

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 11.

Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lagerung.

(Hiezu Tafel VII.)

Auf Wunsch der Herren Neher & Cie., Besitzer des jetzt ausser Betrieb stehenden Eisenbergwerkes am Gonzen (ursprünglich Gunze) bei Sargans, unternahm ich Ende September 1899 eine Untersuchung des Gebietes auf die Frage hin, wie weit das Erzlager sich noch erstrecken möchte. Bei dieser Gelegenheit ergaben sich einige Resultate, welche, wenigstens für die Geologie der Schweizeralpen, ein allgemeineres Interesse beanspruchen. Ich will sie hier deshalb mittheilen. Von Publikationen über das Erzlager am Gonzen sind zu nennen Notizen in Studers „Geologie der Schweiz“ und Heers „Urwelt der Schweiz“, ferner in Kenngotts „Minerale der Schweiz“ (pag. 283—294), sodann ein Aufsatz von David Wiser im „Neuen Jahrbuch für Mineralogie“ etc., von Leonhard und Bronn 1842, pag. 508—509, ferner: J. C. Deicke, „Geschichtliche Notizen über das Eisenbergwerk des Gonzen bei Sargans“ in St. Gallische Blätter für Unterhaltung und Belehrung 1863, Nr. 1. Endlich im „Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft“ 1875—1876 „Das Bergwerk am Gonzen, A. Geschichte und Betrieb von B. Zweifel, B. Geognostische Verhältnisse von A. Gutzwiller.

Was in diesen Publikationen sich über das historische oder über die mineralische Zusammensetzung des Erzlagers findet, will ich nicht wiederholen. Dagegen nur zwei Fragen behandeln, welche durch meine Untersuchung klarer als bisher gelegt werden konnten.

Es betrifft dies das Alter des Erzlagers und sodann seine merkwürdigen Lagerungsverhältnisse.

A. Oberjurassisches Alter des Gonzenertes.

In allen bisherigen Publikationen, die sich über die stratigraphische Stellung oder das Alter des Eisenerzlagers am Gonzen aussprechen, ist dasselbe für eine besonders erzeiche Ausbildung des sogenannten Blegioolithes, d. h. des Eisenoolithes am Blegisee (Glärnisch) gehalten worden, welcher Eisenoolith durch reiche Petrefaktenfunde als der Repräsentant fast des ganzen obern Dogger, insbesondere der Zone des Ammonites Parkinsoni samt dem Bathonien nachgewiesen ist. Auch Bachmann (Juraformation im Kt. Glarus in Mitt. naturf. Gesellsch. in Bern 1863; pag. 156) nimmt das Gonzenert in den Dogger. Unter dem Dogger-Eisenoolith liegt durchweg in den schweizerischen Central- und Ostalpen die Pentacrinitenbreccie mit Am. Humphriesianus und Am. Sowerbyi, darüber aber fehlt das Callovien, und es folgt in scharfer Abgrenzung der Malm und zwar in den St. Galler-, Nordwest-Graubündner-, Glarner- und Urneralpen gleich der fleckige Schiltkalk mit Aargovianpetrefakten, im Berner Oberland zum Teil zuerst die Oxfordschiefer. Der Dogger-Eisenoolith hat meistens nur 0,2 bis 1 m. Mächtigkeit. Er bildet aber einen sehr konstanten Horizont. Am Erzegg (zwischen Melchseealp und Gentthal) erreicht er 2½ m. Ihm gehören die ehemaligen Ausbeutungsstellen der Guppenalp am Glärnisch, zwischen den Windgällen, an der Erzegg, im Lauterbrunnenthal etc. an. Wo er stark gequetscht ist, wie vielerorts in der Tödigruppe, an den Windgällen, an den Wetterhörnern, sind die Oolithkörner zu flachen Linsen zerdrückt und das Gestein von flimmernden, kleinen, durch Stauung neugebildeten Magnetitkryställchen ganz durchsetzt. Wo er nicht dynamometamorph auftritt, ist er mehr Hämatitoolith geblieben. Die Eisenoolithkörner liegen in Kalkstein als Grundmasse, bald vereinzelt und spärlich, bald so dicht, dass sie sich berühren. Niemals tritt dichtes Erz auf.

Meine Untersuchung am Gonzen hat nun ergeben, dass das dortige Eisenerz nicht dem Dogger angehört, dass es ganz anderer Natur und jünger ist. Die Beweise dafür liegen in folgenden drei Dingen:

1. Die Beschaffenheit des Erzes weicht vollständig vom Parkinsonioolith ab. Das Gonzenerz ist in der Hauptmasse ein dichtes Roteisenerz oder Magneteisenerz; beide Erzarten sind oft innig gemischt, 50 bis 60% Eisen enthaltend, es hat niemals und nirgends oolithische Struktur, es enthält sehr oft Einsprenglinge und Schnüre von Pyrit und ist manchmal von Manganerzen begleitet, während Pyrit und Manganerze dem Parkinsonioolith fehlen. Das Gonzenerz hat nur sehr spärlich Petrefakten und zwar fast nur Ammoniten, während der Parkinsonioolith meistens voll Belemniten, Bivalven, Gasteropoden und Ammoniten steckt.

Bei dieser Gelegenheit will ich beiläufig noch erwähnen, dass das Erzlager am Gonzen ausser dichtem Hämatit und Magnetit, welche die Hauptmenge ausmachen, auch noch folgende Mineralien aufweist (Notizen aus Eschers Tagebuch und aus den eingangs citierten Arbeiten von Wisser und Gutzwiller): Pyrit, Jaspis, Thon, Quarz, Calcit, in weit spärlicheren Mengen Baryt, Eisenglanz, Fluorit, Chlorit, sodann aber Manganerze und zwar Hausmannit, Rhodochrosit, Wiserit. Die Manganerze erscheinen oft als ein eigenes, die Eisenerze begleitendes Lager, das in Grube II zeitweise „4 bis 5“ Mächtigkeit gehabt haben soll. Kennigott citiert (Minerale der Schweiz pag. 291) sogar Hausmannit vom Gonzen als Versteinerungsmittel eines Ammoniten.

An manchen Stellen, so z. B. im Hintergrund der Grube II, besteht das Lager wohl zu 90% aus dichtem Magnetit, an anderen, z. B. an manchen Stellen von Grube I, grösstenteils aus dichtem Hämatit, an wieder andern Stellen auch in Grube I, ist es ein dichtes Gemenge von Kalkstein mit Hämatit in wechselnden Mischungen. An solchen Stellen wird dann meistens das Lager auch mächtiger als 1½ Meter. Der durchschnittliche Eisengehalt des Flötzes liegt wohl über 50%, und steigt stellenweise über 60%.

2. Die Lagerung verweist das Gonzenerz in den Hochgebirgskalk (Malm) hinein. Zunächst suchte ich beim Wasserreservoir ob Sargans bei verkehrter Schichtlage den Parkinsonioolith über dem Malm vergeblich. In den guten Aufschlüssen folgen über dem Oxford- oder dem Schiltkalk entsprechenden Schieferen die Pentacrinusbreccien und dann die eisensandsteinig-knolligen Schiefer der Zone des Am. Murchinsonae ohne typisch fleckigen Schiltkalk

und ohne Eisenoolith. Im Gonzenwald, unter den Bergwerken, bei zirka 1000 m. Meerhöhe ist eine gute Schichtfolge in normaler Reihenfolge entblöst, in welcher über den Eisensandsteinen und Schiefeln Pentacrinusbreccie, darüber Oxfordschiefer, schiefrig fleckiger Schiltkalk und dann Hochgebirgskalk folgt, ohne Eisenoolith dazwischen. Im Pflastertobel, an der Westseite des Gonzen hinaufkletternd, findet man unten erst normal, dann verkehrt, dann bei über 1000 m. Meerhöhe wiederum normal die Grenzregion von Dogger und Malm. Auch hier fehlt der Parkinsonioolith ganz und der Schiltkalk ist stark schiefrig und wenig typisch. Ueber dem Eisensandstein und Schiefer des unteren Dogger, die hier mächtig entwickelt sind und bereits dünne Bänke von Echinodermenbreccien enthalten, folgt bei normaler Schichtfolge in kompakter, wohl 15 bis 20 m. mächtiger Wand die Pentacrinusbreccie (Schichten des Am. Humphriesianus und Am. Sowerbyi), darüber Oxfordschiefer, etwas fleckige, schiltkalkartige Schiefer und dann der blauschwarze splitterige Hochgebirgskalk. Am Gonzen konnte ich nirgends den Parkinsonioolith finden, obschon es an Aufschlüssen nicht fehlt, die ihn zeigen müssten, wenn er vorhanden wäre. Er geht offenbar nicht so weit nach Nordosten. Die nächsten Stellen, wo wir ihn in guter Ausbildung kennen, sind gegen Süden Calanda (Umgebung von Vättis) gegen Osten Mürtschenstock.

In allen vier Gruben am Gonzen habe ich den Fels über und unter dem Erzlager ungezählte Male angeschlagen und stets im Hangenden wie im Liegenden nur typischen, festen, scharfkantig splitternden, grauen, echten Hochgebirgskalk gefunden. Bei der Grube I, in der Umgebung des Knappenhauses, sieht man nach einigem Herumklettern bald, dass hier bei normaler Lagerung die Hochgebirgskalkmassen des „Schreiberskopf“ unter das Erzlager gehen, während die Wände der Gemsweid darüber liegen. Am oberen Ausgang der Grube I tritt man aus dem Erzlager an die Wand hinaus und hat da zirka $\frac{1}{3}$ der mächtigen Malmwand unter sich, $\frac{2}{3}$ über sich. Das Erzlager in der Grube II sticht total in den Hochgebirgskalk hinein, während die Region, wo der Dogger-Eisenoolith sein könnte, weit unten zurückbleibt. Bei Grube III und IV sieht man wiederum Malmwände unter und Malmwände über dem Erzlager, kein Dogger in der Nähe. Von Grube III gegen „Abliswerk“, eine kleine, tiefer liegende Schürfung, fällt

die Erzbank konkordant zwischen den Hochgebirgskalkbänken herab. Ueberall also erweist sich das Erzlager vom Dogger durch einen Komplex von zirka 100 m. Hochgebirgskalk getrennt. Es liegt nicht im Dogger, nicht an der Basis des Malm, sondern mitten in demselben. Ueberall, trotz der wechsellvollsten Lagerung, erweist sich das Erzlager des Gonzen nicht als Gang, sondern als Flötz, als echte sedimentäre marine Schicht, konkordant eingelagert im Hochgebirgskalk, teilnehmend an allen Dislokationen, die den letzteren betroffen haben.

3. Die Petrefakten des Gonzenerzes waren nun einer genauen Revision zu unterziehen. Mösch citiert in Lieferung XIV der „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz“ sechs Species Ammoniten vom Gonzen mit Namen, die dem Parkinsoni-Horizont entsprechen. Zwei dieser Stücke fanden sich, von Möschs Hand etikettiert, in unserer Sammlung vor. Das eine kann nach dem Gestein nicht aus dem Eisenerz des Gonzen stammen, es liegt in Eisenoolith, das andere, von Mösch als *Perisph. gracilis* bestimmt, ist ohne Phantasie unbestimmbar. Die andern vier sind unkontrollierbar, weil Mösch, wie so oft, auch hier verschweigt, wo die Stücke deponiert seien. Ich suchte nun alles zusammen, was unsere Sammlungen enthalten. Diese Stücke, obschon ohne oolithische Struktur, waren eingeordnet im Dogger. Sodann erlaubte Herr Direktor Dr. Wartmann in St. Gallen eine nähere Prüfung der im dortigen Museum enthaltenen Petrefakten vom Gonzen. Herr Oskar Neher in Plons war so freundlich, mir die in seinem Besitz und im Besitz einiger anderer Privatpersonen der Gegend befindlichen Petrefakten aus dem Gonzenerz leihweise zu überlassen. Schon auf den ersten Blick sah ich, dass die typischen Ammoniten des Parkinsonioolithes fehlten, dagegen Perisphincten von Malm-Habitus vorhanden sind. Unter allen den Stücken befand sich kein einziges anderes Petrefakt, als nur Ammoniten. Indessen durfte ich nicht wagen, selbst ein endgültiges Urteil zu fällen. Vielmehr ersuchte ich Hrn. Dr. L. Rollier als Specialkenner jurassischer Ammoniten, die Prüfung der Petrefakten aus dem Eisenerz des Gonzen zu übernehmen. Ich lasse hier seinen Bericht folgen:

Notice sur les Cephalopodes du minerai de fer du Gonzen (St. Gall).

Parmi les 14 débris organiques examinés que l'on peut rapporter sûrement à l'ordre des Ammonidés j'ai reconnu seulement le genre *Perisphinctes* sur six échantillons les mieux conservés. Le reste peut être rapporté à d'autres genres voisins (*Parkinsonia*, *Reineckeia* etc.), tout aussi bien qu'à ce dernier, mais il n'y a rien de caractéristique en eux soit en faveur du Malm soit en faveur du Dogger. Il ne reste donc de décisif que ces six échantillons qui sont certainement des *Perisphinctes* du Malm moyen (Argovien-Séquanien) dont les formes analogues sont décrites de Crussol (*Fontannes*: 2 vol.) et du Portugal (*Choffat*: Ammonites du Lusitanien). En général on voit trop régulièrement la bifurcation des côtes et la forme arrondie des tours, pour pouvoir déterminer autre chose que des *Perisphinctes* du Malm moyen.

Voici les espèces reconnues ou affines de celles que j'ai eu à examiner:

- Perisphinctes* cfr. *Dybowskii* Siemid. (Argov. inf. de Pologne).
- Perisphinctes* cfr. *Mogosensis* Choffat (Argovien sup. du Portugal).
- Perisphinctes* cfr. *Ardescicus* Fontannes (Séquanien de Crussol).
- Perisphinctes* cfr. *unicomptus* Fontannes (Séquanien de Crussol).

Du Musée de St. Gall, un exemplaire incomplet, mais bien reconnaissable:

Perisphinctes stenocylus Fontannes (Château de Crussol). Cet exemplaire communiqué par M. le Dr. Wartmann, Directeur, se trouvait dans la collection minéralogique du Musée de St. Gall avec d'autres échantillons de minerai de fer du Gonzen. J'ai vu également au Musée de cette ville l'exemplaire déterminé par Mösch comme *Ammon. arbustigerus* d'Orb. et cité par M. Gutzwiller (*Bericht St. Gallen*, 1875/1876, pag. 191), qu'on reconnaît bien à son état de conservation. Ce sont deux moitiés d'un même fragment de minerai qui s'est cassé par le plan d'enroulement d'un Ammonidé à croissance lente. C'est tout ce qu'on peut voir sur ces fragments. Ce n'est sûrement pas l'espèce citée de d'Orbigny, qui est au contraire à croissance assez rapide. Cette détermination, comme toutes celles d'espèces du Dogger pour le gisement du Gonzen, doivent être supprimées, car les espèces que nous venons de passer en revue sont bien certainement du Malm.

Zurich, Novembre 1899.

L. Rollier.

Es ist somit festgestellt, dass bisher aus dem Gonzenerz keine Doggerpetrefakten in unsern Sammlungen liegen, sondern dass die wirklich im Gonzenerz gefundenen Ammoniten ohne Ausnahme, soweit sie überhaupt bestimmbar sind, nicht dem Dogger, sondern dem mittleren Malm — Argovien und Séquanien — angehören.

Das Eisenerzlager des Gonzen, im mittleren Malm gelegen, ist eine sehr eigentümliche Erscheinung ganz für sich. Nirgends sonst in den Alpen oder im Jura-gebirge ist ein analoges Vorkommnis bekannt. Es ist ganz sicher, dass der Malm am Mürt-schenstock, Walenstadterberg, Calanda etc. keine Spur von Eisenerz enthält, so wenig hier wie weiter westlich oder südlich in den Alpen. Auch am Gonzen selbst ist das Eisenerzlager nicht weit herum zu finden. Der Hochgebirgskalk unter Vorder-Spina, sowie die Malmwand unter dem Tschuggen, oder die Malmwand von Sargans, alle in kaum 1 km Distanz vom Gonzengipfel, haben kein Erzlager mehr. In der Malmwand unter Follewald, zirka 500 m westlich vom Gonzengipfel, nennt die Karte „Erzlöcher“, man kann aber dort nichts mehr von Erz sehen, und es besteht auch keine Erinnerung an einen Erzfund an dieser Stelle. Auch die noch näher gegen den Gonzen gelegene Malmwand im Pflastertobel unter dem Follewald enthält das Erzlager nicht mehr. Auf der Südseite des Gonzen sehen wir bei „Abliswerk“ die letzten Ausläufer der hier schon stark reduzierten und mehr in vereinzelte linsenförmige Massen sich auflösenden Enden des Erzlagers. Oestlich des Gonzen, bei Gütli Hinteregg, oder im unteren Teil des Schollberges ist Erz nicht mehr gefunden worden.

Das Erzlager des Malm gehört also nur dem Gonzen an und geht nicht über den oberen Teil dieses merkwürdigen Berges hinaus. Dass mitten in einer Tiefmeerbildung von über 500 m Mächtigkeit auf einer Fläche von, abgewickelt gedacht, schon ursprünglich nur 2 bis 4 km² ein 1—2 m mächtiges Flötz von dichtem Eisenerz mit pelagisch tiefmeerischen Fossilien sich absetzen kann, ist hier als Thatsache erwiesen. An eine nachträgliche lokale Infiltration von Eisen ist nicht zu denken. Der einschliessende Malm setzt scharf am Erzlager ab, und er enthält keine Spuren von Erzwegen. Wohl aber ist das Erzlager selbst in sich an manchen Stellen deutlich geschichtet, also successive

abgesetzt. Ich bin ausser Stande, mir ein Bild von den Umständen zu machen, welche mitten im Tiefmeer eine lokal so eng umgrenzte fremdartige Bildung ermöglicht haben. Dass zugleich der sonst normale Doggereisenoolith im Gonzen aussetzt, ist wohl nicht in ursächlichem Zusammenhang damit, da der Eisenoolith des Dogger, so viel ich weiss, weiter östlich überhaupt nicht vorhanden ist.

Nachdem meine Beobachtungen mich zu der Ueberzeugung gebracht hatten, dass das Gonzenerz stratigraphisch weit höher als der Parkinsonioolith, nämlich über den untern Drittel des Hochgebirgskalkes, also etwa in das Sequanien, zu stellen sei, suchte ich in den Reisenotizen von Arnold Escher von der Linth nach und fand hier zu meinem nicht geringen Erstaunen, dass auch Escher das Gleiche schon im Jahre 1838 erkannt hatte. Er schreibt darüber in seinem Reisetagebuch:

„Der Eisenstein, ganz vorwaltend dichter Roteisenstein, hin und wieder mit Schwefeleisen verunreinigt, scheint im Durchschnitt ein zirka 4 Fuss mächtiges Lager im Hochgebirgskalkstein zu bilden, welches wie das Dach und die Sohle 30° Ost fällt (Grube I). In Beziehung auf sein Alter erscheint das Eisenlager des Gonzen als eine grosse Merkwürdigkeit. In dem dunkelblauen Kalkstein nämlich, der dasselbe umschliesst, ist im ganzen Gebiete der schweizerischen Alpen sonst nirgends eine Spur von Eisengehalt bekannt, mit Ausnahme von einzelnen Schwefelkieskonkretionen.“

Wie ist es denn gekommen, dass Heer und Mösch, die doch Eschers mündliche und schriftliche Notizen benutzt haben, ohne weiteres das Gonzenerz zum Parkinsonioolith stellen, und wie ist es gekommen, dass Escher seiner Auffassung von 1838 keine Geltung mehr verschafft hat? Der Paläontolog und Stratigraph war bei Prüfung der nicht gerade schön erhaltenen Eisenerzpetrefakten in einem Vorurteil begriffen und nachdem er erklärt hatte, es seien Ammoniten des Parkinsonioolithes, so wagte, wie so oft, der überbescheidene Escher eine andere Ansicht nicht dagegen geltend zu machen, sondern hielt es von vorne herein für viel wahrscheinlicher, dass der Irrtum auf seiner Seite liege. Er kam später merkwürdiger Weise nie mehr an den Gonzen und fand deshalb leider keine Veranlassung mehr, seine frühere Ansicht zu überprüfen. Escher zeigt sich auch in dieser Sache uns wieder als

der objektivste, scharfblickendste Alpenbeobachter. Vor 62 Jahren stand er hier schon auf derjenigen Erkenntnis, die wir heute, endlich einen lange festgehaltenen Irrtum durchbrechend, wieder erlangt haben. Escher war damals nicht in allen Gruben. Er macht deshalb in seinen Tagebuchnotizen auch keinen Versuch, den Zusammenhang der aufgeschlossenen Erzvorkommnisse zu verstehen.

B. Die Lagerungsverhältnisse am Gonzen.

Der Gonzen ist ein Stück des gewaltigen Gebirgsbogens, der nach Osten zum Teil quer zum sonstigen Verlauf der Alpenketten die Glarner Doppelfalte umzieht, und der schon in den Churfürsten beginnt, sich vom normalen WSW—ENE-Streichen der Alpen abzubiegen. Ihm sind zugehörig Churfürsten-, Alvier-, Gonzenkette mit NW—SE-Verlauf, Fläscherberg mit N—S, Calanda mit erst N—S dann ENE—SSW-Verlauf. Die Schichtköpfe brechen nach innen gegen die Glarner Doppelfalte ab, die Schichtflächen fallen mantelförmig nach der Aussenseite des Gebirgsbogens ab. In diesem grossen Gebirgsbogen beobachten wir durchweg eine doppelte Faltung und ein doppeltes Streichen. In den tieferen Teilen streichen die Schichten und die Falten wie der Gebirgsbogen, also von Walenstadt bis Sargans von NW nach SE und bei Sargans fast N—S, d. h. quer zum allgemeinen Alpenstreichen. In den oberen Teilen des Gebirgskammes aber finden wir gleichzeitig Falten, welche schief über die tieferen weg, im allgemeinen Streichen der Alpen, von SW nach NE, verlaufen. Gleichzeitig sinken diese oberen Falten gegen NE rasch zur Tiefe ab. Dieses Sinken nach NE entspricht im Grate von den Churfürsten bis an den Gonzen zugleich dem allgemeinen mantelförmigen Aussenabfall des Gebirgsbogens. So kommt es, dass das Streichen der oberen Falten häufig mit der Fallrichtung der Rückenschichten des grossen Gebirgsbogens zusammenfällt. Entsprechend diesem starken Sinken der oberen Falten gegen NE ist die Streichrichtung der Falten durchaus nicht identisch mit der lokalen Streichrichtung der Schichten in den verschiedenen Faltenschenkeln. Die Streichrichtung der Schichten in den Faltenschenkeln kann sogar lokal senkrecht auf der Streichrichtung der Falte stehen, welcher diese Schicht angehört, indem das Streichen der Falte ihr Absinken zum

Ausdruck bringt und ohne solches horizontal läge. Die Streichrichtung der Falten ist dann nur in den Gewölbeumbiegungen und Muldenumbiegungen bei annähernd vertikaler Schichtstellung direkt zu erkennen und an den Schichtlagen abzumessen.

Diese Komplikation — zwei verschiedene Faltungsrichtungen — ist aber nicht etwa zu verwechseln mit zwei sich wirklich durchkreuzenden Faltungen. Die verschiedenen Faltungen kreuzen sich nur im Grundrissbild. Sie liegen hier nicht einmal so nahe ineinander, wie in dem Gebiet nördlich des Klönthales, sondern sie liegen übereinander. Ob Walenstadt streichen die Falten im Jura wie der grosse Gebirgsbogen, diejenigen der Kreide (Sichelkamm) allgemein alpin. Am Gonzen reicht derselbe Malmkalk aus der tiefen bis in die obere Region, so dass seine Falten bei Sargans N—S am Gonzengipfel SW—NE streichen. Intensitätswechsel in der Längsrichtung der Falten bis zum Erlöschen einer Falte kann sich verschieden äussern. Entweder weitet sich die Umbiegung aus und geht in die Ebene über, oder in der entgegengesetzten Richtung verengt sich die Umbiegung konisch bis zur kleinen Verknickung, die in der ebenen Schichtplatte aufhört. Immer aber bei ziemlich raschem Intensitätswechsel einer Falte kann die Gewölbeumbiegung oder die Muldenumbiegung nicht eine cylindrische Fläche sein, sie muss eine konische Fläche werden. Am Gonzen sind die oberen, im allgemeinen Alpenstreichen liegenden Falten gegen SW weiter, gegen NE absinkend verengern sie sich konisch. Dadurch ergibt sich das Anschmiegen der oberen Falten an die tieferen, anders streichenden, ohne jeden Bruch. Ich meinerseits glaube durchaus nicht, dass diese zwei sich kreuzenden Falten verschiedenen Perioden oder gar verschiedenen Schubrichtungen zuzuschreiben seien. Es ist wahrscheinlich nur das etwas ungleiche Ausweichen der Schichten im Beginn der grossen Faltung, vielleicht der Anfang der Glarner Doppelfalte, gewesen, welches innerhalb der gleichen Schubperiode hier zu schiefen Spannungen führte, die nur in zwei Faltenschaaren, die zum Teil konisch sind und schief übereinander verlaufen, ihre volle Auslösung finden konnten.

Doch wenden wir uns zum Gonzen im Besondern.

Am Gonzen zeigt sich das Erzlager durchweg harmonisch mit den Schichten gefaltet, wie es seiner Schichtennatur entspricht. Es macht alle Faltenerscheinungen des Hochgebirgskalkes mit.

Die Erzvorkommnisse im Gonzen zeigen in den vier Gruben die sonderbarsten Lagerungswechsel. Wir finden:

In Grube I Streichen SSE—NNW, Fall 30—40 ENE;

In Grube II Streichen ENE—WSW, Fall 80—85° SSE;

In Grube III Streichen NW—SE, Fall 30—50° NE;

In Grube IV oberer nordwestlicher Teil Streichen SE—NW Fall flach NE, dann umbiegend in den unteren südöstlichen Teil bis zum Streichen SW—NE und senkrechter Stellung.

Es ist mir nach vielem Herumsteigen, wie ich glaube, gelungen, alle diese Erzvorkommnisse in ihrem Zusammenhang zu verstehen. Sie gehören sämtlich der sonderbaren Gipffalte des Gonzen an. Dieselbe streicht als Falte von SW nach NE, sinkt aber dabei stark gegen NE ab und verengt sich in jener Richtung zugleich konisch, so dass in den verschiedenen Schenkeln der Falte die Schichten nicht nur verschieden fallen, sondern auch ganz verschieden streichen. Das beigegebene Profil Fig 1, auf Tafel VII, giebt eine Ansicht des Ausstreichenden der Gonzengipffalte, von S gesehen.

Der Mulden- oder Basisschenkel der Malmfalte, das ist die Wand vom Pflastertobel unter Follwald über Spina nach Tschuggen hinauf, streicht NNE—SSW und fällt gegen ESE.

Die Scheitellinie der Muldenumbiegung sticht mit Streichen gegen NNE unter den Gonzen hinein.

Der Mittelschenkel, das ist das Schichtenstück, dem der „Ghudletgonzen“ angehört von der Valenaruns bis zum Gonzengipfel reichend, enthaltend die Follplatten, streicht in seinen Schichten ungefähr von NE nach SW und fällt gegen SE ab. Diesem Mittelschenkel gehören die Erzstellen Abliswerk, Grube III und Grube IV an. Letztere fällt in eine kleine sekundäre Knickung des Mittelschenkels.

Die Gewölbescheitellinie geht für die oberen Malmschichten durch den Gonzengipfel, und liegt für das Erzflötz fast senkrecht darunter. Sie geht von WSW nach ENE und fällt in dieser Richtung mit 20—25° ab. Grube II liegt in der Gewölbeumbiegung mit senkrechter Schichstellung und WSW—ENE-Streichen.

Der Gewölbe- oder Deckenschenkel der Gonzengipffalte ist westlich des Gonzen abgewittert, dagegen gegen Osten erhalten mit NNW—SSE-Streichen und Fallen zirka 30° nach ENE. Ihm

gehören die vom Gonzen gegen Ost abfallenden Wände Wangboden, Gemswaid, Planggwand, Schreiberskopf und das Gebiet der Grube I an.

Es ist schwer, ein Bild dieser Lagerungsverhältnisse zu geben. Die Profilzeichnungen, Fig. 1 und 2, sowie die schematische Darstellung der Falte, Fig. 3 auf beiliegender Tafel, mögen der Vorstellung nachhelfen.

Verwerfungen oder andere Brüche mit Verschiebungen sind nicht selten, aber nur von geringer Bedeutung. Weder im äusseren Bau noch in den Gruben stören sie den Faltenbau wesentlich. In Grube I zeigt sich das Erzlager mehrfach von Verwerfungen, welche in der Fallrichtung streichen, spärlicher von solchen in der Streichrichtung durchsetzt. Die Sprunghöhen sind meist unter 1 m, seltener mehrere Meter, nur ausnahmsweise gehen sie bis auf 10 m. Im Pflastertobel habe ich zwei kleinere Verwerfungen von wenigen Metern Sprunghöhe gefunden. Dann kann man wieder auf weite Strecken die Schichtfugen, geradlinig oder gefaltet, verfolgen, ohne dass der geringste Bruch zu finden ist. Vielleicht findet sich zwischen Ghudletgonzen und dem hohen Gonzen im Mittelschenkel ein Bruch mit etwas Ueberschiebung des Gewölbekernes über den Muldenkern, ich konnte ihn aber, weil sehr schwierig zugänglich, nicht exakt sehen. Ganz der Gonzengipfelfalte analog ist die Schollbergfalte. Sie streicht normal wie die Alpen und hat einen ausgesprochenen Scheitelbruch (Taf. VII). Ob die Schollbergfalte die herabgesunkene Gonzengipfelfalte selbst oder eine ihr analoge und parallele Nebenfalte ist, konnte ich bisher nicht entscheiden. Das letztere ist mir wahrscheinlicher. Aber was bedeuten diese paar Brüche oder wenn, man sie so nennen will „Verwerfungen“ von nur wenigen Metern, die wir da an einigen Stellen gefunden haben, in einem Faltenbau, der auf 500 m Horizontaldistanz in herrlichen Bogen die gleiche Schicht in 1400 m Niveaudifferenz bringt. Die Verwerfungen verschwinden völlig im Bilde des Berges, das seinerseits, schon jedem Laien auffällig, ganz von den herrlich geschwungenen Linien des Faltenbaues beherrscht wird. Die Lagerungsverhältnisse des Eisenflötzes, das Verhältnis der verschiedenen Gruben zu einander können nicht durch Verwerfungen erklärt werden.

Die Erzlager keilen im Berg in den Gruben nicht aus, mit einziger Ausnahme von III, gegen Abliswerk gegen die Muldenumbiegung hin. In den Gruben I, II, III und IV sehen wir sie bergewärts und seitlich in voller Mächtigkeit anstehend. Da die aufgeschlossenen Erzlagerstellen zum Teil dem Mittelschenkel, zum Teil der Gewölbeumbiegung, zum Teil dem Gewölbeschenkel angehören, so ist zu erwarten, dass die Erzschiebt die ganze Gonzenfalte zusammenhängend ohne Unterbruch durchziehe, und überall im Mittelschenkel, überall in der Gewölbeumbiegung und in weiter Erstreckung im Gewölbeschenkel vorhanden sei. Dagegen sehen wir bei Abliswerk, dass die Erzschiebt gegen die Muldenumbiegung hin schwach wird, im Pflastertobel, dass sie im Muldenschenkel nicht mehr vorhanden ist. Wie weit sie im Gewölbeschenkel noch nach Norden und nach Osten hinabsteigt, bleibt unbestimmt, jedenfalls behält sie hier, so weit sie geht, unverändert den Fall von 30 bis 40° gegen NE bei.

C. Die Masse und das Aufschliessen des Erzlagers.

Auf Grundlage der Erkenntnis über die Lagerungsverhältnisse der Gonzenpiffelfalte, der das Eisenerz angehört, können auch einige praktische Fragen beantwortet werden, und zwar die Fragen: Wie gross ist, die Falte ausgeglättet gedacht, die Ausbreitung des Erzlagers und der wievielte Teil davon ist schon ausgebeutet, was ist noch Ausbeutbares vorhanden, und von wo aus und wie könnte das noch vorhandene zur Ausbeute am besten angegriffen werden?

Um dies zu prüfen, habe ich mit einem Stück gefalteten Papieres die Gonzenfalte möglichst genau nachgeformt und darauf nach den leider etwas unvollkommenen Grubenplänen die ausgebeuteten Stellen und die wahrscheinliche Ausbeutung des Erzlagers in bestimmtem Masstabe eingezeichnet, dann die Falte wieder ausgebreitet und die Flächen annähernd gemessen. Es ergeben sich nun dabei abgerundet folgende Zahlen:

Das Erzlager hat in der Richtung von SW nach NE in der ausgeglätteten Schicht gemessen einen grössten Durchmesser von wenigstens 900 m und in der Richtung NW—SE einen solchen von wenigstens 600 m. Die Fläche der Erzschiebt schätze ich in

runder Zahl auf wahrscheinlich 400,000—500,000 m². Nahezu doppelt so viel ist seit der Alpenfaltung durch Abwitterung und Thalbildung schon entfernt worden.

Die ausgebeuteten Schichtflächen geschätzt — flache wie steile und senkrechte in allen Gruben zusammengenommen — betragen kaum 50,000 m².

Es ist somit bisher trotz der intensiven Ausbeute in der Mitte dieses Jahrhunderts wahrscheinlich doch noch nicht mehr als ungefähr der achte Teil des im Berg vorhandenen Lagers nach seiner Fläche ausgebeutet worden. Rechnen wir nicht nach Erz-lagerfläche, sondern nach Kubikinhalte des Erzes, so wird die Verhältniszahl offenbar eine etwas andere, weil gegen den Rand des Erzlagers dessen Mächtigkeit abnimmt, wie wir es z. B. auch durch den Vergleich von Grube IV, Grube III und Abliswerk sehen. Die Art und Weise, wie das Erzlager gegen seine Grenzen abnimmt, kann freilich nicht genügend beobachtet werden. Aber selbst wenn wir ungünstiger als wahrscheinlich schätzen, so werden wir doch zu dem Schlusse geführt, dass das bisher ausgebeutete Quantum Erz höchstens ein Fünftel, wahrscheinlich nur ein Siebentel desjenigen beträgt, das der Berg enthält.

Die Mächtigkeit des Erzlagers schwankt in dem bis jetzt durch die Grubenbaue aufgeschlossenen Gebiete meist zwischen 1 m und 1½ m. Hie und da geht sie anhaltend auf 2 m und sogar darüber, selten bleibt sie unter 1 Meter. Daraus lässt sich schätzen, dass wahrscheinlich noch 350,000 bis 500,000 m³ gleich zirka 1,500,000 Tonnen Erz oder 800,000 bis 1,000,000 Tonnen Eisen ausgebeutet werden könnten.

Wie soll eventuell in Zukunft das noch vorhandene Erz angegriffen werden? Die Hauptmasse desselben liegt unter dem grossen Gonzen und von Grube I gegen N und NW tiefer im Berge drin. Ich kann keine neue Angriffsstelle finden, die wesentlich günstiger, als die bisherigen gelegen wäre. Der günstigste Ausgangspunkt scheint mir auch jetzt noch die Gegend des Knappenhauses und der Grube I zu sein. Statt einen ganz neuen Angriffspunkt zu suchen, würde ich vorschlagen, aus der tieferen oder tiefsten Region der Grube I zuerst horizontal im Streichen des Erzlagers zu Tage zu gehen zu neuem Stollenmundloch und ferner flach oder mit geringer Steigung im Streichen des Erzlagers berg-

einwärts zu fahren und stets im Streichen des Erzlagers — nicht im Streichen der Falte — einen neuen Hauptstollen zu schaffen. In Verfolgung dieses Verfahrens haben wir den Vorteil, dass die Aufschliessung neuer Angriffsstellen fortwährend schon selbst Erz liefert. Nordwestlich von Grube I würde der Stollen, stets fast horizontal im Erzlager tastend, über den gegen NE absinkenden Scheitel der Gewölbebiegung gegen West und Südwest wenden und dann bald in tieferer Lage die Erzpartie unter der Grube II treffen. Im Streichen dem Erzlager folgend, würde man schliesslich unter den untern Teil des Erzes der Grube IV gelangen. Damit wäre mit einem Stollen ein grosses Gebiet aufgeschlossen, und überall könnte die Ausbeute von unten nach oben im Erzlager weiter gehen. Alle Gruben kämen dadurch allmählich mit einander in Verbindung, und doch wäre der Hauptweg unterhalb derjenigen Zone, wo die bisherige Ausbeute das Gebirge etwas unsicher gemacht haben kann. Dieser Aufschlussstollen im Streichen des Erzlagers fortsetzend an Grube I würde zudem vollständigen Aufschluss über Ertragsfähigkeit und Beschaffenheit des Erzes geben. Er wäre zugleich Hauptangriffsstollen, Hauptförderstollen und würde eine sehr einheitliche Gestaltung des Betriebes ermöglichen. Durch Grube I und später besonders durch einen Aufbruch in Grube II, zuletzt in Grube IV würde sich die beste natürliche Lüftung einstellen.

Ueber die Verteilung der Erzarten im Erzlager, insbesondere über die Aussichten, welche die Manganerze bieten, lässt sich nach den vorhandenen Aufschlüssen nichts Bestimmtes sagen. Das Manganerz kommt nicht in selbständigem Lager vor, sondern so viel ich sehen konnte, nur das Eisenlager auf einzelnen Strecken begleitend, dann oft wieder lange aussetzend. Es scheint, man findet die Manganerze besonders da, wo eine kalktuffige Degeneration des Eisenerzes sich einstellt (oberster Teil von Grube I). Stellenweise ist das Erz sehr kompakt, und dann enthält es viel Magnetit, stellenweise erscheint es als hämatitreicher Kalkstein. Ob da Regeln im Auftreten der Erzabänderungen und besonders der Manganerze sich finden liessen, weiss ich nicht. Die früheren Erfahrungen über den Manganerzgehalt etc. sind leider nicht fortlaufend in Grubenpläne einnotiert worden. Selbst eine noch viel gründlichere Untersuchung der jetzt vorhandenen Grubenaufschlüsse

auf diese Frage hin dürfte wenig Zuverlässiges für die Zukunft erkennen lassen. Da wird wohl nur der Versuch, der Bergbau selbst, sichern Aufschluss bieten können.

Es versteht sich von selbst, dass an eine Wiederaufnahme der Ausbeute des Gonzenerzes zur Verhüttung mit Kohlen oder gar wie früher mit Holz auf Eisen in Plons, wo früher verhüttet worden ist, nicht zu denken ist. Die Frage, ob die Ausbeute wieder aufzunehmen sei, kann aber von andern Gesichtspunkten aus heutzutage doch mit Recht aufgeworfen und studiert werden: Ist vielleicht in Zukunft eine elektrolytische Verhüttung unter Benützung der umliegenden Wasserkräfte möglich? Oder lohnt sich die Ausbeute im Falle die Manganvorkommnisse im noch nicht ausgebeuteten Teile des Gonzen sich gut und mächtig erzeugen sollten? Oder lohnt sich nicht die Ausbeute der Eisenerze bei Export und Verkauf derselben an auswärtige Eisenhütten? Man sollte denken, die Gonzenerze wären in dieser Weise gegenüber den Erzen aus Lappland konkurrenzfähig. Die Beantwortung dieser Fragen fällt nicht mehr dem Geologen zu. Seine Aufgabe war nur, die Ausbreitung und Lagerung des schönen Eisenflötzes festzustellen.