

VERHANDLUNGEN

der Geologischen Staatsanstalt.

Nº 4

Wien, April

1920

Inhalt: Vorgänge an der Anstalt: Ernennung Dr. A. Winklers zum Praktikanten, Verleihung des Oberbergrattitels an Dr. J. Dreger und Dr. F. Kerner und des Regierungsrattitels an Ing. F. Eichleiter. — Eingesendete Mitteilungen: W. Hammer: Die Erzführung des Verrucano in Westtirol. — Literaturnotizen: L. Waagen u. E. Spengler.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

Vorgänge an der Anstalt.

Mit Erlaß des Staatsamtes für Unterricht vom 13. März 1920, Zahl 248 ex 19, wurde der Volontär der Geologischen Staatsanstalt Dr. Artur Winkler-Hermaden zum Praktikant an dieser Anstalt ernannt.

Mit Erlaß desselben Staatsamtes vom 19. März 1920, Zahl 4812, hat der Präsident der Nationalversammlung den Chefgeologen der Geologischen Staatsanstalt, Dr. Julius Dreger und Dr. Fritz Kerner-Marilaun den Titel eines Oberbergrates, dem Vorstand des chemischen Laboratoriums an dieser Anstalt, Ing. Friedrich Eichleiter den Titel eines Regierungsrates mit Nachsicht der Taxe verliehen.

Eingesendete Mitteilungen.

Wilhelm Hammer. Die Erzführung des Verrucano in Westtirol.

Sowohl die Besichtigung in der Natur als das Studium der montanistischen Schriften geben Zeugnis dafür, daß im Oberinntal und Stanzertal einst eine lebhaftere Bergbautätigkeit geherrscht haben muß, welche nun fast ganz erloschen ist; nur in den Kalkalpen zwischen Imst und Lermoos ist der Bergbau noch in lebhafterem Gange.

Die zahlreichen Schürfe und Bergbaue sind, mit wenigen Ausnahmen, an drei Gesteinsformationen gebunden: 1. an das kristalline Grundgebirge, 2. an den Verrucano und 3. an den Wettersteinkalk.

Zur ersten Gruppe gehören die Bergbaue im nordwestlichen Teil der Oetzaleralpen, worunter der einzige bedeutende der Bleibergbau von Tözens ist: silberhaltiger Bleiglanz in einer Gangart von Eisenkarbonat und Quarz. Auch er fristet nur mühsam sein Dasein in der Gegenwart — eine nähere Beschreibung desselben habe ich in der Zeitschrift des Ferdinandeums in Innsbruck, III. Folge, 59. Heft, S. 65 u. ff. („Ueber einige Erzvorkommen im Umkreis der Bündnerschiefer der Oberinntals“) gegeben. Daran reihen sich einige kleinste

Schürfbaue auf Kupferkies, Schwefelkies und Arsenkies bei Nauders und am Ausgang des Kaunertals sowie der alte, längst erloschene, aber seinerzeit ziemlich große Bergbau auf silberhaltige Kiese am Tschingel bei Feuchten im Kaunertal. Die Bleierzzone im Tösnertal setzt sich ebenfalls bis ins Kaunertal (Kreuzjöchl—Fißlad) fort, anderseits finden sich westwärts im Nauderer Tseital wieder Spuren einer ähnlichen Lagerstätte.

Das kristalline Grundgebirge des Paznauntals und seiner Berge ist sehr arm an Erzvorkommen und sind mir aus diesem Teil nur das Vorkommen von Kiesen im Giggliertobel und ein darauf angelegter Schürfbau bekannt geworden. Stotter erwähnt noch solche aus dem Fimbertal.

Im ganzen kann der Bergbau in diesen Gebieten als erloschen betrachtet werden, mit Ausnahme des Tösnener Bergbaus, der allein Aussicht auf neue Belegung bietet.

Die Erzlagerstätten im Wettersteinkalk der Nordalpen dagegen haben bis auf die heutigen Tage die Grundlage zu lebhaftem Abbau gewährt. Es sind epigenetische und metasomatische Gangbildungen mit silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende, Gallmei und Gelbbleierz, welche hauptsächlich in den obersten Teilen des Wettersteinkalkes gegen die Raiblerschichten, in Verbindung mit den tektonischen Störungen dieser Gebirgsteile einbrechen. Ihr Analogon sind die kärntnerischen Bleizinklagerstätten von Bleiberg, Raibl und Mies.

Für den zwischen den beiden aufgezählten Gruppen liegenden Erzhorizont des Verrucano ist bezeichnend ein allgemein verbreiteter Gehalt an Erzmineralien, welcher aber nirgends in diesem Gebiet eine wirklich bedeutende Konzentration erreicht. Dementsprechend wurden in seinem Bereich in alter Zeit, wo die große montanistische Unternehmungslust und niedere Arbeitslöhne dies ermöglichten, an sehr zahlreichen Stellen geschürft und auch Bergbaue angelegt, von denen aber schon seit langem keiner mehr lebensfähig ist. Trotzdem gibt dieser Erzgehalt auch heutigentags immer wieder Anlaß zu neuen Versuchen guter oder vielleicht manchmal auch unehrlicher Absicht, besonders in der Zeit des Krieges, wo durch die unnatürliche Steigerung der Metallpreise mancher Bau wieder in das Niveau der Rentabilität aufzusteigen schien.

Als Verrucano wird in Westtirol und Graubünden jene Gruppe klastischer Gesteine bezeichnet, welche über dem kristallinen Grundgebirge übergreifend, sich ausbreitet und vom Buntsandstein und den Kalken der unteren Trias überlagert wird. Die Abtrennung von ersterem ist nicht immer sicher zu vollziehen; im allgemeinen sind unter den Gesteinen des Verrucano gröbere klastische Sedimente stark vertreten, während im Buntsandstein solche in der Regel fehlen und feine Sandsteine herrschen; außerdem sind die Verrucanogesteine stärker umkristallisiert und dementsprechend fester gebunden, als der lockere, wenig veränderte bunte Sandstein und sein Schiefer.

Leitgesteine des Verrucano sind grobe Quarzkonglomerate mit quarzig-serizitischem Bindemittel, welche meistens schieferig-flaserige Struktur angenommen haben; oft sind die Quarze rötlich gefärbt und heben sich auffällig von dem grünlichen Grundgewebe ab oder das

Bindemittel ist ein feinkörniger ungeschichteter Quarzit, in dem locker verteilt Quarzgerölle eingebettet liegen. Durch Druckmetamorphose und durch Umkristallisation sind dichte ungeschichtete weiße oder graue Quarzfelse aus ehemaligen Quarzsandsteinen hervorgegangen. Das andere Endglied der Gesteinsreihe sind Serizitschiefer, welche oft durch eine fleckig zwischen grün und violett wechselnde Färbung bezeichnet sind.

Außer den klastischen und tonigen Sedimenten sind auch Eruptivergüsse quarzporphyrischen Charakters und deren Tuffe, beide nur in stark umgewandeltem Zustand (Quarzserizitschiefer, Porphyroide) manchen Ortes eingeschaltet.

Die Art des Sediments wird durch die Beschaffenheit des transgredierte Untergrundes stark beeinflusst; über den ausgedehnten Grautgneismassen des oberen Vintschgau sind Arkosen im Verrucano weit verbreitet, über den Phylliten und Glimmerschiefern des Stanzertals Serizitschiefer und Quarzgesteine.

Als mineralischer Bestandteil tritt häufig Pyrit oder Eisenkarbonat in den Gesteinen des Verrucano auf. Meistens ist das Eisenmineral bereits in sekundäre Verbindungen übergeführt und das Gestein erscheint durchsprenkelt von rostigen limonitischen Nestern und Körnern. Solche rostfleckige Gesteine sind im Verrucano am Vennetberg (Markbach u. a. O.) im Stanzertal, in Verrucanozug Ladis-Arrezjoch und vielen anderen Orten des Oberinntals verbreitet. Im Verrucano des Schlinigtals ist an der Schwarzen Wand ein Tonschiefer mit vielen schönen Pyritwürfeln eingeschlossen; in der Ortlergruppe sind am Fuß des Ortlers im Suldental pyritführende Serizitphyllite verbreitet, ebenso solche mit Brauneisensteinputzen, welche Gümbe¹⁾ auch analysiert hat. Aus dem oberen Engadin berichtet Zöppritz²⁾ über den Gehalt an Eisenerzen im Verrucano, Cornelius³⁾ beschreibt Pyritquarzite, welche als Begleiter des permischen Nairporphyrs im Oberengadin auftreten. Spitz und Dyhrenfurth⁴⁾ berichten über den großen Reichtum an Brauneisen- und Ankeritputzen in dem Verrucano-Serizitschiefer des Tales von Scarl (Lischannagruppe).

Auch weiter westlich, im Gotthardmassiv ist der Verrucano durch Reichtum an Eisen ausgezeichnet und enthält Magnetitphyllite und Magnetitchloritschiefer⁵⁾.

Die Verrucanogesteine von Vättis in den Glarneralpen zeigen ihren starken Gehalt an Eisenkarbonaten durch Rostflecken von wechselnder Größe; auch das Sernfkonglomerat ist in ähnlicher Form eisenkarbonatführend; die mikroskopische Untersuchung des Ver-

¹⁾ Sitzber. der bayr. Akad. d. Wiss. München, mathem.-naturwiss. Kl. 1891, R.-A. XXI, S. 79 a. f.

²⁾ Ber. d. naturforsch. Gesellsch. in Freiburg i. Br. 1906, S. 183.

³⁾ Cornelius, Ueber die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden. Beiträge. z. geol. Karte d. Schweiz. 45. Lief. 1914, S. 14.

⁴⁾ Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 44. Lief. S. 87.

⁵⁾ Staub u. Niggli, Neue Beobachtungen aus dem Grenzgebiet zwischen Gotthard- und Armassiv. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. 45. Lief. 1914.

rucano von Milch¹⁾ hat überhaupt in vielen Gesteinsarten des Verrucano der Glarneralpen einen reichlichen Eisenerzgehalt aufgedeckt.

Auch in der Ausbreitung der Verrucanosedimente gegen Osten begegnen wir wieder dem diffusen Erzgehalt desselben. So beschreibt Kerner²⁾ den Verrucano am Fuß des Pinnisserkammes in den Stubaialpen als Magnetit und Kiese führend.

Weiter gegen Osten hin steht dem Verrucano von Westtirol als alleinigem Vertreter der paläozoischen Formation eine reichgegliederte Folge paläozoischer Schichten — die durch ihren Erzreichtum ausgezeichnete Grauwackenformation — gegenüber, so daß eine Gleichstellung mit einzelnen Teilen derselben nicht am Platze ist.

Im Verrucano von Westtirol stellen sich gegen die obere Grenze hin kalkige Flasern ein und auch stärkere Bänke und Lager von Kalk, welche ebenfalls öfters stark mit Kiesen durchsprengt sind. Solche Kalke sind zum Beispiel in der Ortlergruppe am Weißen Knott und im Platzer Tal zu sehen; in der Lischannagruppe (P. Rims) erscheinen in diesem Niveau Eisendolomite. Welchem Horizont des Verrucano die Eisendolomite des Zuges Ladis-Arrezjoch angehören, läßt sich bei der starken tektonischen Störung nicht bestimmen, jedenfalls gehören sie aber auch dem Verrucano an, desgleichen kleine Nester solcher am Thialspitz bei Landeck.

Die eisenreichen Dolomite in den Engadiner Dolomiten gehören zum Teil wohl bereits zum untersten Muschelkalk.

Die starke Inprägation durch Erzausscheidungen umfaßt auch vielfach noch den Rand der Phyllite im Liegenden des Verrucano im Oberinntal. Am Vennetberg und im Stanzertal sind dieselben rostfleckig, durch zahlreiche kleine limonitische Nester, welche sie erfüllen, so daß aus ihrem Auftreten allein auf die Nachbarschaft von Verrucano geschlossen werden kann, auch dort, wo letzterer tektonisch entfernt ist. Die Abgrenzung dieser Phyllite vom echten Verrucano ist übrigens oft eine unsichere, wie zum Beispiel bei den dunklen rostfleckigen Phylliten, welche bei Ladis den Verrucano begleiten.

Nach Kerner³⁾ reicht bei dem erzführenden Verrucano des Pinnisserkammes der Erzgehalt ebenfalls bis in den liegenden Glimmerschiefer, sowie auch noch in die nächsten Teile des überlagernden Triaskalks.

Das Auftreten erzreicher Kalke im Hangenden des Verrucano erinnert an die Erzführung im Bellerophonkalk der Südalpen — ohne deswegen beide Kalkschichten ohne weiteres stratigraphisch gleichsetzen zu wollen. Das Kalkniveau zwischen Grödnersandstein und Werfenerschichten der Gegend von Trient enthält in den obersten Bänken große lagerartige Vorkommen von silberhaltigem Bleiglanz mit Baryt⁴⁾ in Primiero finden sich im Bellerophonhorizont Lagerstätten von Eisenerz.

¹⁾ Beiträge zur Kenntnis des Verrucano. Leipzig 1892 und 1896.

²⁾ F. v. Kerner, Reisebericht aus Nader im Stubaial. Verhandl. d. geol. R.-A. 1915, 249.

³⁾ Verhandl. d. geol. R.-A. I. c.

⁴⁾ Trener, Jahrb. d. geol. R.-A. 1908.

In dem Kalklager im Hangenden der permokarbonischen Schichten von Tregiovo im Nonsberg blühen Kupfererze aus und brechen auch Gänge von silberhaltigem Bleiglanz ein ¹⁾.

Im Verrucano am Vennetberg (Markbach) und im Stanzertal (bei Tobadill, Pettneu etc.) beobachtet man außer der verstreuten Beimengung des Eisenkarbonates als Gesteinsgemengteil auch kleine Adern von Quarz und Eisenkarbonat, welche quer und parallel zur Schieferung durchdringen. Sie sind nicht auf den Verrucano allein beschränkt, sondern finden sich auch noch in den nächst angrenzenden Teilen des Phyllites.

Es ist dies die bergbaulich bedeutungslose Vorstufe in der Entwicklung, deren höhere, stärkere Entfaltung dann auch zum Absatz eigentlicher Erzlagerstätten im Stanzertal geführt hat.

Solche sind bergbaulich bearbeitet worden in Gand, bei Pettneu, bei Flirsch, Pians und bei Landeck.

Der ehemalige Bergbau von Gand befindet sich ungefähr 100 m über den Häusern von Obergand, Gemeinde Nasserein. Seiner wird schon in der „Tirolischen Bergwerksgeschichte“ von Sperges aus dem Jahre 1765 Erwähnung getan, wegen der Gewinnung von Quecksilber aus demselben durch Engelbert Hindeland. Nach den Angaben von Isser ²⁾ wurde der schon 1520 aufgelassene Bau noch 1825 vom Aerar neuerlich beschürft, bald aber wieder aufgegeben. Die Stollen sind jetzt eingestürzt.

Der Bau geht auf Gänge um, welche in den tieferen Teilen des Verrucano ³⁾ aufbrechen. Die noch reichlich auf den Halden zu findenden Stufen zeigen als Erz Fahlerz in einer Gangart von Spateisenstein und Quarz. Die kleineren fahlerzfreien Adern entsprechen völlig jenen oben erwähnten weitverbreiteten Adern im Verrucano. Aus ihnen gehen einerseits Gänge hervor, welche nur aus großkristallinem Spateisenstein zusammengesetzt sind, anderseits solche, welche aus Quarz, Eisenspat und Fahlerz sich zusammensetzen, wobei manchmal eine unvollkommene drusige Struktur sich ausgebildet hat, indem im Quarz Nester von Eisenkarbonat sitzen und in deren Mitte das derbe oder feinschuppige Fahlerz. Auf der Halde liegen auch Stücke von großkristallinem Baryt — die Art des Verbandes mit den anderen Gangmineralen ist aus den gefundenen Stücken nicht zu ersehen.

Der Abbau scheint wegen der zu geringen Menge der Erze bald erschöpft gewesen zu sein und trotz der guten Qualität derselben die Neubelebung aus demselben Grunde sich nicht gelohnt zu haben.

Trinker ⁴⁾ teilt eine Analyse des Quecksilberfahlerzes von Gand aus dem Jahre 1842 mit:

¹⁾ Vacek, Erläuterung z. Blatt Cles der geolog. Spezialkarte von Oesterreich-Ungarn.

²⁾ Isser, Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols der Vergangenheit und Gegenwart. Berg- und Hüttenm. Jahrbuch. Wien 86. Bd. 1888, S. 272.

³⁾ Nicht am Kontakt von Kalk und Tonschiefer, wie Isser angibt.

⁴⁾ Trinker, Petrographische Erläuterungen zur geognostischen Karte von Tirol. Innsbruck 1853, S. 68.

Schwefel . . .	21·608
Antimon . . .	23·300
Kupfer . . .	33·900
Quecksilber . .	15·410
Eisen . . .	3·876
Zink . . .	0·678
	98·772

Demselben Schichtzug dürfte der nahe benachbarte erloschene Bergbau Feli, Gemeinde Nasserein, angehören, den Isser in seiner Zusammenstellung aufführt. Ich habe die Stelle nicht aufgesucht. Das Erz war Spateisenstein mit Rot- und Brauneisenerz.

Geht man dem Verrucanozuge entlang talabwärts, so begegnet man bei Pettneu einem in den letzten Jahren angelegten Schurfbau in dem untersten Berggehänge zwischen der Mündung des Malfontals (Strohsack) und dem Schlosser-Töbele. Der Verrucano tritt hier für eine längere Strecke auch auf dem Südufer der Rosanna auf und besteht aus einer mächtigen Folge weißer, seltener rötlicher und grünlicher Quarzite, welche stellenweise reichlich mit Eisenkarbonat durchsprengt sind. Ein paar Meter unter dem Rand des sehr steil in überkippter Stellung gegen S einfallenden Phyllites ist eine Bank gelber Rauhwacke, welche viele kleine Phyllitbruchstücke enthält, den Quarziten zwischengeschaltet; der zwischen ihr und dem Phyllit gelegene Quarzit ist dicht durchzogen mit starken Ueberzügen von Malachit, seltener auch von Azurit. Die primären Erze sind am Tag nicht zu sehen. Auf sie sind hier zwei kleine, jetzt verstürzte Schürfstellen angesetzt, ein dritter längerer (angeblich 100 m) ist tiefer unten im Quarzit angesetzt.

Die Erze treten also hier wie in Gand in den tiefsten Teilen des Verrucano auf.

Weiterhin begegnen wir bei Flirsch wieder Erzlagerstätten im Verrucano.

Zunächst liegt oberhalb des Dorfes der alte Bergbau im Kohlwald. Sie waren — nach Isser — vom 16. Jahrhundert bis Mitte des siebzehnten in Betrieb durch dieselbe Gewerkschaft, welche in Gand abbaute; für beide bestand eine Hütte zu Vadisen (oberhalb Pettneu). Die Erze brechen in einem roten grobsandigen Verrucanogestein ein und sind von ganz gleicher Art wie jene in Gand: Fahlerz in Spateisenstein und Quarz, auch Kiese sind hier zu sehen und die sekundären Kupferkarbonate. Geringere Gänge und Linsen von Spateisenstein und Quarz sind auch außerhalb des Bereichs der abgebauten Lagerstätte mehrfach im Verrucanoprofil zu sehen. Die Fahlerzgänge erscheinen hier im mittleren Teil des ganzen Verrucanoprofils¹⁾, doch ist dieses sehr wahrscheinlich durch Schuppungen abnormal zusammengesetzt.

¹⁾ Auch hier gibt Isser irrtümlich als Ort des Auftretens den Kontakt von „dolomitischem Kalk mit Tonglimmerschiefer“ an.

Weitere alte, jetzt unzugängliche Stollen finden sich nahe östlich beiderseits des Schneckenbachtobels, der eine am Rand der Baumwiesen, der andere an dem Rücken gegen den Rammlerstobel hin. Der letztere liegt in einem durch einen Phylliteinschub vom übrigen Verrucano getrennten Zug von Quarzfels und Quarzserizitgrauwacke. Obertags sieht man darin eine Kluft mit Malachitüberzügen.

Bei Pians wurden in alter und neuerer Zeit mehrere kleine Schurfstollen angesetzt in der Verrucanozone, welche oberhalb der Eisenbahnstation einsetzt und über die Rosanna nach Larch streicht, und beiderseits derselben im Phyllit, in welchen der Verrucano hier in zwei schmalen Streifen eingeklemmt ist. Soweit noch Erze zu sehen, sind es kleine Spateisen-Quarzgänge, teilweise mit Kiesen.

Ein bedeutenderer Bergbau hat in alter Zeit in den an den Hängen der Thialspitze gegen Landeck befindlichen ganz analog gestalteten Verrucanoschuppen im Phyllit stattgefunden. Es ist der Bau Schwarzwald, welcher auf Fahlerz mit Kupfer- und Schwefelkies ausging und im 16. Jahrhundert betrieben wurde.

Einen etwas anderen Charakter als die Vorkommen im Stanzertal besitzen jene in der Verrucanozone Ladis—Arrezjoch. Es ist vor allem der Bergbau Rothenstein bei Serfaus, die bedeutendste Erzkonzentration, welche im Verrucano des Oberinntals bergbaulich erschlossen ist. Derselben Zone gehören dann noch Schürfe in der Masner (Stubental) und bei Ladis an.

Bei diesem Vorkommen ist die Lagerstätte auf Einlagerungen von dolomitischen Gesteinen beschränkt, welche linsenartig in den serizitischen Schiefern eingebettet liegen. Die größte derartige ist der Eisendolomit des Rothenstein. Innerhalb des Karbonatgesteins treten die Erze wieder als Gänge von ganz übereinstimmender Art auf wie im Stanzertal: quecksilberhaltiges Kupferantimonfahlerz mit Quarz, Eisenkarbonat und auch Baryt als Gangart. Nur gesellt sich zu ihnen am Rothenstein noch ein Gang von Schwefelkies und Kupferkies mit nur untergeordnetem Gehalt an Fahlerz — möglicherweise steht er mit einem der Fahlerzgänge in Zusammenhang¹⁾. Auch die drusige Anordnung der Gangminerale in den Fahlerzgängen ist die gleiche.

In der Grube am Rothenstein sind vier Fahlerzgänge, deren bedeutendster auf 60 m überfahren ist, bei 75 m Tiefe des Gesamtaufschlusses. Der Bau war vom 15. bis zum 17. Jahrhundert in Betrieb. 1841—1843 fand über Veranlassung des geognostisch-montanistischen Vereines eine neue Gewältigung der Grube statt, ohne sie wieder zum Leben erwecken zu können und auch die „Konjunktur“ des Weltkrieges brachte dies nicht zustande.

Ganz gleicher Art ist das kleine Vorkommen in der Masner, soweit die Haldenstücke ein Urteil erlauben.

Ganz im kleinsten Maßstab wiederholen sich solche erzhältige Linsen von Eisenkarbonat in der Verrucanoschuppe am Thialspitz. Dagegen scheinen die nahe benachbarten alten Baue auf der Flath-

¹⁾ Eine nähere Beschreibung des Vorkommens habe ich in der oben angeführten Arbeit in der Ferdinandszeitschrift, III, 59. Heft, S. 88 u. ff. gegeben.

alm nicht auf derartigen Vorkommen umgegangen zu sein, da die Stellen in den Feldspatknottengneisen angesetzt sind.

Die oben erwähnten an Eisenerzmineralen reichen Kalke im Hangenden des Verrucano (Ortler, Rimsspitz etc.) enthalten diese nur in diffuser Verteilung, nicht in Gängen gesammelt.

Abbauwerte Lagerstätten sind, trotz des weit verbreiteten Metallgehalts der Gesteine, auch im Verrucano der angrenzenden Schweizeralpen selten. Die bedeutendste ist jene auf der Mürtschenalp und Umgebung in den Glarneralpen. Es sind lagerartige Vorkommen im obersten Teil des Sernifit, bestehend aus Quarz und dolomitischem Kalk und etwas Talk mit feinen Einsprengungen oder Schnürchen von Buntkupfererz, Fahlerz und Kupferglanz; außerdem treten an zahlreichen Stellen an der Grenze gegen den überlagernden Vanskalk (Rötidolomit) und in letzterem unregelmäßig verteilte Mengen von Kupfererzen auf¹⁾. Zum Teil besitzen die Gänge einen brecciösen Charakter.

Im Bellerophonkalk Südtirols ist der Erzgehalt ebenfalls in Gängen konzentriert (silberhaltiger Bleiglanz am Mt. Calisio).

Aus dem deutlich gangförmigen Auftreten der in Betrachtung stehenden Lagerstätten ergibt sich ohne weiteres, daß die Erze eine Umlagerung und Abwanderung von ihrem ersten Ablagerungsplatze durchgemacht haben.

Es fragt sich nun, ob sie zuerst schon in den Sedimenten des Verrucano abgesetzt und später ebendort in Gängen konzentriert wurden, oder ob sie aus anderen Regionen zugewandert sind und ihre Gänge aus chemischen oder physikalischen Gründen gerade in dem Verrucano lokalisiert wurden, oder endlich, ob ihr Auftreten überhaupt nicht an diese Schichtgruppe gebunden ist.

In letzterer Hinsicht könnte darauf verwiesen werden, daß die Erze im Oberinntal und Stanzertal durch die großen Dislokationsflächen nach oben geleitet wurden und nur insofern mit dem Verrucano in Beziehung stehen, als dieser eben an jenen Schubflächen liegt. Die Verrucanozone des Stanzertals verläuft in nächster Nähe der den Südrand der Kalkalpen abgrenzenden großen Schubfläche und wird selbst von Parallelfalten derselben durchschnitten; auch die Zone Ladis-Arrezjoch liegt nicht in einem normalen Schichtverband und es weist schon die Zerteilung der Eisendolomitlager in eine Kette einzelner Linsen auf die starken tektonischen Bewegungen hin, von welchen sie betroffen wurde.

Andererseits äußert sich aber gerade hier wieder eine deutliche Unabhängigkeit von den großen Störungslinien darin, daß an der nahe benachbarten Hauptüberschiebung der Silvrettaagneise auf die Bündnerschiefer keine Erzgänge auftreten und die dort eingeklemmten

¹⁾ Stöhr, Die Kupfererze an der Mürtschenalp. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Gesellsch. für die gesamten Naturwiss. 21. Bd. 1865. — Tröger, Ueber den Kupfer- und Silberbergbau der Mürtschenalp. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift. Freiberg, XIX Jahrg 1860.

Schollen triadischer Kalke nicht metasomatisch vererzt wurden. Desgleichen liegen am Kalkalpenrand die Lagerstätten auch nicht an der Hauptdislokation, sondern seitwärts davon in der Verrucanozone. Eine engere genetische Beziehung zu letzterem ist daher nicht abzuleugnen, auch wenn die Störungslinien ein Empordringen von Erzlösungen begünstigt haben.

Jene genetische Beziehung kann nun auf zweierlei Weise bestehen: es können von auswärts zuströmende Lösungen in diesem Gesteins-horizont durch chemische oder physikalische Ursachen festgehalten worden sein, oder der Erzgehalt bestand bereits in anderer Form im Verrucano und erfuhr nur eine Umlagerung und Sammlung.

Für die erstere Erklärung kann zunächst die Stauung der Wasserzirkulation in den Serizitphylliten und auch in den anderen Sedimenten des Verrucano herangezogen werden. Der Verrucano und der Buntsandstein sind bekanntlich die besten Quellenhorizonte im Inntal und wohl in den ganzen Nordalpen. Im Verrucanozug Ladis—Arrezjoch entspringen die Schwefelquelle von Ladis, der Eisensäuerling von Prutz sowie die Eisenquelle auf der Masneralm; im Buntsandstein die Mineralquellen von Grins (Stanzertal); weit zahlreicher ist aber die Zahl der Trinkwasserquellen und Bachquellen, die aus diesem Wasserhorizont gespeist werden. Die im Verrucano zurückgehaltenen Erzlösungen können zu einer allgemein verteilten Erzimprägnation geführt haben, mit oder ohne gleichzeitige Konzentration in einzelnen Gängen. Als Zuführungswege kommen die benachbarten und auch im Verrucano selbst durchstreichenden Störungsflächen in Betracht.

Die Wirkung als Wassersammler gegenüber den atmosphärischen Niederschlägen läßt sich aber nicht in gleicher Wirksamkeit auf die Erzlösungen überall anwenden. Die Buntsandsteinschichten in den Nordalpen sammeln — an den großen Quellbereichen bei Innsbruck oder bei Mariazell u. a. O. — das im darüberliegenden durchlässigen Kalkgebirge niederfallende Wasser. Im Stanzertal aber sind die Verrucanoschuppen zum Teil beiderseits von Phyllit umgeben, der in seiner hydrologischen Eigenschaft wenig von den Verrucanoschiefern verschieden ist, außerdem stehen die Verrucanoschiefer sehr steil, beziehungsweise liegen steil S fallend auf den Triaskalken. In jenen Schuppen kann also mehr die tektonische Stellung als das Gestein Anlaß des Auftretens der Erze sein.

In erster Linie würde wohl die Stauwirkung gegenüber dem unterlagernden Gestein in Betracht kommen, da der Kupfer- und Eisengehalt eher aus der Tiefe zugeführt, als durch Auslaugung aus den überlagernden Schichten angenommen werden kann; dies würde zum Beispiel in der Ortlergruppe zu der schwer erklärbaren Annahme führen, daß die Erzlösungen, von unten aufdringend, durch den Phyllit bis in den Verrucano und noch durch diesen bis in die darüberliegenden untersten Kalkschichten gelangt wären. Im Phyllit sind Kiesvorkommen bekannt, dagegen nicht im Ortlerdolomit. Allerdings bestehen hier vielleicht Schubflächen an der Basis des Dolomites.

Es kann aber zur physikalischen Wirkung noch die einer chemischen Bindung hinzukommen. Ein gutes Analogon zur Ver-

erzung im Verrucano ist die stratigraphische Einordnung der metasomatischen Blei-Zinkerzlagerrstätten der nordtiroler Kalkalpen und in Kärnten durch ihre Beständigkeit an der Grenze des Wettersteinkalks gegen die Carditaschichten. Höfer hat dieselbe durch die chemische Einwirkung der bituminösen Schiefer auf die Erzlösungen zu erklären gesucht.

Die beste Erzkonzentration im Oberinntaler Verrucano ist jene im Eisendolomit bei Serfaus (Rothenstein). Die in den Verrucano eingedrungenen und von ihm am Abwandern verhinderten Lösungen haben die Schiefer schwach imprägniert, wurden aber vom Dolomit leichter und darum in größerer Menge aufgenommen, entsprechend der Neigung des Karbonats zu derartigen Umsetzungen. Kalkspat bewirkt Ausfällung des Eisenkarbonats in einer Eisenoxydulkarbonatlösung, wobei sich bei der Metasomatose des Kalks leicht auch Sulfide bilden. Es findet also gewissermaßen eine selektive Metasomatose statt, indem nur die in den Schiefen eingebetteten Kalke von den Erzlösungen umgewandelt werden. Ein Beispiel solcher Umwandlung einzelner Kalklager zwischen anderen nicht oder wenig veränderten Sedimenten ist die Schwefelkieslagerrstätte von Meggen a. d. Lenne.

Die beiderseits nahe benachbarten Kalkschiefer der Bündnerschiefer und die Triaskalkschollen der Hauptüberschiebung sind dabei völlig frei von jeder Vererzung geblieben. Dies läßt sich dadurch erklären, daß die Vererzung des Verrucanodolomits schon vor der Ablagerung der Bündnerschiefer oder mindestens schon vor ihrer jetzigen tektonischen Annäherung eingetreten ist¹⁾. Auch beim steirischen Erzberg sind nur die paläozoischen Kalke, nicht aber die Triaskalke metasomatisch geworden. Die Erzbildung in Serfaus wäre also dann älter als die Tektonik und damit auch aus der jetzigen Lagerung kein Schluß auf die ursprüngliche Rolle des Verrucano bei der Stauung der zirkulierenden Lösungen, bzw. auf die Wirkung der Störungsflächen als Zufuhrkanäle zu ziehen. Das gleiche gälte auch für den Verrucano im Stanzertal.

Dagegen sind die Erze am Rand der Oetztalergneise (Tösens, Kaunertal, Nauders) jünger als die Hauptphase der Tektonik dieser Region.

Auf diese Weise kann durch physikalische und chemische Umstände epigenetisch eine Lokalisation der Erze auf eine bestimmte Schichte mit dem Anschein einer syngenetischen Lagerstätte entstehen.

Eine ähnliche Stellung nehmen die scheinbar syngenetischen permischen Erze in Böhmen bei Wernersdorf und Radowenz ein, wo nach Petrascheck²⁾ die Imprägnation der Lyditkonglomerate schon zu permischer Zeit stattgefunden hat und von dort aus in die angrenzenden Tonschiefer eingedrungen ist. Linsenförmige Kalkschmitzen

¹⁾ In den Gosauschichten des Muttekopfs fand Ampferer ein Grauwackengerölle mit Spateisensteingängen, ebenfalls ein Zeichen vorkretazischer Erzbildung der Erzgänge des nordtirolischen Paläozoikums. (Jahrb. d. geol. R.-A. 1912, S. 296.)

²⁾ W. Petrascheck, Ueber permische Kupfererze Nordostböhmens. Verh. d. geol. R.-A. 1909, 283.

im Tonschiefer wirkten als Ausfällungsmittel für den Cu-Gehalt der Lösungen.

Syngene und Epigene kommen sich dabei sehr nahe, da die erzbringenden Porphyre auch permisches Alter besitzen. Es fehlt übrigens auch im alpinen Verrucano nicht an Porphyren, denen eine solche Rolle zugeordnet werden könnte.

Dies führt über zu der zweiten der oben aufgezählten Möglichkeiten: daß der Erzgehalt ein primärer Bestandteil des Sediments war, teilweise auch noch ist, und durch spätere Umlagerung in Gangform konzentriert wurde.

Die Ablagerungen der Permformation sind in Europa und Amerika ausgezeichnet durch ihren an bestimmte Horizonte gebundenen und auf weite Erstreckungen anhaltenden Gehalt an Kupfererzen.

Der dem deutschen Rotliegenden gleichgestellte Verrucano in Toskana enthält bereits Sandsteinerzlagerungen (Sasso Campanaro, Mt. Vignale), ebenso sind die Wichita beds in Texas teilweise kupferreich. Die Hauptverbreitung erreichen die Kupfererze im Zechstein in dem bekannten Kupferschiefer Deutschlands und Englands, dem Kupfersandstein in Rußland und dem Kupferschiefer in Texas. Auch in Neuschottland finden sich die Kupfererzablagerungen im permischen Sandstein.

Auf die weite Verbreitung eines geringen Erzgehaltes im alpinen Verrucano wurde bereits oben hingewiesen.

Die weltweite Verbreitung einer derartigen Metallerreichung auf engbegrenzte stratigraphische Horizonte zwingt fast allein schon zur Annahme eines syngenetischen Ursprungs der Erze, die dann nachträglich verschiedene Umlagerungen und Kristallisationen durchgemacht haben können. In analoger Weise, wie es für den Westtiroler Verrucano geschildert wurde, wenn auch in unvergleichlich größeren Mengen, ist im Kupferschiefer das Erz teils fein verteilt vorhanden („Speise“), teils in größeren Nestern, Adern und Gängen „Erzlinealen“ konzentriert.

Der Verrucano von Westtirol ist eine Ablagerung, die ihr Material aus der Abtragung kristalliner Gesteine eines vormaligen zentralalpiner Festlandes erhalten hat. Im westlichen Teil — Glarneralpen — fanden starke Ergüsse von Porphyren statt; einzelne Spuren solcher finden sich auch in Westtirol; außerdem ist ja die zum Teil gleichaltrige, zum Teil ältere Grauwackenformation von Osttirol bis Steiermark reich an Ergußgesteinen verschiedenster Art. Aus beiden Bezugsquellen kann ein besonders hoher Metallgehalt jener Sedimente hergeleitet werden.

An den Stellen, wo Karbonatgesteine in ihnen eingeschlossen waren, kann durch Diffusion, angeregt durch die besondere chemische Affinität der Karbonate für die Erze eine Einwanderung und Ansammlung derselben in den Kalken, bzw. Dolomiten eingetreten sein.

Die regionale Metamorphose, welche die Verrucanosedimente in Phyllite, Quarzite, Serizitgrauwacken usw. umwandelte, beförderte durch die allgemeine kristalline Mobilisation des Materiales auch den Eintritt des Erzumsatzes.

Daß der jetzt noch vorhandene diffuse Erzgehalt hauptsächlich aus Eisenerzen (Sulfiden und Karbonaten) besteht, während die Lagerstätten Kupfererze führen, kann einerseits durch einen früheren Kupfergehalt des Pyrits erklärt werden, anderseits dadurch, daß die Kupfererze eine höhere Beweglichkeit besitzen und durch Grund- und Thermalwasserströmungen leicht in Wanderschaft geraten. Auf die Rolle des Karbonates als Ausfällungsmittel wurde schon oben hingewiesen. Der Eisengehalt des Dolomits in Rothenstein u. a. O. ist jedenfalls auch ein sekundärer.

Bei den Vorkommen, wo keine Karbonate sammelnd wirkten, kann ein Umsatz der Erze durch juvenile Wässer, Auslaugung und Absatz in Klüften angenommen werden; auch eine Diffusion gegen Spalten hin läßt sich zur Erklärung anwenden.

Auch beim deutschen Kupferschiefer kann die Veränderung im Erzgehalt gegen die „Rücken“ hin auf solche Einflüsse zurückgeführt werden: Diffusionswanderung gegen Spalten, wobei Auftreten andersgearteter Erze in diesen (Nickel-Kobalt-Arsenerze) auf die Mitwirkung von zirkulierenden Lösungen hinweist.

Die Bleiglanz- und Barytvorkommen im Bellerophonkalk bei Trient (Mt. Calisio) erklärt Trener als submarine Quellenabsätze — auch für den deutschen Kupferschiefer wird von manchen die Zufuhr durch kupferführende Quellen, in Nachwirkung nach vulkanischen Ausbrüchen (Frech, Lethää) angenommen — und aus ihnen bildeten sich auf metasomatischem Wege die jetzt vorliegenden schlauchförmigen, konzentrierten Erzkörper.

Ueerblicken wir die besprochenen Möglichkeiten nochmals, so ergibt sich:

Der Erzgehalt im Verrucano von Westtirol ist tatsächlich an ihn als besonderen Schichthorizont geknüpft und steht nicht, bzw. nur indirekt in Abhängigkeit von den Dislokationen. Er ist präkretazisch und als solcher entweder schon primär im Verrucanosediment enthalten gewesen und nur umgelagert worden, oder er ist schon in alter Zeit dieser Schichte zugeführt und von ihr chemisch und physikalisch festgehalten worden, wobei jedenfalls auch noch eine spätere kristalline Umlagerung statthatte. In beiden Fällen ist durch die Umlagerung der Erzgehalt nicht streng auf den Verrucano beschränkt geblieben, sondern zum Teil auch in angrenzende Schichten eingewandert.

Für den praktischen Bergmann ist diese Art der Entstehung der Erze im Verrucano einerseits von Vorteil, insofern sie den Umkreis einschränkt, innerhalb dessen er Erze zu erwarten hat; anderseits bietet allerdings die Kenntnisaufnahme der aufgeschlossenen kleinen Lagerstätten, die Art ihres Vorkommens (Linsenform der Rothensteiner Lagerstätte) wenig Hoffnung auf ein Aufblühen des Bergbaues in diesem Gebiet.