-mal die weitere Entwicklung der Untersuchungen von Holler abgewartet werden. Aber sehr wichtig ist doch eines: Die große, steile Verwerfung schneidet den Bleiberger Talbruch ab, dieser ist also zweifellos älter; das Bleiberger Konglomerat wird zumindest vom Bleiberger Talbruch ver-worfen, ist demnach noch älter als dieser. Da sich nun im Bleiberger Konglomerat erzführende Wettersteinkalk-gerölle finden, so muß doch offensichtlich die Vererzung älter sein als die Entstehung des Konglomerates, älter als der Talbruch und erst recht älter als die steile Nordweststörung!