

# Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Moravica und Dognacska im Banat und Vergleichung derselben mit den schwedischen Eisenerzlagerstätten.

Von Hj. Sjögren.

Man lasse Jedem das Seine, was ihm die Natur nach Beschaffenheit, Oertlichkeit, nach Umständen und Zeit zukommen liess, und darum auch dem Glimmerschiefer und seinen eingeschlossenen Kalksteinen die ihnen gebührende Erzführung!

J. Grimm. (Zur Kenntniss des Erzvorkommens bei Rodna; Bg. u. Hüttenm. Jahrbuch, Bd. XIX, pag. 191.)

Der Zweck dieser Abhandlung ist, die grossen Aehnlichkeiten hervorzuheben, welche zwischen den im Titel erwähnten banatischen Erzlagerstätten und einem Theile der schwedischen vorhanden sind. Dass solche Aehnlichkeiten wirklich bestehen, hoffe ich im Folgenden klar darlegen zu können, obgleich die fraglichen banatischen und die schwedischen Eisenerze bis dahin als Bildungen ganz ungleicher Art betrachtet wurden, erstere nämlich als Contactbildungen, letztere als Lager. Es schien mir, als könne ein solcher Vergleich von einigem Interesse sein, sowohl für die Geologen des einen als des anderen der beiden Länder, und möglicherweise auch von Werth für die weitere Entwicklung der Ansichten, welche man an verschiedenen Orten über die Bildung dieser und ähnlicher Erze hegt. Diese Ansichten gehen gar zu weit auseinander, als dass man sie einander anpassen könnte. Dass ich bei der Deutung der Genesis der banatischen Erzlagerstätten versucht habe, die Ansichten geltend zu machen, die allgemein in Schweden herrschen, möchte Niemanden verwundern.

In dem Folgenden soll also vorerst eine Darstellung der Erzlagerstätten bei Moravica und Dognacska mitgetheilt werden, welche sich theils auf persönliche Beobachtungen während eines dortigen Aufenthaltes im August 1883 gründet, theils auf das Studium der darauf bezüglichen, freilich nicht besonders weitläufigen Literatur. Die Zeit, welche mir zu Untersuchungen an Ort und Stelle übrig blieb, war freilich kürzer als wünschenswerth gewesen, aber doch, wie ich hoffe,

immerhin genügend, um keinen wesentlicheren Zug in dem Charakter dieser interessanten Vorkommnisse unberücksichtigt zu lassen; meine Kenntniss der schwedischen Eisenerze kam mir hierbei gut zu Statten, und ermöglichte es mir, in so verhältnissmässig kurzer Zeit in die Sache einzudringen. Zahlreiche Proben sowohl von den Erzlagerstätten selbst als von den sie umgebenden Gesteinen sind nach der Heimkehr von mir im Dünnschliffe untersucht worden; diese Untersuchungen konnte ich dadurch noch mehr ausdehnen, dass ich von dem Herrn Ingenieur C. Kukuk aus Moravica überdies reiche Folgen von Mineralien sowie Gesteinen erhalten hatte.

In der zweiten Abtheilung werde ich eine kurze Skizzirung der schwedischen Eisenerzlager geben, wobei ich auf die in die Augen fallenden Aehnlichkeiten aufmerksam machen möchte, welche die banatischen Erze mit diesen gemeinsam haben, ganz besonders mit denjenigen vom Typus „Persberg“. Zum Schlusse kommen die in der Literatur herrschenden Ansichten über die banatischen Eisenerze in Kürze zur Erörterung und werden vom Standpunkte des Verfassers kritisch beleuchtet, wobei auch die Gründe dargelegt werden, welche für eine mit den schwedischen analoge Bildungsart zu sprechen scheinen.<sup>1)</sup>

## I. Moravica und Dognacska.

Ein Blick auf die beifolgende Karte dieser Erzlagerstätten (siehe pag. 626) wird es einem Jeglichen klar machen, dass die Erze nebst ihrer Lagerart an die Zone von krystallinischem Kalkstein gebunden sind, welche quer durch das Gebiet geht.

Diese Kalkzone, welche sich vom Dorfe Kalina im S. bis nahe an Ezeres im N. erstreckt, hat eine Länge von 17 Kilometer bei einer Breite, die zwischen 50—1000 Meter abwechselt. Ihre Orientirung ist hauptsächlich N. 25° O.; doch läuft dieselbe nicht in völlig demselben Streichen die ganze Strecke hindurch. An drei Stellen ist die Kalksteinzone durch Erosionsthäler unterbrochen und ein dioritartiges eruptives Gestein (von welchem unten Näheres) ist am Grunde dieser Thäler blossgelegt. Die Kalkzone ist von archaischen Schiefen umgeben, welche zu beiden Seiten unter dieselben einfallen, so dass das Fallen an der Ostseite der Kalkzone westlich und an der Westseite östlich ist. Das Fallen der Gneisschicht variirt gewöhnlich zwischen 40—70°, kann jedoch noch grösser werden, so dass an einigen Stellen eine Ueberkipfung stattfindet. Indessen geht überall deutlich hervor, dass die Schichten des Gneiss eine synclinale Stellung haben, indem der Kalk

<sup>1)</sup> Verfasser möchte diese Gelegenheit benützen, öffentlich der Direction der k. k. priv. Staats-Eisenbahngesellschaft in Wien seinen aufrichtigen und tiefgefühlten Dank auszusprechen für die liberale und kräftige Förderung seiner Reise durch gütige Vermittlung des Herrn Generalsecretärs Weinberger; ferner der Oberverwaltung der Banatdomänen in Reschitza, dem Herrn Oberingenieur Hammerack in Moravica und dem Herrn Oberingenieur Huss in Oravicza für viele werthvolle Aufklärungen und entgegenkommende Unterstützung während seines Besuches an diesen Orten. Herrn Ingenieur C. Kukuk hat Verfasser ausser für die genannte Sendung von Mineralien und Gesteinen aus Moravica und Dognacska noch für manche briefliche Aufklärungen, welche er ihm wiederholt mit der grössten Bereitwilligkeit auf gestellte Anfragen hat zukommen lassen, seinen Dank abzustatten.

in einer Mulde liegt. Längs dem grössten Theile seiner Ausdehnung ist dieser Kalkstein gegen die Schiefer von Lagerarten umgeben, welche aus Granat, Pyroxen und Amphibol bestehen und gleichsam eine Schale um den Kalk bilden. Diese Lagerarten schliessen ihrerseits die Erze in sich ein und haben eine veränderliche Mächtigkeit; im Allgemeinen kann man selbe zu 50—100 Meter angeben, hier und da steigt sie jedoch bis zu 300 Meter. Die Mächtigkeit dieser „Skarnlager“<sup>1)</sup> nimmt sowohl gegen N. als gegen S. ab.

Die verschiedenen geologischen Bildungen, welche das Terrain zusammensetzen, sind also: Die archaischen Schiefer, die Kalksteinzone mit ihren Lagerarten und Erzen, sowie der Quarzdiorit. Hierzu kommt noch eine grauwackenartige Bildung, etwas metamorphosirt und einem der paläozoischen Systeme angehörend.

### Die archaischen Schiefer.

Ihrer petrographischen Natur nach sind diese ziemlich wechselnd. So wichtig deren Schichtfolge aber immerhin ist zum Feststellen des Zusammenhanges zwischen dieser und dem muldenförmig eingeschlossenen Kalkstein, so kann hier doch keine Auseinandersetzung derselben erfolgen. Die knapp zugemessene Zeit meines Besuches wurde hauptsächlich zum Studium der Erzlagerstätten selbst in Anspruch genommen, weshalb ich über die krystallinischen Schiefer nur zerstreute Beobachtungen mittheilen kann, nebst der Rechenschaft über die an ungefähr 10 Gesteinstücken ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen. Die Varietät, welche die grösste Ausbreitung hat, besteht aus einem hellen glimmerarmen Gneiss. Sie kommt zu beiden Seiten der Kalkzone südlich von Moravica vor. Sie ist hellgrau, feinkörnig, und in Folge ihrer geringen Quantität Glimmer ohne ausgeprägte Schieferigkeit. Unter dem Mikroskope zeigte sich dieser Gneiss als zu seinem hauptsächlichsten Theile aus Orthoklas und Quarz bestehend, mit entweder Biotit oder Muscovit, oder beiden, sammt accessorischem Magnetit. Der Orthoklas ist grösstentheils sehr feinkörnig oder griesig, im Allgemeinen nicht völlig frisch, sondern zufolge beginnender Kaolinisirung etwas grau opak. Kleine Körner von Plagioklas mit feiner Zwillungs-Streifung sind selten. Der Quarz kommt in Streifen oder parallel mit der Schieferrichtung ausgezogenen Körnern vor. Ein jeder solcher Streifen ist aus vielen verschieden orientirten Körnern zusammengesetzt, die mit unregelmässigen Contouren in einander greifen; in Reihen geordnete Flüssigkeitseinschlüsse sind zahlreich. Auch in der körnigen Feldspathmasse kommen einzelne Quarzkörner vor. Biotit tritt sparsam in feinschuppigen, unregelmässigen Aggregaten auf; Muscovit desgleichen sparsam, aber in grösseren Schuppen. Körner von Magnetit sind in gewissen Lagern zahlreich, während sie in anderen fehlen. Bisweilen erscheinen grössere Individuen von Orthoklas und Quarz verstreut in dieser feinkörnigen Grundmasse; die grösseren Orthoklaskörner sind mehr kaolinisirt als die zur Grundmasse gehörenden, was auf eine andere chemische Zusammensetzung

<sup>1)</sup> Unter „Skarn“ versteht man in Schweden eine Lagerartmasse, die aus Pyroxen, Granat, Amphibol u. s. w. besteht und gewöhnlich das Erz umgibt und darin eingesprengt ist. Diese der Volkssprache entlehnte Benennung ist von den schwedischen Geologen angenommen worden.

hindeutet. Das Gestein ist im Allgemeinen leicht verwitternd und wird dann an Farbe heller. Feldspath macht wenigstens die Hälfte, mitunter Dreiviertel der ganzen Masse aus.

Welche Benennung man dem auf diese Weise charakterisirten Gesteine eigentlich geben sollte, dürfte einer Discussion unterworfen werden. Am nächsten entspricht es einem feinkörnigen, zweiglimmerigen Gneiss, obgleich man eingestehen muss, dass sein Aussehen wenig gneissartig ist, zufolge des unbedeutenden Glimmergehaltes und der wenig schieferigen Structur. Es Glimmerschiefer zu benennen, wie v. Cotta<sup>1)</sup> u. A. gethan haben, muss als höchst irreführend angesehen werden, indem das Gestein eine sehr geringe Quantität Glimmer enthält, dagegen aber gewöhnlich aus zwei Drittel Feldspath besteht. Die Frage über die Benennung vorerst bei Seite legend, wollen wir inzwischen die vollständige und in's Detail gehende Uebereinstimmung hervorheben, die zwischen besagtem Gesteine und denjenigen stattfindet, welche sich in Schweden als in erster Linie erzführend kundgethan haben und welche hier mit den Namen: Eurit, Granulit, Hälleflinta oder Hälleflintgneiss bezeichnet sind. Dass dieses Gestein, welches sich in Schweden vorzugsweise als den oberen Etagen des archaischen Systems angehörend erwiesen, sich auch vor den übrigen anderen krystallinischen Schiefen als Träger der meisten bedeutenderen Erzfunde gezeigt hat, ist jedem schwedischen Geologen hinlänglich bekannt. Um die petrographische Uebereinstimmung zwischen dem schwedischen Hälleflintgneiss und den bei Moravica und Dognacska vorkommenden krystallinischen Schiefen zu constatiren, braucht es nur der Anführung folgender Beschreibung von Törneholm, dem hervorragendsten Kenner des schwedischen Hälleflintgneiss-Territoriums, von dem in Filipstads Bergslag bei Persberg vorkommenden Gestein, welches als vollständig typisch angesehen werden kann<sup>2)</sup>:

„In seiner allgemeinsten Form ist das Gestein feinkörnig, bisweilen fast dicht, und besteht aus einer intimen Mischung von beinahe mikroskopischen Körnern aus Quarz und Feldspath — sowohl Orthoklas als Oligoklas —, erstere mitunter an Quantität überwiegend. Daneben ist in der Regel brauner Glimmer vorhanden, bald sparsam als kleine vereinzelte, dem blossen Auge kaum unterscheidbare Schuppen, bald in grösserer Menge, und dann streifenweise vertheilt. Ausser dem braunen Glimmer ist nicht selten auch etwas heller Glimmer vorhanden. Umfangreichere Streukörner von Quarz und Feldspath liegen oft in der dichteren Grundmasse eingesprengt. Der Farbe nach ist das Gestein meistens hellgrau, ab und zu etwas röthlich; durch Verwitterung wird es beinahe weiss und zugleich so lose, dass es mit Leichtigkeit zu feinem Sand zerrieben werden kann. Verhältnissmässig selten zeigt es deutliche Schichtung, gewöhnlich hat es nur eine mehr oder weniger ausgeprägte Schieferigkeit. Innerhalb des östlichen Theiles des Granulitfeldes beim Yngensee wird das Gestein im Ganzen etwas gröber, bisweilen nahezu rein gneissartig, ist aber doch durch gradweise Uebergänge nahe mit den mehr typischen Granuliten des Westens verbunden.“

<sup>1)</sup> v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1865.

<sup>2)</sup> Beschreibung zu Blatt Nr. 4 der „Geologisk öfversigtskarta öfver mellersta Sveriges Bergslag“. 26—27. 1881.

Wie wir uns hieraus überzeugen können, ist die Uebereinstimmung zwischen diesem von Törnebohm als Granulit (Glimmergranulit) bezeichneten Gesteine von Persberg und dem von uns beschriebenen zweiglimmerigen feinkörnigen Gneiss von Moravica eine so vollständige, dass Törnebohms Beschreibung Wort für Wort auf den letzteren angewandt werden kann. Diese Uebereinstimmung kann Niemand in Zweifel ziehen, der Gelegenheit gehabt hat, zwei Stücke dieses Gesteines aus den beiden verschiedenen Gebieten neben einander zu legen oder dieselben im Dünnschliff vergleichen zu können. Sowie der schwedische Hälleflintgneiss nicht immer einen scharf begrenzten petrographischen Charakter hat, sondern Uebergänge zu anderen Gesteinen, hauptsächlich zum Gneiss, aufweist (vergl. das Citat aus Törnebohm), so ist auch dies der Fall bei dem Vorkommen im Banat. Bei Moravica tritt nämlich innerhalb eines kleineren und keineswegs scharf begrenzten Gebietes ein vollkommener Gneiss auf. Dieser findet sich am Grunde der am nördlichsten liegenden der vorerwähnten Erosionsthäler, durch welche der Moravica-bach fliesst, sowie auch an anderen Stellen in der Nähe. Makroskopisch zeigt er sich als ein grauer, regelmässig und deutlich geschichteter Gneiss mit mittelgrosser Schieferigkeit. Mitunter kommen grössere graue Feldspathaugen von 1 Centimeter Durchschnitt vor. Unter dem Mikroskope erweist er sich als dem vorher beschriebenen Gestein sehr ähnlich, nur mit reichlicherem Glimmer (fast ausschliesslich Biotit). Der Feldspath, der bis zu  $\frac{4}{5}$  der Bestandtheile ausmachen kann, ist Orthoklas; als Seltenheit kommen einzelne Plagioklaskörner vor. Der Quarz tritt in gestreckten Körnern auf, aus mehreren kleineren Theilen zusammengesetzt. Der Biotit, welcher in deutlichen und einigermaßen zusammenhängenden Lagern angeordnet erscheint, ist grün und braun, stark dichroitisch. Im Allgemeinen findet sich auch Magnetit vor, allein man vermisst ihn zuweilen. Als untergeordnete Einlagerung kommt in der Nähe von Moravica auch ein grüner Amphibolitschiefer vor, der, wie ähnliche, in archaischen Schiefen oft vorkommende Gesteine, eine unbedeutende Ausbreitung zu haben scheint.

Wie schon vorher darauf aufmerksam gemacht worden ist, ergibt sich die Lagerung der archaischen Schiefer in völliger Uebereinstimmung mit derjenigen der Kalkzone; das Streichen ist also circa N. 25 O. und das Fallen zu beiden Seiten unter den Kalk. Diesen Umstand, der von recht grosser Bedeutung für die Beurtheilung über Alter und Stellung des Kalkes zu den unzweifelhaft archaischen Schiefen ist, habe ich Gelegenheit gehabt, zu beiden Seiten der Kalkzone zwischen Moravica und Dognacska zu controliren. So ist es ebenfalls auf der „Geognostischen Karte der Banater Domäne“ angegeben, auf welcher man bei Johannisthal die entsprechenden Zeichen für Fallen und Streichen angeführt findet. Cotta und anderen Schilderern der dortigen geologischen Verhältnisse scheint dieser Umstand entgangen zu sein.

Im Zusammenhang mit den archaischen Schiefen gebührt es auch, die Aufmerksamkeit auf die grauwackartigen Bildungen zu lenken, die an einigen Punkten in den Umgogenden Moravicas wie Dognacskas auftreten.

Ungefähr 2 Kilometer NNO. von dem Dorfe Moravica kommt an der Westgrenze zwischen der Kalkzone und dem gemeinen Gneiss

eine solche grauwackenhähnliche Bildung vor. Sie wurde in den alten, nun verödeten Gruben Amelie und Krivan blossgelegt. Hinsichtlich dieser kann ich keine weiteren Angaben mittheilen, weil eben die nicht länger bearbeiteten Gruben keine Untersuchung zulassen. Aus der Lage der Grauwacke an der Grenze zwischen Kalk und Gneiss dürfte man jedoch mit einiger Sicherheit den Schluss ziehen, dass die Grauwacke in ihrem Alter zwischen diesen beiden Bildungen liegt, älter als der Kalk, jünger als der Gneiss ist. Längs des übrigen Streichens der Kalkzone ist Grauwacke an keinem Punkte bekannt.

Eine grössere Ausdehnung hat die fragliche Bildung südlich von Dognacska in dem Thale, das vom grossen Rissova durchflossen wird. Dieses Thal erstreckt sich zwischen Dognacska und Wodnik, ungefähr 2 Kilometer südöstlich des erstgenannten Ortes und 4 Kilometer östlich von der Kalkzone. Da kommen alte Gruben mit Schwefelkies (die zur Beschickung beim Bleischmelzen angewandt werden) und silberführender Bleiglanz vor.

Weiter hinauf am Anfange des Rissovabaches auf der Wasserscheide bei Wodnik findet sich auch Brauneisenstein. Die Gesteine, welche die oben erwähnten Erze enthalten, sind ihrer petrographischen Beschaffenheit nach sehr wechselnd und können nicht so ohne Weiteres mit der Gneissbildung verglichen werden. Sie bestehen aus Glimmerschiefer, Talkschiefer, schwarzen bituminösen Thonglimmerschiefer und Hornstein oder Kieselschiefer. Das Streichen dieser Lager weicht auch wesentlich von dem des Gneisses ab, indem dasselbe circa N. 30° W. ist.

Die petrographische Beschaffenheit bei diesen ungleichartigen Lagern, sowie deren Lagerung gibt zu erkennen, dass man es hier mit einer anderen Bildung zu thun hat, als dem in der Gegend gemeinen Gneiss. Betreffs eines in der Nähe von Dognacska auftretenden Glimmerschiefers mag es jedoch unentschieden bleiben, welcher der beiden Bildungen, dem Gneiss oder der Grauwacke, er sich am nächsten anschliesst. Es ist ein typischer, dünnspaltender Glimmerschiefer, ziemlich dunkel gefärbt und mit kleinbuckeligen oder welligen Spaltebenen. Unter dem Mikroskope sieht man eine aus Feldspath und Quarz in feinkörniger Mischung bestehende Grundmasse. Der Glimmer (sowohl Biotit als Muscovit) ist in wellenförmig zusammenhängenden Streifen vertheilt. In der Quarzfeldspathmasse erscheinen eine Menge kleiner braunrother Granate, theils zusammengewachsen, theils in einheitlichen Krystallen von der Form  $\infty$  O. Ein anderes accessorisches Mineral, das ebenfalls zahlreich vorkommt, bildet kleine gelbe Prismen und kann wahrscheinlich als Zirkon bezeichnet werden. Dieser Glimmerschiefer verhält sich also ähnlich den gewöhnlichen archaischen Glimmerschiefen.

Der Thonglimmerschiefer (Phyllit) von Dognacska ist dunkelgrau bis fast schwarz und zeigt eine homogene matte Spaltebene, die nur von zahlreichen kleinen weissen Glimmerschuppen unterbrochen wird. Unter dem Mikroskope ergibt sich eine aus schuppigen und strahligen Aggregaten zusammengesetzte Grundmasse, in welcher Quarzkörner zerstreut liegen; sie sind unregelmässig, aber nicht scharfkantig begrenzt. Aehnliche Körner von Orthoklas, beinahe opak durch Kaolinisirung, sowie hier und da eines von Plagioklas, kommen auch vor.

Zwischen diesen Körnern, von denen die meisten Quarz sind, breiten sich grüne Aggregate von Biotit wie Muscovit und Sericit aus, welche oft die Quarz- und Feldspathkörner umschliessen. Magnetit kommt bloß als feiner Staub vor.

Unzweideutig klastische Structur kann man bei diesem Thonschiefer nicht wahrnehmen, gewisse Lager desselben tragen im Gegentheil durch die Entwicklung der weissen Glimmerblätter den Charakter eines krystallinischen Gesteins. An anderen Stellen tritt der Glimmer in den Hintergrund und in solchen Lagern habe ich unzweideutige Pflanzenabdrücke vorgefunden. Diese sind freilich allzu undeutlich, als dass sie eine nähere Bestimmung zuliessen, die organische Structur ist aber immerhin im Abdruck aufbewahrt und zeigt, dass man es nicht mit einem „Urthonschiefer“ zu thun hat. Das Stück, in welchem die Pflanzenabdrücke vorkommen, stammt vom grossen Rissova.

Im Zusammenhang hiermit kommt ein Kieselschiefer oder Hornstein vor, schwarz, mit feinen sich schlängelnden helleren Lagern. Er ist völlig dicht, hat muscheligen Bruch, ist von feinen, schwarzen, querstrahligen Quarzadern durchsetzt und mit Schwefelkies imprägnirt. Unter dem Mikroskope sieht man, dass er aus einer äusserst intimen Mischung von krystallisirter und amorpher Kieselsäure, sowie aus unbestimmbaren dunkelgefärbten Substanzen, möglicherweise organischer Natur, besteht.

Das geologische Alter dieser letztskizzirten Bildungen festzustellen, muss genaueren Untersuchungen, die ohne Zweifel in Zukunft angestellt werden, überlassen bleiben. Auf der „Geognostischen Karte der Banater Domäne“ von 1860 sind sie ohne Weiteres mit den übrigen krystallinischen Schieferen vereinigt. v. Schröckenstein<sup>1)</sup> trennte sie von diesen, indem er sie als „metamorphische Grauwacke“ bezeichnete und stellte dieselbe unter die Bildungen des Steinkohlensystems. Sie mit diesem vereinen zu wollen, welches nur ein paar Kilometer östlich z. B. bei Vodnik und Lupak, mit bedeutender Mächtigkeit und ganz anderen petrographischem Charakter auftreten, möchte wohl kaum möglich sein. Abgesehen davon, dass die Gesteine des Carbonsystems an genannten Stellen vollkommen klastisch, während die Grauwacke- und Phyllithbildungen wenigstens halbkristallinisch sind und sogar vollkommene krystallinische Glimmerschiefer enthalten, bestehen die tiefsten Lager der ersteren aus Conglomeraten, wohingegen die Thonschiefer der Grauwackebildungen auf einen völlig limnischen Charakter der Bildung hindeuten.

Im Vorbeigehen mag bemerkt werden, dass gleichartige Bildungen von solchem, bis auf Weiteres unbestimmten geologischen Alter an mehreren Punkten im Banat bekannt sind und dass diese im engsten Zusammenhang mit den untrüglich archaischen Schieferen auftreten, wenn es auch zweifelhaft sein muss, ob sie selber dahin gerechnet werden dürfen. Solche sind von Tietze vom Oraviczathale und der Drenkova<sup>2)</sup> erwähnt. In ihren „Aufnahms-Berichten für 1882“ nennen

<sup>1)</sup> Geol. Verh. d. Banater Montandistrictes.

<sup>2)</sup> Geolog. und Paläontolog. Mittheil. aus d. südl. Theil d. Banater Geb. Stock. Jahrbuch d. G. R. A. 1872, pag. 35.

J. Böckh und L. v. Roth<sup>1)</sup> ebenfalls solche, und ersterer, der die krystallinischen Schiefer des Banates in drei Gruppen getheilt hat, führt diese, hauptsächlich aus Glimmerschiefer und Amphiboliten bestehenden Bildungen auf die beiden oberen Gruppen zurück.

### Der krystallinische Kalkstein.

Es ist schon zur Erwähnung gekommen, dass sich eine Zone von Kalkstein mit hauptsächlichlicher Orientirung N. 25° O. und einer Länge von circa 17 Kilometern von Kalina im S. bis an die Nähe von Ezeres im N. erstreckt. Diese Kalkmasse ist zwar an einigen Punkten unterbrochen, der frühere Zusammenhang der Theile ist aber schon durch die Lage offenbar. Sie liegt rundherum von krystallinischen Schiefen begrenzt und hängt an keinem Punkte mit den jüngeren sedimentären Bildungen zusammen, welche weiter nach O. hin das Banater Gebirge einnehmen.

Es ist gleichfalls erwähnt, dass der Kalkstein muldenförmig in einer Falte der krystallinischen Schiefer, deren Lagerung völlig synklin ist, eingeklemmt liegt. Das Fallen an der Contactfläche erweist sich am besten aus den Profilen (siehe pag. 627), welche mit derselben Scala für Höhe und Länge entworfen sind. So sieht man, wie bei einer der nördlichsten Gruben, Sophia, das Fallen an beiden Seiten nach O. zu ist, dass also hier an der Ostseite Ueberkipfung stattgefunden hat. Bei Eleonora und Paulus ist das Fallen beinahe vertical, während dasselbe mehr nach S. zu, auf dem Profil, das durch die Gruben Stephanie und Jupiter gelegt worden, ungefähr 45° von der Horizontalebene ist; noch weiter südlich bei Arpad hat der Contact ein Fallen von nur 25° und das Kalklager liegt hier ziemlich flach in den umgebenden Schiefen. Innerhalb des Gebietes der Erzlagerstätten variirt die Breite der Kalkzone von 30 Metern bei Sophia bis 650 Meter bei Ferdinandi.

Wenn man mit Hilfe der Profile versucht, die ursprüngliche Mächtigkeit des Kalklagers, das in dieser colossalen Falte eingeschlossen, zu entnehmen, was am leichtesten graphisch geschieht, indem man die Mächtigkeit des Kalkes winkelrecht gegen die Begrenzungsfläche misst, so findet man sehr ungleiche Zahlen an ungleichen Profilen. Dies beruht natürlicherweise weniger auf einer ungleichen Mächtigkeit des ursprünglichen Kalklagers an verschiedenen Punkten, als darauf, dass die Erosion und die Zusammenpressung ungleich gewirkt haben. Alle Zahlen sind also zu klein und nur die grösste kann von einigem Interesse sein. Diese erhält man aus dem Profil bei St. Archangel, welche dem ursprünglichen Kalklager eine Minimal-Mächtigkeit von 200 Meter gibt; die umliegende Rinde von Lagerarten ist hierbei ausser Berechnung geblieben.

Diese Berechnung gründet sich auf die Annahme, dass der Kalk concordant auf den krystallinischen Schiefen liegt. In Folge der Homogenität der Kalkmasse und der fehlenden deutlichen Schichtung ist es in der That schwer, die Concordanz an allen Punkten genau zu constatiren. Da wir aber früher gesehen haben, dass die muldenförmige

<sup>1)</sup> Jahresbericht der k. u. Geol. Anstalt für 1882.

Vertiefung so beschaffen ist, dass die Ränder stellenweise senkrecht stehen oder dass sogar Ueberkipfung stattfindet, so ist ohne weiteres klar, dass der Kalkstein sich nicht in dieser muldenförmigen Rinne hat bilden können, sondern dass derselbe sich abgesetzt haben muss, ehe die Schichtstellung ihre gegenwärtige gestörte Beschaffenheit erhalten; er muss dann wenigstens beinahe concordant auf den krystallinischen Schiefer abgelagert worden sein.

Trotzdem kann man dem Kalksteine Schichtung nicht absprechen, wengleich dieselbe im Allgemeinen wenig deutlich ist; wo dieselbe wahrgenommen wird, ist sie vollkommen concordant mit derjenigen der umliegenden Schiefer. So verhält es sich z. B. im Sophia-Unterbau am östlichen Contacte. Hier ist der Punkt, wo, wie vorher bemerkt worden, Ueberkipfung stattfindet, so dass die Grenze zwischen dem Kalksteine und dem krystallinischen Schiefer gegen O. statt nach W. fällt. In gänzlicher Uebereinstimmung hiermit hat auch die Schichtung innerhalb des Kalksteines ihr Fallen nach O.

Der Kalkstein ist überall in dieser Zone krystallinisch und mehr oder weniger grobkörnig. Er ist oft rein weiss, bisweilen grau gefärbt. Betreffs seiner krystallinischen Beschaffenheit, über welchen Punkt kein Zweifel zu herrschen braucht, existiren gleichwohl ungleiche Angaben. Auf der „Geogn. Karte der Banater Domäne“ von 1860, sowie auf Karte Nr. 1 in der „Notice sur les établissements industriels des Domaines de Banate“ und auf von Hauer's „Geologische Uebersichtskarte d. österr.-ungar. Monarchie“ ist die ganze Kalkzone als krystallinischer Kalkstein angegeben. Im Gegensatz hierzu will v. Cotta, welcher diese Kalkzone als Rest einer allgemeinen Jurakalkdecke betrachtet, „welcher durch irgend einen Umstand zwischen den Glimmerschiefer hinabfiel“, wissen, dass der Kalkstein nur in der Nähe des Banatit krystallinisch sei, bei grösserem Abstände davon aber seine Krystallinität verliere und in gewöhnlichen amorphen Kalk übergehe. Er gibt ein Profil der Kalksteinzone, von dem Thale genommen, durch welches der Weg von Bogsan nach Reschitza führt; dies ist das nämliche Thal, das vom Berzava durchflossen wird und von gerade diesem Punkte habe ich durch Herrn Ingenieur C. Kukuk eine Probe Kalkstein bekommen, welche vollkommen krystallinisch war. Dieser Kalkstein ist zwar fein krystallinisch, aber doch kaum mehr feinkörnig, als der Kalkstein überhaupt an manchen Punkten in dem erzführenden Gebiete von Moravica und Dognacska ist; der einzige Unterschied ist der, dass derselbe nicht rein weiss ist, sondern etwas grau.

Den nördlichsten Theil der Kalkzone nördlich von Berzava, ebenso wie den südlichsten Punkt bei Kallina habe ich selbst nicht besucht, laut gütiger Auskunft vom Ingenieur C. Kukuk behält doch der Kalk sogar an diesen beiden Stellen seine krystallinische Beschaffenheit bei.

Mag man nun welche Ansicht immer über das geologische Alter des hier in Frage stehenden Kalkes hegen, so dürfte doch constatirt werden, dass derselbe (in voller Uebereinstimmung mit den oben citirten Karten) längs der ganzen Ausdehnung der Zone krystallinisch ist und dass v. Cotta's Angabe, dass er in amorphen dichten Kalkstein übergehe, nicht mit den wirklichen Thatsachen stimmt. Es muss hier im Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass krystallinischer Kalk-

stein, der durch sein geognostisches Auftreten auf's Engste mit den krystallinischen Schiefen verbunden ist, an mehreren Stellen im Banat bekannt ist. Einen solchen erwähnt Tietze vom Oraviczathale und von Drenkova und Kudernatsch<sup>1)</sup> von einem Seitenthale des Schopoterthales, durch welches der Weg von Berzazka zur Donau führt. An etlichen Stellen sind diese Kalkeinlagerungen von Eisenerzen begleitet, wie z. B. bei Ruszkberg nahe an der siebenbürgischen Grenze.

### Die Lagerarten.

Wir gehen nun zur Schilderung der bemerkenswerthen Rinde von Lagerarten oder Lagerbildungen über, welche die Kalkzone umschliesst und welche ihrerseits Erze enthält.

Es liegen diese Lagerarten mithin an der Grenze von Kalk und den umliegenden Gesteinen.

Diese bestehen zum grössten Theile aus krystallinischen Schiefen und zum Theile aus Quarzdiorit. Es mag hier gleich bemerkt werden, dass sich die Lagerarten hinsichtlich ihrer Vertheilung und Mächtigkeit unabhängig davon zeigen, ob sie an krystallinische Schiefer oder an den eruptiven Diorit grenzen. Solches geht deutlich bei einem Blicke auf die Karte, sowie aus den Profilen hervor.

Was die Mächtigkeit dieser Lager betrifft, so ist dieselbe recht wechselnd; die Karte zeigt, dass sie sich im Allgemeinen bis zu 20 bis 40 Meter beläuft und ausnahmsweise, wie nördlich und südlich von Arpad, bis 300 Meter. Diese exceptionelle Mächtigkeit ist jedoch nur scheinbar, indem das Lager hier ein sehr starkes Fallen hat (circa  $30^\circ$  vom Horizont), wodurch die wirkliche Mächtigkeit ungefähr  $300 \sin 30^\circ = 150$  Meter wird. An einigen Stellen scheinen die Lagerarten gleichsam die Kalkzone zu verdrängen und zu ersetzen, z. B. bei Theresia, was ebenfalls mehr auf Schein beruht und davon herrührt, dass Erosion den grössten Theil der Kalkmasse entfernt hat, so dass man sich auf dem Grunde der Mulde befindet, die selbstverständlich von Lagerarten eingenommen ist.

Betreffs der Ausdehnung der Lagerarten in der Streichungsrichtung sagt v. Cotta — der Einzige, der hierüber etwas mittheilt — im Verein mit seiner Angabe, dass der Kalk von krystallinischem in dichten Kalkstein übergehen solle: „Ebenso verschwinden allmählig die übrigen Contacterscheinungen; zuerst die Granat-, Grammatit- und Strahlsteinbildungen, später die Anhäufungen von Schwefelmetallen, zuletzt auch die Brauneisenerze. Immerhin reichen selbst die eigentlichen Contacterscheinungen weiter, als man erwarten sollte.“ Um diese Angabe zu vervollständigen und zugleich in etwas zu berichtigen, — denn für eine richtige Auffassung von der Genesis der Erz- wie der Lagerartbildung ist sie nicht ohne Bedeutung — sei Folgendes hinzugefügt: Die Lagerarten setzen sich unverändert an Beschaffenheit und hauptsächlich aus Granat, Pyroxen und Amphibolarten bestehend, im S. bis zur Auroragrube fort, die ungefähr 5 Kilometer SW. von Dognaeska und 3 Kilometer vom Endpunkte der Kalkzone bei Kallina liegt. Südlich davon tritt zwischen dem Kalke und den Schiefen ein

<sup>1)</sup> Geol. d. Banater Gebirgszuges. S. B. W. Ak. 1857.

Lager verwitterter Mineralbestandtheile auf, eine Art Bolus von einigermaßen unbestimmter mineralogischer Natur, der aber doch deutlich die Stelle der Lagerart einnimmt. Das Lager enthielt hier und da Brauneisenstein, obgleich nicht in so grosser Menge oder so gesammelt, dass er neben den mächtigeren und reicheren Magnetiterten im Centrum des Gebietes von irgend praktischem Werthe sein kann. Auch grössere Partien von Magnetit und Hämatit kommen vor, letzterer bei Kallina an der südlichsten Spitze der Kalkzone in bedeutenderer Menge. Gänzlich gleichartig ist das Verhältniss in nördlicher Richtung. Da hören die eigentlichen, aus Granat und Pyroxen bestehenden Lagerarten ungefähr bei Ferendiathal auf; nördlich hiervon werden sie durch ein unreines bolusähnliches Verwitterungsproduct ersetzt, das mit wechselnder Mächtigkeit bis zur nördlichsten Spitze der Kalkzone bei Ezeres fortsetzt. Dieser Bolus enthält hier und da Brauneisenstein, jedoch in geringer Menge und allzu unrein, daher bis heute nicht abgebaut; z. B. bei Koldorf und Magura (im Norden von Berzava). Auch hier findet man verstreute Butzen von Magnetit und Eisenglanz im Lager.

Diese Umstände beweisen zur Genüge, dass die Lagerarten nicht an einen gewissen Theil der Kalkzone gebunden sind, sondern derselben ihrer ganzen Ausdehnung nach folgen, wenn sie auch von ungleicher Beschaffenheit an den verschiedenen Punkten sind. Der unreine Bolus, welcher kleinere Partien Eisenerze enthält, ist augenscheinlich eine mit den Lagerarten äquivalente Bildung, die aus Verwitterung der vorigen hervorgegangen ist; das wird um so klarer, je näher wir die Beschaffenheit der Lagerarten und der davon herrührenden Verwitterungsproducte, welche den Erzen in den Revieren von Moravica und Dognacska begeschlossen sind, betrachten.

Da diese Lagerarten eng mit den Erzen selbst verbunden sind, so ist es am geeignetsten, sie im Zusammenhange damit zu behandeln. Erst sei jedoch eine allgemeine Schilderung des mineralogischen Charakters der Lagerart vorangeschickt, unter dem Vorbehalt, bei der Beschreibung der verschiedenen Gruben die Abweichungen hervorzuheben, welche sich hier und da in ihrer Beschaffenheit zu erkennen geben. Hierbei sehen wir gänzlich von solchen mehr oder weniger seltenen Mineralien ab, welche Moravica und Dognacska für den Mineralogen zu so interessanten Lagerstätten machen, welche aber keinerlei Einfluss auf die Beschaffenheit des Lagers in seiner Totalität haben.

Die Mineralien, welche den erzführenden Horizont charakterisiren, sind, abgesehen von den Erzen selbst (Oxyde und Schwefelmetalle) Granat, mehrere Arten der Pyroxen- und Amphibol-Gruppen nebst deren Zersetzungsproducten in verschiedenen Stadien, ferner Epidot, Chlorit, Serpentin und Kalkspath.

Von diesen Mineralien verdient der Granat vor Allem unsere Aufmerksamkeit; er kommt dominirend längs grösserer Strecken des Lagers vor und bildet ganze Bergmassen von hunderten Metern Ausdehnung. Dabei muss jedoch bemerkt werden, dass nicht Alles, was bei Moravica und Dognacska Granatfels benannt wird, reiner Granat ist, sondern dass derselbe sich oft bei genauerer Untersuchung als intimes Gemenge von Granat mit Augit- und Amphibolmineralien erweist, oder als Granat

mit Epidot, oder auch als in seinen wesentlichsten Theilen zersetzter Granat.

Als Typen des frischen so viel wie möglich reinen Granat wählen wir eine Probe aus Theresia-Grube in Moravica und eine aus Dognacska.

Die Probe aus Theresia zeigt uns ein Gemenge von verschiedenen Mineralien, in welchen brauner Granat und Magnetit die deutlichst wahrnehmbaren sind. Ersteres Mineral macht die Hauptmasse aus und in dieser eingemengt finden sich unregelmässige Klümpchen und Körner, sowie auch randlich nicht scharf begrenzte Individuen von Magnetit. Der Granat ist gelbgrün; an einigen Stellen, wo er in individualisirten Körnern mit Krystallfacetten vorkommt, ist er gelbbraun. Er bildet mitunter kleine Drusenräume, gegen welche deutliche millimetergrosse Krystalle ausgebildet sind, angefüllt mit weissem Kalkspath. Der Magnetit erscheint theils in unregelmässigen Körnern von 1 und 2 Centimeter Durchschnitt mit feinkörnigem bis dichtem Bruch, theils in strahligen und blätterigen Partien, welche die Granatmasse durchkreuzen.

Makroskopisch können keine anderen Mineralien mit Sicherheit unterschieden werden. Im Dünnschliff kann man noch ein Amphibolmineral und Quarz wahrnehmen. Der Magnetit scheint zuerst entwickelt zu sein, denn er durchsetzt die übrigen Mineralien stengelartig. Diese Stengel sind von kleinen Krystallen mit deutlicher Begrenzung gebaut, welche die Formen  $\infty O \infty$  und  $\infty O$  zeigen; von den gröbereren Magnetitstengeln gehen häufig recht regelmässig angeordnete Zweige nach den Seiten aus. Auch diese bestehen aus Krystallaggregaten. Eine grosse Anzahl kleiner Magnetitkrystalle kommen losgelöst von den Stengeln und im Quarz oder Kalkspath schwimmend vor. Diese sind sehr gleichmässig entwickelt und haben dieselben Formen wie diejenigen, welche die Stengel gebildet haben. Der Granat, der durch und durch wohl individualisirt ist, kommt in grossen gerundeten Körnern mit Andeutung von Krystallconturen vor. Er ist stets ausgeprägt anisotrop und hat bisweilen sehr deutliche Zonenstructur. Mitunter kann man auch eine Eintheilung in Sectoren beobachten, von denen ein jeglicher gleichzeitig das polarisirte Licht auslöscht. Bei durchfallendem Lichte ist seine Farbe schwach gelb; gewisse Partien, die sich zonenartig geordnet zeigen, sind jedoch hochgelb und solche Zonen verhalten sich immer isotrop. Der die Hauptmasse ausmachende Granat ist um die Magnetitstengel herum ausgebildet, welche er zu einem Ganzen zusammenschliesst. Er ist frisch und zeigt kaum eine Spur von Verwandelung. Ziemlich sparsam kommt in der Granatmasse ein farbloses Amphibolmineral vor, in kurzen Stengeln mit feiner grauer Striirung und beginnender Zersetzung, längs den Streifen fortschreitend. Es ist in kurzen zusammengefilzten Stengeln ausgebildet, zeigt wenig lebhaft grauliche Polarisationsfarben und eine Auslöschung schief gegen die Längsrichtung. Augenscheinlich darf es als ein monoklines Amphibolmineral betrachtet werden. Der Quarz füllt die Zwischenräume zwischen den übrigen Bestandtheilen aus, er ist bemerkenswerth frei von Wassereinschlüssen, verhält sich aber sonst wie gewöhnlich. Er zeigt mitunter Krystallconturen gegen den Calcit, der also der jüngste ist und die übrigen mehr drusenähnlichen Räume ausfüllt.

Das Stück von Dognacska (wahrscheinlich von Grube Alfred) besteht aus einem, in der Hauptsache reinem körnigen Granat von braungelber Farbe mit einem Stich in's Grüne. Die Textur ist mittelkörnig; bisweilen entdeckt man ganz deutliche Krystalle von Millimetergrösse mit der dominirenden Form 202. In der Granatmasse ist ausserdem weisser Kalkspath enthalten, welcher die Höhlungen ausfüllt, ferner sieht man unregelmässige Körner eines dunkelgrünen, äusserst feinschuppigen, beinahe dichten Chlorit mit grünlich-weissem Strich, zahlreiche Schuppen und Platten von Eisenglanz, sowie Kuben von Schwefelkies. Im Dünnschliff ergibt sich eine hellgelbgefärbte Granatmasse, von vielen Rissen durchsetzt. Die Masse ist gut individualisirt. Beim ersten Blick kann man zwei ungleiche Ausbildungen des Granats unterscheiden, von denen die eine hochgelb, die andere heller gefärbt ist. Die erstere bildet die Kerne der grösseren Krystallindividuen, die von einer Schale der helleren Substanz umgeben sind. Im polarisirten Lichte wird der Unterschied noch deutlicher, indem sich die hochgelbe Granatsubstanz der Kerne als anisotrop zu erkennen gibt, die andere dagegen in der Hauptsache als isotrop. Die anisotropen Kerne haben eine ausgeprägte Zonenstructur und sind in Sektoren eingetheilt. Die Auslöschung ist parallel und winkelrecht gegen die Begrenzungen der Zonen; in der Form dieser inneren anisotropen Kerne lassen sich ohne Schwierigkeit  $\infty O \infty$  und  $\infty O$  erkennen; die umliegende isotrope Rinde und die kleineren nicht mit Kernen versehenen Individuen scheinen hingegen, so oft ihre Form überhaupt bestimmbar ist, aus 202 zu bestehen. Die Zwischenräume in der Granatmasse, die im Allgemeinen recht geringe sind, manchmal aber zu unregelmässigen Drusen anwachsen, werden von Kalkspath eingenommen.

Noch ist in Zusammenhang hiermit zu erwähnen, dass die Granatmasse um Rochus bei Oravica bei mikroskopischer Untersuchung sich als identisch erweist mit dem zuletzt beschriebenen Vorkommen von Dognacska. Der frische Granat von Rochus (hier findet sich auch wie bei Moravica viel decomponirte Granatfelsmasse) ist grünlichbraun an Farbe und bietet oft genug dem blossen Auge keine wahrnehmbaren fremden Bestandtheile. Er ist etwas porös, was ohne Zweifel zu seiner leichten Decomposition beiträgt, und von unregelmässigen Höhlungen durchzogen, in welchen der Granat auch makroskopisch Krystallbildung zeigt, immer mit der Form 202. Im Dünnschliff sieht man eine im Ganzen homogene, gelbe Granatmasse mit sehr klarer Individualisirung; diese tritt am besten längs der ritzenförmigen Höhlungen hervor, wo sich Drusen mit ausgeprägter Krystallisation befinden. Das Innere jedes Individuums enthält dunkelbraune opake, unregelmässig verzweigte Verunreinigungen. Die Farbe an dem äusseren Theile der Krystalle ist mehr schwachgelb und dieser Theil ist anisotrop, während die inneren dunkleren gelben Kerne isotrop sind.

Eine ausserordentlich deutliche Zonenstructur gibt sich in den äusseren anisotropen Theilen zu erkennen, welche auch im unpolarisirten Lichte als eine feine Streifung sichtbar ist. Die Form sowohl für die Zonen als die äussere Begrenzung der Krystalle ist 202. Die Auslöschung ist nicht parallel und normal gegen die Krystallecontouren.

Wir gehen nun zu den unreineren oder auch theilweise zersetzten Granatmassen über. Diese sind nicht leicht von einander zu unterscheiden, weil es sogar bei mikroskopischer Untersuchung Schwierigkeit bieten kann, zu unterscheiden, welche von den Bestandtheilen primär und welche aus Umwandlung des Granats hervorgegangen sind.

Zu Typen des mehr verunreinigten Granatfelsens wählen wir ein Paar Stücke aus Moravica. Das eine erscheint dem blossen Auge als hellgelbbrauner derber Granat mit mattem Bruch und geringem Glanz. In demselben sind dunkelbraune unregelmässige Drusen eines anderen sichtlich frischeren Granats mit Fettglanz eingeschlossen. Ungefähr ein Drittel des Stückes besteht aus einem hellen blauweissen oder grünweissen Mineral mit deutlicher Spaltbarkeit, welche auf eine Pyroxenart hinweist. Im Dünnschliff findet man, dass der hellere Granat in der Hauptsache isotrop ist, aber dicht besetzt mit kleinen doppelbrechenden Punkten, offenbar Zersetzungsproducten. Der dunklere Granat (im Dünnschliff stark gelb) ist dagegen frei von Zersetzungsproducten und vollkommen isotrop. Die Pyroxenart ist im Ganzen frisch, farblos, durch prismatische Spaltbarkeit und dagegen senkrechte Risse abgesondert. Sie zeigt sehr lebhaft Polarisationfarben und eine Auslöschung schräg gegen die Prismaspalten. Sie muss wahrscheinlich als heller Malakolit oder Salit charakterisirt werden. Ausser dem Kalkspath sind keine Bestandtheile mehr zu entdecken. Die zweite Probe enthält weniger von der genannten Pyroxenart, aber der Granat ist hier mehr in der Zersetzung begriffen, so dass keine frischen Partien unter dem Mikroskope wahrgenommen werden. Die Zersetzung gibt sich im Dünnschliff dadurch zu erkennen, dass die Granatmasse gleichsam mit kleinen doppelbrechenden farblosen Punkten gespickt ist, und makroskopisch dadurch, dass das Mineral seinen Glanz verliert.

Dass der Granatfels bei Moravica sehr geneigt zur Verwitterung ist, davon kann man sich bei einem Besuche in einem der Tagbaue überzeugen. Man sieht da, wie Gesteine, welche vor nicht sonderlich vielen Jahren angebrochen wurden, schon anfangen, zu Grus zu zerfallen. v. Rath erwähnt, dass das ursprünglich feste Gestein in einem durch Granatfels vor vier Jahren aufgeschlossenen Stollen so locker und mürbe geworden, dass man einen gewöhnlichen Stock 8—10 Centimeter tief hineinstecken konnte.

Wir wenden uns nun zu den Augit- und Hornblendemineralien, welche als wesentliche Bestandtheile in die Lagerart eingehen. Bei Moravica und Dognacska werden sie Tremolit genannt, unter welchem Namen man dort alle zu den Pyroxen- und Amphibolgruppen gehörenden Mineralien nebst deren Zersetzungsproducten zusammenzufassen scheint. Es muss hervorgehoben werden, dass die Pyroxenmineralien keine so unbedeutende Rolle bei der Zusammensetzung der Lagerarten zu spielen scheinen, als man bis jetzt angenommen. v. Cotta nimmt in seinem Verzeichniss nur Wollastonit auf, unter Hinzufügung, dass Malakolit stellvertretend dafür auftrate, aber aus dem Zusammenhange geht nicht hervor, ob er meint, dass diese Mineralien zusammen mit den Erzen auftreten, oder auf den übrigen Contact-

bildungen derselben Art, wie z. B. in Cziklowa. Marka<sup>1)</sup> nennt kein einziges Augitmineral in seinem Verzeichniss. Derjenige, welcher zuerst das Vorkommen von Augitmineralien in den Lagerartmassen erwähnt, scheint Szabo zu sein, der in seinem, hauptsächlich nach Vezely's Sammlung, aufgestellten Verzeichniss der Moravicamineralien einen verwitterten fassait-ähnlichen Diopsid von Delius-Mittelbau anführt, wo die Krystalle auf Magnetit aufsitzen.<sup>2)</sup> Dasselbe Vorkommen wird auch von v. Zepharovich<sup>3)</sup> erwähnt und näher beschrieben, welcher das Erscheinen von gleichartigen Augitmineralien auch auf Reichenstein und Carolus bezieht, sowie von derbem Pyroxen auf Theresia. Später hat v. Zepharovich eine Metamorphose einer manganhaltigen Pyroxenart<sup>4)</sup> beschrieben, die augenscheinlich dem Rhodonit von Delius-Tagbau nahe gestanden hat; er erwähnt auch ein natronitähnliches, ebenfalls aus Pyroxen hervorgegangenes Mineral von Krivan.<sup>5)</sup> Es ist v. Rath's Verdienst, darauf aufmerksam gemacht zu haben<sup>6)</sup>, dass das schwarze in grossen Massen bei Dognacska vorkommende Mineral, das dort die Erze begleitet, namentlich im Ferdinand-Erbstollen, und welches am Platze schwarzer Tremolit benannt wird, eine strahlige Pyroxenart ist. Wenn man dieses von v. Rath zuerst hervorgehobene Augitvorkommen ausnimmt, so sind die übrigen vorher bekannten von sehr localer Natur, und können keinen Anlass zu der Annahme geben, dass Pyroxenmineralien in bedeutenderer Menge in die Mineralmasse eingehen. Indessen scheint dies auf Grund einiger, hauptsächlich mikroskopischer, von mir angestellten Untersuchungen, doch der Fall zu sein.

Es ist in dem Obenstehenden schon sowohl aus der Beschreibung des frischen als des mehr verunreinigten zersetzten Granatfelsens dargelegt worden, dass derselbe nicht frei von Pyroxenmineralien ist, und dass die letzteren sich bisweilen auf ein Drittel der Masse und darüber belaufen. In Folge des allgemeinen Verwitterungsgrades des Gesteins ist es meist sehr schwer, mit dem blossen Auge den dichten Pyroxen zu erkennen, der sich sozusagen in der Granatmasse verbirgt.

Dies ist in noch höherem Grade der Fall mit gewissen Varietäten der Lagerart, welche ihrer Hauptmasse nach aus dichtem hellen, Granatkörner enthaltenden Pyroxen bestehen. Hier hat der Granat, als das am leichtesten zu bestimmende Mineral, vornehmlich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und Veranlassung zur Benennung Granatfels gegeben, obgleich, wie eine mikroskopische Untersuchung an den Tag legt, Granat nur in untergeordneter Menge vorhanden ist.

Als Proben der dichten Varietäten von Augitarten wählen wir zwei Stücke von Moravica, welche beide mir vom Herrn Ingenieur C. Kukuk unter der Benennung „Granatfels“ zugestellt wurden. Das eine, dessen äussere Beschaffenheit eine beginnende Zersetzung zu erkennen gibt, ist in der Hauptmasse hellgrau, mit einem Schein nach grün, ohne Glanz, und von rauher unebener Fläche; der Bruch ist

<sup>1)</sup> Jahrb. geol. Reichsanst. 1869.

<sup>2)</sup> Földt. Közl. 1876. Eine Uebersetzung: „Die Eruptivgesteine von Moravica“ ist mir gütigst vom Uebersetzer S. Huss in Oravicza zugestellt worden.

<sup>3)</sup> Miner. Not. „Lotos“ 1877.

<sup>4)</sup> Miner. Not. „Lotos“ 1879.

<sup>5)</sup> Miner. Not. „Lotos“ 1883.

<sup>6)</sup> Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde.

dicht. Sowohl sein geringer Glanz als auch der rauhe Bruch und die Härte (ungefähr 5) besagen, dass man ein etwas zersetztes Gestein vor sich hat. In der Gesteinsmasse gibt es hier und da kleine unregelmässige Körner von braungelbem und dunkelbraunem Granat. Im Dünnschliff zeigt sich das Hauptmineral bei durchfallendem Licht farblos, von zahlreichen unregelmässigen Spalten durchkreuzt und von grauen opaken Zersetzungsproducten erfüllt. Grössere Stengel kommen mitunter mit prismatischen Spalten und schräger Auslöschung gegen die Längsrichtung vor. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft und das Mineral hat alle Eigenschaften eines körnigen Pyroxen. Es sieht aus, als sei der Granat von späterer Bildung, als das Pyroxenmineral, indem er die feinen Spalten ausfüllt und in Körnern auftritt, welche Krystallcontouren nach innen zeigen. Er ist grösstentheils anisotrop und zeigt eine ausgeprägte Zonenstructur, die inneren Kerne der Krystalle sind einigermassen isotrop und werden von doppelbrechenden Zonen mit der Form  $\infty O$  umschlossen, die Auslöschung innerhalb der Zonen steht parallel und normal gegen die Kanten. Der Granat macht ungefähr  $\frac{1}{3}$  des Ganzen aus.

Das andere Probestück von einem Gestein, das bei Moravica bisweilen grüner Granat genannt wird, ist dem Aeussern nach graugrün mit mehr oder weniger rein grünen Partien, deren Farbe auf das Vorhandensein von Pistazit hindeutet. Der Bruch ist dicht, die Härte bedeutend und keine Spur von Zersetzung zu sehen. Im Dünnschliff sieht man als Hauptmasse ein hellgelbes, doppelbrechendes Mineral, welches nicht undeutliche Spalten aufweist, von unregelmässigen Rissen durchsetzt, dabei vollkommen frisch und lebhaft polarisirend ist. Dieses Mineral ist offenbar ein monokliner Pyroxen. In demselben kommen eine Menge rechtlinig begrenzte, parallelogramm-gleiche Stücke eines unbekanntes Minerals (möglicherweise eines Amphibols) vor, das übrigens auch in grösseren nicht individualisirten Aggregaten auftritt. Es hat deutliche Prismaspaltung, ist farblos, zeigt lebhaft polarisirende Farben und schiefe Auslöschung gegen die Prismaaxe.

Das dritte Mineral kommt in runden Körnern in den beiden anderen vor, ist grüngelb bis rein grün, welches von den Schneidungsrichtungen abhängt, und zeigt den charakteristischen Dichroismus des Epidot. Die Epidotkörner sind bald zerstreut, bald dichter zu grünen Ansammlungen zusammengewachsen. Inwieferne er primär ist oder durch eine Verwandlung des Pyroxenminerals gebildet, geht nicht deutlich aus dem Vorkommen hervor.

Die dunkle strahlige Pyroxenart von Dognacska, welche v. Rath zuerst erwähnt hat, kommt dort meist an der westlichen Grenzzone vor, und zwar in so grossen Mengen, dass sie beinahe vollständig den Granat ersetzt. Im O. tritt dagegen ein Gestein auf, das mehr von Granat untermischt ist. Das fragliche Mineral ist dunkelgrün bis grün-schwarz und bildet grobstengelige Aggregate von mehr als 1 Decimeter Länge. Die strahlige Mineralmasse erinnert freilich ihrem Aussehen nach sehr an gewisse dunkle Amphibolarten, aber man kann sich durch Messung mit dem Reflexionsgoniometer an kleinen Spaltspalttern leicht davon überzeugen, dass das Mineral die Spaltwinkel des Augitprismas besitzt. Dasselbe Resultat geht bei Untersuchung im Dünnschliff hervor.

Das Mineral zeigt sich bei durchfallendem Licht stark grün mit klaren Prismaspaltungen und ziemlich unregelmässigen Querspalten. Ungeachtet der starken Absorption ist nur ein sehr schwacher Dichroismus wahrnehmbar, der offenbar auf die Pyroxengruppe hinweist. — Die hier angeführten Umstände legen an den Tag, dass Pyroxenminerale allgemeiner in den Lagerarten vorkommen und als wesentliche Bestandtheile in deren Zusammensetzung eingehen. Die krystallisirten Varietäten, welche selten sind, lenkten die Aufmerksamkeit zuerst auf sich, während man die dichten oder krystallinischen Varietäten entweder ganz übersah oder sie mit Amphibol verwechselte. Zieht man in Erwägung, dass, wie wir zeigten, dichte Pyroxenvarietäten in beträchtlicher Menge in die Zusammensetzung des Granatgesteins eingehen, sowie dass der schwarze grobstrahlige Pyroxen eine dominirende Ausbreitung in der westlichen Strecke des Dognacska-Gebietes, wo eigentlicher Granatfels vermisst wird, hat, so ist man wohl berechtigt, anzunehmen, dass die Pyroxenarten, was die Quantität betrifft, in gleich grosser oder grösserer Menge als die Amphibolarten in der Lagerart vorhanden sind.

Dass die Pyroxenarten keinem bestimmten Theile der Lagerstrecke angehören, wird dadurch bewiesen, dass sie von Krivan an (am nördlichsten Endpunkte des Erzgebietes), wie es die von v. Zepharovich beschriebene Metamorphose darlegt, bis an den südlichen Theil des Dognacska-Gebietes vorkommen. Sie sind folglich für die Lagerartbildung in ihrem Ganzen bezeichnend, wenn sie auch in recht ungleichen Formen an den verschiedenen Punkten erscheinen. Eigenthümlich und bemerkenswerth an diesen Augitarten ist deren Geneigtheit zur Zersetzung, wobei dieselben Anlass zu mannigfachen Metamorphosen geben. Diese Eigenschaft haben sie übrigens mit dem Granat sowohl als den Amphibolarten dieses Gebietes gemein.

Noch dürfen wir nicht unerwähnt lassen, dass ein zu den Augitmineralien gehöriges Mineral, welches als Contactmineral „par préférence“ bezeichnet zu werden pflegt, nämlich der Wollastonit, gänzlich in den Lagerarten fehlt; wenigstens ist es weder in Marka's, noch Szabo's genannten Verzeichnissen aufgenommen und wir haben dasselbe gleichfalls nicht auffinden können.

Zu den Amphibolarten übergchend, können wir uns ganz kurz fassen, da dieselben, im Gegensatz zu den Augitmineralien, schon lange die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben und auch von Allen genannt werden, welche über diese Vorkommen sich schriftlich ausgelassen haben. Es sind verschiedene Arten, die in ansehnlicher Menge in den Lagerarten vorkommen, zunächst helle, beinahe weisse oder blassgrüne (Tremolit oder Grammatit), wie sie v. Zepharovich und Szabo näher beschrieben; dann dunklere Arten von graugrüner Färbung, welche zum Actinolit gerechnet werden können. Schwarze Hornblende habe ich nicht wahrgenommen oder als hier vorhanden angegeben gefunden. Die sehr feinfädigen, zum Theil verwitterten Varietäten, die Asbest genannt werden, erscheinen zahlreich bald in langstrahligen Massen, bald in radialstrahligen Aggregaten mit sphärischer Absonderung.

In engem Zusammenhang mit den Amphibolarten scheint das Vorkommen von Serpentin zu stehen, der ab und zu angetroffen

wird. Dieser ist entweder derb und dicht oder strahlig; im letzteren Falle ermöglicht seine Textur eine Entscheidung, von welchem Mineral er abstamme. Einen dichten gelbgrünen Serpentin habe ich in grosser Menge bei Theresia gesehen, wo er mit Magnetit auftritt. Szabo und v. Zepharovich erwähnen einen dichten ölgrünen Serpentin vom Jupiter-Tagbau, der in Verbindung mit radialstrahligen Sphäroiden eines serpentinisirten Tremolit steht; diesen habe auch ich wahrgenommen. Zu den Serpentinarten können sonst auch noch die unvollständig untersuchten Arten von Bergkork und Bergleder gezählt werden, die an mehreren Stellen unter den Lagerarten angetroffen werden (z. B. in Theresia). — An vielen Stellen stösst man auf Epidot, und zwar in so beträchtlicher Menge, dass man ihn als Lagerart nicht übersehen kann. Wir haben schon gesehen, dass derselbe in eine Mischung mit Pyroxen eingeht und der Gesteinsmasse eine pistaziengrüne Farbe mittheilt. In diesem Falle ist er dicht und feinkörnig, aber er kommt auch in strahligen, reinen Aggregaten an mehreren Stellen im Moravica- und Dognacska-Gebiete vor, z. B. im Theresia-Zubau zusammen mit Magnetit. Dies Vorkommen ist ganz identisch mit denen, welche man von manchen schwedischen Eisengruben (u. A. Persberg und Nordmarken) kennt. Ob nun aber der Epidot dieser und ähnlicher Vorkommen als ein primäres Mineral angesehen werden muss oder als ein Product von Verwandlung des Augits und der Hornblende, kann erst durch zukünftige Untersuchungen entschieden werden. Indessen scheint es annehmbar, dass wenigstens die dichte, mit Pyroxenmineralien untermischte Epidotmasse eine secundäre Bildung ist.

Chloritmineralien trifft man an etlichen Stellen in nicht geringer Menge an. v. Cotta führt unter den Mineralien von Dognacska auch Chlorit an. Marka sagt, dass Chlorit gerne zusammen mit Quarz an den äusseren Begrenzungen der Gangarten vorkommt und hier und da 2—6 Meter mächtige Lager zwischen diesem und dem Glimmerschiefer bildet. Dieses Vorkommen ist offenbar genau dasselbe, wie die Chloritschalbildungen, welche so häufig in den schwedischen Eisengruben auftreten. Ich habe persönlich beobachtet, wie die Erzstöcke, welche in St. Archangel gerade exploitirt wurden, von Schalbildungen aus Chloritmineralien begrenzt waren. Der Chlorit erscheint bisweilen vermengt mit Magnetit, in dem er blätterige und undeutliche Aggregate bildet. Mitunter kommt er auch krystallisirt in hellgrünen grossen Tafeln vor mit hexagonalem Umkreise und von genau derselben Beschaffenheit wie gewisse Chloritarten, z. B. Tabergit von den schwedischen Eisengruben.

Was das Vorkommen von Kalkspath angeht, so kann angeführt werden, dass derselbe theils als grössere Spathmassen unter den übrigen Bestandtheilen, theils in kleineren Drusen als Krystalle von ungleichen Formen auftritt, welche näher von v. Zepharovich und Szabo beschrieben wurden. Der in dem Lager vorkommende Kalkspath darf nicht mit den grossen krystallinischen Kalkmassen verwechselt werden, die im Allgemeinen frei von Erzen sind. Den Kalkspath begleitend kommen auch andere Carbonate, wie Braunspath, Eisen- und Manganspath vor. Quarz tritt nicht in so grosser Menge auf, als dass er Einfluss auf die Natur der Lagerart oder der Erze hätte; quarzhaltige Eisenerze scheinen durchaus nicht vorhanden zu sein.

In diesen mithin hauptsächlich aus Granat, Pyroxen- und Amphibol-mineralien, Epidot, Chlorit, Serpentin sammt einigen Carbonaten zusammengesetzten Lagerarten, finden sich die Erze eingelagert. Dieselben bestehen zuerst aus Magnetit, Roth- und Brauneisenstein, ferner aus Schwefelmetallen, als Kupferkies, Buntkupfererz, Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit. Als Secundärproducte erscheinen theils einige Manganmineralien, welche zweifelsohne vom Mangangehalte in den Eisenerzen herkommen, wie Pyrolusit und Wad, ferner Kuprit und Brauneisenstein nebst den aus Zersetzung von Schwefelmetallen hervorgegangenen Malachit, Azurit, Cerussit, Anglesit, Zinkgalmey. Als mineralogische Seltenheiten trifft man auch Kupferwismuth, Wismuthglanz und Antimonglanz an.

### Die Erze.

Wir werden nun, auf eigene Erfahrungen und Wahrnehmungen gestützt, einige der wichtigsten Erzlagerstätten durchnehmen. Die hier gemachten Angaben beziehen sich also nur auf das, was in den verschiedenen Gruben zur Zeit meines Besuches daselbst Anfang August 1883 wahrgenommen werden konnte. Wir beginnen bei dem nördlichsten Punkte, und begeben uns von da südwärts längs der erzführenden Zone. Wie schon erwähnt, ist diese Zone durch drei Unterbrechungen in vier Abtheilungen getheilt; von denen die beiden nördlicheren nur Eisenerze enthalten, die dritte sowohl Eisenerze, als auch Kupfer, Blei und Zink, die letztgenannten Metalle aber hauptsächlich an den Schwefel gebunden; der südlichste Theil führt fast ausschliesslich solche Schwefelmetalle.

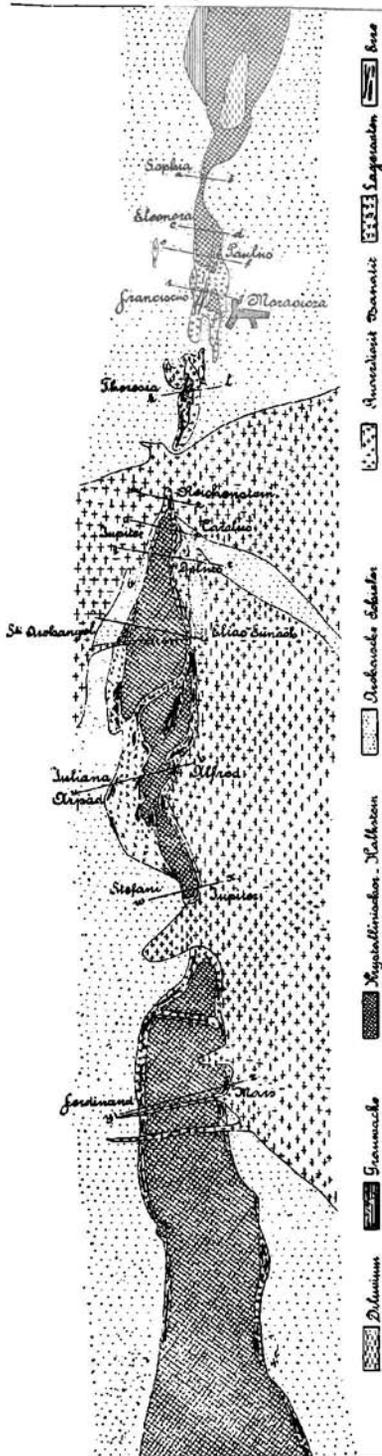
Die nördlichste Abtheilung (vergl. umstehende Karte und Profile) enthält die Gruben Sofia, Eleonora, Paulus, Franciscus und Ignatius.

Paulus. — Diese Grube liegt 1400 Meter entfernt von der Grenze des Diorit. Das umgebende Gestein ist hier fast ausschliesslich Kalk. Nur kleinere Partien von granatischer Lagerart kommen mit den Erzen vermischt vor. Der Kalk ist feinkörnig krystallinisch, marmorähnlich und in frischem Bruche weiss. Der Luft ausgesetzt wird er rothbraun von Eisenoxydhydrat.

In dem feinkörnigen Kalksteine kommen metermächtige Gänge von äusserst grobkrystallinischem reinen Kalkspath vor; gleichfalls treten schmalere Gänge von krystallinischem Magnetit auf, welche deutliche Spaltausfüllungen darstellen mit einer Mächtigkeit von Papierdicke bis zu einigen Centimetern. Diese geben interessante und unzweideutige Beweise ab für die Bildung des Magnetit aus Lösung.

Die Hauptmasse des Erzes tritt in 3—5 Meter mächtigen, sehr unregelmässigen und sich schlängelnden Lagern auf; mehrere solcher kommen mit einander gleichlaufend vor und parallel mit den Grenzen der Kalksteinzone orientirt. Eins dieser Lager besteht aus sehr manganhaltigem Magnetit. Ob diese mit einander parallelen Erzpartien als Falten eines und desselben Lagers aufgefasst werden dürfen, oder als getrennte Lager, darüber gaben die Verhältnisse keinen sicheren Aufschluss. Ausserhalb der reicheren magnetitführenden Strecken kommt mit Granat und Kalk vermengter Magnetit vor, wo das Erz in offenem Tagebruch abgebaut wird; dieser Bruch nimmt eine Fläche

Fig. 1.



von 4000 Quadratmeter ein. Südlich von Paulus ist der Kalk eine lange Strecke verschwunden, und von Lagerarten, welche wieder Erze enthalten — diese werden auf Franciscus und Ignatius gebrochen — ersetzt. Einige grössere Linsen von Kalkstein sind in die Granatmasse eingeschlossen.

Franciscus. Diese Erzlagerstätte unterscheidet sich von der vorigen wesentlich dadurch, dass das Erz Eisenglanz und Brauneisenstein statt Magnetit ist. Das Erz bildet einen aus mehreren Linsen zusammengesetzten Lagerstock mit  $45^{\circ}$  Fallen nach Osten; die Grösse des blossgelegten ist 120 Meter nach der Länge und 70 Meter nach der Breite; die Dimensionen nehmen gegen die Tiefe ab. Die kleineren Linsen, welche zusammen den Lagerstock bilden, haben dasselbe Fallen, wie dieser. Die Erze werden in einem einzigen grossen Tagbau mit Ausfahrtsorten auf verschiedenen Niveaux nach Westen abgebaut.

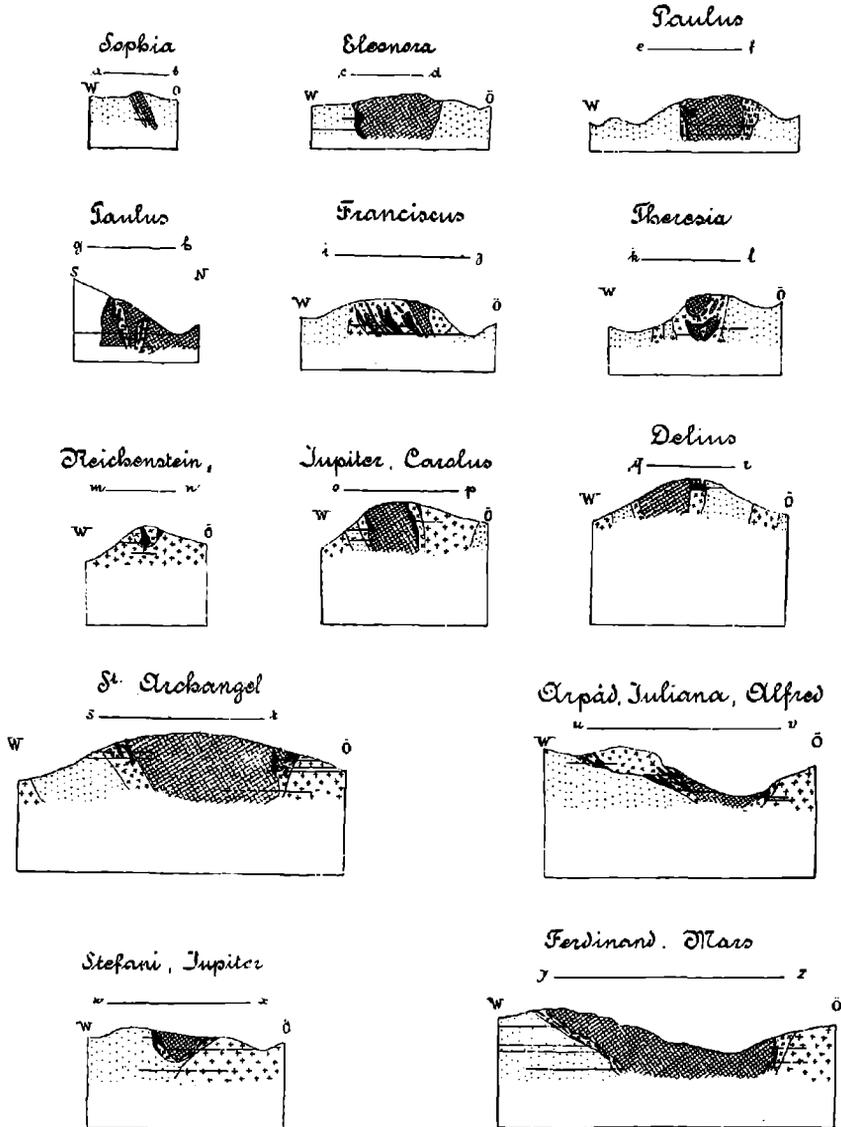
Der Eisenglanz erscheint dicht und krystallinisch, bisweilen aber etwas porös, er scheint leicht in Brauneisenstein überzugehen. Gegen die Begrenzungen der Erzlinsen ist mehr Brauneisenstein, in der Mitte frischerer Eisenglanz. Mitunter kommt deutlich gestreifter und geschichteter Blutstein vor, welcher stark an die bekannten Blutsteine von Norberg und Stripa in Schweden erinnert, mit dem Unterschiede, dass die Ränder zwischen den Eisenglanzlagen nicht aus Quarz, sondern aus Granat und Kalk bestehen.<sup>1)</sup>

Ein ebensolches gestreiftes und kalkhaltiges Eisenerz kommt in Bäljöberggrube, ganz in der Nähe vom Kallmorafelde in Norberg, Westmanland, vor.

<sup>1)</sup> v. Cotta führt von der Theresiagrube ein ebensolches Eisenerz an; er nennt es: „gebändertes oder getigertes Magneteisenerz, bestehend aus, im Querbruch bandstreifigen, wechselnden Lagen von Magneteisenerz und Granat oder körnigem Kalksteine.“

Die Lagerart besteht aus braunem Granat und dunklen Augitarten (fälschlich „Tremolit“). Zu beiden Seiten sind die Lagerarten von archaischen Schieferen umgeben; an einem Punkte bei der Grenze derselben tritt ein Dioritmassiv auf.

Fig. 2.



Die zweite Abtheilung, welche nur eine, nämlich die Theresia-grube enthält, fängt 200 Meter von der Südspitze der Granatmasse an, die Franciscus einnimmt. Der Zwischenraum ist von Gneis und Quarzdiorit eingenommen.

Theresia ist in einem vollkommen isolirten Theile der Lagerarten gelegen, welche hier eine inselförmig begrenzte Kalksteinmasse umschliesst; sonstige kleinere Kalksteinlinsen kommen vereinzelt in den Lagerarten, deren Länge 700 Meter beträgt, vor. Die Betrachtung des Querprofils gibt eine deutliche Vorstellung von der muldenförmigen Stellung der Lagerart und darüber, wie der Kalkstein sich zu dieser verhält. Sie veranschaulicht zugleich, wie die Erze als kleinere Linsen auftreten, welche gewöhnlich der Grenze zwischen den eingeschlossenen Kalkpartien und den umgebenden Lagerarten folgen. Die Verhältnisse am Platze sind — wegen Biegungen und Zerstücklungen der ganzen Gesteinmasse<sup>1)</sup> — wenig übersichtlich; doch möchten dieselben im Ganzen genommen so aufgefasst werden können, wie es das Profil auf Fig. 2 veranschaulichen soll.

Die oberste umfangreichere Kalklinse ist sowohl an der östlichen als an der westlichen Seite von etlichen mehr oder weniger zusammenhängenden Erzlinen umgeben, welche dieselbe schalenförmig umschliessen. Diese Erze sind zum Theile durch Tagbau abgebaut worden. In grösserer Tiefe hat man durch Stollen mehrere gleichartige Kalklinsen angetroffen, welche nicht bis zu Tage fortsetzen, sondern vollständig von der Lagerart eingeschlossen sind. Diese Kalklinsen werden ebenso wie die grosse von Erzen begleitet, welche durch Querbruch abgebaut werden. Die Erze sind nicht scharf gegen die Lagerart begrenzt, sondern gehen in dieselbe über, wodurch ein Theil armer Erze entsteht, welche bisweilen im Zusammenhange mit den reicheren gebrochen werden.

Das Erz ist überall Magnetit; die Lagerart hauptsächlich Granat mit Augit und Hornblendarten. Mitunter kann man an Granatstücken aus dieser Grube eine ausgeprägte Streifung wahrnehmen, die durch dunkle Bänder von Magnetit — scharf und deutlich, obgleich stark gefaltet — hervorgerufen werden.

Südlich von Theresia ist die Kalk- und Lagerartzone von Neuem durch ein Thal unterbrochen, an dessen Grunde der Diorit wieder hervortritt. Am nördlichsten Ende des Moravicagebirges fängt die dritte erzführende Strecke an, welche nördlich von Quarzdiorit umschlossen wird. Dies Gestein kann man beinahe längs dem ganzen östlichen Contact verfolgen. Es sind hier, wie es die Karte veranschaulicht, zwei grosse Kalkinseln umgeben von einer Schale von Lagerarten und getrennt durch eine schief laufende Falte derselben. Von Reichenstein, dem nördlichst gelegenen Punkte an, befinden sich der Ostseite entlang folgende Magnetitgruben:

Carolus, Delius, Elias Ennoch, Peter und Paul, Blasius, Alfred, Mariahilf und Jupiter. Sonstige Gruben an derselben Seite sind: Bleistock (*Pb, Ag*), Simon Judas (*Cu*), Angelia (*Pb oxydirt*, nicht *Ag*-haltig). Die Mehrzahl dieser Gruben ist nicht in Betrieb. Verfolgt man von Reichenstein niederwärts die

<sup>1)</sup> Trotzdem sind die Lagerungsverhältnisse nicht ganz so „chaotisch“, wie v. Cotta sie beschreibt, wenn er l. c., pag. 72. sagt: „Die Kalksteinscholle ist hier vom Banatit zerstückt, und an ihrer Stelle hat sich ein buntes Chaos von körnigem Kalksteine, Granatfels, Magnetit-eisenerz, Banatit, Glimmerschiefer und Gemengen dieser Massen mit Eisenglanz, Kiesen und Kalkspath entwickelt.“

westliche Seite, so trifft man auf die Eisengruben St. Archangel, Lobkowitz, Arpad, Juliana und Bernhard, sowie auf die Kupfergruben Delius (auch *Zn*), Archangel, Juliana und Mariahilf. Auf der aus Lagerarten bestehenden Falte, welche die Kalkzone schräg durchschneidet, liegen Kiesstock (*Cu*, *Pb*) und Carolina (*Zn*).

Von allen diesen Gruben habe ich nur Carolus, Delius, St. Archangel, Juliana und Bernhard befahren, und über diese werde ich hier berichten.

Carolus und Delius. In diesen wurde, August 1883, an vier verschiedenen Stücken gebrochen, welche ziemlich starkes Fallen unter die Kalkmasse haben, die den Danieliberg, den höchsten Gipfel in der Nähe einnimmt. Das Streichen ist südlich, das Fallen bei sowohl jedem einzelnen Stock als bei dem Complex im Ganzen ist westlich. Die Lage der einzelnen Linsen im Verhältniss zu einander ist: „Schwanz an Schwanz.“ Die Dimensionen sind 18—24 Meter an Mächtigkeit und 30—50 Meter den übrigen Richtungen nach. Die Linsen liegen stets mit der flachen Seite gegen das Kalklager gewendet, ihre Begrenzungen gegen das Granatlager sind recht scharf. Das Erz ist grösstentheils Magnetit, aber im Ausgehenden kommt auch Brauneisenstein vor. Die Linsen werden meist durch Querbau abgebaut, jedoch auch im Tagbau.

Westlich von der Kalkzone, etwas südlicher als Delius, liegt St. Archangel. Die Lagerart hat hier nur 35 Meter Mächtigkeit. Einer der Erzstöcke, welche jetzt abgebaut werden, ist 8 Meter mächtig, 85 Meter lang, 60 Meter hoch. Die Längsaxe ist nahezu horizontal. Dieselbe wird von deutlichen Schalbildungen aus chloritähnlichen Mineralien begrenzt. Die Form ist entweder eine platte Linse oder ein Lager. Drei solcher Stücke daselbst bestehen aus Magnetit, der vierte enthält Eisenglanz. Sie liegen hinter einander in der Richtung des Streichens. Das Fallen ist unter den Kalk, also östlich sowohl für die Lagerarten als für die Erze und die ausserhalb liegenden Schiefer.

Arpad und Juliana liegen an der westlichen Strecke der Lagerart, welche hier die ungewöhnliche Mächtigkeit von 250 bis 300 Meter hat, die sie 700 Meter lang beibehält. Der Kalk dagegen hat bedeutend an Mächtigkeit abgenommen. Die gegenüber, nämlich an der Ostseite liegende Lagerart, welche die Grube Alfred enthält, ist weit schmaler. Der Kalk liegt hier im Thalabhang, nicht am Gipfel des Berges wie nördlich. Dieser wird hier von der mächtigen Granat-Amphibolmasse eingenommen. Diese ist insofern verändert, als sie nicht in überwiegender Menge aus Granat besteht, sondern mit Amphibolarten untermengt ist, welche ein äusserst zähes und hartes Gewebe bilden, das sehr an gewisse „Skarnlager“ bei Persberg, Långbanshyttan und in anderen schwedischen Eisengruben erinnern. In Juliana begegnet man hübschen, gelben Granatkrystallen, nach 202, welche dem Långbansgranat ähneln. Im nahegelegenen Alfred kommen gelbgrüne Granaten von der Form  $\infty O$  vor. Die Grube Arpad befindet sich im westlichen Rande des „Skarnlagers“, nahe an der Grenze der Schiefer. Sie ist jetzt nicht im Betrieb, aber laut Angaben auf einem Lager manganhaltigen Eisenglanzes von 1 Meter mittlerer Mächtigkeit gebaut. Am westlichen Rande des „Skarnlagers“, nahe der Grenze des Kalksteins

kommen die Erze, welche in Juliana zu Tage gefördert werden, vor. Sie bilden zusammen einen colossalen, beinahe aufrechtstehenden Magnetitstock von 18 Meter Mächtigkeit, der bis zu einer Tiefe von 70 Meter und einer Länge von 45 Meter bekannt ist. In der südlichen Fortsetzung von Juliana, und wesentlich gleich mit dieser, liegt die Grube Bernhard, ebenfalls an der Kalksteingrenze.

Wir kommen nun zu der vierten Abtheilung. Es ist schon erwähnt, dass die Lagerarten sich hier in mineralogischer Hinsicht von den nördlich davon vorkommenden unterscheiden. Die Eisenerze sind hier unbedeutend, sie bestehen fast immer aus Rotheisensteinen. An der Ostseite stehen die Gruben: Maximilian (Hämatit), Kalistus (Eisenglanz und Hämatit), Mars (Hämatit), Elisabeth (Hämatit) u. A. An der Westseite kommen fast ausschliesslich Schwefelmetalle vor, welche durch den König Ferdinand-Erbstollen abgebaut werden. Vom Johannisthal, das die Kalkzone quer durchschneidet, geht westlich der Eingang zum König Ferdinand-Erbstollen und selbiger erstreckt sich 2, 3 Kilometer in nördlicher Richtung längs des westlichen Lagerstriches. Er geht sogar hinan bis zu dem Punkte, wo die Kalkzone und die Lagerart zwischen den Gruben Maximilian und Jupiter durch Quarzdiorit unterbrochen werden. Mehrere Gruben auf dieser Strecke, wie Barbara, Elias Eliseus, sind durch Abbau mit dem Stollen vereinigt worden, der schon 1743 vollendet wurde. Eine Menge Grubenräume sind in demselben angelegt, von welchen noch etliche in Betrieb sind. Hier kommen durchaus nur Schwefelmetalle vor: Bleiglanz, Kupferkies, Blende. Die Erze treten in unregelmässigen Linsen auf und als Imprägnationen in der Lagerart, welche zu ihrem kleinsten Theile hier aus Granat besteht, vielmehr in der Hauptsache aus dem früher erwähnten dunklen Augitmineral. Das Lager fällt wie gewöhnlich gegen O. unter den Kalkstein ein. Die Mächtigkeit der Lagerarten ist auf dieser Strecke 20—100 Meter. Wie gewöhnlich hat man im Hangenden Kalkstein, im Liegenden Schiefer.

In einem der Arbeitsräume, welche ich befahren habe, befindet sich ein Lager von ganz hellem Strahlstein in dem dunklen Augit, durch besonders gut ausgebildete schwarze Chloritschalen begrenzt, sowohl im Hangenden als im Liegenden. Dies Lager wird ganz und gar gebrochen, da es reich an Erzen ist. Uebrigens kommen auch Schwefelmetalle in dem dunklen Augit vor, obgleich mehr sporadisch. Im Kalkstein sind keine Erze vorhanden, wohl aber werden kleinere Linsen von Kalkstein, bisweilen von einer Ansammlung des umliegenden Erzes begleitet, in der Lagerart eingeschlossen; dieser Umstand kann mit dem Eisenerz-Vorkommen, das man in den Kalklinen um die Theresiagrube angetroffen hat, analog gehalten werden. Zwei Gänge des Quarzdiorit durchsetzen sowohl den Kalk als die Lagerarten; sie sind fast parallel mit einander, ungefähr 5 Meter mächtig und gehen beinahe senkrecht gegen das Hauptstreichen. Ihr Fallen ist  $60^{\circ}$  von der Horizontalebene gegen N. Laut Angabe sollen sie eine Ansammlung der Erze verursachen, wo sie dieselben durchsetzen; aber wo sie durch den Kalk gehen, ist kein Erz oder irgend eine Lagerart zu entdecken. Es ist gut sichtbar, wie der Quarzdiorit am Contacte mit dem Kalkstein bedeutend feinkörniger als gewöhnlich, ja beinahe vollkommen dicht ist.

Zur Vervollständigung dieser Beschreibung über die wichtigsten Erzlagerstätten seien einige Angaben über einige schon ausgebaute Gruben mitgetheilt, zum grössten Theile „Castel's Mémoires“ entlehnt.<sup>1)</sup> Sie betreffen hauptsächlich die Vorkommen von Schwefelmetallen innerhalb der beiden südlichen Felder, die ich weniger Gelegenheit zu studiren hatte.

Bleistock, während der Jahre 1848—1849 abgebaut, bestand in seinem oberen Theile aus ziemlich reinem Bleiglanz (im Allgemeinen 50 Procent Blei und  $\frac{1}{4}$  Procent Silber). Auf niedrigerem Niveau ging das Erz in Cuprit über mit einem mittleren Gehalte von 4—5 Procent Kupfer. Die Grösse des unregelmässig begrenzten Stockes, der am Contacte zum Kalkstein belegen war, machte 30 Meter an Höhe aus, 10 Meter in der Streichungsrichtung bei einer mittleren Mächtigkeit von 4 Meter. Er zeigte eine Ergiebigkeit von 3000 Meter Erze. Gegen die Tiefe nahmen seine Dimensionen ab und er hörte auf wegen Unterdrückung durch die Lagerart.

Simon Judas ist einer der grössten Erzstöcke, welche man von diesen Gruben kennt. Sein Abbau dauerte über 40 Jahre von 1740—1784. Er bildete eine fast vertical gestellte Erzmasse von 120 Meter Höhe und einer mittleren Mächtigkeit von 25 Meter. Sein Hangendes wurde durch das Kalklager und sein Liegendes von den krystallinischen Schiefen gebildet. Das Erz bestand aus Kupferkies, buntem Kupfererz und Kupferglanz, sämmtlich schwach silberhaltig. Er war mit Granat untermengt und durch diesen niederwärts mehr und mehr geschwächt.<sup>2)</sup> Es ist nicht ohne Interesse, dass diese enorme Kiesmasse zum Theile in der Falte der Lagerart, welche wir oben angeführt haben, liegt.

Dies Verhältniss muss wahrscheinlich aus dem Gesichtspunkte betrachtet werden, dass die anormale Mächtigkeit des Erzes durch das Zusammenpressen eines Lagers von gewöhnlicher Mächtigkeit entstanden

<sup>1)</sup> Mémoires sur les mines et usines métalliques du Banat. Annales des mines. 6, série 16, pag. 405, 1869.

<sup>2)</sup> v. Born, welcher diese Gruben 1774 befahren hat, gibt in seinen „Briefe über mineralogische Gegenstände auf einer Reise durch das Banat“ eine besonders anschauliche Schilderung über Simon Judas, wovon wir Folgendes mittheilen: „Das Stockwerk selbst, wenigstens der über der neunten Sohle befindliche Theil, hat zu seinem Hangenden einen schuppichten weissen Kalk und zum Liegenden Schiefer . . . . . Bei meinem Eintritte in das Stockwerk ward ich durch einen prächtigen Anblick überrascht, der mir aber nach einer weiteren Ueberlegung ebenso grässlich schien, als er mich die ersten Augenblicke vergnügte. Die ganze Weitung dieser Grube war mit einer Menge Grubenlichter erleuchtet, die Arbeiter aber standen oder vielmehr hingen auf den hervorragenden Streifen oder Kränzen des reichsten buntfarbigen Kupfererzes und gewannen die noch übrigen Erze. Das Stockwerk hat fast eine Eigestalt, die oberste oder erste Ebensohle hat 3—4 Klafter in der Weite, welches sich nach und nach mehr ausbreitet, so dass es auf der neunten Ebensohle 26 Lachter in der Länge und 20 Lachter in der Breite enthält. Die Erze liegen hier in einer so dichten Masse beisammen, dass man nur wenig taube Gangart aushalten und wahrnehmen kann. Aus dieser Ursache sind die übrigen Bergfesten und die Treppen, auf welchen man der ersten, zweiten, dritten und neunten Ebensohle, die noch im Gange stehen, obgleich auch solche hie und da nur ein oder zwei Schuh stark sind, steigt, aus den schönsten bunten Kupferkiesen gehauen. Die dazwischen einbrechenden Gangarten sind feinkörniger, weisser, auch schuppichter Kalkstein, Kalkspath, weisser Achat mit rothen und schwarzen Flecken und gelber, auch schwarzer, körniger Granatstein.“

ist. Eine solche Zusammenschiebung folgt oft der Bildung grösserer Falten, und man hat an mehreren schwedischen Eisengruben Gelegenheit zu beobachten, dass die bedeutendsten Mächtigkeiten bei dem Erze da vorkommen, wo scharfe Lagerbiegungen sind. Castel, der die aus Granat bestehenden Lagerarten als intrusive Bildungen betrachtet, meint, dass der Erzstock von einem granatführenden Gange durchsetzt ist und fügt hinzu: „Dont la présence n'est sans doute pas étrangère a l'enrichissement du stock cuivreux.“

Als Beweis dafür, von welcher wechselnden Zusammensetzung die Erze hier erscheinen, kann die auf der schon mehrmals erwähnten Falte belegene Grube Carolina angeführt werden. Dieselbe führt insonderheit Zink in der Form von Carbonaten, Sulfaten und Silicaten. Der Erzstock hatte die Form eines Trichters mit 40 Meter Ausdehnung an der Tagfläche; gegen die Tiefe war sie weniger reichhaltig. Dies Erz, das 5000 Metercentner metallisches Zink gab, wurde in den Jahren 1806 bis 1847 gewonnen. Ganz nahe bei Carolina liegt Kiesstock ebenfalls auf der nämlichen Falte. Diese Grube enthält hauptsächlich Kupferkies, nebst Bleierzen, theils in oxydirtem Zustand, theils als Schwefelmetalle, eingeschlossen zwischen Magnetit und einem mächtigen Lager eines kupferhaltigen Magnetkieses.

#### Der Quarzdiorit.

Bis jetzt haben wir blos beiläufig das eruptive Gestein, welches mehrfach und dann in grossen Massiven in dieser Gegend gefunden wird, erwähnt. Der Grund, weshalb wir die Behandlung desselben bis zuletzt aufgespart haben, liegt darin, dass es eine abnorme Lagerung einnimmt, wie Eruptivgesteine es ja im Allgemeinen zu thun pflegen und weil es jünger als die übrigen Gesteine ist.

Betrachten wir auf der „Geologischen Karte der Banater Domäne“ die Ausbreitung dieses eruptiven Gesteins, so finden wir, dass es, im Grossen gesehen, ein zusammenhängendes Massiv bildet mit der Längenausdehnung in NO.-Richtung, aus der Gegend südlich von Dognacska reichend bis Deutsch- und Roman-Bogsan, mithin längs einer Strecke von 13·7 Kilometer. Nördlich hiervon befindet sich ein noch bedeutend grösseres Massiv desselben Gesteins, welches auf der Karte nur durch die Tertiärbildungen, die sich in das Flussthal der Berzava erstrecken, sammt den Alluvial-Ablagerungen desselben Stromes von dem ersteren getrennt ist. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass diese beiden Massive eigentlich ein einziges bilden.

Nur der erstgenannte kleinere Theil dieses grossen Massivs steht in directer Berührung mit den Erzlagerstätten oder mit der Kalkzone. Da nun die Streichungsrichtung des Eruptivgesteins mit ganz geringer Abweichung gerade nördlich ist, diejenige der Kalkzone dagegen N. 25 O., so ist es offenbar, dass der Schneidungswinkel ziemlich spitz ist, und sie kommen eine ganze Strecke lang mit einander in Berührung. Der Schneidungspunkt liegt etwas südlich vom Dorfe Moravica. Aus der dieser Abhandlung beigefügten Karte ersieht man weiter das beim ersten Blicke eigenthümliche Verhalten, dass nämlich nicht, wie man geneigt wäre zu vermuthen, das eruptive Gestein die Kalkzone durchbricht, sondern vielmehr die Kalkzone den Quarzdiorit quer durch-

schneidet und ihn so in zwei Abtheilungen theilt. Aber aus der genaueren Betrachtung der Karte oder noch besser einiger der Profile, geht deutlich hervor, dass die Kalkzone nur scheinbar den Quarzdiorit schneidet, indem dieser letztere sozusagen unter die erstere taucht, und dass folglich eine unterirdische Verbindung zwischen den ungleichen Theilen der Eruptivmasse vorhanden ist. Dies ergibt sich z. B. aus dem Umstande, dass die Erosionsthäler, welche die Kalkzone durchschneiden, also jenes der Moravica und das, welches Theresia von Reichenstein trennt, und schliesslich „Pauli Bekehrungs-Thal“, an ihrem Grunde das eruptive Gestein aufweisen. Die Profile über Reichenstein, Jupiter und Carolus zeigen den unterirdischen Zusammenhang zwischen den zu beiden Seiten der Kalkzone auftretenden Massen direct; in jenem liegt die Kalkzone nur von ihren Lagerarten umgeben direct auf dem eruptiven Gestein, in diesem ist zwischen dem Kalk und dem Quarzdiorit ein Lager von Gneiss eingeschoben. Ein noch südlicheres Profil über St. Archangel und Elias-Enoch zeigt auch, wie der Quarzdiorit an der Ostseite dicht an der Kalkzone liegt, an der Westseite dagegen von ihr durch ein Gneisslager getrennt wird.

Es ist demnach das Eruptivgestein augenscheinlich eine Art Lagerstock, der sich im grossen Ganzen concordant mit den geschichteten Gesteinen ausbreitet, sie aber auch stellenweise durchsetzt und mithin an mehreren verschiedenen Niveaux unter ihnen auftritt. Den Quarzdiorit muss man also als eine colossale Injectionsmasse auffassen, die bei ihrem Vordringen sich den Weg längs den Richtungen des geringsten Widerstandes gebahnt hat, d. h. einigermaßen parallel mit der Schichtstellung. An der Grenze zwischen dem Kalk und dem Gneiss ist offenbar ein Minimalwiderstand befunden worden, was sich daraus ergibt, dass gerade auf diesem Niveau eine beträchtliche Injectionsmasse auftritt. Daher erklärt es sich, dass ein Theil der Kalkzone direct auf dem eruptiven Gestein zu ruhen gekommen ist. In gleicher Weise, wie die Eruptivmassen sich zu der Kalkzone verhalten, zeigen sie sich auch gegenüber dem Gneiss. Die grösseren Gebiete des eruptiven Gesteins, welche sich nördlich und südlich seines Schneidepunktes mit dem Kalkstein befinden, müssen also als hauptsächlich in der Horizontalebene ausgebreitete Injectionsmassen, welche nach oben und unten zu von ziemlich flach liegenden Gneisslagern begrenzt sind, gedacht werden. Wahrscheinlich befinden sich die Eruptionsmassen in mehreren ungleichen Niveaux im Gneiss injicirt. Es hat folglich den Anschein, als läge das Massiv, das sich von Dognacska schnurgerade gegen N. erstreckt, auf einem anderen, augenscheinlich niedrigeren Niveau als dasjenige, welches dicht an der Ostseite der Kalkzone liegt, nämlich von Reichenstein im N. bis Calixtus im S. Diese beiden Massive werden durch eine schmale Gneisscholle — die parallel mit der Kalkzone liegt — von einander getrennt. „Glück-auf-Rücken“, wo Gneiss herrscht und die höchsten Punkte in der Gegend zunächst westlich der Kalkzone liegen, kann entweder als eine solche Gneisscholle angesehen werden, welche zwei Injectionsmassive trennt, oder auch wie der in der Kalkzone gelegene Danieliberg als ein von der Eruptionsmasse ganz und gar umschlossenes und auf dieser ruhendes Stück.

Im Ganzen genommen dürfte es überflüssig sein, darauf hinzuweisen, dass die Injection solcher Gesteinskörner wie diese, welche nun zu Tage gefördert erscheinen, in grosser anscheinlicher Tiefe vor sich gegangen und erst durch eine bedeutende Erosion blossgelegt worden ist. Dasselbe eruptive Gestein geht an anderen Stellen durch Schichten, welche unzweifelhaft dem Kreidesystem angehören und muss also während einer Periode, die nicht älter als die jüngste Kreide ist, hervorgezungen sein. Das Gebiet, wo jetzt Moravica liegt, war zu diesem Zeitpunkte wahrscheinlicher Weise von einigen oder allen den sedimentären Schichtsystemen bedeckt, welche sonst in den nahegelegenen Banater Bergen vorkommen, also von Bildungen, die dem Steinkohlen-, Dyas-, Lias-, Jura- und Kreidesystem angehören. Diese, welche zusammen eine höchst bedeutende Mächtigkeit repräsentiren, sind seitdem durch Erosion aus dem Wege geschafft worden. Inwiefern es innerhalb dieses Gebietes beim Empordringen des Gesteins zu wirklichen Eruptionen an der Oberfläche mit begleitender Ejection von Aschenmassen und Lavaströmen gekommen ist, darüber zu urtheilen fehlen uns alle Mittel; diese Frage ist auch bei unserer gegenwärtigen Untersuchung von geringerem Interesse. Die Hauptsache bleibt eine richtige Auffassung des abyssischen Verlaufes, unter dem diese Eruptionen entstanden sind; dadurch werden wir uns leichter eine Vorstellung von der Rolle derselben im Verhältniss zu den Erzlagerstätten machen können.

Eine vollständige Bekräftigung der eben gemachten Behauptung — wenn es überhaupt hier einer Bekräftigung bedarf —, dass diese Eruptivmassen sich in grosser Tiefe bildeten und abkühlten, liefert die Structur und die petrographische Beschaffenheit des Gesteins. Die mikroskopischen Untersuchungen, die ich an zahlreichen Proben dieses Gesteins sowohl von Moravica als von Dognacska angestellt habe, legen nämlich dar, dass das Gestein völlig krystallinisch ist und dass Glasbestandtheile darin durchaus fehlen. Dies Resultat stimmt übrigens gänzlich mit demjenigen überein, zu welchem Niedzwiezki<sup>1)</sup> und Szabo kamen. Wie bekannt, sind Eruptionen jüngerer eruptiver Gesteine stets durch Glassubstanzen zwischen den krystallisirten Bestandtheilen charakterisirt und folglich kann man, da hier das geologische Alter wenigstens nicht höher als cretaceisch ist, die völlig krystallinische Beschaffenheit nur durch die Annahme erklären, dass diese Eruptivmassen äusserst langsam und in bedeutender Tiefe abkühlten.

Die Beschaffenheit des Gesteins im Uebrigen ist innerhalb der kurzen Strecken in hohem Grade wechselnd. Im Allgemeinen ist die Structur granitoidisch, aber mitunter auch porphyrartig. Die Bestandtheile sind:

Trikliner Feldspath, Amphibol, Biotit und Quarz; ziemlich constant, wengleich untergeordnet, ist auch Orthoklas vorhanden, welchen Szabo nachwies. Accessorisch erscheint ein wenig Magnetit und Pyrit. Der Plagioklas ist laut Szabo's und Niedzwiezki's Untersuchung Andesin, der bald dem Oligoklas, bald dem Labrador näher kommt. In den mehr feinkörnigen und amphibolreichen Varietäten ist der Plagioklas mehr Oligoklas ähnlich, dieselben führen auch mehr Orthoklas als die übrigen, in welchen der Feldspath sich mehr dem

<sup>1)</sup> Jahrb. geol. Reichsanst. 1876.

Labrador nähert. Die letzteren Varietäten verwittern leichter als erstere. Bisweilen ist nämlich der Feldspath mehr oder weniger verwandelt, ja manchmal in so hohem Grade, dass wirkliche Kaolinisirung stattfindet. Das Gestein lässt sich dann mit dem Messer zerschneiden, wie z. B. in dem kleinen Massiv östlich von Franciscus. In dem auf solche Weise verwandelten Gestein sind nur Biotit und Quarz frisch.

Der Amphibol, welcher in den granitoidisch ausgebildeten Varietäten in Form dunkelgrüner, in Längsrichtung striirter kurzer Stengel vorkommt, findet sich in den porphyrischen Arten des Gesteins theils in der dichten Grundmasse, theils in Form grösserer Krystalle. Unter dem Mikroskop erscheint er nicht immer frisch, sondern häufig in kleinere Aggregate zerfallen. Mitunter gibt er auch dem Andesin Gelegenheit zur Epidotbildung.

Der Biotit ist im Schnitt nach  $\alpha P$  dunkelgrün, im prismatischen dagegen gelbgrün und stark dichroitisch. Er ist manchmal in regelmässigen hexagonalen Tafeln ausgebildet und zeigt keine Spur von Verwandlung. Quarz in unregelmässigen Körnern ist fast stets vorhanden.

Wie dies Gestein mit Recht genannt werden müsste und welches sein Platz in dem petrographischen System sei, darüber herrschten verschiedene Meinungen. v. Cotta fasste sämtliche Varietäten als „Banatit“ zusammen, bei welcher Benennung doch schwerlich irgend ein petrographischer Begriff festgehalten werden kann. An Ort und Stelle heisst das Gestein allgemein Syenit; allein der geringe Gehalt an Orthoklas im Vergleich zu dem überwiegenden triklinen Feldspath berechtigt kaum zu dieser Benennung. Niedz wiezki nennt es Quarzdiorit, Szabo wiederum bezeichnet es als einen Trachyt, vorzugsweise Quarz-Andesin-Trachyt. Er hält nämlich das Alter des Gesteins für tertiär und schliesst aus Analogien, dass es zunächst vergleichbar sei mit dem tertiären Quarz-Andesin-Trachyt vom Vlčgyaszaberg (Stache's Dacit). Da inzwischen kein Beweis erbracht wurde, dass das Alter des Gesteins in Wahrheit tertiär sei (die jüngsten Schichten, die es durchsetzt, gehören der Kreide an) und da seine Structur entschieden auf einen Platz unter den Dioriten hinweist und nicht unter den Andesiten oder Trachyten, so haben wir es vorgezogen, Niedz wiezki's Benennung Quarzdiorit anzuwenden. Wir thun dies umso mehr, als wir selbst, falls sein tertiäres Alter bewiesen wäre, Bedenken hegen würden, für dasselbe den Namen Trachyt zu gebrauchen. Wir bilden uns nämlich ein, dass in Zukunft das Princip sich mehr und mehr geltend machen werde, dass die eruptiven Gesteine — in gleicher Weise, wie es seit lange bei den sedimentären der Fall ist — nicht nach ihrem geologischen Alter, sondern hinsichtlich ihrer Mineralbestandtheile und Structur classificirt werden sollen.

## II. Vergleichung der Erzlagerstätten des Banats mit den schwedischen.

Keiner der Forscher, die sich mit der Geologie der Banater Erze befassten, hat auf die überraschenden, grossen Aehnlichkeiten hingedeutet, welche zwischen diesen und manchen schwedischen

Erzvorkommen bestehen. Nachdem wir nun eine Schilderung der geologischen Verhältnisse bei Moravica und Dognacska gegeben, werden wir zum Behufe des Vergleiches in Kürze die Geologie der schwedischen Erze skizziren, wornach die Aehnlichkeiten von selber hervortreten werden.

Freilich hat Pošepny<sup>1)</sup> in seiner Beschreibung von Rezbanya dies Vorkommen mit Tunaberg in Schweden verglichen; und vom Rath hat die Aehnlichkeit zwischen den banatischen Erzen und Arendal in Norwegen hervorgehoben<sup>2)</sup>, dabei aber weniger Rücksicht nehmend auf das geologische Auftreten des Erzes, als die mineralogische Beschaffenheit desselben und der Lagerart.

Eigentlich verglichen mit den schwedischen Erzen hat man die banatischen bis dahin nicht, und wenn die beiden genannten Verfasser, die auf gutem Wege waren, einen solchen Vergleich anzustellen, dies dennoch ausser Acht gelassen haben, so kann dies nur darin seinen Grund haben, dass keiner von ihnen Gelegenheit gehabt hat, an Ort und Stelle Kenntniss von den schwedischen Erzlagerstätten zu nehmen.

Die Mehrzahl der schwedischen Erze, sowohl Eisenerze als Schwefelmetalle, kommen in einem breiten Gürtel vor, der sich vom östlichen Wermland über Westmanland, den südlichen Theil Dalecarliens und den zunächst liegenden Theilen von Gestrikland erstreckt. Nördlich von diesem Gürtel gibt es keine bedeutenderen Erze als wieder im nördlichen Lappland. Dieses Gebiet, welches in grauer Vorzeit den wohlverdienten Namen „Jernbäraland“ („Eisentrage land“) führte, fällt in geologischer Hinsicht mit Schwedens ansehnlichstem Granulit- oder Hällefintgneiss-Gebiet zusammen. Schon hieraus geht im Grossen hervor, welche eine Verknüpfung zwischen den schwedischen Erzen und Granulit<sup>3)</sup> stattfindet.

Alle schwedischen Erze gehören zum archaischen System, vorzugsweise zur jüngeren Abtheilung desselben. Törnebohm's letzter Eintheilung gemäss lässt sich nämlich das archaische System in Schweden in zwei Gruppen eintheilen: eine ältere, die aus meist grauen Gneissen (theilweise mit Cordierit und Granat), sowie rothem und grauem Granitgneiss besteht, und eine jüngere, Granulit, Gneissgranulit, Glimmerschiefer, Phyllit, Hällefinta und auch Gneisse enthaltende Abtheilung. Beide führen krystallinische Kalksteine, die jüngere jedoch in überwiegender Menge.

Dieser jüngeren Abtheilung gehören die meisten schwedischen Eisenerze an; in den zu der älteren Abtheilung gehörenden Granat-

<sup>1)</sup> Geol.-montan. Studie der Lagerstätten von Rezbanya. Földtani Közlöny 1874.

<sup>2)</sup> Naturwissenschaftliche Studien, Erinnerungen an die Pariser Weltausstellung 1878, pag. 194 heisst es: „Die Magneteisengruben von Dognacska und Moravica gehören zu den prachtvollsten Erzlagerstätten. Die Association des Magnetit mit Granat ruft die mineralogischen Schätze von Arendal und dem Elbaischen Cap Calamita in die Erinnerung.“

<sup>3)</sup> Betreffs der Benennung Granulit, die in Schweden allgemein angewandt wird, um den aus Quarz, Orthoklas und ein wenig Glimmer bestehenden archaischen Schiefer zu bezeichnen, der in Schwedens eisenführenden Gegenden vorkommt, mag ein für allemal bemerkt werden, dass dies Gestein seiner petrographischen Beschaffenheit nach insofern von dem sächsischen Granulit abweicht, als es keinen Granat in sich birgt. In den Publicationen des „Sveriges geologiska Undersökning“ wird dies Gestein Hällefintgneiss genannt.

und Cordieritgneissen kommen auch Eisenerze vor, jedoch von geringerer Bedeutung. Diese sind dann immer mit Kalkstein verbunden. Die Kupfer- und Silbererze scheinen ausschliesslich an die obere Abtheilung gebunden zu sein. Erstere kommen gleich den Schwefelkiesstöcken vorzugsweise im Glimmerschiefer vor, während das Silbererz (stets Bleiglanz) gewöhnlich dem krystallinischen Kalkstein Gesellschaft leistet.

Die schwedischen Eisenerze sind mit einer einzigen bemerkenswerthen Ausnahme (Taberg in Småland) Lagerbildungen. Dies beweist ihr Verhalten zu dem umliegenden Gestein sowohl als ihre Form zur Genüge. Wenn es eine Frage gibt, über welche alle schwedischen Geologen einig sind, so ist es die über die Lageratur<sup>1)</sup> der im Lande vorkommenden Eisenerze; und auch ausländische Geologen, die selbe studirten, haben dieselbe Ansicht gehegt. Dies gilt auch für die Kupfererze, obgleich die dieselben berührenden Verhältnisse weit weniger klar sind. Das beträchtliche Vorkommen von Zinkblende bei Ämmeberg ist ein typisches Lager. Was die Bleiglanzlager betrifft, so mag nur gesagt sein, dass bei dem hauptsächlichsten derselben, Sala, die Verhältnisse darauf hinweisen, dass ein Theil des Bleiglanzes als primärer Bestandtheil im Kalkstein vorkommt, während ein anderer Theil secundär in Rissen abgclagert zu sein scheint.

Die schwedischen Eisenerze sind entweder Magnetit oder Eisenglanz. Weitere mineralogische Unterschiede sind bedingt durch die das Erz begleitenden Lagerarten. Diese können aus Mineralmassen von sehr verschiedenartiger Beschaffenheit bestehen und umgeben die Erze schalenförmig oder sind mit denselben vermengt. Eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist auch, dass die Lagerarten sich in der Streichrichtung der Erze fortsetzen und „Skarnlager“ bilden, welche die ungleichen Erzstöcke innerhalb ein und desselben Lagers mit einander verbinden. Solche Skarnlager sind oft durch ihre von dem sie umgebenden Gestein abweichende mineralogische Zusammensetzung ausgezeichnete Leitlager und thun gute Dienste bei der Entwicklung des Lagerbaues. Die Eisenerze lassen hinsichtlich der mineralogischen Beschaffenheit ihrer Lagerarten drei Haupttypen erkennen: 1. solche, welche Silicate, 2. welche Quarz und 3. welche Kalkstein im Gefolge haben.<sup>2)</sup> Es ist bemerkenswerth, dass diese Eintheilung der schwedischen Eisenerze mit derjenigen zusammenfällt, welche unsere Hüttenmänner schon seit uralten Zeiten machen. Das kommt daher, weil die Lagerart so intim mit dem Erze vermengt ist, dass sie nicht vermittelst Scheidung davon getrennt werden kann. Diese untermengten Mineralien haben natürlich einen wesentlichen Einfluss auf das Verhalten der Erze beim Schmelzen im Hochofen und die Hüttenleute haben sie deswegen in „Quicksteine“ (welche leicht schmelzbare Silicate enthalten), „Torrsteine“ (quarzführende) und „Blandsteine“ (kalkige) eingetheilt; die ersteren schmelzen für sich allein im Hochofen ohne jeglichen Zusatz,

<sup>1)</sup> Siehe die Zusammenstellung hierüber in Gumbelius, „Von der Altersfolge der Erzlager und deren Anwendung als Leitlager.“ Herausgegeben von „Sveriges geologiska Undersökning“.

<sup>2)</sup> A. Sjögren, Verhandlung d. geologischen Vereins. 2, 2, 1874. O. Gumbelius, Uebers. der Verhandlungen der k. wissenschaftl. Akad. 1875.

die zweite Sorte erfordert einen Zusatz von Kalk und die dritte von quarzigem Erz oder Quarz.

Die den ersten Haupttypus charakterisirenden Silicate sind: Granat, Pyroxene und Amphibole, Epidot, Chlorit, sowie in geringerer Menge Talk und Serpentin. Dieser Typus ist immer reinstes und reichstes Magnetierz. Das umgebende Gestein ist theils Granulit, der meist grau aussieht, theils auch Kalkstein, häufig das eine Gestein im Hangenden, das andere im Liegenden. Die Erze sind nicht allein untermischt mit, sondern auch umgeben von Lagerarten, welche zuweilen 5—10 Meter mächtig sind, und sich in der Streichungsrichtung des Erzes fortsetzen. Gegen das umliegende Gestein sind beide (Erz- und Lagerart) scharf begrenzt. Die Erze bilden keine regelmässigen Lager, sondern die Stock- oder Linsenform ist die vorherrschende, sie haben also eine bedeutende Mächtigkeit im Verhältniss zur Ausdehnung. Beispiele: Die Wermländischen Grubenfelder, Persberg, Nordmarken und Taberg.

Der Erztypus, welcher sich durch seinen Quarzgehalt charakterisirt, unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht von dem vorhergehenden. Der Quarzgehalt ist streifenweise im Erze vertheilt, das dadurch eine ausserordentlich deutliche Bänderung erhält.

Feldspath nebst Epidot und Granat gehen in kleineren Quantitäten in das Erz ein, wogegen solche Mineralien, die zu den Pyroxen- und Hornblendegruppen gehören, vermisst werden; dasselbe ist mit Talk und Serpentin der Fall. Mitunter sind sie stark von Apatit verunreinigt. Diese Erze sind manchmal Magnetitzerze, am häufigsten aber Eisenglanz mit ausgeprägt schuppiger Textur. Das umliegende Gestein ist Gneiss, der bisweilen mehr nach der Grenze des Eisenslagers zu einen Uebergang in Granulit zeigt. Kalklager kommen gar nicht im Verein mit diesem Erztypus vor. Das Erzlager liegt meist ohne angrenzende Lagerart im Gestein eingeschlossen und zeigt keine scharfe Grenze gegen dasselbe; das fündige Erz geht mitbin nach und nach in taubes Gestein über.

Diese Erze zeichnen sich durch gleichmässige Mächtigkeit, regelmässiges Streichen und Fallen, sowie Beharrlichkeit in der Streichungsrichtung aus. Sie haben also die Form von vollkommenen Lagern. Zu dieser Art Erzen gehören die grössten schwedischen Erzfelder: Der Grängesberg in Dalekarlien, Norberg in Westmanland und Gellivara in Lappland.

Der dritte Typus ist durch seinen Kalkgehalt charakterisirt, wie durch das Vorkommen von Manganmineralien. Diese sind theils Silicate, als Rhodonit und Knebelit, theils Oxyde, wie Hausmannit, Pyrochroit, Manganit, andertheils auch Manganspath. Mitunter gehen sie in wirkliche Manganerze über, indem der Eisengehalt durch Hausmannit im Kalke ersetzt wird. Diese Erze liegen im Kalke eingelagert, welcher seinerseits von Granulit (bisweilen Hälleflinta) umschlossen wird. Sie sind in der Regel Magnetitzerze, seltener Eisenglanz (Långbau). Schwefelmetalle begleiten oft das Erz, hier und da in so grosser Menge, dass es sich als untauglich zur Herstellung eines guten Eisens erweist. Aehnlich den Erzen des ersten Typus kommen auch diese nicht in regelmässigen Lagern mit anhaltender Streichungsrichtung vor,

sondern häufiger in Linsen- oder Stockform. Als Repräsentanten dieses Typus können genannt werden: Das bekannte Dannemora in Upland und Långbau in Wermland, letzteres berühmt wegen seiner vielen seltenen Manganmineralien.

Bei einem Vergleich mit den Banater Erzen fällt es sofort in die Augen, in welchem hohen Grade dieselben dem ersten Typus der schwedischen Eisenerze gleichkommen.

Vollkommene Uebereinstimmung findet statt, was die mineralogische Zusammensetzung der Erze und Lagerarten, wie die Beschaffenheit der angrenzenden Gesteine betrifft, die Form der Erze und ihr Verhalten zu den umliegenden Gesteinen und endlich das geologische Vorkommen in seiner Totalität. Fassen wir diese Uebereinstimmungen etwas näher in's Auge.

Die schwedischen Erze dieses Typus charakterisiren sich durch ihren Gehalt an Silicaten in der Lagerart; diese Silicate sind genau dieselben, welche im Gefolge der Eisenerze bei Moravica und Dognacska vorkommen, nämlich: „Granat, Pyroxen- und Amphibolmineralien, Epidot, Chlorit, sowie Talk und Serpentin. Dass die Mehrzahl dieser Mineralien in colossalen Massen rund um die genannten banatischen Erze auftreten, war lange bekannt; hinsichtlich der Pyroxenmineralien habe ich in dem Vorhergehenden zu beweisen versucht, dass sie keine so unbedeutende Rolle darin spielen, wie bisher angenommen. Der Epidot scheint durch eine Umwandlung sonstiger in der Lagerart vorhandener Mineralien entstanden zu sein, welche Bildungsart, so weit bekannt ist, auch auf den bei den schwedischen Eisenlagern vorkommenden Epidot anzuwenden ist. Was Chlorit, Talk und Serpentin betrifft, so erscheinen dieselben bei Moravica und Dognacska freilich nicht in so beträchtlicher Menge, als dass sie auf die mineralogische Beschaffenheit der Lagerarten wesentlich einwirken könnten. Das ist genau dasselbe Verhältniss, wie bei vielen schwedischen Erzen dieses Typus, in welchen die genannten Mineralien nur untergeordnet sich finden oder in denen sie ganz fehlen. Denn innerhalb dieses Erztypus kommen manche verschiedene Variationen vor, je nachdem eins oder das andere der erwähnten Mineralien vorherrscht: „Granaterze“, „Pyroxen- und Amphibolerze“, „Talkerze“ u. s. w. Auf Persbergs Grubenfeld erscheinen die Erze auf 3 Niveaux, deren beide obersten eine Lagerart von Pyroxen und Granat zeigen, während das unterste typische Amphibollagerarten<sup>1)</sup> enthält. Tabergs Gruben in Wermland und Dalkarlsbergs in Westmanland haben dagegen chloritische und talkige Lagerarten, in welche Pyroxen und Amphibol nur untergeordnet eingehen. Nach der schwedischen Terminologie wären die Eisenerze Moravicas und Dognacskas zweifelsohne als „Granat-Pyroxen- und Amphibolerze“ zu bezeichnen.

Rücksichtlich der Art der eigentlichen Erze sind die schwedischen dieses Typus Magnetit. Aber auch bei Moravica und Dognacska macht Magnetit entschieden den grössten Theil der Erzmasse aus. Während des Jahres 1883 wurden daselbst 77.000 Tonnen Magnetit

<sup>1)</sup> Törnebohm, Geognostische Beschreibung der Persbergs-Grubenfelder. Schwedens geol. Unt. 1875.

und 6000 Tonnen Hämatit gebrochen. Dabei können wir gern gänzlich von dem Vorkommen des Brauneisensteins absehen, denn dieser ist ein in den obersten Theilen des Erzlagers gebildetes Secundärproduct, das sowohl aus Magnetit als aus Hämatit entstehen kann. Auf dass das Vorkommen von Hämatit aber nicht als wesentlicher Charakterunterschied gegenüber den fraglichen schwedischen Typen betrachtet werde, mag darauf hingedeutet werden, dass man auch in Schweden, wenngleich ausnahmsweise, Eisenglanzerze in diesem Typus begegnet, beispielsweise bei Dalkarlsberg, wo nicht nur Magnetit sondern auch Eisenglanz in das Gefüge des Erzlagers eingehen.

Wir gehen jetzt daran, die Form der Erze zu vergleichen, sowie deren Verhalten zu der angrenzenden Gesteinsart. Wie sich die schwedischen Erze dieses Typus als getrennte Linsen oder Stöcke in der Lagerart gebettet befinden, welche theils in dem Erze selbst eingemengt ist, theils auch die Linsen schalenförmig umgibt und in deren Streichrichtung fortsetzt, dabei die zu ein und demselben Lager gehörenden Partien mit einander vereinend — just ebenso ist es auch bei Moravica und Dognacska. Die beiden „Scheidungen“ enthalten daselbst die Erze auf eben dieselbe Weise, wie z. B. die Pyroxen-Granatlager bei Persberg. Der einzige Unterschied könnte möglicherweise darin liegen, dass die Lagerarten bei den banatischen Erzen Mächtigkeiten erreichen, die kein einziges Grubenfeld in Schweden aufzuweisen hat. Während bei diesen letzteren die Mächtigkeiten von einigen Decimetern zu 10 bis 20 Meter wechseln, beläuft sich die westliche Scheidung bei Arpad im Dognacska-Revier bis auf 150 Meter. Aber ich meine, bei der wechselnden Mächtigkeit, wie sie in den schwedischen Lagerarten sowohl als in den banatischen vorkommt, welche alle an gewissen Punkten auf dem Wege sind, auszukeilen und zu verschwinden, um in kurzer Entfernung davon wieder zu bedeutenden Mächtigkeiten anzuschwellen, sei es nicht gerade passend, zu grosse Bedeutung an diese Unterschiede zu knüpfen, da die Verhältnisse im Uebrigen gleich sind.

Erscheinen auch die Verhältnisse an mehreren Stellen in den Revieren von Moravica und Dognacska (z. B. Theresia) sehr verwickelt und schwer zu erörtern, so zeigen andere Erzvorkommen dagegen, z. B. die, welche zur Zeit meines Besuches in St. Archangel im Abbau waren, eine so deutliche Linsenform, wie man sie nur wünschen kann. Das Verhältniss, das man von allen schwedischen Erzlagerstätten dieser Art her kennt, nämlich, dass die einzelnen Erzlinsen nach Streichen und Fallen mit der Lagerart übereinstimmen, d. h. ihre platte Seite und nicht die Kanten gegen dieselbe wenden, finden wir nicht nur bei den schon genannten Linsen in St. Archangel wieder, sondern auch an den übrigen Localitäten, wo die Linsenform genügend ausgeprägt ist, um wahrgenommen werden zu können.

Bei Charakterisirung der in Frage stehenden schwedischen Eisenerztypen ist die Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden, dass das Erzlager scharf gegen das angrenzende Gestein grenzt. Entweder ist das Erzlager bei scharfer Grenze mit dem umliegenden Gestein verwachsen oder es besteht die Begrenzung aus sogenannten „Schalen“, die gewöhnlich mit Chlorit oder Talkmineralien erfüllt sind. Die Mächtigkeit der „Schalen“ macht meist nur einige Centi-

meter aus, kann aber manchmal bis zu mehreren Metern steigen. Solche „Schalen“ kommen sowohl an der Grenze zwischen den Erzlin sen und der Lagerart vor, als auch zwischen dieser letzteren und dem umgebenden Gestein. Durchaus gleichartige „Schalen“ hatte ich Gelegenheit in der Grube St. Archangel zu beobachten, wo sie einen horizontalliegenden Erzstock von 85 Meter Länge, 60 Meter Breite und 8 Meter Höhe umschliessen und denselben gegen die Lagerart begrenzen. Dass ein solches Verhältniss bei Dognacska und Moravica keineswegs zur Ausnahme gehört, sondern im Gegentheil ganz allgemein ist, darüber war ich in der Lage, mir durch mündliche Angaben Gewissheit zu verschaffen.

Wie ferner die Lagerarten sich bei den schwedischen Erzlagerstätten als wirkliche Lager verhalten, indem sie ein bestimmtes Niveau in der Lagerfolge einnehmen und durch ihre abweichende mineralogische Zusammensetzung oft grosse Dienste als ausgezeichnete Leitlager leisten, ebenso verhalten sich auch die banatischen „Scheidungen“, welche constant an der Grenze zwischen den krystallinischen Schiefer n und dem überliegenden Kalkstein vorkommen, concordant zur sonstigen Lagerfolge und treten als echte Lager auf, wie es mein Bemühen gewesen in dem Vorhergehenden zu beweisen.

Betreffs des Gesteins, in welchem die schwedischen Eisenerze dieses Typus vorkommen, haben wir schon gesagt, dass sie an Granulitgebiete gebunden sind.

Der Granulit (Eurit, Hälleflintgneiss) ist ein feinkörniges, meist nicht sonderlich deutlich geschiefertes Gemenge von Quarz, Orthoklas und Glimmer. Die dichteren Varietäten heissen: „Hälleflinta“. Seiner Zusammensetzung nach entspricht er also dem sächsischen Glimmergranulit, von demselben unterschieden dadurch, dass Granat, der allerdings bisweilen erscheint, nicht als constituirender Bestandtheil des Gesteins angesehen werden kann.

Wir haben bereits bei der Beschreibung der Gesteine, welche um Moravica und Dognacska vorkommen, die vollkommene Identität zwischen dem dort etwas uneigentlich benannten Glimmerschiefer und dem schwedischen Granulit dargelegt und können uns nun darauf beschränken, auf diese zurückzuverweisen.

So haben wir denn die Aehnlichkeiten hervorgehoben, welche zwischen der mineralogischen Zusammensetzung der schwedischen Erzlager und den besprochenen „Scheidungen“ bei Moravica und Dognacska zu finden sind. Diese Aehnlichkeiten sind so auffallend, dass sie sich unwillkürlich Jedem aufdrängen müssen, der in der Lage gewesen ist, beide mit eigenen Augen zu besichtigen. Sie offenbaren sich nicht allein an einzelnen Handstücken aus den beiden Gebieten, sondern in noch höherem Grade an ganzen Serien von Handstücken. Daneben ist es unsere Aufgabe gewesen, zu beweisen, dass diese Gleichheit auch geologisch zutrifft, indem sowohl die Formen der einzelnen Erzlin sen und das Verhältniss der Lagerarten zum Schichtsystem ungemein übereinstimmend sind, als auch das angrenzende Gestein identisch ist. Wir kommen nun zu einem anderen geologischen Moment, bei dem gleichfalls völlige Uebereinstimmung stattfindet, und mit welchem, der Ansicht

aller Geologen nach, welche sich mit der Frage über die Geologie dieser Erze beschäftigt haben, eine gewisse genetische Bedeutung verbunden ist.

Es ist dies die allgemein bekannte und schon bei der Beschreibung der Lagerstätten zur Genüge erläuterte Thatsache, dass die „Scheidungen“ nebst den Erzen auf dem Contacte zwischen krystallinischen Silicatgesteinen und Kalkstein vorkommen, so dass man überall, wo keine Ueberkippung stattgefunden hat, den Kalkstein im Hangenden und die krystallinischen Schiefer im Liegenden hat. Dieses Verhältniss ist auch von vielen schwedischen Eisenlagerstätten bekannt, sowohl denen jenes Typus, der den Vorkommen bei Moravica-Dognacska ähnelt, wie von manchen anderen.

Ohne hier auf eine weitere Untersuchung über die Beschaffenheit des Zusammenhanges einzugehen, der unzweifelhaft zwischen dem erwähnten Verhältnisse, das man noch nicht eigentlich zu erklären vermochte, und der Bildungsart der Eisenerze besteht, wollen wir vorderhand nur unsere Behauptung bekräftigen, dass die charakteristische Lagerfolge, wie sie bei Moravica und Dognacska herrschend ist, nämlich von unten gerechnet: „1. Krystallinische Schiefer, 2. Lagerart mit Erzen, 3. Kalkstein“ bei den schwedischen Erzen wiederzufinden ist. Das Verhältniss von Persberg sei zuerst beleuchtet:

Wie früher gesagt ist, erscheinen die Erze dieses Grubenfeldes in drei Niveaux, deren niedrigstes eine Lagerart von Amphibol kennzeichnet, während die beiden oberen aus Granat-Pyroxenarten bestehen. Das oberste Erzlager, welches Törnebohm „Storgrufvelagret“ benennt, bildet den Boden einer stark zusammengepressten Mulde, welche mit dolomitischem Kalkstein angefüllt ist. Bei diesem Lager hat man also die eben angeführte charakteristische Lagerfolge, nämlich 1. Granulit, 2. Granat-Pyroxenlagerarten mit Erzlinsen, 3. krystallinischen Kalkstein. Die Gruben, welche dies Lager umfasst, sind die wichtigsten des ganzen Feldes: „Storgrufvan“, „Alabama“, „Gustav Adolph“ und „Skärstöten“. Um zu veranschaulichen, wie gross die Aehnlichkeiten in der That sind, sei hier einer Skizze (Fig. 3) über den Theil des Persbergfeldes, der von dieser mit Kalk angefüllten Mulde eingenommen wird, eine Skizze von einem Stücke der Kalkzone aus dem Dognacska-gebiet gegenübergestellt (Fig. 4).

Genau dasselbe Verhältniss finden wir bei den Eisengruben Nordmark's (ungefähr 14 Kilometer NW. von Persberg). Auch hier wird das Erzlager in seinem Hangenden von krystallinischem Kalkstein, in seinem Liegenden dagegen von Granulit begrenzt; der Kalkstein ist stark zu einer stockförmigen Masse zusammengeschoben oder gedrückt, und das Erzlager ist im N. gefaltet und vollkommen umgebogen, welcher Umstand demselben in der Kogrube die exceptionelle Mächtigkeit von circa 20 Meter verleiht.

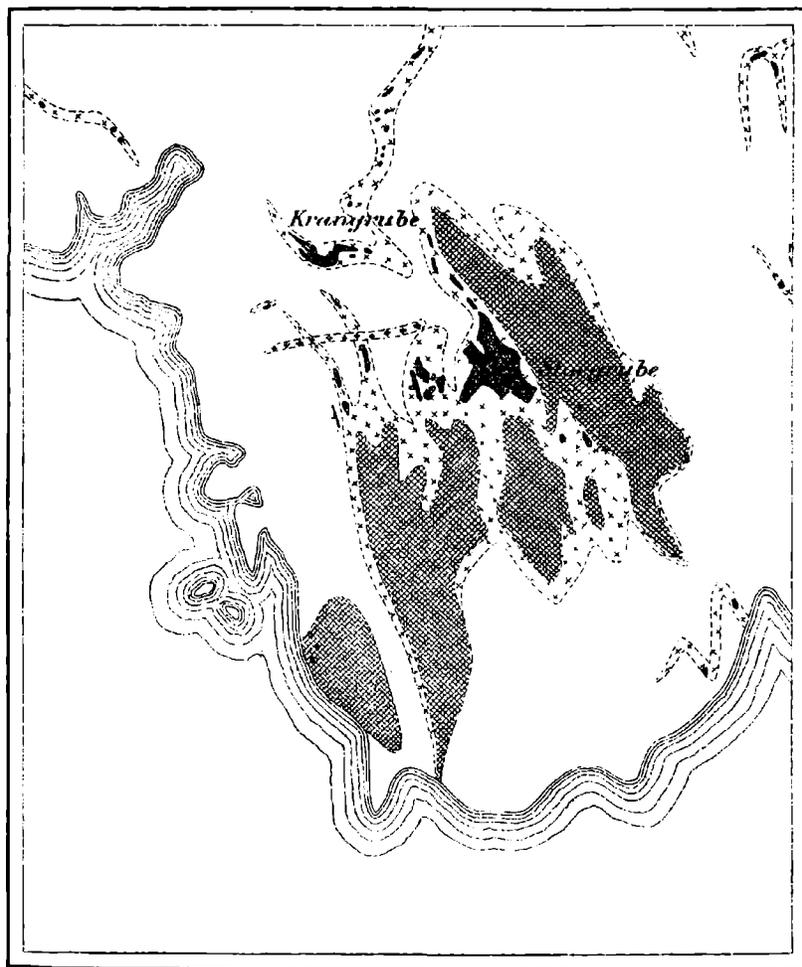
Dasselbe Verhältniss kann noch an vielen anderen Stellen in den Wermländischen Eisenerzgegenden wahrgenommen werden. Zuweilen geschieht es, dass die Lagerart von Pyroxenmineralien und Granat, die auf dem Contacte zwischen dem Kalksteine und dem Granulit vorkommt, keine Erze führt, oder wenigstens keine praktisch verwendbaren, aber die Lagerarten sind doch stets vorhanden. An der Grenze zwischen beiden Gesteinen tritt dann nur ein ziemlich schmales Lager von Granat

und Pyroxenarten auf, welches einige kleinere Stöcke von Magnetit einschliesst. So ist es z. B. der Fall bei dem Gäsgrufefeld, das auf halbem Wege zwischen Persberg und Filipstad liegt. Aber nicht blos auf die

Fig. 3.

### PERSBERGS GRUBENREVIER IN WERMLAND.

Maafestab, 1:10.000



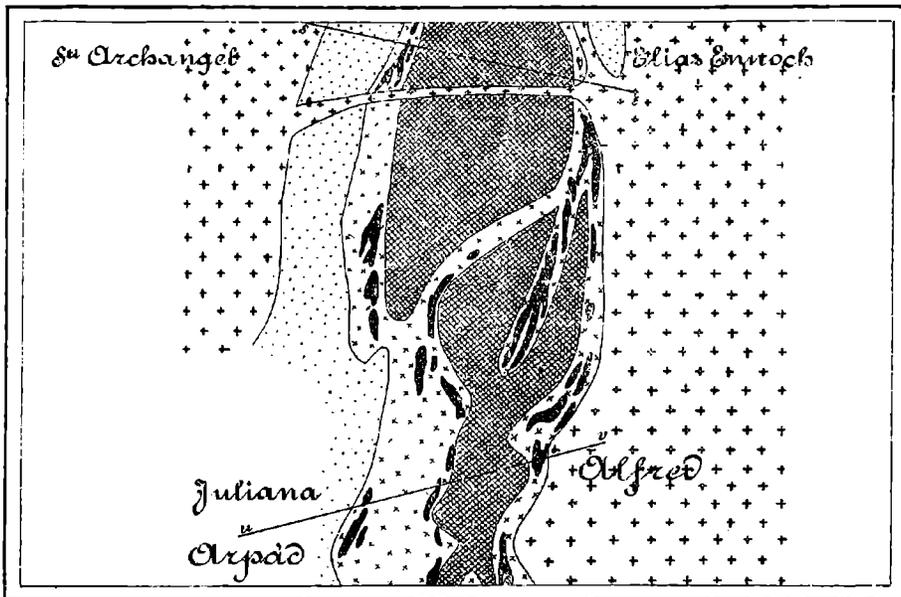
Gruben in Wermland ist diese Lagerfolge beschränkt, von wo sämtliche vorhergehenden Exempel genommen sind, sondern wir können in Upland dasselbe charakteristische Verhältniss wiederfinden. Die hauptsächlichsten

Gruben in Upland sind die weltbekannten von Dannemora; allein diese gehören nicht zu dem Erztypus, mit welchem die Banater-Erze sich vergleichen lassen, sondern zu dem dritten Typus, der sich durch seinen Kalk- und Mangengehalt charakterisirt. Diese Erze liegen ganz und gar in Kalkstein eingebettet und haben statt Granat und Pyroxen oder Amphibolminerale mannigfache Manganminerale im Gefolge; sie erweisen sich also wesentlich ungleich den kürzlich verhandelten und können deshalb nicht mit den banatischen verglichen werden.

Fig. 4.

## THEIL DES GRUBENREVIERS VON DOGNACSKA.

Maßstab 1:20000



Jedoch kommen nicht weit von Dannemora einige kleinere Grubenfelder, Ramhäll und Steuring, welche alle charakteristischen Eigenschaften von Typus 1 besitzen, vor.

Bei Ramhäll treten die Erze in zwei recht unregelmässig geordneten Parallelen auf. Die nördlichere führt Eisenglanz, der ohne Lagerarten direct in dem angrenzenden Granulit eingelagert vorkommt; dieses Eisenlager ist mithin seiner Beschaffenheit nach am nächsten übereinstimmend mit denjenigen aus Typus 2 (quarzhaltige Eisenglanzvorkommen).

Ungefähr 40 Meter südlicher kommt ein anderes hiermit paralleles Erzlager vor, welches Magnetit führt und aus vielen, auf mehrere Parallelen vertheilten Linsen zusammengesetzt ist. Getrennt und umgeben sind diese von Granat und Pyroxen. Im Hangenden dieses Erzlagers kommt ein Lager krystallinischen Kalksteins vor, das wechselnde Mächtigkeit zeigt und an einigen Stellen unterbrochen ist, es grenzt mitunter direct an Magnetit, der in solchem Falle hiemit fest verwachsen ist, mitunter wird es auch durch die Lagerart davon getrennt. Die ganze Länge des Eisenlagers beträgt bei Ramhäll circa 1·5 Kilometer.

Bei der nahebelegenen Grube von Steuerung, die von grauem Granulit umgeben ist, ist das Verhältniss wesentlich gleichartig. Das Erz ist Magnetit, in Form von Linsen in einer ziemlich mächtigen Pyroxenbildung, welche manchmal granathaltig ist, eingeschlossen. Der Kalkstein kommt hier linsenweise im Liegenden des Erzes vor, welcher Umstand wahrscheinlich auf Inversion der ganzen Lagerstellung beruht.

Wir haben nun gesehen, dass die für die banatischen Erze so charakteristische Lagerfolge sich bei vielen schwedischen Erzen des gleichen Typus wiederholt. Es mag übrigens noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass dieselbe Lagerfolge auch bei anderen Eisenerzen auftreten kann, so z. B. bei den bekannten Elbaerzen von Rio Marina und Cap Calamita. Das mächtige Lager von Eisenglanz, mit Hämatit, Brauneisenstein und etwas Magnetit vermischt, hat hier im Hangenden einen krystallinischen, etwas porösen Kalkstein und im Liegenden quarzige Schiefer. Was das geologische Alter dieser Lager, sowie des Eisenlagers an sich angeht, so sind die Ansichten darüber sehr getheilt; augenscheinlich gehören sie doch nicht dem archaischen System an, welcher Umstand anzudeuten scheint, dass die Verhältnisse, welche die durch diese in Frage stehende Lagerfolge charakterisirten Erze begleiten oder bedingen, nicht auf die archaische Periode beschränkt waren.

Wir kehren jetzt nach Persberg zurück und wollen die Aufmerksamkeit noch auf eine Analogie lenken, die zwischen den dortigen und den banatischen Erzen vorhanden ist. Aus dem Kartenriss pag. 643 [37] ersieht man, dass die Lagerarten, die am Grunde der von Kalk und Dolomit erfüllten Mulde liegen und welche das sogenannte Storgruflager bilden, nicht nur den Kalkstein von allen Seiten begrenzen und umschliessen, sondern die Kalkmasse durch zwei apophysenähnliche Verzweigungen in drei Partien theilen. Aus der ganzen dortigen Lagerstätte geht jedoch hervor, dass die genannten Verzweigungen der Lagerartmasse keineswegs von irgendwie intrusiver Natur sind, ebensowenig wie die Lagerart im Ganzen genommen. Sie verhalten sich offenbar wie Falten auf dem Grunde der Mulde, welche durch Erosion blossgelegt wurden. Dass die Schale einem nach NO. bis SW. wirkenden Druck unterworfen gewesen, der dieselbe zusammengefaltet hat, wird auch übrigens aus ihren Contouren klar. Ein ähnlicher Druck gibt sich ebenfalls über dem ganzen Persbergfelde zu erkennen und scheint derselbe dort ganz speciell die allgemeine Lagerstellung bedingt zu haben, obgleich die verwickelten Verhältnisse dieser zweifelsohne ein Product von Faltungen sind, die nach verschiedenen Richtungen und zu verschiedenen Zeiten thätig gewesen. Sämmtliche Skarnlager sind nämlich verhältnissmässig regelmässig, wenn sie nach

NW.—SO. streichen, aber gebogen und gefaltet, sobald sie in anderen Richtungen verlaufen. Genannte Schale ist also gewissermassen durch drei verwachsene Schalen gebildet, die durch die obenerwähnten Falten von einander getrennt werden.

Werfen wir nun einen Blick auf das Stück der Kalkzone vom Dognacska-Revier, das nach dem Persberggriss seinen Platz hat, so tritt die Ähnlichkeit ganz von selbst hervor. Die Kalkzone ist hier durch ein schiefverlaufendes Band der Lagerart, das sich ausserdem noch verzweigt und einen Zweig in südwestlicher Richtung aussendet, in zwei Hälften getheilt. Diese Partien der Lagerart sind gleich den übrigen erzführend und verhalten sich in allen Punkten wie diese. Diejenigen, welche geneigt sind, die Lagerarten sammt deren Erzen als Eruptive zu betrachten, halten diese, die Kalkzone durchschneidenden Partien für wirkliche Gänge; als solche betrachtet sie nämlich Castel<sup>1)</sup>. Aber diese können durch die Verhältnisse bei Persberg, wo die Lagerart unbestreitbar ist, belehrt werden, dass solche Bildungen, welche in mancher Hinsicht an Gänge erinnern, doch auf andere Weise gebildet sein können. In der That muss auch eine Untersuchung an Ort und Stelle zu dem Resultate führen, dass die fraglichen gangähnlichen Bildungen innerhalb der Kalkzone von Dognacska keineswegs Gänge sind, sondern nur Falten der am Boden der Mulde liegenden Lagerartmasse und folglich nicht intrusiv in der eigentlichen Bedeutung des Wortes. Als Beweis dafür, wie gangähnliche Formen mitunter durch starke Biegungen entstehen können, wollen wir noch ein Exempel von Persberg mittheilen, das wir Törnebohm's Beschreibung dieses Grubenfeldes entlehnen. Die beiden Gruben „Gustav Adolph“ und „Skärstötten“, beide zu dem Storgruftlager gehörend, das dolomitischen Kalk im Hangenden und Granulit im Liegenden hat, liegen je an der nach Norden zu spießsähnlich vorstehenden Spitze der Lagerart (siehe Fig. 3). Diese Spitzen werden zu beiden Seiten von Granulit begrenzt. Sie haben unleugbar ein apophyseähnliches Aussehen und sicher würde mancher Geolog geneigt sein, sie als solche zu deuten, und sie als Stütze für die eruptive Natur der Lagerartmasse anführen.

Ein eingehenderes Studium der Verhältnisse am Platze selbst hat inzwischen gezeigt, dass eine solche Auffassung hier nicht passt. Unterstützt durch die vielen Beispiele von scharfen Biegungen, die die Geologie der Persberggegend im Uebrigen aufzuweisen hat, kann man sich leicht vergegenwärtigen, wie zwei nebeneinander liegende Doppelbiegungen durch einen starken Seitendruck nach und nach zusammengedrückt werden konnten, so dass sie an den Biegungspunkten die spießsähnlichen Zacken herausdrängten, wie sie nun erscheinen und deren äusserste Spitzen schliesslich durch einen von Norden wirkenden Druck eine Biegung gegen Westen erhalten haben. Dass ganz besonders durchgreifende Störungen hier stattgefunden haben, wird durch die Beschaffenheit des Erzes an sich bestätigt. Es sieht nämlich oft aus, als ob dasselbe zertrümmert gewesen und wieder verbunden worden, wobei der cementirende Stoff theils Kalkspath gewesen, wie z. B. an Skärstötens hängender Wand, theils mehr grobkrySTALLINISCHER Magnetit,

<sup>1)</sup> Castel, Mémoire sur les mines et usines du Banat. Annales de mines. 6. sér., t. XVI.

wie in Gustav Adolph, wodurch das Aussehen des Erzes in gewisser Weise breccienartig wird.

Dass in den Gruben-Feldern von Moravica und Dognacska gleichfalls solche Breccienbildungen vorkommen, sowohl im Erze als im Kalkstein, ist von Marka dargestellt worden und bestätigt die Ansicht, dass dort eine Faltenbildung nach derselben Art wie die in Persberg vor sich gegangen ist.

Bei dieser Vergleichung zwischen den schwedischen Erzen des Typus I (Persberg-Typus) und den banatischen haben wir bisher ausschliesslich die Aufmerksamkeit auf die Eisenerze gelenkt, aber auch andere Erze — in erster Linie Schwefelbildungen von Eisen, Kupfer, Blei und Zink — kommen in derselben Lagerstrecke vor und ehe wir diesen Vergleich abschliessen, wollen wir doch einige Worte über die letztgenannten sagen. Dabei können wir uns ganz kurz fassen. Diese Erze treten nämlich im Vergleich zu den Eisenerzen in ziemlich unbedeutender Menge auf, und wenn auch die Kupfer-, Blei- und Silbererze praktisch werthvolle Funde ausmachen, so sind es doch vornehmlich die Eisenerze, welche der Lagerstrecke ihren eigentlichen geologischen Charakter verleihen. Aufklärend ist in dieser Hinsicht, dass während des Jahres 1883 bei Moravica und Dognacska 91.630 Metercentner Eisenerze, 54 Metercentner Kupfererz und 151 Metercentner Blei- und Silbererze gewonnen wurden, zusammen also 205 Metercentner Schwefelmetalle von *Fe*, *Cu*, *Pb* und *Ag*.

Die schwedischen Kupfer-, Blei- und Silbererze sind gleich den Eisenerzen an die Granulit- und Hällefintagegenden gebunden. Doch kommen sie im Allgemeinen nicht im Granulit selbst vor, sondern in den mehr glimmerschieferartigen oder quarzigen Einlagerungen, die sich im Granulit befinden und mitunter recht grosse Verbreitung haben. Das ist z. B. der Fall mit der Kupfergrube von Falun, welche in einem theils quarzigen, theils glimmerschieferartigen Lager im Granulit eingeschlossen liegt. Dasselbe Verhältniss erscheint bei den Nya Kopparbergs, Ljusnasbergs und Kafveltorps Kupfergruben. Was die Vorkommen von Bleiglanz betrifft, so sind dieselben entweder an krystalinischen Kalkstein, wie z. B. Sala gebunden oder sie kommen in Quarzausscheidungen vor.

Diese Erze sind ebenfalls als Lagerbildungen zu betrachten, obwohl sie im Allgemeinen unregelmässiger Linsen und Stöcke bilden als die Eisenerze; Bleiglanzvorkommen scheinen die allcrunregelmässigsten zu sein. Dass jedoch auch Schwefelmetalle in grösserer Ausdehnung auf sehr regelmässigen Lagern vorkommen können, ersieht man aus den Erzfinden bei Ammeberg. Hier kommen in grauem Granulit, einerseits zwei Zinkblendelager, von denen das eine 5 Kilometer verfolgt werden kann, vor, anderseits parallel hiermit ein kleineres Lager von Bleiglanz und in dem Hangenden des grösseren Zinkblendelagers und in einiger Entfernung davon ein Lager von Magnetkies. Parallel mit den Erzlagern, aber durch Granulit von ihnen geschieden, läuft eine Kalksteinzone, welche allen Krümmungen des Erzlagers folgt. Das grössere der Zinkblendelager erreicht eine Mächtigkeit von 4—6 Meter, ausnahmsweise bis zu 10 Meter. Die Zinkblende ist sehr deutlich geschiefert, aber nicht scharf gegen den ebenfalls

geschieferten Granulit begrenzt, sondern geht in diesen über; dem Zinkbleudelager gesellen sich keine eigentlichen Lagerarten bei, insofern man nicht als solche ein hauptsächlich aus Wollastonit nebst Granat und Idocras bestehendes Lager bezeichnen will, das nur bei den reicheren Erzstätten vorgefunden wird. Da, wie im Vorhergehenden angeführt worden, die schwedischen Kupfer- und Bleierze im Allgemeinen nicht im Granulit, sondern im Glimmerschiefer vorkommen, die Eisenerze dagegen den Glimmerschiefer vermeiden und im Granulit und Kalkstein angesammelt sind, so könnte die Vermuthung daraus hervorgehen, dass hierin eine Ungleichheit zwischen den schwedischen und den banatischen Erzstätten zu suchen sei, bei welcher letzteren beide Arten der Vorkommen auf gleichem Niveau auftreten; ich beeile mich deshalb, dieser Vermuthung zu begegnen, indem ich Beispiele von einigen solchen Fällen anführe, wo Eisenerze und Schwefelmetalle auch in Schweden zusammen angetroffen werden und entnehme diese Beispiele demjenigen Eisenerztypus, mit welchem wir vorher die banatischen verglichen haben, nämlich Typus I.

Die Kupfer- und Bleierze, die ich hier nennen werde, gehören freilich nicht zu den umfangreichsten und wichtigsten in Scandinavien, allein sie haben sich doch als von praktischem Werthe erwiesen und stehen betreffs der Menge ungefähr in demselben Verhältnisse zu den Eisenerzen, welche sie begleiten, wie die entsprechenden banatischen.

Wir wenden uns also noch einmal nach Persberg. Auf Getön (= Ziegeninsel) im Yngensee befinden sich ausser Eisengruben auch solche auf Kupferkies und silberhaltigen Bleiglanz. Die Gesteine auf der Insel sind von unten auf gerechnet: Granulit, Dolomit und Kalkstein, daneben kommt ein Scarnlager von Amphibol und Quarz auf dem Contacte zwischen dem Granulit und Dolomit vor, nebst einem kleineren etwas höher hinauf. Sämmtliche Gruben liegen im ersten Lager der Lagerart. Hier begegnet man also der Lagerfolge des Storgruvelagers mit dem alleinigen Unterschiede, dass die Lagerart ausser Magnetit auch Kupferkies und Bleiglanz enthält. Hier können wir ein ganz gleiches Verhältniss wahrnehmen, wie es bei Moravica und Dognacska stattfindet, dass nämlich dieselbe Zone von Lagerarten in der Streichungsrichtung ihren mineralogischen Inhalt verändert, so dass die Erze von Eisen zu Kupfer- und Bleierzen übergehen. Hiermit im Zusammenhange muss noch erwähnt werden, dass die Natur der Lagerart gleichzeitig verändert worden, indem der Kupferkies und Bleiglanz auf Getön von Quarz und Strahlstein begleitet werden, während der Granat verschwunden ist.

Ein anderes Beispiel kann vom Kallmorafelde in Westmanland herbeigezogen werden. Kallmora enthält auf getrennten Parallelen Eisenerze nach verschiedenen Typen, theils quarzige Eisenglanze nach Typus II, theils Magnetiterze mit hauptsächlich amphibolitischen Lagerarten und wenig Granat, also nach Typus I. Diese letzteren sind die wichtigeren. Dicht an diesem Lager und theilweise in der Fortsetzung desselben befindet sich ein kleineres, Schwefelmetalle führendes Lager, das früher ausgebeutet wurde. Es enthält Schwefelkies, Kupferkies und Buntkupfererz; in der Nähe desselben sind die Eisenerze recht schwefelhaltig.

Noch können einige Beispiele hinzugefügt werden. Im südlichen Theile des Dannemorafeldes kommt eine linsenförmige Einlagerung von Zinkblende mit dem Eisenerz zusammen vor. Die Kupfergruben der Riddarhütte gehen auf Linsen von Kupferkies um, welche in einem vertical stehenden Eisenerzlager vorkommen, das von Glimmerschiefer umschlossen ist. Hiermit sei es genug der Beispiele über Vorkommen von Eisenerzen und Schwefelverbindungen von *Cu*, *Fe*, *Pb*, *Zn* auf ein und demselben Lager in den schwedischen Gruben.

Bei der Beschreibung der Erzstätten von Moravica und Dognacska wurde schon darauf aufmerksam gemacht, dass die mineralogische Beschaffenheit der Lagerarten sich gleichzeitig mit derjenigen der Erze verändert, so dass gegen Süden, wenn im Westen Schwefelmetalle vorherrschend sind, die Granatlagerart in eine hauptsächlich aus Amphibol und Pyroxen bestehenden Lagerartmasse übergeht, während an der Ostseite, wo die Eisenerze sich fortsetzen, granatische Lagerarten vorkommen. Dies Verhältniss steht in Wahrheit in völliger Uebereinstimmung mit dem Verhältnisse in den schwedischen Gruben. Die Granatlagerart ist dort nämlich auf die Eisenerze beschränkt, während die Schwefelmetalle in hauptsächlich amphibolitischen Lagerarten, sowie in Quarz auftreten.

### III. Die Ansichten über die Bildung der Erze bei Moravica und Dognacska.

In der vorigen Abtheilung haben wir erfahren, welche grosse Aehnlichkeiten zwischen den fraglichen banatischen Erzen und einem Theil der schwedischen herrschen. Wir haben gesehen, dass die Uebereinstimmung zwischen den genannten Erzen und den Eisenerzen des Persbergstypus eine vollständige ist; weiter, dass den Schwefelverbindungen von *Fe*, *Cu*, *Pb* und *Zn*, welche im Dognacska-Revier vorkommen, solche bei den schwedischen Erzen des genannten Typus entsprechen und dass die Uebereinstimmung zwischen den beiden mit einander verglichenen Vorkommen sich sowohl auf den mineralogischen Inhalt als auf die geologische Art des Vorkommens erstreckt.

Die schwedischen Erze, mit denen der Vergleich stattgefunden hat, sind sämmtlich Lagerbildungen. Es liegt also, wenigstens einem schwedischen Geologen, ausserordentlich nahe, auch die banatischen als solche zu betrachten. In der That ist diese Ansicht auch für jeden Geologen, der von der Lagernatur der schwedischen Eisenerze überzeugt ist, die einzig mögliche, da man kaum annehmen dürfte, dass Bildungen von so gleichartiger Beschaffenheit, die sogar im Detail die auffallendste Uebereinstimmung zeigen, auf wesentlich verschiedene Art gebildet sein könnten. Dabei ist es nun interessant, zu sehen, wie die Geologen, welche sich bisher mit diesen Erzvorkommen beschäftigt haben, zu so wesentlich ungleichen Resultaten gekommen sind, indem sie dieselben in Zusammenhang mit dem in der Nähe auftretenden eruptiven Quarzdiorit setzen und als Contactbildungen betrachten.

Der historischen Entwicklung dieser Ansicht mit besonderer Anwendung auf die fraglichen Vorkommen hier im Detail zu folgen, lässt mir der Mangel der dazu nöthigen Literatur nicht zu. Doch so viel

mag gesagt sein, dass diese Ansicht aus v. Hauer's und Foetterle's „Geologische Uebersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie“ (1855) entnommen werden kann, dass v. Cotta gelegentlich seines Besuches der Gegend (1863) dieselbe bedeutend entwickelte und durch seine 1865 erschienene Schrift „Erzlagerstätten im Banat und in Serbien“ verbreitete; dass die durch v. Cotta aufgestellten Theorien später im Ganzen in unveränderter Form acceptirt wurden, sowohl von den österreichischen Geologen, zum Beispiele von Marka im „Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt“ (1869) und von v. Hauer in seiner „Geologischen Kenntniss der österreichisch-ungarischen Monarchie“ (1878), ferner von Pošepny und Suess, sowie auch von den fremden Geologen, welche Moravica und Dognacska bereist haben, als wie Castel und v. Rath.

Indem wir nun beabsichtigen, diese Ansichten kurz wieder zu geben, können wir uns in der Hauptsache an v. Cotta's Darstellung halten, weil er ausführlicher auf den Gegenstand eingegangen ist, als irgend einer der andern und es nicht scheint, als wichen die Ansichten der österreichischen Geologen sonderlich weit von den seinigen ab. Ich muss voranschicken, dass sowohl v. Cotta als Marka, v. Hauer und Suess die Erzlagerstätten bei Moravica und Dognacska im Verein mit den südlicher gelegenen Erzlagerstätten bei Oravicza, Cziklova, Szaszka und Moldava betrachten, obgleich unter diesen Erze von ganz verschiedener Beschaffenheit erscheinen. Ja, sie haben sie sogar mit den ungefähr 100 Kilometer nördlicheren Erzlagerstätten bei Rezbanya in Ungarn in Gemeinschaft bringen wollen. Das Raisonement, welches ihrer Darstellung zu Grunde liegt, ist folgendes: „Weil die Erze bei Moldava, Szaszka und Cziklova u. s. w. Contactbildungen sind, müssen die Stätten bei Moravica und Dognacska es auch sein;“ und wir wollen weiter unten zu erörtern versuchen, in welchem Grade ein solcher Schlussatz berechtigt sein kann. Da wir aber, um ein möglichst treues Bild von den Ansichten der angeführten Verfasser über diesen Punkt geben zu können, gezwungen sind, einige ihrer Citate wiederzugeben, so ist es nicht zu vermeiden, dass ein Theil des Citirten mehr den banatischen Vorkommen im Allgemeinen gilt als speciell Moravica und Dognacska.

In Cotta's erwähntem Werke lesen wir pag. 101, wo er die Hauptresultate seiner Schilderung zusammenfasst, nachdem er in sechs Punkten über das eruptive Gestein hinsichtlich der Contactbildungen und der Erze geschrieben, Folgendes: „7. An ihren Grenzen, besonders an denen gegen die von ihnen durchsetzten Kalksteine, sind diese Eruptivgesteine (Banatite) gewöhnlich, aber nicht überall, von auffallenden Contacterscheinungen begleitet, sowohl von solchen, die rein mechanischer Natur sind, als auch von solchen, die in Aenderungen des Aggregatzustandes oder in der Neubildung gewisser Mineralien (Granatfels) bestehen. Ausserdem aber sind sie begleitet von Erzlagerstätten unregelmässiger Gestalt, reich an Schwefelmetallen, Magnet-eisenerz und deren Umwandlungsproducten.

8. Der Charakter dieser Erzlagerstätten ist in vieler Beziehung ein übereinstimmender, doch herrschen in denselben an den einzelnen Entwicklungsstellen ungleiche Erze und Mineralien vor.

9. Wir müssen die eigentlichen Contactbildungen, die aus Gemengen von Kalkspath, Granat, Grossular, Wollastonit, Vesuvian und Amphibol bestehen (die ich als Granatfels bezeichne), von den Erzlagerstätten trennen, die neuerer und anderer Entstehung sind. Die Erzlagerstätten zerfallen aber wieder in ursprüngliche (vorherrschend Schwefelmetalle) und Umwandlungs- und Zersetzungsproducte (Brauneisenstein, Galmei u. s. w.).

10. Diese drei Kategorien von besonderen Lagerstätten sind offenbar sehr ungleicher Entstehung, dennoch verlaufen sie in einander. Die ursprünglichen Erze sind in die echten Contactbildungen verzweigt.

12. Den echten Contactlagerstätten gehören als ursprüngliche, d. h. wahrscheinlich durch den Contact der Banatite mit dem Kalkstein ausgebildete Mineralien an: Granat, Wollastonit, Malakolith (als Stellvertreter des Wollastonites), Tremolit und Asbest, Strahlstein, Vesuvian, Glimmer (grüner), Kalkspath (oft blau). Diese Mineralien bilden unregelmässige krystallinische Gemenge, die ich gemeinsam als Granatfels bezeichnet habe, sie sind wahrscheinlich meist Producte der Verbindung von Kalkerde des Kalksteins mit den Silicaten der Banatite, durch Schmelzung unter hohem Druck und nachfolgender sehr langsamer Abkühlung im geschlossenen Raum.

13. Die Erzlagerstätten, welche offenbar erst nach der Erstarrung der Banatite durch Ablagerung aus Solutionen in zufällig vorhandenen oder durch die Solutionen neugeschaffenen Räumen abgelagert worden sind, enthalten als wahrscheinlich ihrem ursprünglichen Zustande angehörig (hier sind 36 Mineralien aufgezählt, von denen folgende mit gesperrtem Druck): Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit, Magnet-eisenstein. In den Zersetzungsregionen der Erzlagerstätten wurden dagegen gefunden (57 aufgezählte Mineralien, worunter): Brauneisenerz, Rotheisenerz, Rothkupfererz, Malachit, Kupferlazur, Bleiocker, Cerrusit, Galmei, Zinkspath.

14. Alle diese Erzlagerungen finden sich in unregelmässiger Gestalt an den Grenzen oder doch in der Nähe der Grenzen von Eruptivgesteinen, grösstentheils in Kalkstein, jedoch auch an den Grenzen zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer. Imprägnationen sind häufig damit verbunden. Regelmässige Lager oder Gänge fehlen ganz.

15. Die unregelmässige Form war also hier offenbar durch besondere Umstände als vorherrschend bedingt. Diese Umstände dürften gewesen sein 1. unregelmässige Hohlräume und Zerklüftungen, welche sich durch mechanische Kräfte bei dem Empordringen der Banatite bildeten; 2. locale Auflösung und Auswaschung des Kalksteines durch dieselben Solutionen, aus welchen sich die Erze ablagerten, und 3. nachträgliche Einstürzungen oder Hebungen und Senkungen, wodurch auch Breccien entstanden.

16. Die Solutionen (auf ihrem unterirdischen Wege wahrscheinlich warme Mineralquellen) dürften Nachwirkungen derselben plutonischen Action gewesen sein, durch welche die Banatite emporgedrängt wurden.

17. Der Anfang ihrer Bildung kann frühestens der Kreideperiode angehören.

19. Das Charakteristischeste dieser Lagerstätten lässt sich kurz so bezeichnen:

a) Gestalt: unregelmässig (Stöcke und Imprägnation weder Gänge, noch Lager). b) Inhalt: Schwefelmetalle verbunden mit Quarz und Kalkspath vorherrschend. Schwerspath und Flussspath sind sehr selten. In der Nähe der Oberfläche viel Zersetzungsproducte. c) Lagerung: Am Contact ungleicher Gesteine, besonders des Kalksteines. d) Vorherrschende Richtung: SW. e) Alter: Kreide- oder Eocenperiode.“

Es ist augenscheinlich, dass v. Cotta bei Zusammenstellung des obigen Resultates das Verhältniss sämtlicher banatischer Lagerstätten im Auge gehabt hat; deswegen eben kann Einiges des Gesagten nicht besonders auf Moravica und Dognacska angewandt werden, z. B. wenn er im Punkt 14 sagt, dass die Erzlagerstätten sich „grösstentheils im Kalkstein“ befinden, da ja aller bishcr gemachten Erfahrung gemäss, die dortige Kalkzone von Erzen vollkommen frei ist, ebenso wenn es im Punkte 19 heisst: „Schwefelmetalle herrschen vor.“

Wenn wir in Kürze v. Cotta's Sätze zusammenfassen, soweit sie nämlich auf die Verhältnisse bei Moravica und Dognacska passen, so könnte es folgendermassen geschehen:

- A) Die „Scheidungen“, von uns Lagerarten, von v. Cotta Granatfels benannt, aus Granat, Pyroxen und Amphibol u. s. w. bestehend, sind echte, ursprüngliche Contactlagerstätten, gebildet bei dem Contacte des Banatites mit dem Kalkstein durch Verbindung von Kalkerde im Kalkstein mit den Silicaten im Banatit (vergleiche v. Cotta's Punkt 12).
- B) Die in der Lagerart eingeschlossenen Erze sind von zweierlei Art, primäre und secundäre (vergl. die Punkte 9 und 13).
- C) Die primären bestehen hauptsächlich aus Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit, Magnetit und Eisenglanz; diese sind nach Erstarrung des Banatits aus Solutionen abgesetzt in zufällig vorhandenen oder durch Solutionen neugeschaffenen Hohlräumen. Die Solutionen sind in Form von warmen Mineralquellen als Nachwirkungen der Eruption des Banatits aufgetreten, und die unregelmässige Form der Erze ist bedingt durch unregelmässige Zerklüftungen, locale Auflösung des Kalksteines und nachfolgende Dislocation (vergl. Punkt 13, 15 und 16).
- D) Die secundären Erze sind Zersetzungsproducte der ersteren und enthalten hauptsächlich Brauneisenerz nebst Oxyden und Carbonaten von Kupfer, Blei und Zink (vergl. Punkt 13).

Wir beschränken uns vor der Hand mit der Formulirung dieser Sätze und kommen später bei Verfolgung dieser Theorie auf dieselben zurück.

Auf ähnliche Weise scheint Marka geneigt zu sein, die Verhältnisse zu betrachten (a. a. O., pag. 318 ff.).

Seine Beschreibung dieser Erzlagerstätten ist ohne Zweifel die vollständigste und übertrifft jene v. Cotta's bei Weitem. Er sagt hinsichtlich der Bildungsart: „Bekanntlich verfolgen die Eisenerzgruben Moravica und Dognacska diejenigen Erzlager und Stockwerke, die als Contactgebilde an der Berührung des unfern des Dorfes Kalina beginnenden, und von dort bis Ezeres streichenden Kalkes und dessen oft wechselnden Grundgebirges — Glimmerschiefer, Gneiss und

Syenit — anstehen. Sämmtliche Erze brechen in unregelmässig gestalteten Körpern von meist stark brüchiger, gewöhnlich nach unten keilförmig zulaufender Form; die Blei- und Kupfererze (auch Bleiglanz) gewöhnlich in schlauchförmigen Massen im Allgemeinen mit deutlichen Merkmalen von secundären Anhäufungen und Ausfüllungen der bei der Krystallisation des Kalkes und dem Aufsteigen des Gebirges entstandenen Spalten und Räume.“

In demselben Sinne heisst es in von Hauer's „Geologie“ 2. Auflage, pag. 541—542: „Sowohl das in praktischer Beziehung wichtigste, wie auch das interessanteste Vorkommen von Erzlagerstätten, welches wir hier anzuführen haben, ist jenes auf Contactstöcken zwischen Banatit und Kalkstein (meist Caprotinenkalk, vielleicht theilweise auch Jurakalk) im Banat. Den ganzen Zug der Banatite entlang sind diese Erzvorkommen bekannt, an einzelnen Punkten reicher, an anderen ärmer, und auch ziemlich wechselnd in Bezug auf die Art der Erze, die sie umschliessen. Das wichtigste derselben ist gegenwärtig der Magneteisenstein, der insbesondere auf den Gruben zu Moravica, wo er in grösster Reinheit und Mächtigkeit einbricht, ausgebeutet wird. — Stets bilden die Erze in Begleitung von Granatgestein unregelmässige Stücke, die an die Nähe des krystallinisch gewordenen Kalksteines einerseits und des Banatites andererseits gebunden sind, oft auch mit Glimmerschiefer, der häufig unmittelbar unter dem Kalkstein liegt, in Berührung kommen.“

E. S u c s s behandelt in seinem neuesten Werke „Das Antlitz der Erde“ die Bruchlinie im Banat und nimmt dabei Gelegenheit, sich über die Contactgebilde in folgenden Worten zu äussern<sup>1)</sup>: „Wo immer die syenitische oder dioritische Felsart mit dem mesozoischen Kalkstein in Berührung kommt, ist dieser verändert; es erscheinen Granat, Wollastonit, Vesuvian, Glimmer, blauer Kalkspath und eine ganze Reihe bezeichnender Mineralien des vulcanischen Contactes. In der Zone des Contactes liegen auch die zahlreichen Erzlagerstätten dieses Zuges: Magneteisenstein, Blei- und Kupfererze, Silber und Gold finden sich in denselben. Je nach ihrer Lage gegen den Kalkstein sind die einzelnen Eruptivstellen ganz oder nur theilweise von dem Contacthufe umgeben. Das Eruptivgebiet von Moravica liegt im Glimmerschiefer, kreuzt aber einen Kalkzug und verändert und verengt denselben.“

Kommt nun hierzu, dass F. Pošepny in seiner Beschreibung von Rezbánya<sup>2)</sup>, welche Erzlagerstätte er als Contactbildung darstellt, auch dieselbe Bildungsart auf die Erzlagerstätten bei Moravica und Dognacska bezieht, so dürfte man behaupten, dass die österreichischen Geologen in dieser Auffassung ungemein einig sind.

Ohne auf eine ausführlichere Entwicklung der Frage über die wahrscheinliche Genesis dieser Erze einzugehen, was ohne Zweifel weit mehr andauerndes und umfassenderes Studium am Platze erfordern würde, als es mir vergönnt gewesen, will ich doch nicht unterlassen, die Umstände anzudeuten, welche meiner Ansicht nach zur Beurtheilung dieser Frage in Erwägung gezogen werden müssen, und welche mir

<sup>1)</sup> a. a. O. erste Abtheilung, pag. 212.

<sup>2)</sup> Geol.-montan. Studie der Erzlagerstätten von Rezbánya in SO.-Ungarn. Földtani Közöny 1874.

entschieden für die Deutung zu sprechen scheinen, dass hier solche Erze mit Lageratur vorliegen, deren Alter viel höher ist, als das des Jurakalkes.

Verweilen wir einen Augenblick bei der Frage über das Alter der Erze; eng damit verbunden steht die Frage über das Alter der krystallinischen Kalkzone. Gemäss der einen von den beiden hier gegenübergestellten Ansichten sind die Erze jünger als diese Kalkbildung, nach der anderen älter. Für beide ist es also nothwendig, dass das geologische Alter des Kalkes bestimmt werde.

v. Cotta scheint diesen Kalkstein ohne Bedenken für einen Rest einer allgemeinen Jurakalkdecke angesehen zu haben.<sup>1)</sup> Da bisher in dem Kalkstein keine Spur von Fossilien angetroffen wurden, muss die Beurtheilung des geologischen Alters ausschliesslich auf Grund der petrographischen Beschaffenheit und der Lagerungsverhältnisse geschehen. Was nun den ersten dieser Charaktere betrifft, so gibt v. Cotta freilich an, dass die krystallinische Beschaffenheit bei grösserer Entfernung vom Banattdurchbruch abnehme, aber wir haben in dem Vorhergehenden gezeigt, wie es sich hiermit verhält und dass v. Cotta's Angabe, welche den Angaben auf den geologischen Karten widerstreitet, die oben citirt wurden, in diesem Punkte nicht als Stütze für die Ansicht angeführt werden kann, dass ein theilweise metamorphisirter Jurakalk vorliegen solle.

Wir gehen nun zu den Lagerungsverhältnissen über. Hinsichtlich dieser ist schon in dem Vorhergehenden genügend darauf hingewiesen worden, dass der Kalk concordant auf den krystallinischen Schiefeln lagert.

Da jedoch der Kalkstein selber meist ohne deutliche Schieferigkeit ist, so gibt sich diese Concordanz dadurch zu erkennen, dass die Grenze oder der Contact zwischen dem Kalkstein und den Schiefeln parallel mit der Schieferungsrichtung der letzteren ist. Dies Verhältniss habe ich persönlich an mehreren Stellen längs dem Contacte der Kalkzone Gelegenheit gehabt, wahrzunehmen, sowohl an der Ost-, wie an der Westseite derselben. Durch dieses Verhältniss wird eine nähere Gemeinschaft zwischen der Kalksteinszone und den darunter liegenden Schiefeln angedeutet, und es fällt schwer, sich vorzustellen, dass dieselben weit getrennten geologischen Systemen angehören sollten. Es ist deutlich, dass die krystallinischen Schiefer keine Denudation oder erhebliche Faltung erlitten haben früher als die Ablagerung des Kalksteines erfolgte.

Noch weniger glaubwürdig scheint es, dass die Kalkzone entweder dem Jura oder Kreidesystem angehören könnte, wenn wir die geologischen Verhältnisse der nächsten Umgebung in Betracht ziehen. Oestlich und südöstlich von Moravica und Dognacska breiten sich in stark gefalteten Schichten mit hauptsächlich NNO.—SSW.-Richtung carbonische-, Perm-, Trias-, Jura- und Kreidesysteme aus, welche alle zu einer Serie von Sätteln und Mulden gehören, das westliche Gebiet der Banater Berge ausmachend.

<sup>1)</sup> a. a. O. pag. 63: „Sie ist offenbar nur der Rest einer allgemeinen Jurakalkdecke, welcher durch irgend einen Umstand zwischen den Glimmerschiefer hinabfiel.“

Wenn wir uns etwas an die allgemeinen geologischen Verhältnisse des westlichen Banater Gebirges halten, so wie dieselben zuerst von Kudernatsch beschrieben wurden, so finden wir, dass die zunächst auf die krystallinischen Schiefer folgenden Ablagerungen die des Kohlensystems sind. Dieses System kommt im Banat auf zwei Gebieten beckenförmig in den Schiefen eingelagert vor. Das eine ist im SO. bei Almasch, das andere, das für uns von weit grösserem Interesse ist, weil es den Lagerstätten von Moravica und Dognacska viel näher liegt, ist das Becken bei Szekul. An beiden Stellen fehlt der Kohlenkalk, und nur die lymnische Facies des Systemes ist repräsentirt. Dieses besteht aus Conglomeraten mit Bruchstücken von archaischen Gesteinen, grauen Sandsteinen und Thonschiefen und enthält, wie bekannt, Kohlenflötze, welche bei Szekul ausgebeutet werden. Die Mächtigkeit der Kohlensystembildungen bei Szekul und in der Umgegend von Reschitza kann bis circa 200 Meter geschätzt werden.

Hierüber folgt der rothe Sandstein, der von Kudernatsch seinem geologischen Alter nach nicht mit Sicherheit hat bestimmt werden können, den aber später Stur zu dem Rothliegenden<sup>1)</sup> stellte. Dieser Sandstein lagert theils auf dem Carbonsystem, theils, wo dieses vermisst wird, direct auf den archaischen Schiefen. Er bildet südlich von Berzava mehrere zusammenhängende Gebiete mit bedeutender Ausbreitung und Mächtigkeit; nach Süden zu wird er dagegen von den jüngeren Systemen verdeckt, und tritt daselbst in vier fast parallelen Gürteln auf, von welchen die beiden mittleren bei Steyersdorf und Natrathal durch Sattelbildungen hervorgerufen sind; die beiden anderen sind die nach beiden Seiten ausgehenden Flügel, die an die archaischen Schiefer grenzen. Bei Gerlistje ist die Mächtigkeit des rothen Sandsteines am grössten; er wird dort von Kudernatsch auf 6—700 Meter geschätzt; v. Cotta (nach Schröckenstein) berechnet sie bei Reschitza zu 4—500 Meter. Nach Süden nimmt die Mächtigkeit ab, ist aber doch bei Steyersdorf noch ungefähr 400 Meter. Es muss besonders hervorgehoben werden, dass dieser rothe Sandstein ein äusserst constantes Glied im Bau des Banater Gebirges ausmacht, und dass derselbe überall, wo die jüngeren Formationen vorkommen, mit auftritt.

Ueber demselben erscheinen die zum Lias gehörenden Sandsteine und Schieferthone, welche von Kudernatsch theilweise zur Trias (Keuper Sandstein) gestellt werden. Diese haben wenigstens eine Mächtigkeit von 300 Meter; bei Doman in der Nähe von Reschitza soll die Mächtigkeit dieser Schieferthone sogar bis zu 1200 Meter steigen.<sup>2)</sup> Erst über diesen Gebilden kommen die ersten Kalksteine vor, welche den verschiedenen Etagen des Jura- und Kreidesystems angehören.

Man ersieht also, dass es zwei ganz getrennte Serien von Gesteinen gibt, eine tiefere von fluviatiler oder lymnischer Natur, und eine höhere, rein marine. Mit einigen wenigen Modificationen der von Kudernatsch gegebenen Aufstellung hat man also in der tiefen:

1. Das Carbonsystem, 200 Meter;
2. das Rothliegende, 500 Meter;

<sup>1)</sup> Jahrbuch d. g. R.-A. Bd. XX.

<sup>2)</sup> „Notice sur les etablissements industriels“ u. s. w., pag. 16.

3. Sandstein und Thon (Lias), 300—1200 Meter; und in der oberen
4. Mergelschiefer (Lias);
5. Kalksteine (Jura und Kreide).

Es verdient ferner hervorgehoben zu werden, dass die erstere dieser Abtheilungen vorzugsweise entwickelt in dem nördlichen Theile des Gebietes vorkommt, das Moravica und Dognacska zunächst gelegen ist. Damit nun die Kalksteine, welche irgend einem der Niveaux angehören mögen, die in dieser Gegend vorkommen, direct auf den archaischen Schiefer zu ruhen kommen, ist es natürlicherweise erforderlich, dass die ganze erste Abtheilung nicht vorhanden ist. Da kann man nun wohl mit Recht fragen, ob es angenommen werden dürfe, dass diese Sandsteine und Schieferthone, welche bei Reschitza und Gerlistje eine Gesamtmächtigkeit von 1000—2000 Meter haben, von dem nur einige zehn Kilometer davon entfernten Moravica- und Dognacskegebiet gänzlich verschwunden sein sollten. Man muss unwillkürlich die Frage aufwerfen, wo diese mächtigen Gebilde, welche sich zwischen der Kalksteinzone bei Moravica und Dognacska und den archaischen Schiefer befinden sollten, denn geblieben sind? Und diese Frage ist um so mehr berechtigt, als, wie soeben erwähnt wurde, der rothe Sandstein (Rothliegendes) ein so constant auftretendes Glied der Lagerserie innerhalb des Banater Gebirges ist, dass er nirgends ganz verschwindet. Weiter wollen wir die Aufmerksamkeit auf einen Umstand lenken, welcher, soweit wir einsehen können, es nicht allein unwahrscheinlich, sondern sogar unmöglich macht, diesem Kalksteine ein so junges geologisches Alter beizumessen. Die Kalkzone liegt, wie wir in diesem Aufsätze vielfach gezeigt haben, in einer Mulde, die in ihrem nördlichen Theile sehr schroffe Wände hat. Das geht am deutlichsten bei Betrachtung der Profile hervor. An einigen Stellen hat sogar Ueberschiebung stattgefunden, was aus den Profilen Nr. 1 und 8 (Sophia und Jupiter Carolus) ersichtlich ist. Es ist wohl klar, dass die Ablagerung des Kalksteines nicht in einer solchen Rinne hat vor sich gehen können, sonderu der Kalkstein, der nun in der engen Mulde eingeschlossen liegt, muss abgelagert worden sein, ehe die Mulde sich bildete. Mit anderen Worten: Der Kalkstein muss älter sein, als die Faltung und Emporhebung der archaischen Schiefer dieser Gegend. Könnte man nun den Zeitpunkt für die Faltung der archaischen Schiefer bestimmen, so erhielte man zugleich eine Zeitgrenze zur Bestimmung des Alters der Kalkzone.

Nun kann man freilich hier ebensowenig wie an den meisten anderen Stellen genau angeben, wie alt die Faltung und das Empordringen der archaischen Schiefer ist; Kudernatsch scheint geneigt zu sein, den Zeitpunkt unter die Liasperiode<sup>1)</sup> zu verlegen, indem er sich dabei auf eine Discordanz zwischen Lias und braunem Jura bei Drenkova verlässt. Selbst gesetzt den Fall, wir nehmen diesen von Kudernatsch bestimmten Zeitpunkt für die Faltung der archaischen Schiefer an, der sicherlich eher tiefer zu versetzen ist, als höher hinauf, so ist es dennoch offenbar, dass die Kalkzone bei Moravica und Dognacska nicht dem Jura oder Kreidesystem angehören

<sup>1)</sup> Kudernatsch, Geologie d. Banater Geb.-Zuges, pag. 40.

kann. Verschiedene Gründe lassen es indessen wahrscheinlich erscheinen, dass die Faltung der archaischen Schiefer bei Weitem früher vor sich gegangen, als Kudernatsch annimmt, und dass keines der sedimentären Systeme, welche in den Bau des Banater Gebirges eingehen, nicht einmal das älteste, das Carbonsystem, daran Theil genommen. Um dies zu beweisen, bedarf es eigentlich nur des Hinweises darauf, dass die Streichrichtung der archaischen Schiefer in dieser Gegend von derjenigen der jüngeren Bildungen abweicht. Die ersteren streichen fast ohne Ausnahme in N. 45 O. nach N. 60 O., während das Hauptstreichen der letzteren N. 30 O. ist.<sup>1)</sup>

Ich habe hiermit nur einige der Schwierigkeiten zeigen wollen, welche jene Ansicht in Erwägung zu ziehen hat, die die Kalkzone bei Moravica und Dognacska als Jura- oder Kreidekalk betrachten will. Es ist bereits in Erinnerung gebracht, dass diese Ansicht weder durch die petrographische Beschaffenheit dieses Kalksteines, noch durch Vorkommen von Fossilien gestützt wird. Er ist fossilfrei, wie ein archaischer Kalkstein, er ist krystallinisch, wie ein solcher und dass er auch hinsichtlich seiner Lagerungsverhältnisse in enger Gemeinschaft mit den umliegenden Schiefen steht, scheint mir in dem Vorbergehenden genügend dargestellt zu sein. Es wäre deshalb unleugbar das Einfachste, ihn als eine mit den archaischen Schiefen zusammengehörige Bildung zu betrachten.

Eine andere Möglichkeit bietet sich noch dar, nämlich anzunehmen, dass der Kalkstein nebst einem unbestimmten Theile der angrenzenden Schiefer — vorzugsweise die bei Dognacska auftretende Granwacke — von alt-paläozoischem Alter sei und zum Silur- oder Devon-System gehöre. Hiergegen könnte die Bemerkung gerichtet werden, dass diese Systeme nicht in den Banater Gebirgszügen, ja überhaupt nicht in den Karpathen sicher nachgewiesen werden, wie wenigstens bis vor Kurzem die Ansicht gewesen.

v. Hauser<sup>2)</sup> führt kein Silursystem aus den Karpathen an und Devon nur im nördlichen Ungarn. Spätere Untersuchungen scheinen es aber doch wahrscheinlich gemacht zu haben, dass gewisse metamorphisirte Schiefer mit Kalksteinen, die im Banat vorkommen, hierher gerechnet werden können. In derselben Weise hat Tietze<sup>3)</sup> an einigen Stellen Glimmer- und Thonschiefer mit Kalklagern gefunden, die er sich berufen fühlt als altpaläozoisch anzusehen. Ein solcher Glimmerschiefer tritt im Oraviczathale oberhalb Daluja-Ljubkova auf. Derselbe ist bisweilen gneissartig, bisweilen gleicht er einem stark glimmerhaltigen geschichteten Sandstein. Hierher zählt er auch einen grauen Kalkstein, der spathige Crinoiden enthält und im oberen Quellgebiet des Oraviczbaches nahe bei den Bergen Tilva Nukului und Lilicsch, westlich vom Oraviczathal vorkommt. Hierher rechnet Tietze ebenfalls den schwarzen dünnschieferigen Thonschiefer, der bei Trenkova zwischen Gneiss eingekeilt vorkommt; derselbe macht wahrscheinlich eine schief eingeklemmte Mulde aus und enthält Spuren von verkiesten Fossilien. Sein paläozoisches Alter ist nicht zu bezweifeln wegen seiner intimen Zusammengehörigkeit mit

<sup>1)</sup> Kudernatsch, Geologie d. Banater Geb.-Zuges, pag. 38.

<sup>2)</sup> Die Geologie u. s. w. 2. Auflage, 1878.

<sup>3)</sup> Jahrbuch d. G. R. A. 1872.

den archaischen Gebirgsarten, was die mesozoischen Lager in diesem Gebiete nicht aufzuweisen pflegen und da Carbon und Rothliegendes im Banat eine ganz andere petrographische Entwicklung zeigen, hat Tietze sich veranlasst gesehen, diesen Thonschiefer für eine silurische oder devonische Bildung zu halten.

Diese Beispiele sind hier angeführt worden, um auf die Möglichkeit hinzuweisen, dass die Kalkzone bei Moravica und Dognacska, sowie die in der Nähe derselben und im Verein mit ihr auftretenden Grauwackebildungen dem Silur- oder Devonsystem angehören können. Die Eisenerze an genannten Stellen würden dann auch zu denselben Systemen gehören, welche sich an anderen Orten in der österreichischen Monarchie so reich an Eisenerzen erwiesen haben.

Wie dem auch sei, so beweisen doch die angeführten Exempel, dass die Kalkzone bei Moravica und Dognacska, wenn sie als eine Bildung von weit älterem Ursprung als Jura- und Kreidekalk betrachtet wird, keine alleinstehende Erscheinung im Gebiete des Banats ist.

Hier sei auch im Vorübergehen einer Beobachtung gedacht, welche v. Rath bei Oravicza gemacht hat.<sup>1)</sup> Er hat daselbst beobachtet, wie ein dichter grauer Kalk einen weissen krystallinischen Kalkstein überlagert, ohne dass ein Uebergang von einem zum anderen vorhanden wäre und will er deswegen den letzteren als eine, von dem in der Gegend gewöhnlichen Jura- oder Kreidekalk wesentlich verschiedene Kalkbildung ansehen.

Noch muss ein Punkt in Rücksicht auf das Alter der Erzbildungen bei Moravica und Dognacska hier berührt werden. K. Peters hat ein Stück Magnetit von Moravica beschrieben, das ihm einen cladocoraartigen Korallenstock zu enthalten scheint. Da das Vorkommen dieses Fossils, falls dasselbe unzweifelhaft ein solches wäre, natürlicherweise zum vollkommenen Beweise dienen könnte, sowohl für das jüngere geologische Alter des Eisenerzes und des Kalksteines, als auch für die Natur des ersteren als Verwandlungsproduct, habe ich es für nöthig erachtet, Peters' Material einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Zu diesem Zwecke wandte ich mich an Herrn Prof. Krenner in Budapest, der bei dem Custos an der Mineralsammlung der Pester Universität (Prof. Szabó) auswirkte, dass Peters' Originalhandstück zu meiner Verfügung gestellt wurde. Prof. Krenner hatte ausserdem die Freundlichkeit, Peters' ziemlich lange Original-Etikette für mich abzuschreiben und mir in einem besonderen Briefe seine eigene Ansicht über das fragliche Handstück auszudrücken. Für dieses Entgegenkommen möchte ich hier sowohl Herrn Prof. Szabó als auch Prof. Krenner meinen besten Dank aussprechen.

Das so von mir untersuchte Stück aus der Mineralsammlung der Pester Universität<sup>2)</sup> ist rechteckig mit den grösseren Seiten von 8 Centimeter und einer Dicke von 3—5 Centimeter. Es besteht in seiner Hauptmasse aus Magnetit, ist schwarzblau an Farbe mit dichtem Korn und mattem Bruch, unebener matter Bruchfläche ohne Spur von

<sup>1)</sup> Verhandl. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. 1879.

<sup>2)</sup> Ein ähnliches befindet sich in der Sammlung der Pester Ober-Bealschule.

krystallinischer Structur oder irgend welchen Spaltflächen; der Strich ist metallglänzend. In diesem sind zweigartige Bildungen eingeschlossen (Peters' Korallen), welche gelblichweiss bis grauweiss gefärbt und scharf gegen den Magnetit begrenzt sind. Die Länge derselben ist 1—2 Centimeter; die Breite 3—5 Millimeter; sie erscheinen ungleich an den verschiedenen Seiten des Handstückes und haben eine gewisse parallele Orientirung im Verhältniss zu einander. Sie bestehen 1. aus einem in undeutlichen Krystallformen ausgebildeten Carbonat, hell an Farbe, wahrscheinlich  $(Ca, Mg) CO_3$ , 2. aus Quarz, der die Wände oft als eine Kruste bekleidet oder auch eine Rinde um die poröse Carbonatmasse bildet. Der Quarz kommt desgleichen auch in unregelmässigen Krystallen vor, die mit dem Carbonat gemeinsam eine poröse Masse ausmachen, 3. aus grünem, in einem Theile der Hohlräume vorkommenden Epidot; dieser ist stark glänzend und zeigt deutliche Spaltung. Ausserdem 4. aus einem braunrothen bis rosenrothen Mineral (Manganepidot oder Manganspath), jedoch in gar zu kleinen Mengen, um untersucht werden zu können.

Wie schon erwähnt, sind die Partien an den verschiedenen Seiten des Handstückes von verschiedener Form. An den beiden grössten Seiten erscheinen sie als langgestreckte, weisse, ziemlich parallel nach einer Richtung laufende Flecken; diese sind einigermassen gleich breit; die Begrenzungen sind mehrfach rechtlinig, an den Spitzen kommen mitunter rechtlinig begrenzte Winkel vor. Deutliche Verzweigungen sind hier nur ausnahmsweise zu bemerken.

An den schmälern Seiten erscheinen die Einschlüsse auch schmaler, weniger rechtlinig begrenzt und zuweilen schlängelnd. Verzweigungen nach oben und unten sind zahlreich und die Zweige spitzen sich zu und verschwinden.

An der oberen und unteren Seite projiciren sich die Einschlüsse als kleine runde Flecken; rechtlinige Begrenzungen kommen hier nicht vor, die Diameter sind von 4—5 Millimeter herab bis 1 Millimeter und darunter.

Was entschieden gegen die Annahme zu sprechen scheint, dass hier ein Korallenstock vorliege, sind zuerst die rechtlinigen Begrenzungen, welche bisweilen scharf contourirte Krystallwinkel bilden. Desgleichen mag des Verhältnisses gedacht werden, dass die Verzweigung sich bedeutend von derjenigen der Korallen unterscheidet, indem dieselbe hier sowohl nach oben als nach unten stattfindet, während ein Korallenstock seine Zweige nur nach einer Richtung hinaus sendet. Schliesslich sind auch die an der Oberseite projicirenden kleinsten Einschlüsse von geringerem als 1 Millimeter Diameter wenig übereinstimmend mit der Art und Weise, wie ein Korallenstock wächst; denn die Zweige eines solchen, sie mögen nun beliebig jung sein, gehen doch nie unter einen gewissen Minimidurchmesser, und an dem Handstück, von dem die Rede, scheint keine solche Minimigrenze für den Diameter der Einschlüsse vorhanden zu sein. Dass eine Korallenstructur nirgends auftritt, ist aus der vorhergehenden Beschreibung klar zu ersehen und das hat auch Peters gefunden. Man hat sich also nur an die äussere Contourirung zu halten und diese lässt sich schwer mit der einer Koralle in Uebereinstimmung bringen.

Statt dessen erinnern die oft ziemlich deutlichen polygonalen Begrenzungen an verschwundene prismatische oder tafelförmige Krystalle, deren Pseudomorphosen, wie vorher angedeutet wurde, nicht überall die Hohlräume im Magnetit vollkommen ausfüllen. Das ursprüngliche Mineral, das eingebettet im Magnetit lag oder in der Mineralsubstanz, aus welcher der letztere hervorgegangen, scheint irgend ein Augitmineral oder Wollastonit gewesen zu sein. Doch kann hierüber nichts mit Bestimmtheit behauptet werden.

Da ich nun der Ansicht bin, dass dieses Mineral folglich keinerlei Fossilien enthält, sondern eine Pseudomorphose von durchaus unorganischer Natur ist und dass dasselbe gänzlich werthlos ist in Bezug auf die Bestimmung sowohl des Alters des Kalksteines als des Eisenerzes, so kann es mich nur freuen, dass Prof. Krenner diese meine Ansicht theilt. Er schreibt nämlich in seinem vorerwähnten Brief an mich: „Ich glaube, dass der Anblick dieser Stücke Sie überzeugen wird, dass hier von einer Koralle nicht die Rede sein kann.“

Wir haben nun die Ansicht erläutert, nach welcher die Kalkzone bei Moravica und Dognacska von mesozoischem Alter sein soll und gesehen, dass keine zwingenden Gründe zu einer solchen Behauptung vorliegen, im Gegentheil hat eine solche mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen, um die Lagerungsverhältnisse des Kalksteines zu erklären; wir haben statt dessen gesehen, dass die einfachste und von den Verhältnissen am Platze von selbst sich ergebende Anschauungsweise diejenige ist, gemäss welcher dieser Kalkstein für eine Bildung archaischen oder paläozoischen Alters gehalten wird.

Nun gehen wir zu einem anderen wichtigen Moment über, der von v. Cotta verfochtenen Theorie, dass nämlich die Erze von jüngerer Bildung als der überliegende Kalkstein sei, dass dieselben Contactbildungen seien und genetisch an den nahegelegenen eruptiven Quarzdiorit gebunden wären. Betreffs dieser Sache können wir uns zufolge der vorhergehenden Darstellung ganz kurz fassen. Der Beweis wurde durch den Nachweis geliefert, dass die Eisenerze bei Moravica und Dognacska die grössten Aehnlichkeiten mit den schwedischen Eisenerzen zeigen, nicht allein hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung, sondern ebenfalls in Rücksicht auf das geologische Auftreten. Da nun die schwedischen Eisenerze Lager sind, so lässt sich dieselbe Bildungsart auch für die in Frage stehenden banatischen annehmen. Ausserdem wollen wir noch in Kürze auf einige Gründe aufmerksam machen, welche, ganz abgesehen von der treffenden Aehnlichkeit mit den schwedischen Eisenerzen, zu demselben Resultate betreffs der Genesis dieser Erze führen müssen.

Cotta betrachtet, wie wir schon gesehen haben, in gewisser Weise die Bildung der Lagerartmassen als getrennt von der der Erze, welche diese enthalten. Die ersteren gelten ihm als echte ursprüngliche Contactgebilde, erzeugt bei dem Contact des Banatit mit dem Kalkstein durch deren gegenseitige Einwirkung auf einander bei hoher Temperatur. Die Erze dagegen hätten sich (wenn wir für den Augenblick die secundären ausser Acht lassen) nach der Eruption des Banatites aus Solutionen abgesetzt, in zufällig vorhandenen oder durch Solutionen gebildeten Hohlräumen.

Ziehen wir zuerst die sogenannten wirklichen Contactgebilde in Erwägung, d. h. die Lagerarten, so sollte man der Theorie gemäss erwarten, dieselben eben auf diesen Contact beschränkt zu finden; sie müssten überall da auftreten, wo diese beiden Gesteine mit einander in Berührung kommen, und an anderen Stellen fehlen. In Wahrheit finden wir jedoch, dass das Verhältniss ein ganz anderes ist. Die Lagerarten sind überaus deutlich an die Grenze zwischen dem Kalkstein und den archaischen Schiefen gebunden, und indem sie dieser Grenze folgen, erweisen sie sich in ihrem Verlauf als völlig unabhängig von dem eruptiven Gestein. Während sie sich also viele Kilometer von dem nächsten Punkte erstrecken, wo der Quarzdiorit auftritt, können sie bei anderen Gelegenheiten gänzlich an solchen Stellen vermisst werden, wo Quarzdiorit und Kalk sich begrenzen. Als Beispiele solcher Punkte können die drei Apophysen angeführt werden, welche der Banatit quer durch die Kalkzone aussendet; die nördlichste derselben läuft gleich südlich von St. Archangel, die beiden übrigen nördlich von Barbara. Keine derselben ist an der Grenze gegen den Kalkstein von Lagerarten begleitet, obgleich alle drei denselben längs mehreren hundert Metern durchsetzen. Hier hätte man Grund, das Auftreten von Granatfels zu erwarten, falls dieser wirklich ein Contactgebilde wäre, aber, wie gesagt, derselbe fehlt hier vollkommen, ebenso wie die Erze, und er entfernt sich nicht von dem bestimmten geologischen Niveau, an welches er gebunden ist, nämlich von der Grenze der archaischen Schiefer.

Eines anderen Umstandes, der mit diesen Apophysen verknüpft ist, wollen wir noch gedenken. Es ist nämlich nicht genug, dass sie den Kalkstein durchsetzen, sondern sie überkreuzen auch die Lagerarten, welche ihm zu beiden Seiten begrenzen. Demzufolge müssen wohl die Lagerarten als ältere Bildungen betrachtet werden, als die eruptive Gesteinsart, welche dieselben durchsetzt, und können mithin in keinem genetischen Zusammenhang mit dem eruptiven Gestein stehen, welches jünger ist als sie.

Nunmehr wollen wir v. Cotta's Ansicht in Betracht ziehen, insofern diese die Bildung der Erze selbst berührt. Dabei muss zuerst, als auf einen schwachen Punkt der genannten Theorie, darauf hingewiesen werden, dass die Lagerarten und die Erze selbst als nicht gleichzeitig angesehen werden, sondern als in gewissem Grade von einander unabhängige Bildungen, während sie in der That eng zusammengehörig sind. Dieser Zusammenhang offenbart sich vorerst darin, dass die Erze nicht ausserhalb der Lagerarten vorkommen, so z. B. im Kalkstein; theils darin, dass scharfe Contacte zwischen den Erzstöcken und der Lagerart oft genug gänzlich fehlen und statt dessen deutliche Uebergänge zwischen Erz und Lagerart vorkommen. Mehrfach ist ja auch der Magnetit so vermengt mit Granat oder umgekehrt der Granat mit Magnetit, dass das Erz als solches nicht der Ausbeutung werth ist. Eine Theorie, welche dieses intime Band zwischen den Lagerarten und deren eingeschlossenen Erzen gänzlich ausser Acht lässt, verliert schon dadurch viel von ihrem Werthe.

Die Erzlinen selbst hält v. Cotta für Ausfüllungen von „zufällig vorhandenen oder durch die Solutionen neugeschaffenen Räumen“.

Selbst wenn wir für den Augenblick davon absehen wollen, dass die Beschaffenheit der Structur der Erzmasse keineswegs derartig ist, dass sie charakteristisch für eine Ausfüllung von Hohlräumen wäre, so müssen wir doch nothwendig die Frage aufwerfen, was die Veranlassung sein sollte, dass die zufällig vorhandenen Hohlräume nur in den Lagerarten vorkommen, während die Kalksteinmassen frei von solchen geblieben? Und denkt man an Aussickern vermittelt Wasserlösungen, so ist es a priori weit plausibler, dass die lösenden Agentien ihren Weg durch die viel leichter lösbare Kalkmasse gesucht hätten, als durch die aus Silicaten bestehenden Lagerarten. Die Folge davon würde sein, dass man die überwiegende Mehrzahl Erze im Kalksteine bekäme und gar keine oder nur einige wenige in den Lagerarten, welches Verhältniss dem, wie es in Wirklichkeit erscheint, gerade entgegengesetzt sein würde.

Allein man braucht ja nur die Form und innere Structur der Erzlinsen in's Auge zu fassen, um zu entscheiden, dass hier gar nicht die Rede sein kann von einer Bildung durch Ausfüllung von Hohlräumen. Die bei der Mehrzahl der Erze auftretende Linsen- oder Stockform ist nicht leicht in Vereinigung zu bringen mit den unregelmässigeren Formen bei Hohlräumen. Dies ist noch mehr der Fall, wenn man erwägt, dass die Erzstöcke an den allermeisten Stellen auf eine bestimmte Weise im Verhältnisse zum Contacte zwischen dem Kalke und den archaischen Schiefeln orientirt sind, indem dieselbe ihre platte Seite dem Kalksteine zuwenden, und ihre grösste Ausdehnung in einer Richtung haben, welche nicht zu sehr von derjenigen der Kalkzone in ihrer Totalität oder der Lagerarten abweicht. Es ist wahrlich schwer zu verstehen, was die Bildung von so beschaffenen Hohlräumen mit solchen Dimensionen, wie die Erzstöcke sie haben — nämlich bis zu 80 Meter Länge, 50 Meter Breite und 5—10 Meter Höhe — veranlasst haben sollte.

Die uns bekannten geologischen Agentien von sowohl mechanischer als chemischer Natur sind wenigstens dazu ungenügend.

Es wurde genugsam bei der Beschreibung der Beschaffenheit der Erze selbst darauf hingedeutet, dass dieselben durchaus frei von jener sehr charakteristischen Structur sind, welche für Hohlraumbildungen so bezeichnend ist. Irgend eine schalige Zusammensetzung eines Erzstockes im Ganzen genommen, ist, soweit mir bekannt, niemals aufgefunden worden, und auch ich habe keine solche wahrgenommen; im Gegentheil ist das Innere der Erzstöcke vollkommen structurlos, insofern nicht, wie es der Fall ist mit dem von Franciscus angeführten Beispiel, eine regelmässige und unzweideutige Lagerstructur vorhanden ist. Als Regel kann man doch angeben, dass sich keine deutliche Structur in den Magnetitstöcken befindet, ebenso wenig wie in der angrenzenden Lagerart; in dieser Hinsicht stimmen die Erze bei Moravica und Dognacska vollkommen mit den entsprechenden schwedischen Eisenerzen vom Persberg-Typus überein. Als Gründe gegen die Anwendbarkeit dieser Hohlraumtheorie auf die Erzlagerstätten kann man auch die Abwesenheit oder wenigstens Seltenheit von grösseren Geoden oder Drusenräumen nennen. Solche kommen sehr selten in den eigentlichen Magnetitstöcken vor, wenn sie auch gewissen

Theilen in den Lagerungsplatten der Schwefelmetalle nicht gerade fremd sind. In den Ausfüllungen der Hohlräume, sowie in den wirklichen Erzgängen pflegt man endlich häufig Bruchstücke von dem Seitengestein anzutreffen, welche in der Ausfüllungsmasse eingebettet liegen und dann mit concentrischen Schalen ungleicher Mineralsubstanzen bekleidet zu sein pflegen. So viel ich weiss, sind solche in diesen Erzlagerstätten nicht angetroffen worden.

Es ist sehr fraglich, ob Diejenigen, welche an der Ansicht festhalten, dass diese Erze sich aus aufsteigenden warmen Lösungen abgesetzt hätten, sich wirklich eine Vorstellung von dem Verlaufe dabei gemacht haben. Wenigstens findet man nirgends eine eingehendere Schilderung darüber. Die Annahme liegt am nächsten, dass die ungeheuren Eisenmassen, die man in diesen Lagerstätten angehäuft findet, sich in Form von doppeltkohlen saurem Eisenoxydul gelöst hätten. Dies ist wenigstens die einzige Form, in welcher grössere Eisenmengen heutzutage von aufsteigendem Wasser an die Erdoberfläche gebracht werden. Soll aber eine solche Lösung ihren Eisengehalt freigeben, so ist nothwendig 1. dass sie unter gewöhnlichen Druck kommt, damit die Kohlensäure abgehen kann, und 2. dass sie mit der Luft in Berührung kommt, damit das Eisenoxydul zum Oxyd werden könne. Diese beiden Bedingungen werden erst dann erfüllt, wenn das Wasser die Erdoberfläche erreicht, und deswegen sehen wir, dass solche Quellen ihren Eisengehalt beim Ausfluss absetzen, aber nichts oder doch nur wenig davon im Aufsteigungscanal. Allein der Verlauf beim Anfüllen der voraussetzlichen Hohlräume muss ein ganz anderer gewesen und in grosser Tiefe vor sich gegangen sein. Die Beschaffenheit des eruptiven Gesteins erweist unzweideutig, dass dasselbe tief unter der Erdoberfläche erstarrt ist, wie es vorher bei der Beschreibung desselben erwähnt wurde. Es ist dabei von sedimentären Gesteinen von 100 oder 1000 Meter Mächtigkeit bedeckt gewesen. Die Hohlräume, welche angefüllt werden sollten, müssen also auch abyssisch gewesen und die dort circulirenden Lösungen einem hydrostatischen Druck ausgesetzt gewesen sein, welche den Abgang der lösenden Gase verhindert hat, aber damit zugleich auch den Absatz.

Wir können uns aus dem hier Gesagten schon einen Begriff davon machen, wie die Verhältnisse der Magnetitstöcke bei Moravica und Dognacska sich zu der von v. Cotta repräsentirten Hohlraumstheorie verhalten; mir scheinen sie gänzlich unvereinbar mit derselben. Es bedarf wohl kaum einer besonderen Erwähnung, dass Alles, was oben angeführt worden, nur den Eisenerzen bei Moravica und Dognacska gilt, obgleich es, mindestens in der Hauptsache, auch seine Anwendung auf die Schwefelmetalle des letzteren Ortes finden könnte. Dort herrschen jedoch zum Theile auch andere Verhältnisse. Bin ich doch selbst im Kaiser Ferdinand-Erbstollen in der Lage gewesen, solche Wahrnehmungen an der Grenze zwischen den Erzlagerstätten und dem Kalksteine zu machen, die sehr darauf schliessen lassen, dass es hier wirklich Hohlräume gegeben habe, wahrscheinlich von Lösungen ausgefressen, in welchen sich später Schwefelmetalle, vorzugsweise Bleiglanz, abgesetzt haben. v. Cotta hat ebenfalls solche Verhältnisse beobachtet und abgebildet. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, pag. 68.

Diese Hohlraumbildungen haben aber keineswegs solche Ausdehnung, dass man aus deren Vorkommen generelle Schlussätze über die Bildungsart des Ganzen zu ziehen ein Recht hätte. Im Gegentheil sind sie von recht localer Natur und scheinen eher auf die secundären Erzbildungen zurückgeführt werden zu können. Das Verhältniss kann in dieser Hinsicht mit Fug und Recht mit dem bei Sala, Schwedens bekannter Silbergrube, verglichen werden. Das aus Bleiglanz bestehende Erz kommt dort in zweierlei Erscheinungen vor: theils als Imprägnation im Kalkstein, welches das primäre Vorkommen ist; aber ausserdem kommt es auf einem System von Spalten und Schalen vor, die hauptsächlich mit Chlorit und Talkmineralien angefüllt sind; obgleich mehrere der ergiebigsten Erzfunde zu dieser letzteren Art gehören, ist es doch ohne Zweifel als secundäre Bildung zu betrachten.

Noch grössere Analogien scheint das Vorkommen der Schwefelmetalle bei Dognacska mit den bei Rodna und Offenbánya darzubieten.<sup>1)</sup> Nach Grimm's Beschreibung der ersten dieser Lagerstätten sind die dortigen Erze von zweierlei Art: 1. Wirkliche Lager zwischen krystallinischem Kalkstein und Glimmerschiefer, oder auch in ersterem, der conform auf dem Glimmerschiefer gelagert ist; die Erze sind Pyrit, Blende und Bleiglanz; 2. Bruchstücke dieses Lagers in einem trachytähnlichen Grünsteinsporphyr eingeschlossen, welcher die archaischen Gesteine durchsetzt. Man nimmt wahr, dass hierbei in einem wesentlichen Punkte Uebereinstimmung stattfindet, nämlich darin, dass die ursprünglichen Erze lagerförmig an der Grenze zwischen dem Kalkstein und den archaischen Schiefen vorkommen. Bei Dognacska werden die Lagerstätten ebenfalls von einem eruptiven Gestein durchsetzt, obgleich da nicht wie bei Rodna eine Erzbrecie entstanden ist. Analog ist das Verhältniss bei Offenbánya. Auch da sind die Lagerstätten, wenigstens gewisse derselben, an die Grenze zwischen Glimmerschiefer und Kalkstein gebunden (nach Grimm archaisch). Diese Erze bestehen aus Pyrit, Bleiglanz, Blende, sowie mancherlei Manganmineralien. Im Glimmerschiefer kommen ausserdem lagerförmige Eisen- und Manganerze vor. Ganz verschieden von diesen sind die bei Offenbánya im Trachyt vorkommenden Gold- und Silbererze. Grimm legt mehrfach grosses Gewicht darauf und bemerkt ausdrücklich, dass man das eigentliche und ursprüngliche Vorhandensein der Erze an der Grenze zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer zu suchen habe. Es scheint auch Giltigkeit und Bedeutung für Dognacska und Moravica zu haben, wenn er also sagt: „Die unterirdischen Kalk- und Schieferscheidungen können als beste Wegweiser dienen, wenn es sich darum handelt, ausser den bekannten noch andere solche regellose Lagerstätten aufzusuchen“ und weiter: „Man ward zu der irrigen Ansicht verleitet, dass an den Scheidungen überhaupt und insbesondere an den dreifachen, wenn nämlich Kalk und Schiefer mit dem Grünsteintrachyt zusammenstossen, die Erzführung in Putzen und Stöcken liegen müsse.“ Aber: „Der Kalkstein scheint nur in der Nähe der Schieferscheidungen Erzputzen zu beherbergen.“

<sup>1)</sup> Da ich diese Orte nicht besucht habe, kenne ich dieselben nur aus den Beschreibungen von Grimm, Freih. v. Beust und Pošepny. Es dürfte wegen des oben Gesagten fast überflüssig sein, zu bemerken, dass ich betreffs der Ansichten über Natur und Bildung dieser Erze gänzlich die Anschauungen Grimm's theile.

Ebenso wie Grimm die Lageratur der Erzvorkommnisse bei Rodna und Offenbánya vertheidigt, so sind auch wir der Ansicht, dass die Erze bei Moravica und Dognacska, die Eisenerze so gut wie die Schwefelmetalle, Lagerbildungen sind; und wir wären ohne Zweifel auch zu dieser Ansicht gekommen, selbst wenn wir die schwedischen Erzlager weder gekannt, noch einen Vergleich mit ihnen hätten anstellen können. Die Gründe aber, auf welche wir uns dabei stützen, können in grösstmöglicher Kürze so formulirt werden.

1. Die Lagerarten mit ihren Erzen nehmen ein bestimmtes geologisches Niveau ein, nämlich die Grenze zwischen den krystallinischen Schiefen und dem Kalksteine, sie verhalten sich concordant zu den angrenzenden Lagern und müssen deswegen als Glied der Schichtserie betrachtet werden.

2. Die innere Zusammensetzung zeigt lagerartige Structur, sowohl im Grossen als im Kleinen, indem die einzelnen Eisenerzlinen sich im Verhältniss zu den Lagerarten im Ganzen als kleinere untergeordnete Lager von grosser Mächtigkeit und verhältnissmässig geringer Ausdehnung verhalten, auch mehrfach geschichtete Structur haben, wengleich dies nicht sonderlich allgemein im Erz oder in der Lagerart hat wahrgenommen werden können.

3. Eine solche schalige oder symmetrische Structur, wie sie bezeichnend ist für Hohraumsausfüllungen und Gangbildungen, ist diesen Erzstätten fremd; gleichfalls breccienähnliche Bildungen und grössere Drusenräume.

Indem wir die lagerartige Bildungsart dieser Erze proclamiren, liegt es uns fern, damit eine Erklärung über die Bildung selbst abgeben haben zu wollen. Im Gegentheil erkennen wir bereitwillig, dass sehr wenig darüber gesagt wurde, wie ja auch im Allgemeinen unsere Kenntniss der Umstände, welche die Bildung von Erzlagern verursacht, noch ziemlich wenig entwickelt ist, im Ganzen weniger als die Kenntniss über die Bildungsweise von Erzgängen. Wir haben eigentlich nur damit sagen wollen, dass die Lagerarten mit ihren eingeschlossenen Erzlinen als Lager in dem Sinne betrachtet werden müssen, dass sie jünger sind als die darunterliegenden Lager und älter als die darüberliegenden. Es liegt also nicht in unserer Absicht, eine Theorie für die Bildung solcher Erzlager aufzustellen, wozu wir unser Unvermögen eingestehen müssen, selbst wenn es gälte, eine Erklärung über die Bildung der schwedischen Eisenerzlager abzugeben. Wir sind indessen überzeugt, dass man, um in befriedigender Weise diese Erze und ihre Bildungsart erklären zu können, von der wenig fruchtbaren Annahme abgehen müsse, nach welcher sie mit Eruptivgesteinen in Verein gebracht und als Contactbildungen oder Hohraumsausfüllungen angesehen werden und statt dessen den bis dahin weniger betretenen Weg einzuschlagen habe, auf dem man sie als wirkliche Lager betrachtet.

Hiergegen wird man vermuthlich die Einwendung erheben, dass es kaum für Zufall gehalten werden könne, dass die reichsten Erzlagerstätten gerade dort vorkommen, wo das eruptive Gestein die Kalkzone schneidet. Inzwischen darf man diesem Umstande kein allzugrosses Gewicht beilegen. Es scheint mir sogar bedeutend dadurch abgeschwächt zu werden, dass die Kalkzone, wo sie in ihrem nördlichsten Theile bei

Ezeres in ein anderes Gebiet des eruptiven Gesteins eintritt, von genau derselben Beschaffenheit wie dasjenige, welches die Kalkzone bei Moravica und Dognacska schneidet, dass dieselbe da keine Erze aufzuweisen hat; die Lagerarten sind daselbst durch den vorerwähnten eisenhaltigen Bolus repräsentirt, welcher nur unbedeutende Lager von Brauneisenstein enthält. Dieser Bolus mit seinen eingeschlossenen Brauneisensteinlagern, welche die Lagerarten und deren Erze ersetzen und welche sowohl im Süden als im Norden der Kalkzone auftreten, ist offenbar eine mit diesen äquivalente Bildung. Man kann also, wenn man den Blick auf dieses Verhältniss richtet, dem eruptiven Gestein auch hier keine genetische Bedeutung zuschreiben, weil die Lagerart und ihre Aequivalentbildung ja längs der ganzen Kalkzone vorkommen und nicht etwa nur da, wo diese von den eruptiven Massen durchschnitten wird; höchstens könnte man ihm vielleicht eine metamorphosirende Wirkung zuerkennen.

Es bleibt uns nun noch übrig, einige Worte hinzuzufügen über den Zusammenhang zwischen den Erzlagerstätten bei Moravica und Dognacska und den übrigen banatischen Lagerstätten, denen bei Oravica, Cziklova, Szaszka und Moldava. Einen solchen Zusammenhang haben sowohl v. Cotta als andere Geologen, die sich hiermit beschäftigt haben, vorausgesetzt, indem sie diese sämtlichen Erze mit der Strecke der eruptiven Gesteine, welche in nordsüdlicher Richtung das Banat durchstreichen, in Verbindung gebracht haben. Da wir aber nicht von einem genetischen Zusammenhang der Erze bei Moravica-Dognacska und dem genannten Eruptivgestein überzeugt sind, so haben wir auch keine Veranlassung, einen Zusammenhang für die eben genannten Erze mit den übrigen anzunehmen, ebensowenig wie zwischen diesen und jenen bei Rezbánya. Indem ich gern zugebe, dass es ziemlich nahe liegt, einen gemeinsamen Ursprung für diese Erze zu vermuthen, meine ich doch, dass den Erzen bei Moravica-Dognacska nichts anderes Gemeinsames mit der Mehrzahl der übrigen zukommt, als dass sie in der Nähe der Durchbruchlinie des eruptiven Gesteins belegen sind. Dass sie ihrem geologischen Auftreten und ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach sehr verschieden von den übrigen sind, ist leicht genug zu beweisen.

Von diesen übrigen habe ich nur Szaszka und Moldava nicht besuchen können. Vermöge der zugänglichen Beschreibungen über diese Orte habe ich versucht, mir eine Ansicht über dieselben zu bilden, und bin sehr geneigt, sie für wirkliche Contactbildungen zu erklären. Bei Cziklova habe ich Gelegenheit gehabt, die bekannten typischen Contactbildungen zu sehen, und schlagend ist der Unterschied zwischen den dortigen typischen Contactbildungen und den Erzlagern bei Moravica und Dognacska. Dieser Unterschied besteht nicht allein in geologischer, sondern auch in mineralogischer Hinsicht. Zuerst mag des Umstandes gedacht werden, dass die echten Contactbildungen bei Cziklova einen weit mehr localen Charakter tragen. Irgend welche Veränderung des Kalksteines bei einem Abstand von 5 Kilometer und darüber vom Banatitcontact findet nirgends statt, wie man es bei Moravica und Dognacska annehmen müsste. Bei Cziklova sind die echten Contactbildungen durch blauen Kalkspath repräsentirt, in welchem Wollastonit, Granat, Vesuvian, sowie an einigen Stellen Zeolithe

eingemengt sind. Eine dichte Granatfelsmasse oder die für die Lagerarten so bezeichnenden Pyroxen- und Amphibolminerale kommen hier gar nicht vor. In den Lagerarten dagegen entbehrt man der Contactminerale „par préférence“ Wollastonit und Vesuvian, wie es schon bei der Schilderung der mineralogischen Beschaffenheit der Lagerarten hervorgehoben wurde. Das einzige wesentliche Mineral, das hier gemeinsam, ist der Granat, ein allzu allgemeines und zu wenig charakteristisches Mineral, als dass man darauf einige Schlüsse hinsichtlich einer gleichartigen Bildungsweise bauen könnte.

Diese so scharf charakterisirten Bildungen sind von v. Cotta mit den Erzlagerstätten oder eigentlich mit deren Lagerarten zusammengestellt; unserer Meinung nach liegen hier ganz ungleichartige Dinge vor, welche auseinander gehalten werden müssen und nicht verwechselt oder vereinigt werden dürfen. Was die Granatfelsmasse betrifft, in welcher die Kupfergrube Rochus bei Oravica liegt, so weist deren mineralogische Beschaffenheit sie augenscheinlich auf dieselbe Bildung hin, wie die Lagerarten bei Moravica und Dognacska. Nicht nur dem Aeusseren nach ist diese Masse gewissen Lagerarten sehr ähnlich, sondern auch die mikroskopische Structur des Granats erweist sich als vollkommen identisch mit derjenigen, welche z. B. so charakteristisch für Alfred in Dognacska ist, was schon vorher zur Sprache gekommen ist. In vollem Einklang hiermit steht auch ihr geologisches Auftreten, indem sie nicht in der Nähe des Banatitcontactes vorkommt, sondern ganz isolirt liegt, umgeben von krystallinischen Schiefen; selbst ruht sie zunächst auf Thonschiefer (Phyllit). Ihre ganze Lage scheint anzugeben, dass sie am engsten mit den krystallinischen Schiefen verbunden ist, und falls man sie als einen umgewandelten jüngeren Kalkstein betrachten wollte, so müsste man sich unwillkürlich fragen, wo der Perm-Sandstein, der unmittelbar in der Nähe die Jura- und Kreidekalksteine von den archaischen Gesteinen trennt, geblieben ist. Wir sind also mehr geneigt, Rochus mit den Erzlagern bei Moravica und Dognacska zu parallelisiren, als sie in Zusammenhang mit den Contactbildungen bei Cziklova zu bringen.<sup>1)</sup>

Was nun schliesslich die Erze selber angeht, die an diesem letztgenannten Orte angetroffen werden, so haben wir keine Gelegenheit gehabt, uns irgend eine Meinung über dieselben zu bilden. Aus v. Cotta's Profil, pag. 57, vom „Speis-Schacht“ und „Baron-Schacht“ kann man ersehen, dass die erstere dieser Erzstätten an der Grenze zwischen dem Glimmerschiefer (archaisch) und dem Kalkstein liegt, und nur durch

<sup>1)</sup> Sogar v. Cotta scheint es etwas zweifelhaft, ob auch Rochus so ohne Weiteres mit den Contactbildungen zusammengebracht werden dürfe; er sagt nämlich pag. 60: „Sowohl die Rochuser Kupfererze als die Erze der Elisabethgrube liegen nicht unmittelbar am Contact des Banatites, dennoch scheint mir, dass auch sie den Contactwirkungen im Allgemeinen zugehören, da sie mehr oder weniger mit Granatfels verbunden, innerhalb der lang ausgedehnten Banater Erzzone und wenigstens in der Nähe des Banatites auftreten. Bei der Schilderung des Banatitvorkommens von Oravica haben wir bereits gesehen, dass diese mächtige Granatfelsbildung auch nördlich von Oravica eine ziemlich isolirte Stellung einnimmt, und dass diese Lage vielleicht durch unterirdische Verzweigungen des Banatites, sowie durch starke Abschwemmung des früher ausgedehnteren Kalksteines erklärt werden muss. Wäre eine solche Erklärung nicht zulässig, so müsste man es in der That sehr sonderbar finden, dass hier solche den echten Contactbildungen durchaus analoge Producte: Granatfels und Erze, nicht am Contact, sondern daneben liegen.“

eine Rinde der sogenannten Lagerart davon getrennt ist. Die Möglichkeit darf also nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch dieses Vorkommen von derselben Art ist, wie Rochus und Moravica-Dognacska.

#### IV. Schlussfolgerungen.

Zum Schluss fassen wir den Inhalt dieser Abhandlung in den drei folgenden Punkten zusammen:

1. Die Erzlagerstätten bei Moravica und Dognacska zeigen äusserst grosse Aehnlichkeiten mit den schwedischen Eisenerzlagern, besonders mit denen vom Typus Persberg; diese Aehnlichkeiten gelten sowohl für die mineralogische Zusammensetzung der Erze und Lagerarten, als für die Form der einzelnen Erzlinsen und deren Vertheilung in der Lagerart, sowie für die Lage dieser letzteren an der Grenze zwischen krystallinischen Silicatgesteinen und körnigem Kalkstein. Auch das umliegende Gestein (Hällefintagneiss = Glimmergranulit) ist das nämliche.

2. Wegen des intimen Zusammenhanges zwischen den archaischen Schieferen und der die Erze begleitenden Kalkzone, welcher sich aus den Lagerungsverhältnissen ergibt, muss diese letztere eher als archaisch oder alt-paläozoisch denn als mesozoisch angesehen werden.

3. Die Erzlagerstätten sind Lagerbildungen und stehen in keiner genetischen Gemeinschaft mit dem in der Nähe von ihnen auftretenden eruptiven Gestein, das weit jünger ist, als die Erze.

### Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	. 607 [1]
<b>I. Moravica und Dognacska .</b>	<b>. 608 [2]</b>
Die archaischen Schiefer . . . . .	. 609 [3]
Der krystallinische Kalkstein . . . . .	. 614 [8]
Die Lagerarten . . . . .	. 616 [10]
Die Erze . . . . .	. 625 [19]
Der Quarzdiorit . . . . .	. 632 [26]
<b>II. Vergleichung der Erzlagerstätten des Banats mit den schwedischen</b>	<b>. 635 [29]</b>
<b>III. Die Ansichten über die Bildung der Erze bei Moravica und Dognacska</b>	<b>649 [43]</b>
<b>IV. Schlussfolgerungen .</b>	<b>. . 668 [62]</b>