

Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu **München.**

Band XIX. Jahrgang 1889.

München.
Verlag der K. Akademie.
1890.

In Commission bei G. Franz.



Geologische Bemerkungen
über die
warmen Quellen von Gastein und ihre Umgebung.

Von W. v. Gümbel.

(Eingelaufen 2. November.)

Zu den auffallendsten Erscheinungen im Gebiete der an geologischen Räthseln so reichen Alpen gehört wohl auch das Auftreten von warmen Quellen mit hohen Temperaturgraden und verhältnissmässig geringem Gehalte an Mineralstoffen, wie wir dies bei den Thermen von Gastein¹⁾ antreffen. Während die Quellen von Leuk in Wallis mit 51° C, von Baden bei Wien mit 34,5° C, noch mehr jene von Bormio mit 41° C durch ihren Reichthum an gelösten Salzen sich auszeichnen und ihre hochgradige Temperatur daher möglicher Weise von in der Tiefe vor sich gehenden chemischen Processen hergeleitet werden könnte, lässt sich eine gleiche Annahme bei den an Salzgehalt armen Thermen von Gastein mit 47,8° C und einem Trockenrückstande von nur 340 mgr. in einem Liter Wasser, wodurch sie sich neben die heissen Quellen von Pfäfers (37,5° C und 299 mgr.

1) v. Hönigsberg, Wildbad Gastein. — v. Hårdtl, Gasteiner Chronik. — Bunzel, Bad Gastein, 5. Aufl. 1888. — Reissacker, Der Kurort Gastein; Die Thermalquellen von Gastein in den Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, V. Bd., S. 1—59; Der neue Quellenstollen in Gastein im Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt in Wien, VII. Bd. — Posepny, Archiv für pract. Geologie, I. Bd., S. 120. — E. Fugger, Ueber Quellentemperatur im XV. Jahresbuch der Oberrealschule in Salzburg 1882.

herabstürzt. Dieser Felsriegel ist zugleich die Geburtsstätte der Gasteiner Thermen, welche auf etwa halber Höhe (960 m) theils aus Gesteinsklüften, theils aus dem den Felsboden überdeckenden Gehängeschutt zu Tage treten. Mit dieser grossartigen Felsrippe, welche, wie wir sehen werden, durch eine sattelförmige Schichtenaufbiegung des Gneisses gebildet wird, ändert sich die bisherige N—S. Thalrichtung in eine nach SW. verlaufende und wir stossen hier oberhalb der Felsbarre zwischen Patschken (1205 m) und Böckstein (1090 m) wieder auf eine verebnete Thalerweiterung, welche noch deutlicher, als die untere, Anzeigen eines ehemaligen Sees erkennen lässt. Die Wasserfallfelsen von Gastein bildeten den Damm dieser Wasseranstauung, deren Abfluss wahrscheinlich in mehreren Zweigen über jene Felsen ihren Weg nahm. Es beweisen dies unzweideutig die zahlreichen und beträchtlich tiefen Strudellöcher, welche wir von der Westseite Gasteins vom sogenannten Steinbruch an über Villa Angerer bis zur Schreckbrücke hin an hohen, jetzt vom Wasserlauf nicht mehr berührten Stellen antreffen. Schon v. Beust hat auf diese sogenannten Riesentöpfe (Berg- und Hütten-Zeitschrift 1867, S. 4) aufmerksam gemacht. Ein kleiner Rest dieses oberhalb Gastein gelegenen Sees hat sich in dem Weiher bei Patschken erhalten.

Oberhalb Böckstein wird durch querstreichende Gneissfelsen wieder eine obere erweiterte Thalstufe, das Nassfeldthal, abgedämmt, und es folgen dann noch mehrfache Querriegel am Kessel- und Schleierfall, bis das Thal mit der Ebene des eigentlichen Nassfeldes (1650 m) abschliesst. Von hier ziehen sich zwar zahlreiche, aber nur kleinere Rinnsale über den felsigen Untergrund zu den höchsten Kammhöhen empor.

Seitenthäler sind auf der unteren Thalstrecke kaum nennenswerthe entwickelt. Erst da wo die Gneisschichten zu herrschen beginnen, stossen wir auf beträchtliche Seitenthäler und zwar zuerst auf das linksseitige, der Anger,

innerhalb der Grenzzone gegen das jüngere krystallinische Schiefergebirge eingetieft und in paralleler Richtung mit dem oberen Hauptthale verlaufend. Fast rechtwinkelig darauf gestellt folgt rechtsseitig das im Gneiss eingeschnittene Kötschachthal und bei Bockstein sich abzweigend das nahezu in gleicher Richtung mit letzterem verlaufende Anlauf-Thal.

Es ist sehr auffällig, dass von dem Längsthale der Salzach zwischen St. Johann und Kriml eine grosse Anzahl von Seitenthäler, wie das Gasteiner, sich fast senkrecht abzweigt, und eine nahezu parallele N—S. Richtung einschlägt. Diesem Parallelismus liegt zweifelsohne ein geologisches Moment im Gebirgsbau zu Grund. Ich glaube es in der regelmässig wiederkehrenden und besonders stark ausgeprägten, von N. nach S. streichenden Zerklüftung der Gesteinschichten erblicken zu können und trage kein Bedenken, die allmähliche Entwicklung dieser Thäler einer fortschreitenden Erweiterung und Vertiefung dieser Spalten zuzuschreiben. Wir werden später auf die Bedeutung dieser Zerklüftung auch in anderer Beziehung zurückkommen.

Was den geologischen Aufbau des von der Gasteiner Ache durchbrochenen Gebirgs anbelangt, so kann ich mich kurz fassen, weil uns hierüber eingehendere Schilderungen von V. Lipold, Peters und Stur im V. Bande des Jahrbuchs der k. k. öster. Reichsanstalt (S. 229, 369, 766, 308 und 818) und aus neuerer Zeit solche von G. Stache¹⁾ und Vacek²⁾ vorliegen. Darnach besteht das Gebirge südlich der Salzach bei Lend, abgesehen von einem schmalen Streifen zunächst am Flussrande, aus parallel verlaufenden Zonen von Kalkphyllit, dann höher im Thale von Quarzphyllit mit Chloritschieferzwischenlagen, von Glimmerschiefer

1) Palaeozoische Gebilde der Ostalpen im Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt in Wien 1874, S. 158.

2) Verhandl. der geologischen Reichsanstalt 1882, S. 310 und Jahrbuch derselben 1884, S. 609.

und endlich von Gneiss, der bis zu der Centralkette emporreicht. Der letztere besitzt nach Stur im grossen Ganzen eine fächerförmige Schichtenstellung und bildet, indem seine äussersten Schichten am Nordrande sich nördlich verflachen, das Fundament der vorgelagerten thonigen Schieferhüllen. Ich beschränke mich auf die Mittheilung der Eindrücke, welche der nur flüchtige Besuch dieser grossartigen Gebirgsgegend auf mich gemacht hat, ohne auch nur entfernt Erschöpfendes bieten zu wollen.

Was zunächst die Zone der Gneiss-artigen Gesteine anbelangt, die man wohl mit Recht dem Centralgneiss zuzuweisen hat, so fällt dem Beobachter vor Allem im Vergleiche zu anderen Gneissgebieten die grosse Gleich- und Einförmigkeit der petrographischen Beschaffenheit dieses Gneisses, seine lichte, meist etwas ins Grünliche spielende Färbung und das fast gänzliche Fehlen aller sonst gewöhnlich mit dem Gneiss vergesellschafteter Begleitgesteine wie Granit, Syenit, überhaupt Hornblende führende Gesteine, Granulite u. s. w. auf. Nur vereinzelte Zwischenlagerungen von Quarzitschiefer und körnigem Kalk, sowie ein Zug von Hornblendeschiefer machen sich bemerkbar. Der Gneiss ist weit vorwaltend ein schuppigkörniges, flasriges, deutlich geschichtetes Gestein, welches vorherrschend aus Quarz und Orthoklas und in mehr untergeordneter Menge aus zweierlei Glimmer zusammengesetzt ist.

Der Quarz ist darin meist feinkörnig vertheilt, zuweilen zu linsenförmigen Schnüren oder rundlichen Knoten vereinigt oder drusenförmig ausgeschieden. Die einzelnen Quarzkörnchen zeigen reichliche Aggregatfarben, sind reichlich mit Bläschen erfüllt und von parallelverlaufenden feinen Nadelchen durchzogen.

Der Orthoklas ist durchwegs weiss gefärbt, milchig trübe und häufig in unbestimmt begrenzten grösseren Partien butzenförmig ausgeschieden, wodurch augengneissartige Abänderungen entstehen. Diese Butzen zeigen die Zwillings-

verwachsung, nach der Art der Karlsbader Krystalle. Sie umschliessen häufig eingewachsene Quarzkörnchen und Glimmerschuppen. In Drusenräumen finden sich helle oder halb durchsichtige Adularkrystalle neben Quarz und Chloritausscheidungen. Plagioklasbeimengungen erkennt man höchst selten an parallel gestreiften Spaltflächen.¹⁾ Um die nähere Zusammensetzung des Orthoklases dieser Gneisse kennen zu lernen, wurden drei Vorkommnisse einer chemischen Analyse unterworfen, nämlich

I. ein Orthoklas aus dem Augengneiss im Eingang des Köttschachthales;

II. ein Orthoklas als Gemengtheil des das Nebengestein vom Rathhausbergen Goldgang bildenden Gneisses;

III. ein Adular aus einer Krystalldruse in Gneiss an der Erzherzog Johannpromenade:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	67,80	66,78	65,20
Titansäure	Spur.	Spur.	Spur.
Thonerde	24,54	22,53	20,90
Eisenoxyd	0,90	0,75	—
Manganoxydul	Spur.	Spur.	—
Kalkerde	0,06	0,08	0,03
Bittererde	0,01	0,05	—
Kali	6,37	9,25	12,10
Natron	0,50	1,03	2,68
Wasser	0,02	—	—
	100,20	100,47	100,91

Der von der normalen Zusammensetzung ziemlich abweichende Gehalt an Kieselerde und an Kali in den Feld-

1) Vergleiche v. Foulton, Ueber die petrograph. Beschaffenheit krystall. Schiefergesteine etc. im Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt 1884, S. 635.

spathe des Gneisses I und II scheint bereits durch die trübe Beschaffenheit der Krystallmasse angedeutet zu sein.

Der vorherrschende Glimmer ist dunkelbrauner, recht oft auch lauchgrün gefärbter Magnesiaglimmer. Sehr häufig erweist sich derselbe durch Zersetzung in eine fettig anzuühlende, grünliche chloritische Substanz verändert, wodurch namentlich der grünliche Farbenton vieler Gneisssschichten bedingt ist. Selten tritt er für sich allein in dunklen gefärbten Lagen auf; meist gesellt sich ihm weisser oder strohgelber Kaliglimmer bei, der wohl auch in quarzreichen Varietäten und in körnigem Kalke die Alleinherrschaft gewinnt. Erstere, oft auffallend weisse Gesteine sind es, welche man hier Weisssteine zu nennen pflegt. Sie haben aber mit Granulit nichts zu thun; es fehlen ihnen Granat- oder Turmalinbeimengungen. Zuweilen stellen sich die Glimmerbeimengungen so reichlich ein, dass dadurch die übrigen Gemengtheile in den Hintergrund gedrängt werden. Solche Gesteine sind es, welche man gewöhnlich als Glimmerschiefer bezeichnet. Sie finden sich namentlich in grösserer Mächtigkeit gegen den äusseren Rand der Gneisszone, z. B. am Südrande des Angerthales und bei Dorf Remsach. Sie zeigen aber auf dem Querbruche deutlich linsenförmige Anschwellungen, die aus Quarz und Orthoklas bestehen. Es sind nur glimmerreiche Flasergneisse. Noch seltener kommt es vor, dass die Zusammenhäufung der Glimmerblättchen so dicht ist, dass das Gestein fast nur aus Schüppchen dieses Minerals besteht. Solche Zwischenlagen im Gneiss, wie wir sie z. B. am Kesselfall, oberhalb Böckstein antreffen, leisten der Verwitterung geringeren Widerstand, als die ächten Gneisse, und geben zur Bildung von Rinnen in letzteren Veranlassung. Dass ein grosser Theil der weichen grünen Beimengung im grünlichen Gestein durch Zersetzung des braunen Glimmers entstanden ist, erweist sich dadurch, dass es zuweilen noch gelingt, ein unzersetztes Glimmerblättchen in Mitte der grünen

Substanz zu entdecken. Letztere wird leicht durch Salzsäure zersetzt und liefert eine an Eisenoxydul reiche Lösung. Zu einer Analyse konnte die erforderliche Menge nicht gesammelt werden. Dagegen kommt in den drusenförmigen Ausscheidungen von Quarz und Adular eine körnig-schuppige Anhäufung eines aller Wahrscheinlichkeit nach gleichen, weichen, grünen Minerals vor, das einer Analyse unterworfen wurde. Dasselbe schmilzt v. d. L. ziemlich leicht zu einer schwarzen magnetischen Perle, zersetzt sich in heisser Salzsäure mit Hinterlassung weisser Schüppchen von Kieselsäure in Form der verwendeten Mineralstückchen. Die Härte ist die des Chlorits. Die Analyse des Minerals aus einer Druse in der Nähe des Knappenhauses am Rathhausberg (I) und aus der vorn erwähnten Druse mit Adularkrystallen von der Erzherzog Johann Promenade (II) ergab:

	I.	II.
Kieselsäure	26,85	26,01
Thonerde	14,00	13,00
Eisenoxyd (mit Oxydul)	45,90	40,90
Manganoxydul	0,15	0,25
Kalkerde	2,00	Spur.
Bittererde	3,00	6,94
Wasser	9,20	12,20
	99,10	100,00

Das Mineral steht demnach dem sogenannten Aphrosiderit der Chloritgruppe am nächsten.

Ganz ähnlich, wie die Ausscheidung an der Erzherzog Johannpromenade bei Gastein, verhält sich auch der Chlorit der Einlagerungen vom Laderdinger Berg bei Hof-Gastein, welcher, wie gewöhnlich, gut ausgebildete Magnetitkrystalle und Titaneisenerz beherbergt.

Einer sehr gleichmässig körnigen und dadurch granitähnlichen Varietät des Gneisses begegnet man im Anlauf-

Thale bei der unteren Radeckalpe. Sie zeichnet sich zugleich dadurch aus, dass die Glimmerschüppchen butzenweise angehäuft sind, wodurch sie dem Gestein ein getigertes Aussehen verleihen und die sonst undeutliche Schichtung kenntlich machen. Im Gegensatz zu den glimmerreichen dünn- geschichteten, leicht verwitternden Gneisslagen, welche, den Uebergang zu Glimmerschiefer bildend, vielfach in den höhern Gebirgsthellen beobachtet werden, stehen quarzreiche, harte, weisse Schichten mit spärlichen Beimengungen von ölgrünem Glimmer. Wir begegnen solchen Gesteinen am Knappenwege des Rathhausberges, wo sie durch ihre lichte Farbe die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Aehnliche Schichten streichen auch an der Strasse zwischen Wenger und Waha in Bad Gastein zu Tag aus. Ihre blendend weisse Färbung wird hier durch die Zersetzung des reichlich eingeschlossenen Schwefelkieses rasch ins Rostfarbige verwandelt.

An accessorischen Beimengungen ist der Centralgneiss des Gasteiner Gebirgs recht arm. Selbst die sonst so gewöhnlichen Mineralien der Gneissgebirge wie Fibrolith, Turmalin, Magneteisen, Hornblende und Granat fehlen gänzlich, oder sind doch Seltenheiten. Zirkonkryställchen dagegen finden sich fast stets, oft auch Apatit, der in prachtvollen Krystallen an der Knappenwand vorkommt, beigemengt, und Beryll, Titaneisen, Titanit, Rutit, Anatas und Epidot werden hier und da angetroffen. Zu den sehr häufigen Einsprengungen gehört der Schwefelkies. Derselbe wird vielfach von den Gemengtheilen des Gneisses oder von Quarzmasse so dicht umschlossen, dass man ihn als eine endogene Bildung im Gestein auffassen muss. Damit vergesellschaftet scheint nun auch Gold in dünnen Blättchen häufig aufzutreten. Nach vorliegenden Proben ist mir diese Art des Vorkommens von Gold — abgesehen von jenem, auf den berühmten Gängen dieses Gebirgs — nicht zweifelhaft. Anderen Theils bildet

der Schwefelkies in vielen Fällen ziemlich dicke Streifen und Lagen in Begleitung von Quarz und oft auch von verschiedenen Carbonaten und von Chlorit, sodass man an ein Ader- oder Gang-artiges Auftreten denken muss. Am grossartigsten und häufigsten sind Ausscheidungen von gewöhnlichem, derbem Quarze auf zahllosen Gängen und Adern, welche den Gneiss durchschwärmen. In den meisten Fällen erkennt man deutlich, dass die Quarzmasse nur eine Ausfüllung von Spalten, die das Gestein in bestimmter Richtung durchziehen, ausmachen. Besonders auffallend sind solche Quarzgänge, von welchen seitlich kleinere auslaufen und wie ein Netzwerk den Gneiss durchschwärmen. Ein Beispiel dieser Art bietet die Wand des Wasserfalls unter der Schreckbrücke in Gastein, wo auch mehrere einem Circumflex ähnlich gebogene Quarzausscheidungen sichtbar sind. Diese sind als Ausfüllungen grossartiger, durch Druck erzeugter Risse in Gastein anzusehen, wie solche entstehen, wenn starre Gesteinsmassen durch Ueberdruck zersprengt werden. Es wird sich später bei der Erwähnung der Gold führenden Gänge Gelegenheit finden, auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

Was nun die Schichtenstellung dieses mächtigen Gneissgebirgs anbelangt, so ist bereits früher erwähnt worden, dass Stur dieselbe als eine fächerförmige gedeutet hat. Ich möchte sie als die eines aufgebrochenen, mächtigen Gewölbes bezeichnen, bei welchem die seitlichen Schichten vielfach zusammengefaltet, geknickt und verschoben erscheinen. Dadurch ist das Bild eines Gewölbes oder auch das eines Fächers mehr oder weniger verwischt und wir begegnen vielfach Mulden- und Sattelbiegungen, in welchen die Gneisschichten zusammengefaltet sind. Nur nach Aussen hin gegen die jüngeren Schiefer legen sich die Gneisschichten regelmässig unter letztere einfallend an.

Solche kuppenförmige Aufbiegungen bilden meist an der

Oberfläche hoch aufragende Felsrücken und tragen wesentlich zur pittoresken Ausgestaltung der Oberfläche bei. Es ist bereits angedeutet worden, dass auch die mächtige Felsbarre, welche bei Bad Gastein quer über das Thal zieht und den grossartigen Wasserfall veranlasst, einer solchen Schichtenaufbiegung ihren Ursprung verdankt. Man beobachtete oberhalb der Schreckbrücke ein SW. Einfallen der Gneisschichten. Gegen den unteren Wasserfall zu biegen sich die Schichten um, sie liegen der Wandelbahn gegenüber nahezu horizontal und nehmen dann rasch an der Strasse nach Hof-Gastein eine Einfallrichtung nach NW. an. Ich beobachtete in einem deutlich geschichteten, grünlichen Augengneiss an der Erzherzog Johannpromenade ein Einfallen in St. 12 mit 25° nach N. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die sichere Bestimmung des Streichens und Fallens der Gneisschichten, bei der körnigen Ausbildung des Gesteins schon an sich schwierig, noch wesentlich durch die zahllosen Zerklüftungen des Gesteins erschwert wird, durch welche oft eine Bank- oder Schicht- täuschendähnliche Absonderung bewirkt und ein Erkennen der wahren Streichrichtung selbst aus geringer Entfernung unthunlichst gemacht wird.

Diese scheinbar endlose und wirre Zerklüftung des Gesteins nun ist es, mit welcher wir uns zunächst eingehender zu beschäftigen haben. Schon ein flüchtiger Blick lehrt uns, dass, so zahlreich sie auch auftritt, in ihrer Hauptrichtung doch eine gewisse Regelmässigkeit sich bemerkbar macht. Eine Reihe der bedeutendsten Klüfte, welche durch klaffende, glatte Wände, theilweise auch durch Quarzausfüllungen kenntlich sind, hält eine deutlich parallele Richtung ein. Sie werden von anderen unter sich gleichlaufenden Klüften gekreuzt oder schief durchschnitten. Auf diese Weise entstehen zahlreiche, grosse, parallelopipedische, von diesen Klüften begrenzte Felsstücke, aus welchen die Berge wie eine Riesenmauer aufgebaut erscheinen. Die Hauptklüfte

zeigen einen nahezu rein N—S. Verlauf. Mit diesem stimmt, wie wir gesehen haben, die allgemeine Thalrichtung überein. Andere Kreuzklüfte streichen ostwestlich. Daneben bemerkt man zahlreiche Spalten, welche von SW. nach NO. und von SO. nach NW. sich erstrecken. Dass wir hier Erscheinungen vor uns haben, welche bei der Aufbiegung und Zusammenfaltung der Gneisssschichten entstanden sind, scheint nicht zweifelhaft. Es sind Risse in dem starren Gesteinsmaterial, welchen bei der Einwirkung der in einer bestimmten Richtung sich äussernden Druckkräfte ein dieser entsprechender Verlauf vorgezeichnet war. Es ist von sich selbst verständlich, dass mit dieser Bewegung und Zerstückelung der mächtigen Gebirgsmassen auch zahlreiche Verschiebungen, Verwerfungen und Verrutschungen verbunden waren und endlos viele Hohlräume entstanden sind, in welche später Ansiedelungen und Neubildungen von Mineralien stattfinden konnten. Dadurch erklären sich die zahlreichen Quarz-Gänge, -Adern und -Linsen mit verschiedenen Mineralausfüllungen, von welchen wir die Gneisssschichten durchzogen sehen. Ebenso sicher ist anzunehmen, dass viele der Hauptzerklüftungen bis tief ins Innerste der Gebirgsmassen hinabreichen.

Wir könnten uns für die vorliegende Frage, bei der es sich um eine Erklärung des Ursprungs der Gasteiner Thermen handelt, mit diesen kurzen Andeutungen über die Zusammensetzung und Ausbildung des Gneissgebirgs begnügen, weil die warmen Quellen von Gastein unzweifelhaft diesem Gneissstock angehören. Doch sei gestattet, zur Ergänzung des Gesamtbildes auch noch einen flüchtigen Blick auf das vorliegende Schiefergebirge zu werfen, welches, wie anzunehmen ist, ursprünglich über den Gneisssschichten ausgespannt war und auf denselben aufruhte.

Es ist für mich nicht zweifelhaft, dass in der örtlichen Aufeinanderfolge von centralen Gneisssschichten und randlichen

phyllitartigen Gebilden auch eine zeitliche Aufeinanderfolge der Entstehung dieser geschichteten Gesteinszonen vorliegt und dass die beiderseitige Anlagerung einer Schieferhülle an dem Gneissstock als ein Zeichen des symmetrischen Aufbaus dieses Gebirgstheils gedeutet werden darf. Jetzt sehen wir nach der Auffaltung der älteren Gneisschichten die anfänglich über denselben ausgebreiteten jüngeren Schiefer beiderseits randlich verschoben und nur mehr spärliche Fetzen und zwischen die einzelnen Gneisschollen eingeklemmte Schieferzüge, die vor der nachträglichen Abnagung geschützt waren, auf den centralen Höhen des Gebirgs erhalten.

Wie die Lagerung, so weist auch die Gesteinsausbildung auf eine zeitliche Succession der Entstehung der verschiedenen Schieferzonen. Auf den weit vorwaltend körnigen Gneiss des Hauptstocks folgt nach aussen hin an den Rändern des Ankerthals und auf den Höhen nördlich vom Kötschachthal eine durch ganz allmälige Uebergänge mit dem centralen Gneiss innigst verknüpfte Gesteinszone von vorherrschend dünn geschichteten, glimmerreichen Schiefer, welche als Glimmerschiefer bezeichnet werden können. In der That machen diese Gesteine, wenn man sie bloss auf den Schichtflächen betrachtet, den Eindruck von Glimmerschiefer. Ich habe diese Schiefer auf der SO. Seite des Ankerthals an der sogenannten Haberreith und am Streitberg, ebenso auf der gegenüberliegenden Thalseite zwischen Kötschachthal und Remsach näher untersucht und gefunden, dass, wenn man sie auf der Bruchseite betrachtet, zwischen den glimmerreichen Lagen oft knollenförmige Anhäufungen von Quarz sich besonders bemerkbar machen, welchen meist in geringen Mengen Feldspath beigemengt ist. Selbst das unmittelbar Liegende des mächtigen Lagers von körnigem Kalk am Eingang ins Ankerthal bei Schneeberg besteht aus solchen knollig flasrigen Lagen, wie man sie auch in den tiefsten Schichten am Wasserfall bei Remsach antrifft. Auffallend

ist dabei die Erscheinung, dass auf dem Querbruche einzelne Blättchen von braunem Glimmer in den Quarzlinsen senkrecht zu den Schichtflächen gestellt sind. Besonders bemerkenswerth sind die reichlichen Salzauswitterungen, welche aus Zwischenlagen dieses körnigen Kalkes am Ausgange des Angerthals auswittern. Sie bestehen der Hauptsache nach aus:

Bittersalz . . .	97,98
Natriumsulphat . .	1,70
Chlornatrium . . .	0,32
	100,00

Die Fortsetzung dieses Kalklagers findet man genau in der Streichrichtung auf der östlichen Thalseite zwischen Gadaunern und Heissingut. Es beweist dies, dass eine wesentliche Verrückung der Schichten zwischen beiden Thalseiten nicht stattgefunden hat.

Die Schichten, welche sich nun weiter nordwärts über diesen in St. 12 mit 20° nach N. einfallenden Kalk sowohl am Hofberg, wie gegenüber an den Gehängen bei Hof-Gastein anlegen, sind im Allgemeinen keine typischen Glimmerschiefer, d. h. schiefrige Gemenge von Quarz und Glimmer, vielmehr zeigen sie weit vorwaltend den Charakter der glimmerglänzenden Phyllite. Nur in einzelnen quarzigen Zwischenlagen ist die Ausbildung des typischen Glimmers deutlich, so dass sich einzelne Schuppen gut spalten lassen und sich als elastisch biegsam erweisen. Durchwegs ist sonst die glimmerige Substanz dicht und innigst verwachsen, die einzelnen glimmerglänzenden Schüppchen, welche sich abheben lassen, besitzen nicht die Spaltbarkeit des Glimmers, sind nicht elastisch biegsam und verhalten sich ähnlich wie der Sericit. Am häufigsten sind diese Schüppchen schiefergrau durch reichlich beigemengte, pulverisch flockige, schwarze Körnchen, Blättchen von Graphit oder

graphitartiger kohliger Substanz gefärbt. Auch gehören abfärbende graphitische Einlagerungen zu den nicht seltenen Erscheinungen. Brauner Glimmer fehlt, die chloritischen Zwischenlagen etwa ausgenommen, gänzlich, und die schichtweise vorkommenden, rein weissen, glimmerigen, seidenglänzenden Schüppchen fühlen sich fettig an, sind nur durchscheinend und besitzen, wie es scheint, nur deshalb eine helle weisse Farbe, weil sie keine schwarzen pulverigen Körnchen enthalten. In allen diesen Schiefen finden sich eingewachsen sehr zahlreiche bräunliche, durchsichtige, parallelgestreifte, lange Nadelchen, welche im p. L. ungemein lebhaft Farbreaktion zeigen. Sie dürften wohl als Turmalin anzusprechen sein. Kleinere, kurze Nadelchen sind zwar den bekannten Thonschiefernadelchen ähnlich, aber hell durchsichtig, wahrscheinlich Zirkon angehörig. Chloritblättchen, Epidot, Magnetkies und Schwefelkies sind häufige Beimengungen. Eigenartig sind gewisse, nicht seltene Schieferlagen, in welcher zahlreiche bis 5 mm grosse Rhomboëder von Braun- und Eisenspath porphyrtig eingesprengt vorkommen. Der Quarz welcher streifenweise zwischen die Schieferfasern sich anlegt, findet sich sehr häufig auch in grösseren Linsen oder Butzen und öfter auf Gang- oder Ader-artige Trümmern, die Schichten durchsetzend, ausgeschieden. Manche dieser Quarzlinsen bilden Drusen, in welchen neben Quarz verschiedene Carbonate, Orthoklas, Chlorit, grosse Blätter von Kibdelophan, Glimmer und Schwefelkies sich angesiedelt haben.

Behandelt man solche glimmerglänzende, schiefergraue Gesteine aus der Gegend von Hof-Gastein und der Nordseite des Ankerthals mit kochender Salzsäure, so wird ein beträchtlicher Theil derselben zersetzt und man erhält eine stark eisenoxydhaltige Lösung, während die rückständigen Schuppen wasserhell geworden sind, die Krystallnadelchen und die schwarzen, kohligen, pulverigen Einschlüsse aber

unverändert sich erhalten haben. Glüht man diese Schüppchen, so verschwinden auch die schwarzen Körnchen, was wohl als Zeichen angesehen werden darf, dass sie aus einer kohligten Substanz bestehen, welche bei dem Glühen verbrennt. Der zersetzte, eisenoxydulreiche Gemengtheil weist auf eine chloritartige Beimengung hin, wie solche auch in den Phylliten anderer Urgebirge nachgewiesen worden ist. Eine Bestätigung erhält diese Annahme dadurch, dass die nicht mit Salzsäure behandelte Schiefermasse bei lang anhaltendem Glühen eine bräunliche Färbung annimmt, wie sie der geglühte Chlorit zeigt. Gleichzeitig verschwinden hierbei auch die schwarzen, kohligten Einnengungen, wenigstens grossen Theils. Mit Flusssäure behandelt, zersetzt sich der Schiefer unter Hinterlassung der grösseren Nadeln, welche für Turmalin anzusehen sind, der kleinen, durchsichtigen, gelblichen Nadelchen, welche Zirkon zu fein scheinen, und von Körnchen oder unregelmässig zusammengehäuften Flocken der schwarzen kohligten Substanz, welche weiter beim Erhitzen unter Aufleuchten verbrennt. Bei dieser Behandlung wurden auch ungemein kleine schwarze Nadelchen sichtbar, welche wohl den gewöhnlichen Thonschiefernadelchen entsprechen.

Es scheint mithin dieser Schiefer, abgesehen von diesen Beimengungen, wesentlich aus einem weissen glimmerartigen oder sericitischen, einem chloritischen Mineral und Quarz zusammengesetzt zu sein.

Eine analoge Beschaffenheit zeigen auch die holzfaserig brechenden Schiefer der Kalkphyllitregion. Die matter, weniger glimmerartig glänzenden Thonschiefer, welche unmittelbar mit den silurischen Kalken einbrechen, verhalten sich dagegen in andrer Weise. Sie geben, wenn sie nicht mit Eisenspath verwachsen sind, mit Salzsäure behandelt, keine eisenoxydulhaltige Theillösung, färben sich beim Glühen nicht braun und hinterlassen nach der Einwirkung von Flusssäure nur kleinste Thonschiefernadelchen, keine lang-

gestreckte Turmalinstängelchen, dagegen sehr zahlreiche Flocken und Körnchen, welche sich verbrennen lassen. Vielleicht kann man auf diese Weise die jungen und alten phyllitähnlichen Schiefer unterscheiden.

Bemerkenswerth ist eine Lage am Wasserfall von Hof-Gastein, welche eine hellgrüne, dem Chromglimmer ähnlich gefärbte Masse enthält und sich wirklich als eine gleichsam dichte Chromglimmermasse erwiesen hat. In schönen glimmerartigen Blättchen mit Quarz verwachsen fand ich dieses Mineral auch im Ackerlgraben bei Mühlbach am Mitterberg.

Neben diesen vorherrschend schiefergrauen Glimmerphylliten, auf deren Schichtflächen eine feine Parallelfaltelung in der ausgeprägtesten Weise sich bemerkbar macht, theiligen sich auch zahlreiche Zwischenlagen von typischem Chloritschiefer mit Einsprengungen von Magneteisenkryställchen in Begleitung von Serpentin, dem sich am Rastetzen, Hundskopf und an der Laderdinger Alpe Talkschiefer beigesellt, seltener quarzige, durch Epidotbeimengungen ausgezeichnete Schichten (Epidotschiefer) und einzelne Streifen von krystallinischem Kalk an der Zusammensetzung dieser breiten Gesteinszone, welche thalabwärts bis gegen Harbach-Lugau und Dorf Gastein reicht. Nordwärts nehmen diese Schiefer ganz allmählig eine mehr thonige Beschaffenheit an ohne den Charakter der Phyllite zu verlieren und verbinden sich häufig mit Bänken von grossen Theils graulichgefärbtem körnigem Kalkstein. Neben der Parallelfaltelung auf den Schichtflächen fällt hier ein holzfaseriges Gefüge besonders ins Auge. Deutlich kenntliche Grauwackenbänke und Lydite habe ich hier nicht beobachten können, dagegen bedecken häufig Ausblühungen von Bittersalz wie Schneeflocken die Felswände, ähnlich wie im Engadin, mit welchem überhaupt diese Kalkphyllitzone viele Aehnlichkeit besitzt, wogegen ich in ihnen nicht die ge-

ringste Analogie mit den Bildungen der Radstädter Tauern zu entdecken vermochte. In dieser Ausbildung reichen die Schiefer bis zum Salzachthale bei Lend, wo noch einmal ein Streifen der älteren Chloritschiefer und von Serpentin beherbergenden Quarzphylliten sich aus dem Untergrund herauszuheben scheint. Im grossen Ganzen werden alle diese Schiefer von einem O.—W. Streichen und nördlichen Einfallen beherrscht, während wellenförmige Auf- und Abbiegungen nur ganz untergeordnete Bedeutung erlangen. Auch jenseits, d. h. nördlich von dem Salzachthale setzt die phyllitische Ausbildung der Schiefer bis in die Gegend von Dienten fort, wo im sogenannten Bergloch an der oberen Nagelschmiede bekanntlich die durch Versteinerungen sicher nachgewiesenen Silurschichten in Form von dolomitischen, an Spatheseisenstein reichen, von Quarz durchzogenen Lagen zum Vorschein kommen. Die Thonschiefer nehmen hier zwar ein mehr erdiges Aussehen an, es stellen sich klastische sandige Grauwacken, Lydit- und Alaunschiefer ähnliche Einlagerungen ein und die Masse der zahlreich auftretenden Bänke von grauen, zuweilen röthlichen Kalksteinen wird dicht, wie bei gewöhnlichen Sedimentärkalken. Gleichwohl behalten auch hier zahlreiche Schieferschichten noch den glimmerigen Glanz der Phyllite bei. Petrographisch lässt sich daher in diesen Grenzregionen so wenig wie im Salzach-Hauptthale bei St. Johann bis Bischofshofen und im Mühlbachthale eine scharfe Grenze gegen die älteren Schiefer ziehen.

Nach dieser allgemeinen Orientierung in den geologischen Verhältnissen des Gasteiner Thals kehren wir zur näheren Betrachtung der Thermen von Gastein zurück.

Die warmen Quellen von Gastein.

Man kennt, auf engem Raume zusammengedrängt, in Bad Gastein gegen 18 Austrittspunkte warmen Quellwassers. Darunter sind acht, welche sich durch ihre Ergiebigkeit auszeichnen, nämlich:

Hauptquelle	mit einer Ergiebigkeit von	2178 Min.-Liter u.	47,8° C Temp.
Fürstenquelle	„ „ „ „	284 Min.-Liter und	46,6° C Temp.
Doktorquelle	„ „ „ „	116 Min.-Liter und	45,0° C Temp.
Franz Jos.-Qu.	„ „ „ „	110 Min.-Liter und	39,0° C Temp.
Wasserfallqu.	„ „ „ „	94 Min.-Liter und	35,6° C Temp.
Grabenbäckerqu.	„ „ „ „	79 Min.-Liter. und	37,2° C Temp.
Chirurgenqu.	„ „ „ „	6 Minuten-Liter und	46,3° C Temp.
Fledermausqu.	„ „ „ „	2 Minuten-Liter und	35,0° C Temp.

Der Grad der Temperatur dieser Quellen entspricht mit einzelnen Ausnahmen ihrer Ergiebigkeit an Wasser und übersteigt die mittlere Jahrestemperatur ihres Ausflusssortes mindestens um 30° C. Fünf derselben, nämlich die Doktor-, Franz Joseph-, Wasserfall-, Grabenbäcker- und Fledermausquelle, entspringen aus Klüften der anstehenden Gneissfelsen,¹⁾

1) Da gegenwärtig hierüber an den einzelnen Quellen keine controllirenden Beobachtungen mehr anzustellen sind, unterlasse ich hier, die diesbezüglichen älteren Angaben nochmals anzuführen. Man sehe desshalb nach Reissacker: „Die neuen Quellenstollen in Gastein, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1856“ und „Die geogn. Sammlung von Böckstein“ in „Mitth. der Gesellsch. für Salzburger Landeskunde 1862.“

während die übrigen sich durch den das Gehänge des Badwegs in mächtigen Lagen überdeckenden Gehängeschutt Bahn gebrochen haben und jetzt darin meist durch Stollenhöhlen künstlich gefasst worden sind. Es scheint nicht zweifelhaft, dass die sämtlichen Quellen einer einzigen gemeinschaftlichen Hauptwasserader entstammen, welche auf einer Hauptgesteinsklüft aus der Tiefe empordringt und gegen die Oberfläche hin sich theils auf durchziehende Nebenklüfte verweigert, theils sich in den die Hauptspalte überdeckenden Geröllmassen in mehrere Arme trennt. Zieht man die Lage der einzelnen Quellpunkte in Betracht und berücksichtigt die in den nächstgelegenen Gneissfelsen deutlich wahrnehmbare Richtung der durchsetzenden Klüfte und Quarzgänge, sowie die Längenerstreckung der Aufbruchsspalte des früher geschichteten Schichtenengewölbes am Wasserfalle, so erscheint es als sehr wahrscheinlich, dass die das Quellwasser nach Oben leitende Klüft unmittelbar in den Felsen von Gastein sich befindet und in einer nahezu N.—S. Richtung durch das Gestein hindurchzieht. Querstreichende Nebenklüfte im Osten der Wasserrall- und Grabenbäcker-Quelle einen Theil des Thronwassers zuleiten, während die Hauptader sich mit der übrigen, in einem von S. nach N. hinziehenden Strich, die übrigen Quellen vertheilt. Dem entsprechend werden die grossartigen Klüfte unterhalb der Schreckbrücke und an der Wandellbahn St. 12, etwas höher an der Strasse nach Breziken St. 1 und am Steinbruche zwischen St. 12 und 1

verlaufen. Wenn man zunächst die Temperatur der Gasteiner Thronquelle in Betrachtung bringt, so tritt die Höhe derselben in die Augen, wenn wir die mittlere Jahrestemperatur der Quelle und der benachbarten Süsswasserquellen in Vergleichung setzen.

Die Angaben über die mittlere Jahrestemperatur der Thronquelle schwanken zwischen $5,25^{\circ}\text{C}$ und $5,5^{\circ}\text{C}$,

wogegen die Hauptquelle mit $47,8^{\circ}\text{C}$ eine um mehr als 42°C höhere Temperatur besitzt.

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch aus dem Vergleiche mit der Temperatur der Süßwasserquellen der Nachbarschaft, welche der mittleren Jahrestemperatur des Ausflusssortes der Quellen zu entsprechen pflegt. Ich habe Ende Juli die Temperatur mehrerer solcher Quellen gemessen und folgende Zahlen erhalten:

1. Starke Quelle unterhalb der Strasse nach Hof-Gastein unterhalb des englischen Cafés bei 820 m mit $6,4^{\circ}\text{C}$.

2. Quelle für die Trinkwasserleitung in Gastein bei 1025 m mit $6,00^{\circ}\text{C}$.

3. Quelle an der Strasse ins Kötschachthal bei der Restauration zur schwarzen Lisel bei 1140 m mit $5,5^{\circ}\text{C}$.

4. Quelle am Weiher bei Patschkén bei 1040 m mit $5,6^{\circ}\text{C}$.

5. Starke Quelle im Kötschach-Thale zwischen Restauration zum grünen Baum und der Himmelwand bei 1125 m mit $5,00^{\circ}\text{C}$.

6. Kurhausquelle in Böckstein bei 1127 m mit $3,75^{\circ}\text{C}$ (nach Fugger).

7. Starke Quelle am Anfang des Anlauf-Thales bei 1145 m mit $5,3^{\circ}\text{C}$.

8. Quelle in demselben Thale bei dem Gedenkstein, aus Steinschutt hervorbrechend, bei 1160 m mit $6,25^{\circ}\text{C}$.

9. Quelle oberhalb einer Holzerhütte daselbst bei 1245 m mit $3,75^{\circ}\text{C}$.

10. Quelle im Nassfeldthale unterhalb des Kesselwasserfalls bei 1260 m mit $5,32^{\circ}\text{C}$.

11. Quelle daselbst oberhalb des Kesselwasserfalls bei 1375 m mit $4,75^{\circ}\text{C}$.

12. Quelle am Knappensteig zum Rathhausberg bei 1425 m mit $3,1^{\circ}\text{C}$.

13. Quelle unterhalb des Berghauses daselbst bei 1825 m mit $3,7^{\circ}$ C.

14. Fürstenbrunnen am Untersberg bei 590 m mit $5,0^{\circ}$ — $6,9^{\circ}$ C.

Die Temperatur der Süsswasserquellen erreicht entsprechend ihrer Höhenlage einen mit der mittleren Jahrestemperatur ihres Ursprungsortes ungefähr übereinstimmenden Wärmegrad. Wenn letzterer etwas höher ist, so rührt dies von dem Umstande her, dass das Quellwasser, ehe es zu Tage tritt, meist eine Strecke durch oberflächlich gelagerten Gehängeschutt fliesst und von der zeitweiligen Lufttemperatur beeinflusst wird. Dazu kommt, dass die Winterkälte mit ihren niederen Temperaturgraden wegen der schützenden Schneedecke weniger energisch auf den Untergrund und die Region der hier zirkulirenden Quellwässer einwirken kann, als auf die atmosphärische Luft. Von Thermen kann in allen diesen Fällen keine Rede sein. Nur im Lichtensteinklamm sind einige Quellen mit $12,5^{\circ}$ — $18,7^{\circ}$ C Temperatur und am Grubereck im Rauriser Thale zwei mit $17,5^{\circ}$ C in der Nachbarschaft bekannt, welche als Thermen gelten müssen. In grösserer Entfernung kennt man Thermen in den Alpen noch bei Villach (Warmbad mit $28,75^{\circ}$ C) bei Hinterdux mit $22,5^{\circ}$ C, die Quellen des Wildbads am Brenner mit $21,25^{\circ}$ C, bei Grins unfern Landseck mit 20° C u. s. w.

Da die ersteren einen ähnlichen Gehalt wie die Gasteiner Thermen besitzen, so lässt sich ihre Wärme wohl auf dieselbe Ursache wie bei letzteren zurückführen. Ueber die Rauriser-Quelle ist nichts Näheres bekannt. Die hohe Temperatur, welche die Gasteiner Badquellen besitzen, ist daher eine Eigenthümlichkeit einer auf einen ganz kleinen Raum beschränkten Gruppe von Quellen.

Wie durch ihre hohe Temperatur, so zeichnen sich die Gasteiner Mineralwasser auch durch eine ganz ungewöhnliche Ergiebigkeit vor den gewöhnlichen Quellen aus.

Es wird die von den Thermen gelieferte Wassermenge auf 3000 Minutenliter angegeben, während die ergiebigsten Süßwasserquellen der Umgegend kaum 100 Minutenliter Wasser liefert. Es sind auch in dieser Beziehung ganz besondere Faktoren, welche bei den Gasteiner Thermen in Thätigkeit treten. Eine für Urgebirgsgegenden sehr aussergewöhnliche Menge von Quellwasser ist es, welches hier gesammelt und mit wunderbaren Eigenschaften begabt aus geheimnissvollen unterirdischen Werkstätten ans Tageslicht hervortritt.

Wir kommen nun zu dem Gehalt der Gasteiner Thermen an Mineralstoffen, welcher, wie schon hervorgehoben wurde, in einem höchst auffallenden Gegensatze zu ihrer hochgradigen Temperatur steht. Ganz besonders aussergewöhnlich ist der sehr geringe Gehalt an Kohlensäure.

Die Analyse des Thermalwassers ¹⁾ (Hauptquellen?) ergab im Liter:

Schwefelsaures Natrium	0,2085
„ Kalium	0,0135
Chlornatrium	0,0428
Chlorlithium	0,0027
Kohlensaurer Kalk	0,0195
„ Bittererde	0,0017
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0005
„ Manganoxydul	Spuren
Phosphorsaure Thonerde	0,0007
Kieselsäure	0,0496
Fluorcalcium	Spuren
Verlust	0,0004
Gesamtsumme der Trockenrückstände	0,3399
Kohlensäure der Bikarbonate	0,0096
Freie Kohlensäure	0,0309

Dieser Gehalt ist im Vergleiche zu dem anderer Mineralwässer ein sehr geringer und lässt sich zunächst mit jenem

1) Bunzel, Bad Gastein 1888.

15. November 1889.

Die beiden ersten Proben (I und II) Trockenrückstände
von 1000 ccm Wasser, die dritte Probe enthält in Parallele

mit der ersten Probe das gleiche Interesse, auch
wurde die dritte Probe in Gasten Analysen
aufgeführt, um zu sehen, ob der Gehalt
an Mineralstoffen bei den Temperaturen der
Gasten mit den niederen
Temperaturen übereinstimmt. Mit diesem Tagewasser
wurde die dritte Probe in Einzelanalysen
aufgeführt, um zu sehen, ob die etwaigen
Unterschiede in Mineralstoffen in den
Gasten mit den Bad-Anstalten, welche letztere
in der Regel mit Wasser von höherem
Gehalt an Mineralstoffen mit den Badegästen be-
trachtet werden können, eine Trennung hervor-

zu bringen. Die Mineralstoffe anderen
Mineralquellen, welche in warmen Quellen er-
halten werden, sind in der Zusammen-
setzung der Mineralstoffe in den nächsten Süss-
wasser-Quellen.

Die beiden ersten Proben zu gewinnen, die
in der ersten Probe (Analyse Ad. Schwager)
aufgeführt sind, sind nachstehend mitgetheilt
die beiden ersten Proben, welche die Cur-
renten der Mineralstoffe, welche wir eine Analyse (II)
aufgeführt sind.

Die ersten beiden Proben bei 1025 m mit 6,0° C.
Die ersten beiden Proben bei 1127 m mit

Die ersten beiden Proben im XV. Jahresbericht
aufgeführt sind. S. 65.

In einem Liter Wasser sind in Gramm enthalten:

	I.	II.
Kalkerde	0,0176	0,01538
Bittererde	0,0031	0,00024
Thonerde und Eisenoxyd	Spuren	0,00002
Kali	0,0049	0,00507
Natron	0,0031	0,00342
Kieselsäure	0,0115	0,00138
Schwefelsäure	0,0091	0,01399
Chlor	0,0026	0,00002
Kohlensäure	0,0133	0,02209
Organisches	Spuren	0,00400
	0,0652	0,06561

Diese Zahlen beweisen, dass die süßen Quellwässer dieses Urgebirgs eine äusserst geringe Menge von Mineralbestandtheilen und zwar gegen die Gasteiner Thermen fünfmal weniger enthalten, so dass letztere auch in dieser Richtung sich wesentlich vom gewöhnlichen Quellwasser der Umgegend unterscheiden. Dagegen scheinen die in Lösung aufgenommenen Salze nahezu übereinzustimmen. Sie können als Auslaugungsprodukte der Gneisschichten gelten, welche bei den Süßwasser-Quellen durch geringere, bei den Thermen durch stärkere Einwirkung auf die zersetzbaren Gesteinsbestandtheile erzeugt worden sind.

Man hat mehrfach das Vorkommen der Thermen von Gastein mit dem Auftreten der Goldlagerstätte im benachbarten Rathhausberg in Verbindung und in einen gewissen genetischen Zusammenhang gebracht, einestheils wohl, weil beide benachbarten Erscheinungen aussergewöhnlicher Art sind und andernteils, weil die Erzlagerstätte am Rathhausberg, in ihrem Streichen nach NO. fortgesetzt gedacht, ungefähr auf die Gegend von Gastein treffen würde.

Richtig ist, dass man in der Umgebung von Gastein

auf zahlreiche Quarzgänge mit Erzspuren stösst, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Erzvorkommen am Rathhausberge besitzen. Auch soll in der nächsten Nähe von Gastein in früherer Zeit Bergbau — wenn auch vielleicht nur versuchsweise — auf Erzgängen betrieben worden sein. Auf Nester von Quarz in Vergesellschaftung mit Orthoklas, Chlorit, Karbonaten und Kiesen stösst man hier im Gneiss an sehr zahlreiche Stellen; Schichten des letzteren umschliessen häufig zerstreute oder in Streifchen angehäuften Schwefelkies-theilchen und, wie mir nicht zweifelhaft scheint, auch Fünkchen von Gold.

Es lag daher nahe, auch das Vorkommen des Goldes mit den dasselbe begleitenden Erzen am Rathhausberge, welches sich bekanntlich an zahlreichen Orten der hohen Tauern in gleicher Weise wiederholt, in das Bereich dieser Untersuchung zu ziehen.

Das Vorkommen von Gold und Erzen auf dem Rathhausberge.¹⁾

Der Rathhausberg besteht aus denselben Gneissgebilden, wie solche in der nächsten Umgebung von Gastein auftreten und wie wir sie in den Thälern von Kötschach, der Anlauf und des Nassfeldes kennen gelernt haben. In diesem Gneiss findet sich nun auf einem ausgedehnten Erzzuge gediegen Gold in mit unbewaffnetem Auge erkennbaren

1. Russegger, U. d. W. Athang der Alpen in Salzburg und Tyrol. Jahrbuch für Mineralogie 1835. S. 505; ferner in Baumgartner's Zeitschrift für Physik I. Bd., S. 97 und 349; II. Bd., S. 61 und 261. — Reissacher, Ueber goldf. Gangstreichen d. Gasteiner- etc. Thals in v. Haidingers naturwiss. Abhandl. II. Bd.; Einiges über die geognost. Verhältnisse des Gasteiner Thals in Mittheil. der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde II. Bd., S. 95. — A. R. Schmidt, Nachrichten über die alten verlassenen Gasteiner Bergbaue in der Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1870 S. 147 und 154. — Poeyuy im Archiv: pract. Geologie I. Bd., S. 55.

Blättchen und Körnchen (Freigold) und mit verschiedenen Schwefelmetallen — Schwefel-, Kupfer- und Arsenkies, Bleiglanz, Blende, Antimonglanz, Melanglanz (Stephanit), Antimonsilberblende (Pyrargyrit) — unsichtbar verbunden (Quickgold), welches einen bis in die vorrömische Zeit hinaufreichenden, wohl jetzt über zweitausend Jahre lang andauernden und auch gegenwärtig noch in Betrieb stehenden, altherwürdigen Bergbau in den Tauren begründet.

Das meist silberhaltige Gold und die oben genannten Schwefelmetalle treten mit gewöhnlichem, derbem, theils milchweissem, undurchsichtigem, theils wasserhellem Quarz als Hauptgangart und in eigenthümlicher Vergesellschaft mit Karbonaten, namentlich Kalkspath, Braunspath, Ankerit, Eisenspath, sehr selten auch mit Flusspath, innerhalb einer ziemlich breiten Zone eines grünlichen Gneisses auf, dessen Schichten im Allgemeinen nach St. 1 streichen und nach St. 7 mit 40—50° NW. einfallen. Der braune Glimmer des Gesteins ist hier meistentheils in eine dunkelgrüne, chloritische Substanz umgewandelt. Die Gneisszone, innerhalb welcher der Bergbau speziell am Rathhausberge umgeht, beträgt 400—500 m in der Breite, erstreckt sich auf eine Länge von 1700 bis 1800 m und ist bis zu einer Tiefe von über 500 m aufgeschlossen. Man zählt mehr als 60 Tagstollen, durch welche die Lagerstätte vom höchsten, dem Vogelgesang-, bis zum gegenwärtig tiefsten Hieronymus-Stollen (1900 m über dem Meere, 787 m über Böckstein) angefahren wurde. Dazwischen ist das ganze Gebirge durch zahllose Mittel- und Abbaustrecken förmlich durchwühlt, weil das Erzvorkommen kein stetiges, sondern ein absätziges ist und oft grosse Pfeiler als unbauwürdig stehen geblieben sind. Daher wechselten auch vielfach Perioden grosser Er giebigkeit des Bergwerksbetriebes mit Zeiten beträchtlicher Zubussen. In grösster Blüthe stand der Bergbau von 1460 bis etwa 1560 zur Zeit der reichen Gewerken Weitmoser,

Strasser, Zott u. s. w. Während dieser Glanzperiode sollen die Abgaben an die erzbischöfliche Kammer allein jährlich (?) 80 000 Goldgulden betragen haben.

Die Natur der Erzlagerstätte hat man sehr verschieden aufgefasst. Man hielt dieselbe bald für ein Lager, bald für einen Lagergang, meistens aber für einen ächten Gang. Nach dem Besuch derselben ist es mir nicht zweifelhaft, dass das Vorkommen ein gangförmiges, allerdings von eigenthümlicher Beschaffenheit ist. Der Gang erweist sich nämlich nicht als eine geschlossene fortlaufende Lagerstätte mit symmetrisch angeordneter Ausfüllungsmasse und mit regelmässiger beiderseitiger Abgrenzung gegen das Nebengestein durch Saalband und Besteg. Es giebt zwar Strecken, auf welchen eine deutliche, glatte Ablösungsfläche mit einem graulich weissen Lettenbesteg am Hangenden des Gangs neben einer Ausfüllung des Gangs mit Quarz sich wahrnehmen lässt, gegen das Liegende aber ist auch in solchen Fällen die Gangabsonderung keine scharfe. Solche Strecken gelten jedoch erfahrungsgemäss nicht als die erreichsten; sie sind vielmehr oft erzarm und selbst unbauwürdig. Meistentheils ist die Gangausfüllung unregelmässig, absätzig, bald erweitert, bald verengt und innig mit dem Nebengestein verwachsen, indem zahlreiche Klüftchen oft mit deutlichen Rutschflächen hier durchsetzen und die Gangmasse auf diesen Klüftchen zwischen den durch dieselbe zerstückelten Gneisschollen sich angesiedelt hat. Das Ganze bildet dann ein Netzwerk von Gangtrümmern im Gneiss, bei dem immer noch eine dem Hauptstreichen des Gangs entsprechende streifenweise Anordnung der mehrfach sich nebeneinander wiederholenden Erzausscheidungen und der Gangmasse sich zu erkennen giebt. Erweiterungen dieser Art erweisen sich oft als erreich und edel, namentlich wenn in dem Gestein zugleich chloritische Beimengungen reichlicher vorhanden sind. Durch eine derartige Anordnung der Gangausfüllung ist wohl die

Ansicht entstanden, dass der Gneiss selbst hier gangförmig auftrete, was keineswegs der Fall ist. In Bezug auf die Anordnung der Gangmasse ist im Allgemeinen zu bemerken, dass der Quarz mehr im Hangenden und in der Mitte sich hält, die Karbonate dagegen gegen das Liegende hin angesiedelt sind. Doch ist diese Scheidung keine strenge und die verschiedenen Ausfüllungsmassen sind oft scheinbar unregelmässig niteinander verwachsen. Durchsetzende Klüfte nennt man hier Schrämmen, welche vielfach von thonigem Zerreibsel erfüllt sind. Grössere Klüfte mit deutlichen Ablösungsflächen werden Blätter genannt. Die letzteren betrachtet man als Merkzeichen, durch welche die Gangrichtung angedeutet ist. Man spricht geradezu von erzführenden Blättern wie von Gängen, während die Schrämmen für taub gelten.

In diesem Sinne zählt man am Rathhausberge ein Hauptblatt (Haupterzgang), dann ein liegendes und ein hangendes Blatt, welche nahe gleiches Streichen in St. 3 und Einfallen unter 55° in St. 9 nach SO. besitzen, aber schwierig von einander und zwar nur durch den Erzadel, der vorzugsweise dem Hauptblatt folgt, zu unterscheiden sind. Es ist deshalb bei den Grubenbauen oft nicht sicher, ob man auf dem Hauptblatt oder einem Nebenblatte arbeitet. Dazu kommt, dass auch Gangverschiebungen vorkommen, welche mit Gangverwerfungen nicht verwechselt werden dürfen, indem erstere schon vor den Gangausfüllungen vorhandene Gebirgsverrückungen darstellen, deren offene Spalten dann nachträglich mit Gangmasse ausgefüllt wurden, während Verwerfungen den bereits gebildeten Gang aus seiner Richtung und Lage gebracht haben. Solche Verschiebungen in Verbindung mit der Veraderung der Gangmasse ins Liegende machen es bei dem Bergbau oft sehr schwierig, den richtigen erzführenden Gang zu verfolgen, wie es gegenwärtig am Rathhausberg der Fall zu sein scheint. Der tiefste jetzt in

Betrieb stehende Stollen ist hier der Hieronymusstollen, der, wie die zwei nächsthöheren, auf der sogenannten Fäule angesetzt wurde, um den Haupterzgang in beiläufig 1250 m Länge schiefwinkelig anzufahren. Diese Fäule wird als eine Art einer tauben, mit aufgelösten Reibungsprodukten ausgefüllten, daher leichter zu bearbeitenden Gangkluft angesehen. Nach meiner Befahrung des Hieronymusstollens, in welchem ich das Gestein der Fäule anstehend zu beobachten Gelegenheit hatte, halte ich diese Fäule nur für eine glimmerreiche, desshalb weichere und leichter der Zersetzung zugängliche Zwischenschicht im Gneiss, welche dem sogenannten Neuner des Rauriser Erzzugs entspricht, nicht für eine Spalte. Man traf mit diesem Stollen den Gang nicht an der Stelle, an welcher derselbe nach seinen Verfläichen in oberen Teufen erwartet werden durfte und fuhr erst nach verschiedenen Querschlagsversuchen das jetzt streichend verfolgte Blatt mit relativ geringem Adel an; daher es zweifelhaft ist, ob das jetzt verfolgte Blatt wirklich der Hauptgang sei. Der stete Wechsel von erzeichen Partien oder einer nesterweisen Vertheilung des Erzadels ist eine der eigenthümlichsten und den Bergbau am meisten erschwerenden Erscheinungen bei dem Erzvorkommen der Tauern. Daher rührt es auch, dass, indem man reiche Mittel sofort abbaute, sobald man sie angefahren hatte, ohne vorher vorsorglich erst durch Vorrichtungsbaue neue, reichere Erzpartien ermittelt zu haben, während des ganzen Bergbaubetriebs Zeiten reicher Ertrügnisse mit solchen der Ertragslosigkeit wechseln und der Bergbau sogar öfters ganz aufgelassen wurde. Der wegen des absätzigen Vorkommens der Erze und der ungewöhnlich hohen Lage an sich schwierige und kostspielige Bergbau kann nur rationell betrieben werden, wenn der Abbau und das Vorrichten guter und reicher Erzmittel in ein richtiges Verhältniss zu einander gesetzt werden, was allerdings die Vorlage grösseren Betriebs-Kapitals erfordert, wie

es der nur des Gewinns wegen interessirte Private vorzuschliessen selten Lust trägt. Die Ausbeutung der in der Tiefe unbenützt lagernden Schätze ist in erster Linie eine Sache des allgemeinen öffentlichen Interesses der Industrie und des Handels zur Förderung des Erwerbs in arbeitsarmen Gegenden; sie ist vorzüglich eine Aufgabe des Staats, der höhere Ziele als den rein pekuniären Gewinn im Auge haben muss. Was nun die Zukunft dieses Bergbaus anbelangt, so ist allerdings richtig, dass im grossen Ganzen ein allmäliger Rückgang des Ertrags mit dem weiteren Vordringen gegen die Tiefe hin sich herauszustellen scheint. Nach der ganzen Natur des Erzvorkommens liegt dies aber nicht sowohl an der raschen Abnahme der Erzmittel nach der Tiefe, als an den weniger energischen und ausgedehnten Untersuchungs- und Vorrichtungsbauen und z. Th. auch daran, dass man den Gangzug von der sogenannten Fäule abgeschnitten annimmt, wozu kein Grund vorliegt. Absolute Sicherheit freilich hat man nicht, dass die Gänge edel in der Tiefe niedersetzen; aber nach dem ganzen Verhalten derselben in den oberen Teufen ist dies nicht unwahrscheinlich. Verkehrt aber wäre es, etwa von halber Bergeshöhe, wie dies früher einmal versucht worden ist, querschlägig den Gangzug aufschliessen zu wollen, weil auf dieser Höhe weder für den Erztransport, noch für Zubringung von Holz und für die Betriebsmannschaft ein zureichender Vortheil zu erzielen wäre. Rätthlicher scheint mir, den Angriff in der noch näher zu ermittelnden Streichlinie des Gangzuges vom waldreichen Anlaüterthale aus, wo ohnehin an den Gehängen ein alter angeblich bedeutender Bergbau „Kniebeis“ früher stattfand, zu bewerkstelligen. Gelänge es nicht, durch streichendes Auffahren den Gangzug anzutreffen, so könnte man schliesslich denselben querschlägig aufsuchen. Hier liegt eine ebenso berechtigzte, wie hoffnungsvolle Aufgabe des Staates vor, für welche die erforderlichen Geldmittel,

weil auf viele Jahre vertheilt, im Vergleiche zu dem allgemeinen Interesse, welches durch den Aufschwung des Bergbaues für die Gegend erzeugt würde, als eine verschwindend kleine Summe bezeichnet werden dürfen.

Was nun die Beziehungen der Erzlagerstätte am Rathhausberg zu den Thermen von Gastein anbelangt, so konnte ich auch nicht den entferntesten Zusammenhang angedeutet finden. Schon die Verlängerung der Streichrichtung der Gangzüge trifft unter Berücksichtigung des SO. Einfallens nicht entfernt mit den Quellpunkten der Thermen von Gastein zusammen. Wichtiger aber ist, dass weder auf den Erzgängen selbst die hier auftretenden Gewässer eine höhere Temperatur verrathen, als ihnen nach der Höhenlage zukommt, noch die in der Nähe aus den Gneisschichten empor-sprudelnden Quellen höhere Wärmegrade besitzen. Eine Quelle in der Nähe des Knappenhauses hat bei 1825 m Höhe eine Temperatur von $3,40^{\circ}\text{C}$, eine etwas tieferliegende am Knappensteig bei 1425 m $4,0^{\circ}\text{C}$.

Äehnliche Verhältnisse wiederholen sich im ganzen Centralstock der hohen Tauern, wie die alten Goldbergbaue in den dem Rathhaus zunächst benachbarten Bergorten des Siglitz-, Pochhard- und Erzwieser-Gangzugs, dann die berühmten Gruben in der Rauris, namentlich die Goldbergzeche und kärtenerischerseits die Goldzeche, sowie viele andere erkennen lassen. Auch über die hohen Tauern hinaus erstrecken sich analoge Erzvorkommnisse. So stossen wir in den Radstädter Tauern auf Erzlagerstätten mit einer ähnlichen Mineralvergesellschaftung wie im Gasteiner und Rauriser Gebirge, aber, sowie bekannt ist, ohne Begleitung von Golderzen. Diese Analogie und der Umstand, dass die sogenannten Radstädter Tauernbildungen bis in das Gasteiner Thal herüberreichend angegeben werden und dass andererseits die Dientener Silurschichten bis Radstadt und Mandling reichen sollen, gaben mir Veranlassung, auch den Radstädter Tauern einen, wenn auch

flüchtigen Besuch abzustatten. Wenn ich es wage, im Nachstehendem einige Mittheilungen hierüber zu machen, so sollen dieselben nur ganz im Allgemeinen die Eindrücke schildern, welche dieses geologisch so hoch interessante Gebirge auf mich gemacht hat.

Die Radstädter Tauern.¹⁾

Das Fundament des den hohen Tauern sich ostwärts anschliessenden Gebirgsstocks besteht aus ähnlichen Urgebirgs-
gesteinen, wie in den westlicher liegenden Centralalpen. Es sind der Hauptsache nach zweiglimmerige, quarzreiche Gneisse von heller, oft grünlicher Färbung, welche bei mir den Eindruck gemacht haben, als seien sie identisch mit jenen der hohen Tauern, nur zeigen sich Hornblende führende Schiefer mit Epidoteinschlüssen häufiger, als in dem Gasteiner Gebiete. Chlorit-, Karbonat- und Schwefelkies-Ausscheidungen und Quarzlinsen fehlen auch hier nicht. V. Foul-
lon bezeichnet einen Theil dieser sehr deutlich geschichteten Gesteine als Albitgneisse. Sie gehen allmählich in glimmerreiche, dünngeschichtete Lagen über, welche man Glimmerschiefer nennen kann, obwohl sie so wenig, wie im Gasteiner Thale, den Charakter des typischen Glimmerschiefers an sich tragen.

In den mit Hornblendegestein wechselnden Gneiss-schichten im Seekaar (1895 m) am Fusse der Seekaarspitze setzt eine Erzlagerstätte (Seekaarschurf) auf, welche, bis in die neueste Zeit bebaut, gegenwärtig in Fristen gehalten wird. Die Erzführung lässt eine merkwürdige Uebereinstimmung mit jener der Golderzgänge in den hohen Tauern

1) Vergleiche Stur im Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Bd. V, 1854, S. 833; dann in Geologie der Steiermark. — Vacek, im Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1884, S. 609 mit der daselbst angegebenen Literatur und v. Foullon daselbst S. 635.

von Pfäfers, dessen Therme nur 0,299 Trockenrückstände und 0,0971 Gesamtkohlensäure im Liter enthält, in Parallele stellen.

Es wäre von hohem wissenschaftlichen Interesse, auch von einzelnen der verschiedenen Quellen von Gastein Analysen zu erhalten, um daraus erkennen zu können, ob der Gehalt im Verhältniss zu den verschiedenen Temperaturen der Einzelquellen steht, wie wahrscheinlich ist und ob die niederen Wärmegrade durch eine Vermischung mit süßem Tagewasser veranlasst werden. Man scheint aber solche Einzelanalysen deshalb unterlassen zu haben, um nicht durch den etwaigen Nachweis eines geringeren Gehaltes an Mineralstoffen in den weniger warmen Quellen für die Badeanstalten, welche letztere benützen, gegenüber den Bädern mit Wasser von höherem Gehalte, welche deshalb vielleicht von den Badegästen bevorzugt würden, eine erstere schädigende Concurrenz hervorzurufen.

So gering auch der Gehalt an Mineralstoffen anderen Thermen gegenüber in den Gasteiner warmen Quellen erscheint, so ist derselbe doch im Vergleiche zu der Zusammensetzung des Wassers selbst den zunächst benachbarten Süßwasserquellen ein sehr beträchtlicher.

Ich habe, um hierfür Anhaltspunkte zu gewinnen, die Haupttrinkwasserquelle Gasteins einer Analyse (Ad. Schwager) unterwerfen lassen, deren Ergebnisse nachstehend mitgetheilt werden. Auch von der Süßwasserquelle, welche die Curanstalt in Bockstein benützt, besitzen wir eine Analyse (II) von Dr. B. Spängler.¹⁾

I. Trinkwasserquelle von Gastein bei 1025 m mit 6,0° C.

II. Kurhausquelle von Bockstein bei 1127 m mit 3,75° C.

1) Fugger, Ueber Quellentemperaturen im XV. Jahresbericht d. Oberrealschule in Salzburg. S. 65.

In einem Liter Wasser sind in Gramm enthalten:

	I.	II.
Kalkerde	0,0176	0,01538
Bittererde	0,0031	0,00024
Thonerde und Eisenoxyd	Spuren	0,00002
Kali	0,0049	0,00507
Natron	0,0031	0,00342
Kieselsäure	0,0115	0,00138
Schwefelsäure	0,0091	0,01399
Chlor	0,0026	0,00002
Kohlensäure	0,0133	0,02209
Organisches	Spuren	0,00400
	0,0652	0,06561

Diese Zahlen beweisen, dass die süßen Quellwässer dieses Urgebirgs eine äusserst geringe Menge von Mineralbestandtheilen und zwar gegen die Gasteiner Thermen fünfmal weniger enthalten, so dass letztere auch in dieser Richtung sich wesentlich vom gewöhnlichen Quellwasser der Umgegend unterscheiden. Dagegen scheinen die in Lösung aufgenommenen Salze nahezu übereinzustimmen. Sie können als Auslaugungsprodukte der Gneisschichten gelten, welche bei den Süßwasser-Quellen durch geringere, bei den Thermen durch stärkere Einwirkung auf die zersetzbaren Gesteinsbestandtheile erzeugt worden sind.

Man hat mehrfach das Vorkommen der Thermen von Gastein mit dem Auftreten der Goldlagerstätte im benachbarten Rathhausberg in Verbindung und in einen gewissen genetischen Zusammenhang gebracht, einestheils wohl, weil beide benachbarten Erscheinungen aussergewöhnlicher Art sind und andernteils, weil die Erzlagerstätte am Rathhausberg, in ihrem Streichen nach NO. fortgesetzt gedacht, ungefähr auf die Gegend von Gastein treffen würde.

Richtig ist, dass man in der Umgebung von Gastein

auf zahlreiche Quarzgänge mit Erzspuren stösst, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Erzvorkommen am Rathhausberge besitzen. Auch soll in der nächsten Nähe von Gastein in früherer Zeit Bergbau — wenn auch vielleicht nur versuchsweise — auf Erzgängen betrieben worden sein. Auf Nester von Quarz in Vergesellschaftung mit Orthoklas, Chlorit, Karbonaten und Kiesen stösst man hier im Gneiss an sehr zahlreiche Stellen; Schichten des letzteren umschliessen häufig zerstreute oder in Streifchen angehäuften Schwefelkiesetheilchen und, wie mir nicht zweifelhaft scheint, auch Fünkchen von Gold.

Es lag daher nahe, auch das Vorkommen des Goldes mit den dasselbe begleitenden Erzen am Rathhausberge, welches sich bekanntlich an zahlreichen Orten der hohen Tauern in gleicher Weise wiederholt, in das Bereich dieser Untersuchung zu ziehen.

Das Vorkommen von Gold und Erzen auf dem Rathhausberge.¹⁾

Der Rathhausberg besteht aus denselben Gneissgebilden, wie solche in der nächsten Umgebung von Gastein auftreten und wie wir sie in den Thälern von Kötschach, der Anlauf und des Nassfeldes kennen gelernt haben. In diesem Gneiss findet sich nun auf einem ausgedehnten Erzzuge gediegen Gold in mit unbewaffnetem Auge erkennbaren

1) Russegger, U. d. W. Abhang der Alpen in Salzburg und Tyrol, Jahrbuch für Mineralogie 1835, S. 505; ferner in Baumgartner's Zeitschrift für Physik I. Bd., S. 97 und 349; II. Bd., S. 61 und 261. — Reissacher, Ueber goldf. Gangstreichen d. Gasteiner- etc.-Thals in v. Haidingers naturwiss. Abhandl. II. Bd.; Einiges über die geognost. Verhältnisse des Gasteiner Thals in Mittheil. der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde II. Bd., S. 95. — A. R. Schmidt, Nachrichten über die alten verlassenen Gasteiner Bergbaue in der Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1870 S. 147 und 154. — Pospischny im Archiv f. pract. Geologie I. Bd., S. 88.

Blättchen und Körnchen (Freigold) und mit verschiedenen Schwefelmetallen — Schwefel-, Kupfer- und Arsenkies, Bleiglanz, Blende, Antimonglanz, Melanglanz (Stephanit), Antimonsilberblende (Pyrargyrit) — unsichtbar verbunden (Quickgold), welches einen bis in die vorrömische Zeit hinaufreichenden, wohl jetzt über zweitausend Jahre lang andauernden und auch gegenwärtig noch in Betrieb stehenden, altherwürdigen Bergbau in den Tauren begründet.

Das meist silberhaltige Gold und die oben genannten Schwefelmetalle treten mit gewöhnlichem, derbem, theils milchweissem, undurchsichtigem, theils wasserhellem Quarz als Hauptgangart und in eigenthümlicher Vergesellschaft mit Karbonaten, namentlich Kalkspath, Braunspath, Ankerit, Eisenspath, sehr selten auch mit Flussspath, innerhalb einer ziemlich breiten Zone eines grünlichen Gneisses auf, dessen Schichten im Allgemeinen nach St. 1 streichen und nach St. 7 mit 40—50° NW. einfallen. Der braune Glimmer des Gesteins ist hier meistens in eine dunkelgrüne, chloritische Substanz umgewandelt. Die Gneisszone, innerhalb welcher der Bergbau speziell am Rathhausberge umgeht, beträgt 400—500 m in der Breite, erstreckt sich auf eine Länge von 1700 bis 1800 m und ist bis zu einer Tiefe von über 500 m aufgeschlossen. Man zählt mehr als 60 Tagstollen, durch welche die Lagerstätte vom höchsten, dem Vogelgesang-, bis zum gegenwärtig tiefsten Hieronymus-Stollen (1900 m über dem Meere, 787 m über Böckstein) angefahren wurde. Dazwischen ist das ganze Gebirge durch zahllose Mittel- und Abbaustrecken förmlich durchwühlt, weil das Erzvorkommen kein stetiges, sondern ein absätziges ist und oft grosse Pfeiler als unbauwürdig stehen geblieben sind. Daher wechselten auch vielfach Perioden grosser Ergiebigkeit des Bergwerksbetriebes mit Zeiten beträchtlicher Zubussen. In grösster Blüthe stand der Bergbau von 1460 bis etwa 1560 zur Zeit der reichen Gewerken Weitmoser,

Strasser, Zott u. s. w. Während dieser Glanzperiode sollen die Abgaben an die erzbischöfliche Kammer allein jährlich (?) 80 000 Goldgulden betragen haben.

Die Natur der Erzlagerstätte hat man sehr verschieden aufgefasst. Man hielt dieselbe bald für ein Lager, bald für einen Lagergang, meistens aber für einen ächten Gang. Nach dem Besuch derselben ist es mir nicht zweifelhaft, dass das Vorkommen ein gangförmiges, allerdings von eigenthümlicher Beschaffenheit ist. Der Gang erweist sich nämlich nicht als eine geschlossene fortlaufende Lagerstätte mit symmetrisch angeordneter Ausfüllungsmasse und mit regelmässiger beiderseitiger Abgrenzung gegen das Nebengestein durch Saalband und Besteg. Es giebt zwar Strecken, auf welchen eine deutliche, glatte Ablösungsfläche mit einem graulich weissen Lettenbesteg am Hangenden des Gangs neben einer Ausfüllung des Gangs mit Quarz sich wahrnehmen lässt, gegen das Liegende aber ist auch in solchen Fällen die Gangabsonderung keine scharfe. Solche Strecken gelten jedoch erfahrungsgemäss nicht als die erreichsten; sie sind vielmehr oft erzarm und selbst unbauwürdig. Meistentheils ist die Gangausfüllung unregelmässig, absätzig, bald erweitert, bald verengt und innig mit dem Nebengestein verwachsen, indem zahlreiche Klüftchen oft mit deutlichen Rutschflächen hier durchsetzen und die Gangmasse auf diesen Klüftchen zwischen den durch dieselbe zerstückelten Gneisschollen sich angesiedelt hat. Das Ganze bildet dann ein Netzwerk von Gangtrümmern im Gneiss, bei dem immer noch eine dem Hauptstreichen des Gangs entsprechende streifenweise Anordnung der mehrfach sich nebeneinander wiederholenden Erzausscheidungen und der Gangmasse sich zu erkennen giebt. Erweiterungen dieser Art erweisen sich oft als erreich und edel, namentlich wenn in dem Gestein zugleich chloritische Beimengungen reichlicher vorhanden sind. Durch eine derartige Anordnung der Gangausfüllung ist wohl die

Ansicht entstanden, dass der Gneiss selbst hier gangförmig auftrete, was keineswegs der Fall ist. In Bezug auf die Anordnung der Gangmasse ist im Allgemeinen zu bemerken, dass der Quarz mehr im Hangenden und in der Mitte sich hält, die Karbonate dagegen gegen das Liegende hin angesiedelt sind. Doch ist diese Scheidung keine strenge und die verschiedenen Ausfüllungsmassen sind oft scheinbar unregelmässig miteinander verwachsen. Durchsetzende Klüfte nennt man hier Schrämme, welche vielfach von thonigem Zerreibsel erfüllt sind. Grössere Klüfte mit deutlichen Ablösungsflächen werden Blätter genannt. Die letzteren betrachtet man als Merkzeichen, durch welche die Gangrichtung angedeutet ist. Man spricht geradezu von erzführenden Blättern wie von Gängen, während die Schrämme für taub gelten.

In diesem Sinne zählt man am Rathhausberge ein Hauptblatt (Haupterzgang), dann ein liegendes und ein hangendes Blatt, welche nahe gleiches Streichen in St. 3 und Einfallen unter 55° in St. 9 nach SO. besitzen, aber schwierig von einander und zwar nur durch den Erzadel, der vorzugsweise dem Hauptblatt folgt, zu unterscheiden sind. Es ist deshalb bei den Grubenbauen oft nicht sicher, ob man auf dem Hauptblatt oder einem Nebenblatte arbeitet. Dazu kommt, dass auch Gangverschiebungen vorkommen, welche mit Gangverwerfungen nicht verwechselt werden dürfen, indem erstere schon vor den Gangausfüllungen vorhandene Gebirgsverrückungen darstellen, deren offene Spalten dann nachträglich mit Gangmasse ausgefüllt wurden, während Verwerfungen den bereits gebildeten Gang aus seiner Richtung und Lage gebracht haben. Solche Verschiebungen in Verbindung mit der Veraderung der Gangmasse ins Liegende machen es bei dem Bergbau oft sehr schwierig, den richtigen erzführenden Gang zu verfolgen, wie es gegenwärtig am Rathhausberg der Fall zu sein scheint. Der tiefste jetzt in

Betrieb stehende Stollen ist hier der Hieronymusstollen, der, wie die zwei nächsthöheren, auf der sogenannten Fäule angesetzt wurde, um den Haupterzgang in beiläufig 1250 m Länge schiefwinkelig anzufahren. Diese Fäule wird als eine Art einer tauben, mit aufgelösten Reibungsprodukten ausgefüllten, daher leichter zu bearbeitenden Gangkluft angesehen. Nach meiner Befahrung des Hieronymusstollens, in welchem ich das Gestein der Fäule anstehend zu beobachten Gelegenheit hatte, halte ich diese Fäule nur für eine glimmerreiche, deshalb weichere und leichter der Zersetzung zugängliche Zwischenschicht im Gneiss, welche dem sogenannten Neuner des Rauriser Erzzugs entspricht, nicht für eine Spalte. Man traf mit diesem Stollen den Gang nicht an der Stelle, an welcher derselbe nach seinen Verfläichen in oberen Teufen erwartet werden durfte und fuhr erst nach verschiedenen Querschlagsversuchen das jetzt streichend verfolgte Blatt mit relativ geringem Adel an; daher es zweifelhaft ist, ob das jetzt verfolgte Blatt wirklich der Hauptgang sei. Der stete Wechsel von erzeichen Partien oder einer nesterweisen Vertheilung des Erzadels ist eine der eigenthümlichsten und den Bergbau am meisten erschwerenden Erscheinungen bei dem Erzvorkommen der Tauern. Daher rührt es auch, dass, indem man reiche Mittel sofort abbaute, sobald man sie angefahren hatte, ohne vorher vorsorglich erst durch Vorrichtungsbaue neue, reichere Erzpartien ermittelt zu haben, während des ganzen Bergbaubetriebs Zeiten reicher Erträge mit solchen der Ertragslosigkeit wechseln und der Bergbau sogar öfters ganz aufgelassen wurde. Der wegen des absätzigen Vorkommens der Erze und der ungewöhnlich hohen Lage an sich schwierige und kostspielige Bergbau kann nur rationell betrieben werden, wenn der Abbau und das Vorrichten guter und reicher Erzmittel in ein richtiges Verhältniss zu einander gesetzt werden, was allerdings die Vorlage grösseren Betriebs-Kapitals erfordert, wie

es der nur des Gewinns wegen interessirte Private vorzuschliessen selten Lust trägt. Die Ausbeutung der in der Tiefe unbenützt lagernden Schätze ist in erster Linie eine Sache des allgemeinen öffentlichen Interesses der Industrie und des Handels zur Förderung des Erwerbs in arbeitsarmen Gegenden; sie ist vorzüglich eine Aufgabe des Staats, der höhere Ziele als den rein pekuniären Gewinn im Auge haben muss. Was nun die Zukunft dieses Bergbaus anbelangt, so ist allerdings richtig, dass im grossen Ganzen ein allmäliger Rückgang des Ertrags mit dem weiteren Vordringen gegen die Tiefe hin sich herauszustellen scheint. Nach der ganzen Natur des Erzvorkommens liegt dies aber nicht sowohl an der raschen Abnahme der Erzmittel nach der Tiefe, als an den weniger energischen und ausgedehnten Untersuchungs- und Vorrichtungsbauen und z. Th. auch daran, dass man den Gangzug von der sogenannten Fäule abgeschnitten annimmt, wozu kein Grund vorliegt. Absolute Sicherheit freilich hat man nicht, dass die Gänge edel in der Tiefe niedersetzen; aber nach dem ganzen Verhalten derselben in den oberen Teufen ist dies nicht unwahrscheinlich. Verkehrt aber wäre es, etwa von halber Bergeshöhe, wie dies früher einmal versucht worden ist, querschlägig den Gangzug aufschliessen zu wollen, weil auf dieser Höhe weder für den Erztransport, noch für Zubringung von Holz und für die Betriebsmannschaft ein zureichender Vortheil zu erzielen wäre. Rätthlicher scheint mir, den Angriff in der noch näher zu ermittelnden Streichlinie des Gangzuges vom walddreichen Anlautherthale aus, wo ohnehin an den Gehängen ein alter angeblich bedeutender Bergbau „Kniebeis“ früher stattfand, zu bewerkstelligen. Gelänge es nicht, durch streichendes Auffahren den Gangzug anzutreffen, so könnte man schliesslich denselben querschlägig aufsuchen. Hier liegt eine ebenso berechtigte, wie hoffnungsvolle Aufgabe des Staates vor, für welche die erforderlichen Geldmittel,

weil auf viele Jahre vertheilt, im Vergleiche zu dem allgemeinen Interesse, welches durch den Aufschwung des Bergbaues für die Gegend erzeugt würde, als eine verschwindend kleine Summe bezeichnet werden dürfen.

Was nun die Beziehungen der Erzlagerstätte am Rathhausberg zu den Thermen von Gastein anbelangt, so konnte ich auch nicht den entferntesten Zusammenhang angedeutet finden. Schon die Verlängerung der Streichrichtung der Gangzüge trifft unter Berücksichtigung des SO. Einfallens nicht entfernt mit den Quellpunkten der Thermen von Gastein zusammen. Wichtiger aber ist, dass weder auf den Erzgängen selbst die hier auftretenden Gewässer eine höhere Temperatur verrathen, als ihnen nach der Höhenlage zukommt, noch die in der Nähe aus den Gneisschichten empor-sprudelnden Quellen höhere Wärmegrade besitzen. Eine Quelle in der Nähe des Knappenhauses hat bei 1825 m Höhe eine Temperatur von $3,40^{\circ}\text{C}$, eine etwas tieferliegende am Knappensteig bei 1425 m $4,0^{\circ}\text{C}$.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich im ganzen Centralstock der hohen Tauern, wie die alten Goldbergbaue in den dem Rathhaus zunächst benachbarten Bergorten des Siglitz-, Pochhard- und Erzwieser-Gangzugs, dann die berühmten Gruben in der Rauris, namentlich die Goldbergzeche und kärtenerischerseits die Goldzeche, sowie viele andere erkennen lassen. Auch über die hohen Tauern hinaus erstrecken sich analoge Erzvorkommnisse. So stossen wir in den Radstädter Tauern auf Erzlagerstätten mit einer ähnlichen Mineralvergesellschaft wie im Gasteiner und Rauriser Gebirge, aber, sowie bekannt ist, ohne Begleitung von Golderzen. Diese Analogie und der Umstand, dass die sogenannten Radstädter Tauernbildungen bis in das Gasteiner Thal herüberreichend angegeben werden und dass andererseits die Dientener Silurschichten bis Radstadt und Mandling reichen sollen, gaben mir Veranlassung, auch den Radstädter Tauern einen, wenn auch

flüchtigen Besuch abzustatten. Wenn ich es wage, im Nachstehendem einige Mittheilungen hierüber zu machen, so sollen dieselben nur ganz im Allgemeinen die Eindrücke schildern, welche dieses geologisch so hoch interessante Gebirge auf mich gemacht hat.

Die Radstädter Tauern.¹⁾

Das Fundament des den hohen Tauern sich ostwärts anschliessenden Gebirgsstocks besteht aus ähnlichen Urgebirgs-
gesteinen, wie in den westlicher liegenden Centralalpen. Es sind der Hauptsache nach zweiglimmerige, quarzreiche Gneisse von heller, oft grünlicher Färbung, welche bei mir den Eindruck gemacht haben, als seien sie identisch mit jenen der hohen Tauern, nur zeigen sich Hornblende führende Schiefer mit Epidoteinschlüssen häufiger, als in dem Gasteiner Gebiete. Chlorit-, Karbonat- und Schwefelkies-Ausscheidungen und Quarzlinsen fehlen auch hier nicht. V. Foulon bezeichnet einen Theil dieser sehr deutlich geschichteten Gesteine als Albitgneisse. Sie gehen allmählich in glimmerreiche, dünngeschichtete Lagen über, welche man Glimmerschiefer nennen kann, obwohl sie so wenig, wie im Gasteiner Thale, den Charakter des typischen Glimmerschiefers an sich tragen.

In den mit Hornblendegestein wechselnden Gneiss-schichten im Seekaar (1895 m) am Fusse der Seekaarspitze setzt eine Erzlagerstätte (Seekaarschurf) auf, welche, bis in die neueste Zeit bebaut, gegenwärtig in Fristen gehalten wird. Die Erzführung lässt eine merkwürdige Uebereinstimmung mit jener der Golderzgänge in den hohen Tauern

1) Vergleiche Stur im Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Bd. V, 1854, S. 833; dann in Geologie der Steiermark. — Vacek, im Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1884, S. 609 mit der daselbst angegebenen Literatur und v. Foulon daselbst S. 635.

erkennen, nur dass Kupferkies und Karbonate weit über die mit einbrechenden, silberhaltigen Fahlerze vorherrschen und angeblich ein bemerkenswerther Goldgehalt fehlt. Die auf der Berghalde in beträchtlichen Massen aufgehäuften Erzstufen bestehen aus Quarz als der vorherrschenden Gangart und damit reichlich und innig verwachsen zeigen sich Karbonate, Kalk-Brau-Eisenspath und Ankerit. Das Haupterz ist, wie oben bemerkt wurde, Kupferkies. Damit verbunden tritt auch in nicht unbeträchtlicher Menge silberhaltiges Fahlerz (mit 0,41 % Silber und 8 % Kupfer), seltener Schwefelkies auf. Das Nebengestein des N.—S. streichenden und mit 50° einfallenden, bis 1 m mächtigen, aber absätzigen Ganges ist ein phyllitartiger Schiefer, welcher im Gneiss eingelagert zu sein scheint. Ein weithin mit dem Auge verfolgbare brauner Streifen zwischen diesen Gneisssschichten verräth das Ausgehende und das durch alte seit 1682 aufgelassene, seit 1866 wieder aufgenommene Baue aufgeschlossene Fortstreichende dieses Erzzugs. Weder die Temperatur des aus dem Stollen fliessenden Wassers, noch die einer benachbarten starken Quelle (1,75° C bei 1750 m) lässt auch hier einen Einfluss der Erzlagerstätte auf eine höhere Wärme der in der Tiefe circulirenden Gewässer wahrnehmen.

Gleich N. vom Obertauern-Hause stehen neben der Strasse glimmerschieferartig glänzende Thonschiefer an. Sie scheinen jedoch einer verstürzten Scholle anzugehören, wie denn überhaupt in diesem Gebirge durch Ausnagungen, Unterwaschungen und Niederbrüche die grossartigsten Veränderungen in der ursprünglichen Lagerung der Gesteine bewirkt worden sind. Sowohl an dem Tauernsattel, wie gegen die Stöckalp hin liegen gewaltige Kalkklötze, welche offenbar als von den Höhen herabgestürzte Bergtrümmer in zusammenhangsloser Lagerung anzusehen sind. Auf derartige verstürzte und herabgebrochene Bergtrümmer in grossartigem Maasstabe stossen wir an vielen Stellen dieses Hochgebirges.

An dem Rande der Tauernkette lagern sich nordwärts phyllitische Schiefer an, welche über Radstadt hinaus bis zum Rossbrand reichen und die isolirte Kuppe des aus chloritischen Quarzitschiefer mit ganz spärlichen Beimengungen von Plagioklas zusammengesetzten Stadtbergs umschliessen.

Was aber diesem Gebirgsstocke einen ganz aussergewöhnlichen Charakter verleiht, das sind die kalkigen und dolomitischen Felsmassen, welche sich auf dem Urgebirgsfundament aufgesetzt erweisen und in vielfach verschlungenen Zügen über das ganze Gebirge verbreiten. Sie machen die unter der Bezeichnung Radstädter Tauerngebilde bekannt und berühmt gewordenen Schichtgesteine aus, über deren Zugehör zur Trias jetzt wohl kein Zweifel mehr besteht. Nach dem Vorgehen Stur's¹⁾ unterscheidet Vacek bei seiner neuesten gründlichen Untersuchung in diesen Gebilden eine Diploporenkalk- und Pyritschiefergruppe, von welchen angegeben wird, dass sie sowohl unter sich, als zu den unterbreiteten älteren Gesteinschichten ungleichförmig gelagert seien. Diese Kalk- und Schiefergebilde der Radstädter Tauern haben in ihrem Gesamtverhalten mich auf das Lebhafteste an jene Kalkvorkommnisse erinnert, welche im Engadin, Oberhalbstein und Davoser Gebirge, am Tödi und südlich von Innsbruck einem älteren krystallinischen Grundgebirge aufgesetzt sind. In manchen Beziehungen ist diese Analogie wirklich eine erstaunlich grosse; selbst die petrographische Beschaffenheit mancher Gesteine, namentlich die der tiefsten Lagen und der orangegelb angelaufenen Dolomite dieser Gebiete sind zum Verwechseln ähnlich und fordern zu einem näheren Vergleiche auf.

Ich habe diese dem krystallinischen Grundstocke ungleich-

1) Stur, Jahrb. der geol. Reichsanst. 1853, S. 833; Peters, daselbst S. 808; Vacek, daselbst 1884, S. 633 u. ff. und Stur, Geologie der Steiermark.

förmig aufgelagerten jüngeren Schichtgesteine der Radstädter Tauren an ziemlich vielen Stellen freilich nur in der Umgebung von Obertauern einer näheren Untersuchung unterzogen und bin hierbei zu folgenden Annahmen geführt worden, die, weil sie sich nicht auf die Erfahrungen innerhalb dieses ganzen Verbreitungsgebietes stützen, zwar einen geringeren Grad von Sicherheit gewähren, aber doch wohl einer näheren Prüfung empfohlen werden dürften.

An mehreren Stellen, namentlich am Ostrande einer Abzweigung der grossen Kaare in der Nähe des Wildsee's, fand ich sehr deutlich unmittelbar über die quarzigen, durch den gelben Ueberzug mit der Landkarten-Flechte weithin kenntlichen Schichten des gneissartigen Grundgebirgs ausgebreitet eine bröckliche Trümmerlage aus wenig abgerollten Urgebirgsfragmenten mit kalkig mergeligem Bindemittel nach oben mit Uebergängen in einen weissen und röthlichen, kieselreichen, dünnschichtig-flasrigen Kalkschiefer, dessen Schichtflächen von einem eigenthümlichen, Sericit-ähnlichen, schuppigen Mineral überkleidet sind. Eine Bank von Rauhwacke trennt diese Schichten von den nunmehr in grosser Mächtigkeit gleichförmig aufgelagerten, schwarzen, dolomitischen Kalken, deren tiefere Lage zahlreiche Hornsteinknollen umschliesst und zugleich von weissen Quarzadern durchzogen ist. Diese Schichten machen auf mich ganz den Eindruck der Guttensteiner Kalke und Dolomite. Namentlich besitzen die tieferen, plattigen Lagen den Charakter der unmittelbar über den Werfener Schichten z. B. am Südfusse der übergossenen Alp entwickelten Muschelkalkbänke. Die gleiche Schichtenaufeinanderfolge konnte ich an zahlreichen Orten wiederholt beobachten. Sogar an der Tauernstrasse ist sie deutlich an ersten Ansteigen derselben S. vom Dorfe Untertauern in der Nähe eines Kapellchens und des Wegsteins 84, wie auch tief unten im Bachgerinne der Taurach zu beobachten. Es stehen hier ganz dieselben weissen und

röthlichen, flasrigen Kalkschiefer mit quarzigen Beimengungen und sericitähnlichem Anflug auf den Schichtflächen, wie auf den Berghöhen an und es folgen auch hier dieselben Lagen von Rauhwaacke, dann über diesen gleichförmig der schwarze, plattige, kieselige Kalk und Dolomit, wie in den Wildsee-kaaren. Ich halte diese mehrfach in gleicher Weise beobachtete Aufeinanderfolge von bestimmt charakterisirten Schichten für keine zufällige örtliche Erscheinung und stehe nicht an, da ich eine petrographisch ähnliche kalkige Ausbildung der obersten Lagen der Werfener Schiefer auch in den Schweizer-Alpen kennen gelernt habe, die tiefen flasrigen Kalkschiefer mit der Rauhwaacke für eine Facies der obersten Werfener Schichten anzusehen.

In dem Profil an der Tauernstrasse legt sich über dem schwarzen, plattigen, dolomitischen Kalk ein mächtiges System schwarzer Kalke und Dolomite, ähnlich dem Ortler-Kalk an, welche nach oben in eigenthümlich fleckige, breccienartig aus hellfarbigen, oft streifigen nach allen Richtungen zerstreut liegenden Trümmern und einer schwarzen Zwischenmasse zusammengesetzte Lagen übergehen. In gleicher Weise baut sich auch in den höchsten Gebirgstheilen diese Schichtenfolge weiter auf. Weisslich ausgewitterte dolomitische Stücke, welche aus dieser Region stammen, enthalten an der Tauernstrasse in der Nähe oberhalb des erwähnten Kapelchens un- gemein zahlreiche Versteinerungen, welche leider nur in ganz zertrümmertem Zustande herauszugewinnen sind, da das Gestein bei dem Zerschlagen bis ins Kleinste in der Richtung der dasselbe durchziehenden Klüfte zerbröckelt. Doch glaube ich unter diesen Trümmern eine *Dimerella* erkannt zu haben. Eine dünne Zwischenlage von tiefschwarzem, dünn- geschichtetem, thonigem Schiefer, in dem ich vergebens nach organischen Einschlüssen gesucht habe, unterbricht die Reihe der dunklen, von zahlreichen weissen Quarzadern durch- zogenen Kalke und Dolomite, welche darüber in weisslich

gestreiften und gefleckten und noch höher in ziemlich weissen Lagen fortsetzen. Unmittelbar über der thonigen Zwischenlage fand ich an der sogenannten Hohlwand Adern von violblauem Flussspath, dessen Vorkommen lebhaft an jenes im Muschelkalk von Reichenhall erinnert. Dagegen gelang es mir nicht, Gyroporellen in diesem Gestein, welches ich auch in den höheren Gebirgslagen und in ausgewitterten Stücken fleissig absuchte, zu entdecken.

Den ganzen Schichtenkomplex der schwarzen Kalke und Dolomite glaube ich auch hier mit einigem Rechte als Repräsentant des alpinen Muschelkalkes ansehen zu dürfen.

Dieser ziemlich mächtigen Kalk- und Dolomit-Schichtenreihe ist nun die gleichfalls ziemlich mächtige Stufe des schwarzen, meist dünngeschichteten Mergelschiefers aufgesetzt, welcher als sehr charakteristisch wohlausgebildete, oft ziemlich grosse Schwefelkieswürfel in Menge umschliesst und deshalb von Vacek zutreffend Pyritschiefer benannt wurde. Im Gegensatze zu der Annahme Vacek's, welcher diesen Pyritschiefer als ungleichförmig dem Diploporenkalk aufgelagert angiebt, bin ich zur Annahme geführt worden, dass beide Bildungen im Grossen und Ganzen gleichförmig aufeinander folgen, wie die Glieder zweier zueinander gehöriger Schichtenabtheilungen. Ich lernte zwar auf den Gehängen und an Thalstellen auch Punkte kennen, an welchen eine Diskordanz der Lagerung sich bemerkbar machte. Mir scheint es jedoch, dass in allen diesen Fällen eine derartige abnorme Lagerung durch eine Verrutschung des an sich weicheeren, zur Abgleitung geneigten schieferigen Gesteins sich erklären lasse. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass da oder dort auch sich der Schiefer auf einem Untergrunde des schwarzen Kalks abgelagert hat, der vorher bereits durch Erosion abgetragen und stellenweise in verschiedene Formen ausgefurcht worden war.

Diese Stufe der Pyritschiefer besteht nicht gleichförmig

bloss aus thonig-schiefrigen Lagen, sondern es sind denselben auch sehr zahlreiche Bänke eines schwarzen, theils dichten, harten, theils körnigen, spröden Kalks eingebettet. Der Schiefer ist frisch schwarzgrau, mattschimmernd, dünn- meist ebenspaltend und nimmt in Folge von oberflächlicher Verwitterung einen bräunlichgrauen Farbenton an. Daneben kommen aber auch Phyllit-ähnliche, glimmerig glänzende, auf den Schichtflächen feinparallel gefaltete Abänderungen und grünliche Zwischenschichten vor, welche an das grüne Gestein der Wengener Schichten in Südtirol erinnern.

Die glimmerig glänzenden Schichten, welche wechsel- lagernd zwischen dem schwarzen Schiefer mit matten Schicht- flächen liegen, scheinen sich auf kalkhaltige Lagen zu be- schränken. Sie brausen lebhaft mit Säuren und verhalten sich in Dünnschliffen sehr ähnlich wie Phyllite, zeigen sich reichlich mit schwarzen, kohligen Theilchen angefüllt und enthalten grössere, i. p. L. lebhaft farbig reagirende und kleinste schwarze Nadelchen, während bei dem thonigen, mit Säuren nicht brausenden Schiefer solche Nadelchen nicht deutlich zu bemerken sind. Die Einlagerung der mit Kalk in Verbindung auftretenden, Phyllit-ähnlichen Schiefer in Mitten der anderen Schichten deutet auf den genetischen Zusammen- hang zwischen Kalkgehalt und Phyllit-ählicher Ausbildung. Man kann natürlich nicht annehmen, dass das Niederschlags- material, aus welchem diese Schichten hervorgegangen sind, ursprünglich schon diese Beschaffenheit besessen habe. Letztere ist vielmehr erst die Folge gewisser Umbildungsprocesse nach der erfolgten Ablagerung, aber nicht etwa erst nach der Verfestigung des Gesteins. Solche Vorgänge sind es, die ich als diagenetische bezeichnet habe. Es ist von Wichtigkeit, in diesem Falle festzustellen, dass solche krystallinische Aus- bildungsweisen keine eigentliche metamorphische genannt werden können, welche an dem bereits fertigen Gesteinmaterial etwa durch Druckkräfte und dergleichen bewirkt worden

wären. Häufig beobachtet man an solchen mit Kalk verwachsenen Stücken, welche an den Oberflächen liegen, dass der Kalk ausgewittert ist und die Thonlamellen bienenwabenförmig, wie bei dem sogenannten Kramenzelgestein, vorstehen.

In sehr zahlreichen Zwischenlagen wird dieser Schiefer von schwarzen Kalken begleitet, und diese sind es, welche an vielen Orten so von Versteinerungen strotzen, dass man sie geradezu als Lumachelle bezeichnen kann. Leider gelingt es selten, auch nur einigermaassen vollständige Exemplare von organischenn Ueberreste herauszuschlagen. Weitaus am häufigsten sind Formen von *Gervillia* oder *Mytilus*-ähnlichen Muscheln, welche ich der Schalenverzierung wegen lieber der letzteren Gattung zuzählen möchte. Ausserdem deuten Bruchstücke auf das Vorkommen von *Myacites*, *Avicula* und *Gasteropoden*. Die besten Exemplare fand ich gleich oberhalb Obertauern am Steig zum Wildsee. Häufig stossen wir in den mit zerbrochenen Gesteinschollen erfüllten Kaaren auch auf noch andere, durch die Auswitterung der Jahrtausenden blossgelegten Versteinerungen, namentlich *Crinoideen*-Stacheln in vielerlei Formen, dann *Pentacrinus*, *Rhaphidophyllia*-ähnlichen Korallenzweigen. Herr Stur und Vacek führen wohl aus gleichen Lagen *Avicula Gea* d'Orb., *Gervillia Goldfussi* Stromb., *Myacites* cf. *brevis et longus* v. Schaur., *Cardita* aff. *crenata*, *Chemnitzia* spec., *Neritopsis* spec. u. A., wonach diese Schichten einem Gliede an der Basis der nordalpinen oberen Trias zu vergleichen wäre.

Ich war sehr erstaunt, als ich wenige Tage nach dem Besuche der Radstädter Tauern von Mitterberg aus die am Südfusse der übergossenen Alp unter dem weissen Kalk und über dem schwarzen Dolomit eingeschalteten Schiefer, namentlich oberhalb der Mittelfeld-Alpe näher in Augenschein nahm, über die grosse Aehnlichkeit beider Bildungen der Radstädter Tauern und der Salzburger Kalkalpen. Sogar der Einschluss von Schwefelkies wiederholt sich am Mitterberg, wie das

Auftreten von Bänken schwarzen Kalks voll von Versteinerungen.

Diese Schichten werden allgemein in die Stufe der Raibler Schichten versetzt. Meiner Auffassung und Beobachtung nach aber entsprechen sie eher der tieferen Schieferregion, den sogenannten unteren *Cardita*- oder *Partnach*-Schichten. Dieser Stufe glaube ich auch den Pyritschiefer der Radstädter Tauern zuweisen zu sollen.

Sowohl auf der Passhöhe, als unterhalb des Obertauernhauses ist die Schichtenaufeinanderfolge in vielen Aufschlüssen blossgelegt, aber mehrfach durch Verrutschungen und Ueberkippungen im Vergleich zu der ursprünglichen Lage in die umgekehrte verwandelt. Man begegnet hier wiederholt einer Auflagerung von schwarzen Kalken und Dolomiten, häufiger noch von sehr eigenthümlichen, in dünnen Streifen wechselnd hell und dunkel gefärbten Kalken (Bänderkalk) oder Dolomiten, welche durch eine hellgelbe Verwitterungsrinde auffällig gekennzeichnet sind, über dem Pyritschiefer. Es muss zweifelhaft bleiben, ob man es in diesem Falle mit überstürzter Schichtenstellung oder regelmässiger Ueberlagerung zu thun hat.

Stur und Vacek schliessen die Schichtenreihe der Radstädter Tauerngebilde mit dem Pyritschiefer ab. Ich glaube mich in den vielfach verzweigten Kaaren am Wildsee, in welchen auf weiten Strecken der die Unterlage des Pyritschiefers ausmachende Kalk in grossartigen Kaarenfeldern mit wilden, spitzen Zacken entblösst ist, überzeugt zu haben, dass hier eine weitere Reihe von Kalk- und Dolomitbildungen eine Stellung über dem Pyritschiefer einnimmt.

Dass hier auf die Pyritschiefer noch eine ziemlich mächtige Schichtenreihe von gebänderten und rostig gelben Kalken folgt, ist augenscheinlich. Sie enthalten gleichfalls noch sehr zahlreiche *Crinoideen*-Stiele und Schwefelkieskrystalle. Man könnte sie daher wohl noch mit den Pyrit-

schiefern in eine Abtheilung zusammenfassen. Natürlicher aber scheint es mir, mit denselben eine höhere Stufe beginnen zu lassen, welche man nach dem allgemeinen Aussehen der Gesteine und nach den mit denselben auftretenden rothen Kalken wohl mit den Hallstätter Schichten vergleichen könnte. Es baut sich dann noch weiter eine mächtige Schichtenfolge von grauen Kalken und Dolomiten mit einer Einlagerung schwarzen Schiefers darüber auf. Ob dieselbe dem Hauptdolomit entspricht, wie es wahrscheinlich ist oder aber eine durch eine Schichtenbiegung bewirkte Wiederholung der tiefsten schwarzen Kalk- und Dolomitbildung darstellt, konnte ich nicht sicher ermitteln, da sich an den steilen Wänden keine Stelle, welche für direkte weitere Untersuchung zugänglich gewesen wäre, auffinden liess.

Eine besondere Beachtung verdienen die in dieser oberen Gesteinsreihe auftretenden, an sich weissen, an den Verwitterungsflächen sich orangegelb färbenden Gesteine, welche lebhaft an den Röthikalk der Tödigruppe und an gewisse Lagen im Dunkangebirge des Davoser Gebirgs erinnern. Sie bestehen aus:

kohlensaurer Kalkerde	59,24
„ Bittererde	18,63
kohlensaurem Eisenoxydul	3,30
„ Manganoxydul	0,33
Kieselerde	0,42
Thonerde	Spur.
in verdünnter Salzsäure unzersetztem Thon	18,08
	100,00

Die Schichtenflächen dieser weissen oder gelben Kalke sind häufig mit seideglänzenden, weissen, glimmerähnlichen Schüppchen bedeckt und neben Quarzadern, welche das Gestein durchziehen, bemerkt man auch lauchgrüne chloritische Ausscheidungen.

Im Gegensatze zu diesen Kalkgesteinen des Hauptgebirgs-

stocks der Radstädter Tauern fand ich die in den Vorbergen am Südrande des Ennsthales und über dasselbe nordöstlich fortsetzend im Mandlinger Passe auftretenden Kalke und Dolomite von gleicher petrographischer Beschaffenheit, wie die Gesteine des nördlich vorliegenden Hauptkalkgebirgs der Dachsteingruppe. Am Zaumberge auf dem Sattel zwischen Radstadt und Forstau sind es Dachsteinkalk-artige, unregelmässig aufgehäufte Felsklötze mit Spuren von Versteinerungen wie in den Kalkalpen, und weiterhin ragen endlos zertrümmerte, dolomitische Kalke, wie sie im Hauptdolomit sich finden, in hohen, wildzerbröckelten Felsen über dem phyllitischen Schiefer auf. Dieser Kalkzug macht den Eindruck, als entstamme er einem gewaltigen, vom Hauptkalkstock herabgestürzten Gebirgtheile.

An dieses Kalkriff lehnt sich am Südrande des Ennsthales eine höchst merkwürdige tertiäre Quarzbreccie, welche von kalkig sandigen Schichten und einem dunkelgrauen, Pechkohle umschliessenden Thon begleitet wird, an. Diese Gebilde stehen ganz in der Nähe von Radstadt, im sogenannten Steinbruche bei der Ziegelhütte in der Löbenau mächtig an und setzen westwärts am Thalande gegen Altenmark fort, um dann weiter im Streichenden in die bekannte Pechkohlen-führende Tertiärablagerung von Steinbach und Wagrein überzugehen.

Diese auf weite Strecken hin bloss aus meist scharfkantigen, weissen, selten röthlichen Quarztrümmern mit quarzig sandigen Bindemittel bestehende, mächtige Breccienbildung, unmittelbar an und auf Kalk oder phyllitischem Thonschiefer aufgesetzt, ist eine aus der jetzigen Oberflächengestaltung nicht zu erklärende Erscheinung, welche noch dadurch bemerkenswerther wird, dass ich in den kalkig kieseligen Begleitschichten in grosser Menge angehäuften, kleinen *Nummuliten* aus der Gruppe der *N. Lucasana* entdeckte. An den Verwitterungsflächen giebt sich die *Nummuliten*-Struktur in

ausgezeichneter Weise zu erkennen, dagegen sind die einzelnen Gehäuse so fest mit dem umhüllenden Gestein verwachsen, dass es nicht gelingt, Exemplare mit gut erhaltener Oberfläche herauszuschlagen, um sie sicher auf bestimmte *Nummuliten*-Species beziehen zu können. Neben diesen kleinen *Nummuliten* kommen, wie sich aus angefertigten Dünnschliffen ergibt, auch einzelne Exemplare grösserer Arten, dann zahlreiche *Orbitoides* (ähnlich *O. papyracea*) und ziemlich häufig grosse *Alveolinen* (ähnlich *A. Bosci*) vor.

Diese Nummulitenschichten dürften der Ablagerung von Oberburg in der Steiermark im Alter gleichzustellen sein.

Wir verlassen nun das engere Gebiet der Radstädter Tauern, um noch einen Blick auf das Zwischenland zwischen dem Gasteiner Gebirge und den nördlich angeschlossenen Kalkstöcken des steinernen Meers und der übergossenen Alp zu werfen, in welchem gleichfalls eine mit den Erzgängen der Tauern merkwürdig ähnliche Mineralvergesellschaftung in der Erzlagerstätte von Mitterberg bekannt ist.

Das Kupfererzvorkommen von Mitterberg.¹⁾

Wenn man sich von Dienten, bis wohin wir die Reihe der übereinanderlagernden Schieferschichten nordwärts von Gastein bereits verfolgt haben, nach Osten wendet, so gelangt man im Streichenden der berühmten Fundschichten silurischer Versteinerungen an der früheren oberen Nagelschmiede über die Felderer Alp zu dem grossen Tagbau auf Eisenerz am Kollmannsegg, wo sich unter ähnlichen Verhältnissen, wie in Dienten, mehrere mit Schiefer wechselnde Bänke so reich an Eisenspath und Ankerit erwiesen haben, dass man dieselbe unter Aushalten der kalkigen Partien als Erze abbauen und verwenden konnte. Die schiefrigen Zwi-

1) Stapf, Geogn. Notizen über einige alpin. Kupferlagerstätten in Berg- und Hüttenw.-Zeit. 1865, S. 6. 18 u. 29. — Posepny, Archiv f. pract. Geologie 1. Bd., S. 274.

schenlagen sind phyllitisch, z. Th. graphitisch, von mattem Glanz, z. Th. glimmerglänzend. Das Ganze wird von sehr zahlreichen, meist quer zur Schichtung ziehenden Quarzadern durchschwärmt, auf welchen gleichfalls eisenreiche Karbonate reichlich angesiedelt sind. In einen grünlichen Thonschiefer der Zwischenschichten fand ich dürftige Spuren von *Cardiola*-ähnlichen Versteinerungen. Man darf diese Schichten ihrem Gesamtverhalten nach noch dem Dientener Silur anreihen.

Eine kleine Einbuchtung trennt die Eisenerzlagerstätte von einer nördlich angeschlossenen felsigen Kuppe, welche mit steilem Gehänge gegen die grosse Längseinsattelung der Schwarzdientner Alp abfällt. Während es nicht gelingt, die Schichtenreihe vom Kollmannsegg noch weiter ostwärts in ihrem Fortstreichen gegen Mühlbach hin zu verfolgen, stösst man auf dem bezeichneten Nordgehänge im sogenannten Auwalde schon in beträchtlicher Höhe auf rothe und grüne, sandige und thonige, dünngeschichtete Gesteine, welche ganz unzweifelhaft den Werfener Schichten angehören. Sie sind in zahlreichen Gräben, namentlich in Fellerbach, wo auch Einsprengungen von Lazulith gefunden wurden, vortrefflich aufgeschlossen. Zwischen ihnen und der Erzgrube am Kollmannsegg legt sich ein röthlich graues, bald Sandstein-, bald Conglomerat-artiges, mächtige Felswände bildendes Gestein an, welches mit fahlfarbigen und röthlich grauen, thonigen Schiefern vergesellschaftet ist. Es bildet offenbar die Fortsetzung des Zugs, dem wir wieder bei Mitterberg begegnen und dort näher betrachten werden.

Die Werfener Schichten reichen vom nördlichen Gehänge des Auwaldes über die Einbuchtung der Schwarzdientneralp bis hoch unter die fast senkrecht aufsteigenden Kalke der Wetterwand hinauf und streichen ostwärts ohne Unterbrechung über Widersberg und Mitterberg durch das Gainfeld-Thal und den Höllgraben nach Werfen. Auf diesem von Leogang und Saalfelden her fortsetzenden Zuge macht

sich eine eigenthümliche Zusammensetzung der Schichten bemerkbar. Während nämlich im Westen grobtrümmerige Conglomerate und vorherrschend rothgefärbte Sandsteine und Schiefer in den Vordergrund treten und grüne thonige Einlagerungen mehr untergeordnet erscheinen, gewinnen ostwärts die grüingefärbten, kieselig thonigen Gesteine mehr und mehr an Ausdehnung und erlangen von der Dientner Alp über Widersberg und Mitterberg bis gegen den Höllgraben hin fast das Uebergewicht, sodass sie in dieser Gegend den Werfener Schichten ein fremdartiges Gepräge aufdrücken und vielfach nicht als ein Zugehör zu letzteren erkannt wurden. Man hat sogar diese Gesteine, welche bei dem Mitterberger Bergbau kurz als der „Grüne“ bezeichnet werden und welchen man bei dem dortigen Bergwerk eine wichtige Rolle zutheilt, als Eruptivgebilde angesehen.

Meine sehr sorgfältigen Untersuchungen in dieser Gegend haben aber ganz unzweideutig ergeben, dass sie nur ein Glied in der Reihe der Werfener Schiefer ausmachen, mit typischen, rothen Werfener Schichten wechsellagern und am Wege von Mitterberg nach der Mitterfeldalpe sich mit Schichten zusammenfinden, welche die kennzeichnenden Versteinerungen der Werfener Schichten enthalten. Weiter ostwärts, z. B. im Höll- und Imlaugraben, gewinnen zwar die rothen Schichtenglieder wieder das Uebergewicht, aber die grünen Schichten nehmen auch hier in Zwischenlagerungen noch einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Werfener Stufe.

Mit diesem örtlichen Ueberhandnehmen der grünen Schichten verknüpft sich eine andere bemerkenswerthe Erscheinung. Die Conglomerate und groben Sandsteinbänke, welche im Westen so mächtig hervortreten, verlieren sich ostwärts im Herrschaftsgebiete des „Grünen“ mehr und mehr und es treten hier feinkörnige, klastische, sandsteinartige, oft flasrige, vorherrschend röthlichgraugefärbte, harte Gesteine auf, welche man in Mitterberg als Grauwacke und die sie beglei-

tenden, mehr thonigen Lagen als „blaue Schiefer“ zu bezeichnen pflegt. Mit ihnen zusammenlagernd, in sie übergehend und mit ihnen oft sogar fleck- und streifenweise verbunden finden sich hellfarbige, gelblich weisse, seifenartig schimmernde, thonige Gesteine, welche man früher Talkschiefer, später, als man sie in genetischen Zusammenhang mit dem als Lager angesprochenen Auftreten der Kupferkieserze bringen zu müssen glaubte, Lagerschiefer nannte. Hier und da tauchen auch noch dazwischen grüngefärbte Gesteine auf. Man kann nun darüber in Zweifel sein, ob diese Schichtenreihe, welche sicher das Liegende der typischen Werfener Schichten ausmacht, als Stellvertreter und Faciesbildung der Conglomerate und Hauptsandsteinbänke dieser Stufe, worauf ihre Streichrichtung und das Fehlen von Conglomeraten innerhalb des von ihnen eingenommenen Bezirks hinweisen, oder als eine besondere selbständige Bildung zwischen Silur und den Werfener Schichten aufzufassen sei. Ich neige mich zu der ersteren Ansicht um so mehr, als auch noch weiter ostwärts im Höllgraben und bei Bischofshofen am Wasserfall und im sogenannten Steinbruch auf der Ostseite des Salzachthales petrographisch sehr ähnliche Gesteine mit den Werfener Schichten verbunden vorkommen. Wir wollen sie im Folgenden unter der neutralen Bezeichnung „Mitterbergschichten“ anführen.

Was nun zunächst den sogenannten „Grünen“ anbelangt, so zieht derselbe die Aufmerksamkeit deshalb besonders auf sich, weil ein aus demselben zusammengesetztes Trümmergestein neben einer durchziehenden Spalte den bekannten Kupferkies-Erzzug des Mitterbergs westwärts abschneidet, ohne dass sich bis jetzt die weitere Fortsetzung desselben nach W. hin wieder auffinden liess. Man gab daher an dieser Verwerfung dem Auftreten des Grünen Schuld und vermuthete im Zusammenhange mit seiner auffallend grünen Färbung und seiner dichten Thonstein-ähnlichen Beschaffenheit in ihm ein Eruptivgebilde.

Wir verdanken v. Groddeck¹⁾ eine sehr eingehende petrographische Beschreibung des Grünen. Nach dieser Darstellung besteht derselbe über Tag und unter Tag von verschiedenen Punkten genommen wesentlich aus Sericit, Chlorit und Quarz nebst Rutil (in kleinsten Nadelchen) und gehört (nach v. Groddeck) zu den geschichteten, nicht eruptiven Gesteinen, wahrscheinlich zum Silur Mitterbergs. Die durch v. Groddeck mitgetheilten Analysen Dr. Brockmann's geben folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	Im Mittel
Kieselsäure	58,20	58,20	66,80	70,00	63,30
Titansäure	1,00	0,60	0,80	1,45	0,96
Thonerde	22,07	23,30	18,39	15,32	19,77
Eisenoxyd	0,76	0,50	0,72	0,29	0,57
Eisenoxydul	2,85	3,22	2,19	3,00	2,82
Kalkerde	0,50	0,30	0,30	0,50	0,40
Bittererde	6,26	6,48	4,46	4,40	5,40
Kali	2,70	2,45	2,41	0,86	2,11
Natron	0,75	0,25	0,15	0,20	0,34
Phosphorsäure	0,14	0,10	0,10	0,10	0,11
Wasser	4,40	4,70	3,48	3,60	4,04
	99,63	100,10	99,80	99,73	99,81

I. Vom Buchmaigraben.

II. Von der Riedingalp.

III. Vom Windrauheck.

VI. Vom Unterbaugraben.

Nach meinen Untersuchungen ist zunächst festgestellt, das dies grüne Gestein der Werfener Schichtenreihe angehört. Seiner Zusammensetzung nach besteht es aus Thon mit beigemengten Quarztheilchen und Blättchen weissen Glimmers, gefärbt durch eine grüne chloritische Beimengung. Die Zahlen der chemischen Analysen weichen nicht wesent-

1) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. in Wien 1883, S. 437 u. ff.

lich von denen eines Thonschiefers ab. Auch die Dünnschliffe geben das Bild eines hellen Schieferthons. Die Quarztheilchen erweisen sich, wenn der Schliff senkrecht zu der Schichtfläche genommen ist, meist in kleinen, gestreckten Körnchen oder Streifchen ausgebildet. Das chloritische Mineral ist in kleinen Blättchen und rundlichen Fleckchen beigemengt. Mit kochender Salzsäure liefert das feine Pulver eine Theillösung reich an Eisenoxydul; der Niederschlag mit Ammoniak ist grünlichweiss und färbt sich beim Stehen ockerbraun. Auch in grösserer Menge ausgeschieden findet sich dieses färbende Mineral in körnig schuppigen Butzen auf Drusen und Klüften. Es verhält sich hier, wie der Chlorit vom Rathhausberg. Doch wird das Pulver selbst bei längerem Kochen nicht ganz entfärbt, was anzudeuten scheint, dass auch grünlicher Glimmer als färbendes Princip auftritt. Die zuweilen auf den Schichtflächen, angehäuften weissen Blättchen verhalten sich wie weisser Glimmer. Besonders deutlich machen sich nach der Behandlung mit Flusssäure im Rückstande kleine, durchsichtige, i. p. L. lebhaft farbenwechselnde Krystallnadelchen in grosser Menge neben spärlichen, kleinsten, den Thonschiefernadelchen gleichen, schwarzen Körperchen bemerkbar. Es ist hervorzuheben, dass grüne Gesteine von gleichem Verhalten nicht bloss mitten in den vorn erwähnten Mitterberger Schichten nahe an der Kuppe des Hochgail anstehend gefunden wurden, sondern auch in der Grube öfters vorkommen. Ich fand solche auf den Josephi-Unterbau-Horizont im Ostfeld Nr. 22 mit Erzen innig verwachsen. Andererseits trifft man innerhalb der Region der Werfener Schiefer auch völlig gebleichte, weisse, dem oben erwähnten Lagerschiefer ähnliche Gesteine, welche den Schichten des „Grünen“ angehören. Denn sie gehen in denselben über und machen sich hauptsächlich neben Spalten und Klüften bemerkbar.

Die mehrfach erwähnte grüne Breccie oder trümmer-

artige Ausbildungsweise des Grünen, wie solche namentlich im Johann Barbara-Stollen auf der Verwerfungskluft zum Vorschein kommt, ist nur eine sekundäre Erscheinung, entweder eine Reibungsbreccie oder eine Ausfüllung von Spalten mit Trümmern des benachbarten grünen Gesteins, dessen Mächtigkeit stellenweise eine grossartige ist. So reicht dasselbe z. B. an dem Wirthshaus von Mitterberg, nur von schwachen Lagen rother sandiger und lettischer Schiefer unterbrochen, in einer mindestens 200 m mächtigen Schichtenfolge bis zu den fast senkrecht aufsteigenden Kalkfelsen der Manntlwand. Man kann hier bei 1725 m die Hand auf die Grenze zwischen Werfener Schichten und dem auflagernden, grauschwarzen, plattigen Dolomit und Kalk mit Einschlüssen von schwarzem Mergelschiefer und Hornsteinausscheidungen legen. Die obersten Schichten der Werfener Reihe bestehen hier aus weissen und röthlichen, gelblich verwitterten Steinmergel-ähnlichen, wellig flasrigen Schiefen, welche den an der Tauernstrasse oberhalb Untertauern geschilderten Schichten sehr ähnlich sind.

Die schwarzen, plattigen Kalke besitzen ungefähr eine Mächtigkeit von 25 m und gehen nach oben in eine Region schwarzer, weissadriger, z. Th. hellweisser dolomitischer Kalke, vorherrschend vom normalen Typus der sogenannten Guttensteiner Dolomite über. Einzelne Lagen der letzteren nehmen in Folge der Verwitterung eine gelbliche und röthliche Färbung an und mögen Veranlassung gegeben haben, sie für Hallstätter Kalke zu halten. Alle diese Schichten fallen ziemlich flach nach NNO. ein.

Bei 1900—2000 m Höhe legen sich über dem Guttensteiner dolomitischen Kalke in beträchtlicher Mächtigkeit intensiv schwarze, z. Th. mergelige Schiefer mit zwischen eingebetteten schwarzen Mergelkalken voll von Versteinerungen an, welche man als Raibler Schichten aufzufassen pflegt. Ich kann dieselben, wie schon vorn erwähnt wurde, gemäss ihrer Stellung unmittelbar über den Guttensteiner Schichten

und auch nach ihrer petographischen Beschaffenheit und Zusammensetzung nur für Stellvertreter der Partnach-Schichten halten. Sie lassen sich sehr gut am Halsriedel, bequemer noch an der Mitterfeld-Alpe, wo sie in Folge einer Verwerfung bis auf die Alpfläche (1670 m) herabgesenkt erscheinen, untersuchen. Nirgends fand ich hier jene für die Raibler Stufe so sehr charakteristischen Mergeloolithe deutlich ausgebildet. Die organischen Einschlüsse allerdings sind denen der Raibler Mergel sehr ähnlich. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass manche dieser Schiefer durch Einschlüsse von Schwefelkieskryställchen ein den Pyritschiefern der Tauern gleiches Aussehen gewinnen.

An dem weiteren Aufbau des Kalkgebirgs¹⁾ auf der Südseite der übergossenen Alp über dieser schwarzen Schieferzone theilnehmen sich zunächst lichtgraue und gelblichweisse dolomitische Gesteine, denen graulichweisse und röthliche Kalke und schliesslich die ganze mächtige Kalkmasse der höchsten Gipfel und Plattertflächen des Kalkhochgebirgs aufgesetzt sind. In den tieferen Lagen kommen hier Versteinerungen z. Th. vom Typus jener der Hallstätter Schichten vor. Sie werden als Hochgebirgskorallenkalke bezeichnet. Fasst man die schwarzen Schiefer als Partnachschichten auf, so würden diese versteinерungsführenden Kalke wenigstens z. Th. die gleiche Stellung wie die Wettersteinkalke einnehmen und mit der Fortsetzung einer ähnlichen Fauna in die noch höheren, etwa dem Hauptdolomit entsprechenden Lagen würde es sich verhalten wie mit der ebenfalls sehr ähnlichen Fauna, welche die Partnach-, Raibler- und rhätischen Schichten verbindet.

1) Vergl. v. Mojsisovics, Faunengebiete etc. der Triasperiode in den Ostalpen, Jahrb. der geol. Reichsanst. 1874, S. 81 und 114. — Bittner, Aus dem Salzburger Kalkgebirge in Verhandl. der geol. Reichsanst. 1884, S. 99. — Fugger und Kastner, Aus den Salzburger Kalkalpen in den Mittheil. der Gesellsch. f. Salzburger Landeskunde XXIII, 1883.

Kehren wir zu der Betrachtung der Werfener Schichten zurück, so ist in Bezug auf die örtliche, eigenthümliche Ausbildung einzelner Glieder derselben, wie wir derselben in dem „Grünen“ im Gebiet des Mitterbergs begegnen, auch an die Einlagerung oft mächtiger, an Eisenspathen reicher Karbonatbänke zu erinnern, welche jetzt noch im Höllengraben als Eisenerze gewonnen werden und auch an der Salzachbrücke bei Spöck N. von Bischofshofen bekannt sind. Nach langer Unterbrechung tauchen solche Eisenerzlager wieder N. von der Schwarzdiutneralpe am Fusse der Taghaube auf dem sogenannten Stegmoosriedel, wo gleichfalls ein jetzt verlassener Bergbau betrieben wurde, auf. Es ist bemerkenswerth, dass hier der Eisenspath und die begleitenden Karbonate mit Kupferkies verwachsen vorkommen, wie auf der Mitterberger Erzlagerstätte.

Gleich unterhalb des Eisensteinbergbaues im Höllgraben ist eine der Fundstellen des seltenen Wagnerits. Derselbe kommt hier auf schmalen, die rothen und grünen Werfener Schiefer durchsetzenden Quarz-Gängen und -Adern in kleinen Krystalldrusen vor. Damit vergesellschaftet finden sich röthlicher Schwerspath, Eisenspath, Chlorit und Lazulith. Den letzteren traf ich auch auf Quarzgängen, welche die Werfener Schiefer an dem grossartigen Gebirgsaufschluss bei der Einmündung des Fritzbachs in die Salzach durchschwärmen, in gleicher Mineralvergesellschaftung an. Aehnlich wie mit den Eisenerzeinlagerungen scheint es sich auch mit dem sporadischen Auftreten von Gyps und Steinsalz zu verhalten. Der erstere wurde z. B. im Grünen des Johann-Barbara-Stollen wie im Höllgraben und an der Maximilianshöhle bei Bischofshofen aufgefunden.

Am Mitterberg schliessen sich zunächst südlich an die rothen, vorherrschend grünen Gesteine der typischen Werfener Schichten die unter der Bezeichnung Lagerschiefer, blaue Schiefer, wilde Schiefer und Grauwacke bekannten Gebilde, welche in vielfachem Wechsel mit einander ein Ganzes ausmachen

und die berühmte Mitterberger Kupferkies-Lagerstätte in sich schliessen. Auch über diese Gesteine verdanken wir v. Groddeck¹⁾ eine eingehende Untersuchung, welche ergeben hat, dass die wachsgelben Lagerschiefer, wie sie bereits im Vorausgehenden geschildert wurden, wesentlich aus Sericit in fasrig schuppigen Aggregaten und aus Quarz in kleinen klaren Körnchen oder körnigen Aggregaten theils mit, theils ohne Beimengung von Karbonaten (Kalkspath, Braunerit) bestehen. Dazu kommen in geringer Menge Blättchen eines grünen Minerals (nicht Chlorit), Kryställchen von Apatit, Schwefelkies und Thonschiefernädelchen.

Nach der Mittheilung v. Groddeck's bestehen diese hellen Schiefer (I), wenn man den nicht in allen Abänderungen vorkommenden Gehalt an Karbonaten in Abzug bringt, und die sogenannten blauen Schiefer (II) aus:

	I.	II.
Kieselsäure	61,38	59,80
Titansäure	Spur.	0,40
Thonerde	21,05	20,23
Eisenoxyd	1,58	8,74
Eisenoxydul	7,02	0,34
Kalkerde	—	0,42
Bittererde	—	0,83
Kali	5,17	4,11
Natron	0,89	0,16
Kohle	—	0,17
Wasser	2,86	2,89
	99,95	98,19

Dazu ist zu bemerken, dass wahrscheinlich ein Theil des Eisenoxyduls gleichfalls an Kohlensäure gebunden ist und dagegen ein Theil der Bittererde, welche hier als Karbonat

1) v. Groddeck, II. Beil.-Bd. des N. Jahrb. für Mineralogie etc. 1883, S. 118 ff. und Jahrb. der k. preuss. geol. Landesanstalt für 1888 II, S. 45.

in Abzug gebracht ist, als Silikat an der Zusammensetzung theilnimmt. Im Ganzen ist ein wesentlicher Unterschied im Vergleiche zu der Zusammensetzung des grünen Gesteins nicht vorhanden.

Ich halte daher auch diesen Schiefer, den man passend Wachsschiefer nennen könnte, ähnlich wie den „Grünen“ einfach für ein Gestein, dessen Hauptmasse nicht aus Sericit, sondern aus Thon besteht, dem Quarzkörnchen und sehr reichlich weisser Glimmer beigemengt sind. Ich konnte sehr leicht einzelne Glimmerblättchen abheben. Die wachsgelbe Farbe wird durch eingeschlossene bräunliche Flecke — wahrscheinlich zersetzte eisenhaltige Karbonate — hervorgerufen. Die durch v. Groddeck erwähnten grünen Blättchen habe ich nach ihrem sehr deutlichen Verhalten in Dünnschliffen eines an grösseren Exemplaren dieses Minerals reichen Gesteins als Ottrelith erkannt. Doch enthalten nicht alle Lagen des Schiefers diese Beimengung, deren Häufigerwerden nach Angabe des Herrn Bergmeisters Pirchl als ein der Erzführung ungünstiges Zeichen angesehen wird. Am Gehänge des Hochgail werden solche quarzreichere Varietäten als Wetzsteine benützt. Die Färbung des Gesteins erachte ich für eine ursprüngliche, d. h. nicht erst etwa bei der Erzbildung sekundär hervorgerufene. Denn man beobachtet häufig solche blassfarbigen Schiefer inmitten der intensiv röthlichgrauen Gesteine in Wechsellagerung und sogar in rings abgegrenzten Flecken und Linsen. Damit darf man aber ähnlich gefärbte Partien nicht verwechseln, welche unzweideutig in Folge von Entfärbung gebleicht erscheinen. Sie zeigen sich namentlich neben durchziehenden Klüften, eine mit denselben fortlaufende schmale Zone bildend, welche allmählig mit der Entfernung von der Kluft in die gewöhnliche Farbe des Gesteins verläuft. Auch butzen- und fleckweise kommen solche Entfärbungen meist als Folge der Zersetzung von Schwefelkies u. s. w. vor. Derartig entfärbte Partien

sind namentlich in Dünnschliffen daran kenntlich, dass sie die Zusammensetzung der sogenannten blauen Schiefer oder der sogenannten Grauwacke besitzen.

Die bereits erwähnten blauen Schiefer sind die vorherrschenden Gesteine der Mitterberger Zone und verlaufen oft in die sogenannte Grauwacke. Sie sind eigentlich röthlichgrau, (nicht blau) gefärbt und gleichen in dieser Beziehung ganz der Hauptmasse der thonigen Gesteine der Werfener Schichten. Dieser Farbenton wird durch reichlich eingestreute röthlich-schwarze, pulverige Körnchen oder durch Flocken von kohligen Theilchen, von Rotheisenerz und kleinsten Blättchen von Eisenglanz bewirkt, welche in einer unregelmässig flaserig bröcklichen Thonmasse mit zahlreichen eingestreuten Quarzkörnchen eingebettet sind. Dazu kommen Blättchen von weissem Glimmer, die theils in dünnen Fasern beigemengt sind, theils auf den Schichtflächen gehäuft sich anlegen und diesen daher oft ein schimmerndes Aussehen verleihen.

Spärlicher finden grüne Blättchen von Chlorit sich vor. Auch kleine helle und kleinste dunkle Nadelchen fehlen nicht. Am häufigsten ist das Gestein mässig dünn geschiefert, sich in uneben flaserige oder wellige Stücke zerspaltend, zuweilen aber auch in dicken Bänken entwickelt, welche grosse Felsen und steile Wände bilden, wie am Wasserfall oberhalb des unteren Pochwerks. Durch Häufigerwerden der quarzigen Gemengtheile geht das Gestein in eine sehr dichte, anscheinend gleichförmige Thonstein-artige Felsmasse über, welche, wie Dünnschliffe lehren, aus zahlreichen Schichten besteht und in diesen durch die Anordnung der Beimengungen die sogenannte Uebergussstruktur im Kleinen erkennen lässt, wie sie bei Sandsteinschichten im Grossen vorzukommen pflegt. Den Gegensatz zu diesen harten, in dicken Bänken abgesonderten Gestein bilden sehr glimmerreiche Abänderungen, welche weich und leicht verwitternd die milden kuppigen Bergformen dieses Gebietes bedingen. Die vorn mitgetheilte Analyse zeigt, dass

ihre Zusammensetzung nicht wesentlich von jener der hellen Lagerschiefer abweicht.

Durch Ueberhandnahme der quarzigen und klastigen Gemengtheile endlich bilden sich mehr oder weniger grobkörnige Sandsteine heraus, wie sie z. B. im Steinbruche am Mitterberg dem Steinbrecher gegenüber anstehen. Die reichliche Beimengung von Thon verleiht ihnen eine gewisse Milde und in vielen Lagen die Eigenschaft, ein feuerfestes Material zu liefern. Sie werden häufig von Quarzgängen durchsetzt, auf welchen rother Schwerspath, Karbonate und Lazulithe angesiedelt sind, wie im typischen Werfener Schiefer. Grobkörnige Bänke fehlen nicht, doch werden die eigentlichen groben Conglomerate hier vermisst.

Was die sogenannten „wilden Schiefer“ anbelangt, so versteht man im Bergbau des Mitterbergs darunter kein petrographisch besonderes Gebilde, sondern nur meist wirr-gelagerte oder überhaupt solche Schiefer, welche erzleer sind und für der Erzführung ungünstig gehalten werden.

In Bezug auf die Lagerung ist zu bemerken, dass die Werfener Schichten mit dem „Grünen“ unmittelbar unter den Kalkwänden der Hochalpen regelmässig nach NNO. einfallen. Gegen die Zone der erzführenden Mitterberger Schichten stösst man jedoch, wie z. B. gleich unterhalb des Wirthshauses, auch auf südlich einfallende grüne Schiefer. Diese südliche Einfallenrichtung unter $35-45^{\circ}$ bei überwiegend W.—O. Streichen beherrscht die ganze erzführende Zone; doch trifft man auch häufig genug nach NNO. normal einfallende Schichten, wie z. B. in dem Wassergraben neben dem Josephi-Oberbaustollen, im Anfang des Mariahilfstollens, im Steinbruche an der Trommelwasch, weiter oben in einem Wassergraben am Hochgail und an zahlreichen anderen Stellen. Es steht daher der Annahme nichts im Wege, dass in Folge einer kuppenförmigen Schichtenbiegung die Mitterberger Schichten das Liegende der bestimmt als Werfener

Schiefer erkannten Schichten ausmachen. Ganz besonders auffallend häufig zeigen sich meist glattwandige Klüfte, welche die Schichten durchziehen und oft so nahe an einander liegen, dass sie das Gestein in schichtenähnliche Bänke zerspalten. Dadurch wird es oft schwierig, in gleichmässig zusammengesetzten Lagen wahre Schichtung und diese bankige Absonderung sicher von einander zu unterscheiden und darnach das richtige Einfallen zu bestimmen. Vielfach sind solche Klüfte hauptsächlich von Quarz mit Beimengungen von Carbonaten, Chlorit-artigen Blättchen und Erzfunkeln ausgefüllt. Diese Klüfte streichen vorherrschend von W. nach O., von S. nach N., dann von SW. nach NO. und von SO. nach NW. unter mancherlei Ablenkungen von diesen Hauptlinien.

Einem solchen Hauptklufsystem gehörte nun auch die berühmte Kupferkieslagerstätte des Mitterbergs an, welche man früher gewöhnlich als Lager angesprochen hat, weil ihr Streichen nahezu mit jenem der sie umgebenden Schiefer übereinstimmt und auch das Einfallen übereinstimmend nach S. gewendet ist. Die Gangnatur dieser Erzlagerstätte ist jetzt ausser Zweifel gestellt. Das Hauptgangstreichen ist nach St. 7, 2 und das Einfallen zwar nach S., aber unter viel steilerer Neigung als die des umgebenden Nebengesteins, nämlich unter $68-70^{\circ}$ gerichtet, sodass die Schichten im Streichen und Fallen von den Gängen schief durchschnitten werden.

Man hat durch den jetzt in Betrieb stehenden Bergbau drei Erzgänge kennen gelernt, den Hauptgang „Josephi“, einen Nebengang „Maria“ ungefähr 80 m im Liegenden und einen 2. Nebengang ungefähr 100 m im Hangenden „Petrus“. Diese Gänge sind durch zahlreiche Stollen aufgeschlossen, unter welchen als die bedeutendsten zuhöchst der Josephi-Oberbaustollen, tiefer der Mariahilfstollen, dann der Josephi-Unterbaustollen und als gegenwärtig tiefster Bau der Johann-Barbarastollen hervorzuheben sind.

Gangdurchschnitt aus dem Johann-Barbarastollen.



Erklärung:

- N. Nebengestein und Schollen desselben im Gange.
- Q. (Weisse Stellen) Quarz als Hauptgangart.
- K. Kupferkies.
- C. Carbonate.
- B. Gangbesteg.

Der Hauptgang ist in den verschiedenen Horizonten in einer Länge bis nahezu 1500 m weit verfolgt. Er zeigt keine grosse Regelmässigkeit, weder in der Gangausbildung, noch in der Erzführung, verengt und erweitert sich absatzweise, theilt sich in Westfeld in zwei Trümmer und wird endlich gegen W. von einer in NW.—SO. streichenden, unter 50° nach SO. einfallenden Verwerfungskluft, hinter welcher sich verworren gelagertes grünes Gestein (an einer Stelle mit einer Gypslinse) anlegt, gänzlich abgeschnitten. Auch in seinen Hauptpartien ist die Gangauffüllung keine geschlossene und die Erzführung keine regelmässig fortlaufende, vielmehr verzweigt sich die Gangmasse vielfach auf durchziehende Klüfte; das Nebengestein nimmt ganze Schollen desselben in sich auf und bildet ein Netzwerk von Gangtrümmern, welche

auf weite Strecken oft erzarm sind. Selten trifft man auf eine glatte Gangablösung und ein deutliches Besteg. Dagegen nimmt man vielfach Verrutschungen und Harnische wahr. Aber es kommen doch auch viele Stellen vor, an welchen derbe Kupferkieslagen auf grosse Strecken sich fortziehen. Auch sah ich an mehreren Punkten parallele Erzstreifen mit Quarz in der Streichrichtung des Gangs aufsetzen. Eine constante und regelmässige Anordnung der an der Gangausfüllung beteiligten Mineralien lässt sich mit Sicherheit nicht feststellen.

Im östlichen Felde scheint der Hauptgang sich zu verschlagen und es tritt hier dafür gleichsam als Ersatz der Mariagang unter ähnlicher Erzführung, aber nach W. zu von nur kurzer Erstreckung auf. Sein Ausgehendes ist in der Nähe des Neuschurfstollens auf der Ostseite des Hochgailbergs prächtig aufgeschlossen. Der Gang setzt auch hier im wachsgelben Schiefer zwischen rothgrauen, thonigen Sandsteinen, welche von zahlreichen Quarzadern durchschwärmt werden, auf. Der Kupferkies hält sich hier in fortlaufenden Streifen an die mit Quarz überzogenen Saalbänder, zeigt sich aber auch noch in einzelnen Butzen in Mitten des ausserdem hauptsächlich mit Quarz und Ankerit ausgefüllten und viele Schollen des Nebengesteins enthaltenden Gangraums. Bemerkenswerth ist, dass einer der das Nebengestein durchschwärmenden Quarzgängelchen quer durch den Erzgang durchsetzt, sich also von geringerem Alter als der Erzgang selbst erweist.

Der Petrusgang ist ein nur auf 340 m im Westfelde aufgeschlossener Gang, erzarm und meist unbauwürdig.

Als weitaus vorherrschende Ausfüllungsmasse der Gänge tritt gewöhnlicher Quarz milchweisstrübe, krystallinisch grobkörnig, seltener in Drusenräumen auskrystallisirt auf. Gewöhnlich nimmt er die äusserste Zone der Gangmasse an den Saalbändern ein und füllt, verwachsen mit den übrigen auf

den Gängen vorkommenden Erzen und Mineralien, welche in demselben streifen-, ader-, nester- oder butzenweise, wohl auch porphyrtartig eingesprengt sich finden, das Innere des Gangraumes aus, in welchem auch zahlreiche linsenförmige Schollen des Nebengesteins eingebettet liegen. Auf beträchtlichen Strecken bildet Kupferkies neben den äusseren Quarzonen, namentlich am Hangenden hin fortlaufende derbe Erzlagen bis zu 0,25 m Stärke, zeigt sich aber auch in vielen Streifen gegen die Gangmitte im Quarz eingewachsen, oder in Schnüren, welche gleichsam Risse im Quarz ausfüllen. Seltener wechselt Quarz in mehreren parallelen Lagen, welche da, wo der Gang in das Nebengestein vordringt, wohl auch schief zu dem Gangstreichen gestellt sind. Auch mit hellfarbigem, feinkrystallinischem Schwefelkies verwachsen, sehr selten in drusigen Räumen auf Eisenspath aufsitzend und in demselben eingeschlossen kommt der Kupferkies derb und krystallisirt vor. Es ist auffallend, dass derselbe, abgesehen von ohnehin nur spärlich zu bemerkenden Zersetzungsprodukten, wie Malachit (in Altungen) u. s. w., von keinem anderen eigentlichen Kupfererz begleitet wird. Neben Quarz treten als nächst häufige Gangmineralien verschiedene Karbonate, Kalkspath, Braunspath, Magnesit, Ankerit und Eisenspath, letztere beide besonders reichlich auf. Sie halten sich vorherrschend mehr an die Gangmitte, sind auf Drusenräumen auskrystallisirt, stellen sich aber häufig auch gleichsam porphyrtartig in die Quarzmasse eingesprengt ein.

Eine sehr häufige Erscheinung auf den Erzgängen ist Eisenglanz, der sich bekanntlich ungemein häufig in dem Werfener Schiefer überhaupt findet. Er überkleidet oft in grossen Blättchen die Eisenspathkrystalle und dringt in dieselbe in Richtungen hinein, welche nicht die der Blätterdurchgänge sind.

Mehr als Seltenheiten sind zu betrachten Arsenkies in schönen grossen Krystallen, Nickelkies, Speisskobalt

und Fahlerz, welche verwachsen mit Kupfer- und Schwefelkies einbrechen.

Nach einer von Herrn Assistenten A. Schwager ausgeführten Analyse besteht dieses Fahlerz aus:

Schwefel	28,21
Kupfer	46,65
Arsen	13,94
Antimon	4,65
Zink	0,71
Eisen	6,56
Nickel und Kobalt	0,11
Quecksilber	Spuren
	100,83

Der relativ hohe Gehalt an Kupfer und Eisen scheint anzudeuten, dass mit dem Fahlerz etwas Kupferkies untrennbar verwachsen ist. Als Zersetzungsprodukte hauptsächlich solcher Fahlerze finden sich, wenn auch meist sehr spärlich, Kobaltblüthe, Nickelocker, Realgar, Zinnober, Hydromagnesit (durch Nickel oft grünlich gefärbt) und Brauneisenerz.

Das Vorkommen von strahligem Tremolit auf Klüften des Hauptgangs dürfte ausser Beziehung zu der Erzführung des letzteren stehen.

Die ganze Vergesellschaftung von Mineralien erinnert auf das lebhafteste an jene der Erzgänge im Centralstock. Doch fehlen auf den Mitterberger Gängen, soviel bekannt ist, Gold und Silber, wenigstens in bemerkenswerther Menge. Diese Aehnlichkeit der Gangausfüllung, welche zunächst Veranlassung gab, auch das Erzvorkommen am Mitterberg hier in Betracht zu ziehen, wiederholt sich ausserdem auch noch in zweifelsohne lagerförmigen und deutlich linsenförmigen Ausscheidungen mitten in den Werfener Schichten. Es sei nur an das Spath Eisensteinlager des benachbarten Höll-

grabens erinnert, wo fast dieselben Mineralien aber in anderen Mengenverhältnissen vergesellschaftet sind. Es scheint dieses Verhältniss darauf hinzuweisen, dass die Ablagerung der Werfener Schichten und die Ausfüllung der Gänge der Zeit ihrer Entstehung nach nicht gar sehr weit aus einander liegen. Man hat vielfach das Auftreten der erzführenden Mittel unserer Gänge als durch das Vorhandensein der sogen. Lagerschiefer bedingt angenommen. Das ist aber nicht zutreffend. Häufig allerdings setzen die Gänge in solchem fahlfarbigen Schiefer auf. Ich habe aber in der Grube erzführende Strecken beobachtet, welche ganz in dem sogenannten blauen Schiefer verlaufen und ohne Veränderung der Erzführung in hellfärbige Schiefer übersetzen.

Der am Mitterberg umgebende Bergbau scheidet sich in zwei durch mehr als ein Jahrtausend von einander getrennte Zeitabschnitte. Die erste Periode reicht bis in die prähistorische Zeit hinauf und endet wahrscheinlich kurz nach der Besitzergreifung des Landes durch die Römer. Dadurch gewinnt dieser Bergbau ein erhöhtes Interesse, weil er eines der wenigen alten Werke ist, in welchen man die Herstellung von metallischem Kupfer und die ganze Art der dabei vorgenommenen Arbeiten näher kennen gelernt hat.¹⁾

Auf der Höhe des Sattels am Mitterberg deutet eine zwei- bis dreifache, nebeneinander fortziehende Reihe von dicht aneinanderliegenden, tiefen Pingen, welche an der Oberfläche über $1\frac{1}{2}$ km weit sich erstrecken, die grossartige Ausdehnung des prähistorischen Bergbaues an. Durch die neuen Arbeiten hat man vielfach solche alte ausgehauene Grubenräume aufgeschlossen und gefunden, dass die Alten bis 80 m unter die Oberfläche die Erze in dicht neben einander ge-

1) A. Morlot, Ueber das hohe Alter des Kupferbergbaues am Mitterberg, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst. I, 1850, S. 147 und Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg, 1879. Mündliche Mittheil. des Herrn Bergverwalters Joh. Pirchl.

stellten Schächten und in von diesen aus getriebenen Strecken, soweit es möglich war, mittelst Feuersetzen gewonnen haben. Es fanden sich noch von Russ überzogene Erzwände und die Reste der zum Feuersetzen verwendeten angekohlten Holzstücke. Das Hereintreiben des durch die Erhitzung mürbe gewordenen Gesteins scheint erst durch Steinhämmer aus zähem, Serpentin- und Diorit-artigem Gestein, von welchen man mehrere auf den alten Halden auffand, wohl auch durch kupferne Keilhauen, von denen zwei in der Sammlung des Werks in Mühlbach aufbewahrt werden, später namentlich im Westfelde durch bronzene Keile, deren man bis jetzt im Ganzen 11 erbeutet hat, bewerkstelligt worden zu sein. Kienholzspäne dienten als Beleuchtungsmaterial und hölzerne, wannen-ähnliche Schüsseln zum Verbringen der gewonnenen Erze über Tag. Grössere Holztröge, welche auf der unteren Seite stark abgeschliffen sind, lassen erkennen, dass sie oftmals hin- und hergeschoben worden sind und wohl zum Sichern der zerschlagenen Erze verwendet wurden. Die gewonnenen und zu Tage geförderten Erze wurden weiter auf grossen, etwas ausgehöhlten Steinen (meist Findlingen) mit schweren Klopsteinen, welche oben mit einer Einkerbung versehen sind, um sie mit beiden Händen fassen zu können oder auch um sie mittelst Schnüren an einem Holzschafte zu befestigen, zerschlagen und sortirt. Sodann unterwarf man die Erze der Röstung. Man stiess auf mehrere soche Röststätten, welche sorgfältig gepflastert waren. Endlich gelangten die gerösteten Erze in den Schmelzofen, der quadrisch 0,6 m Weite besass, auf drei Seiten von aufrechtstehenden Steinen eingefasst und vorn wahrscheinlich mit feuerfestem Thon zum Aufbrechen nach dem Schmelzprocesse zugestellt war. An den aufgefundenen Ueberresten dieser Oefen liess sich die Höhe nicht mehr genau ermitteln. Auf welche Weise man die Schmelzhitze verstärkte, ob, wie wahrscheinlich, mittelst Blasbälgen aus Thierhäuten, ist nicht nachweisbar. Staunenswerth aber

ist die Vollkommenheit des Schmelzprocesses. Herr Bergmeister Pirchl fand in einer Gaarschlacke dieser Oefen nur mehr einen Kupfergehalt von 1—1½ Prozent.

Ausserdem stiess man bei verschiedenen Tagbauten auf Topfscherben aus der bekannten rohen Masse, von Hand geformt und nur mit einfachen Strichzeichnungen verziert, dann auf in gewöhnlicher Weise geformte Bronzenadeln und auf Pfriemen aus Bein. Ein Leichenfeld konnte bis jetzt, trotz fleissigen Suchens, nicht entdeckt werden.

Der Bergbau scheint bis in die Römerzeit fortgedauert zu haben. Denn es fand sich eine freilich nur vereinzelte Römermünze des Kaisers Severus Julianus aus dem Jahre 193 n. Chr. in der Nähe. Von da an erlosch jede Erinnerung an diese so ausgedehnte Fundstätte des damals so hochgeschätzten Metalls. Nicht einmal in der Sage lässt sich in der ganzen Umgegend auch nur eine Spur auffinden, welche auf das Vorhandensein dieses alten Bergwerks hinweisend gedeutet werden könnte, bis erst 1827 zufällig ein Bauer eines benachbarten Gehöftes in der Nähe des Kirchsteinlehens auf der SW. des Hochgailbergs ein Stück derben Kupferkieses fand, dass er begreiflicher Weise für Gold hielt und zum damaligen Oberhutmann Zöttl nach Pillersee brachte, um sich Rath zu erholen. Zöttl griff die Sache mit Feuereifer auf, aber erst nach langen erfolglosen Arbeiten gelang es seinen unverdrossen fortgesetzten Bemühungen 1843 im Mariahilfstollen reiche Erzmittel aufzuschliessen und einen Bergbau zu begründen, der unter der intelligenten Leitung des gegenwärtigen Betriebsleiters Herrn Bergverwalters Joh. Pirchl rasch aufblühte, so dass jetzt jährlich 6000 Metercentner Kupfer aus 12% Kupferhaltigem Pochgut auf der Hütte zu Aussenfelden bei Bischofshofen erzeugt werden.

Dem mit bewunderungswürdiger Sorgfalt und Bedacht von den Herren Bergverwalter Joh. Pirchl und Bergmeister Hans Pirchl geführten Bergbau, der geradezu ein Musterbau ge-

nannt zu werden verdient, sind für die fernere Zukunft zwei wichtige Fragen gestellt; nämlich ob und bis zu welcher Tiefe die Erze niedersetzen und dann, wo man den auf der Westseite verworfenen Gangzug jenseits der Verwerfung aufzusuchen habe.

In wohlverstandenen Interesse des Fortbestandes des Bergwerks und dessen zeitgemässe Vervollkommung ist in sehr zweckmässiger Weise von der Johann-Barbara-Sohle aus bereits mit dem Abteufen eines seigeren, nach dem wohlüberlegten Projekt 300 m tiefen Gesenkes begonnen worden. Von der Sohle dieses Gesenkes soll weiter querschlägig gegen das Hangende der Gangzug in beiläufig 180 m Entfernung aufgeschlossen und dann die nöthigen Veranstaltungen getroffen werden, um die Erze wohlfeiler, als jetzt nach dem alten, zur Zeit verlassenem Pochwerk in Mühlbach zu verbringen. Möge dieses Unternehmen mit reichem Bergsegen beglückt werden.

Was das Auffinden des im Westen plötzlich abgeschnittenen Gangzugs anbelangt, so dürfte bei dem steilen, unter 50° nach SW. gerichteten Einfallen der Verwerfungskluft und dem Anlegen des gewöhnlich im Hangenden der Werfener Schichten gelagerten grünen Gesteins neben dieser Spalte gefolgert werden, dass der verworfene Theil in die Tiefe nach S. sich abgesenkt hat, was mit der beabsichtigten Tiefbauanlage auch noch näher zu untersuchen sein wird, da über Tag beträchtlicher Gehängeschutt Schürfarbeiten zum Zwecke des Auffindens der Gangfortsetzung nach Westen zu nicht wohl räthlich erscheinen lassen.

Es sei noch bemerkt, dass erraticher Schutt bis auf beträchtlicher Höhe oft in bedeutender Mächtigkeit sich hier verbreitet zeigt und grossartige Felsstücke des benachbarten Kalkgebirgs herabgebrochen und verstürzt weit über die Umgebung von Mitterberg herabreichen. Ein solches Bergtrumm von schwarzem Dolomit und dem schwarzen Schiefer des

Halstriedl ist durch den Strassenbau in der Nähe des unteren Pfeilwerks blossgelegt worden.

Kommen wir nun zur Beantwortung der Frage, ob am Mitterberg ein Einfluss des so ausgedehnten Erzzugs auf die Temperatur der zunächst benachbarten Quellen sich bemerkbar mache, so geben in dieser Beziehung meine Beobachtungen der Temperatur mehrerer Quellen in der Nähe der Erzgänge genügenden Aufschluss.

Der vielbenützte Kranzbrunnen nahe auf der Sattelhöhe von Mitterberg gegen das Gaimfeldthal bei 1510 m besitzt eine Temperatur von 5.3°C , während eine benachbarte aus dem Kalkschutte kommende Quelle mit reichlich aufsteigenden Luftblasen (1515 m) 6.25°C zeigt. Eine Quelle hinter dem Wirthshaus bei 1490 m hat 5.4°C ; eine in der Nähe der Trommelwasch bei 1400 m 5.3°C , während das aus dem Mundloch des Neuschurfstollens auf der Ostseite des Hochgail in grosser Menge ausfliessende Wasser, welches am ehesten von einem Einfluss der Erzgänge berührt sein könnte, die verhältnissmässig niedere Temperatur von 4.75°C bei 1350 m Höhenlage besitzt.

Also auch in diesem Erzreichen Gebirge ist eine wesentliche Erhöhung der Quellentemperatur in der Nähe der Erzlagerstätte nicht nachweisbar, was insbesondere aus einer Vergleichung der Temperaturen dieser Quellen mit jenen des anstossenden Kalkgebirgs von ungefähr gleicher Höhenlage bestätigt wird. Hier zeigt es sich, dass z. B. eine Quelle bei dem Mitterkaser am Jenner bei Berchtesgaden (1525 m) 4.6°C , eine Quelle bei der Seealpe am Gotzen (1590 m) 4.7°C , eine Quelle am Viehkogel auf dem steinernen Meer (1592 m) 4.1°C , eine Quelle bei der Kugelalpe am Watzmann (1543 m) 4.9°C , eine Quelle im Eiswinkel am Untersberg (1570 m) 4.7°C , eine Quelle im obersten Grünthal am Untersberg (1565 m) 6.0°C u. s. w., also im Ganzen einen

nahe mit der Temperatur der Mitterberg-Quellen übereinstimmenden Wärmegrad besitzen.

Schlussfolgerungen.

Nachdem sich herausgestellt hat, dass weder bei den Erzgängen am Rathhausberg, noch an jenen in den Radstädter Tauern und bei Mitterberg irgend ein Einfluss auf die Temperatur der ihnen benachbarten Quellen wahrgenommen wird, so kann wohl von irgend einer Abhängigkeit der Thermen Gasteins von dort aufsetzenden Erzgängen nicht die Rede sein.

Für andere warme Quellen habe ich versucht, den Nachweis zu liefern, dass ihre hohe Temperatur von dem Vorkommen jüngerer Eruptivmassen sich herleiten lasse, welche nicht bis zur Oberfläche durchgebrochen sind, sondern in der Tiefe gleichsam stecken geblieben sind, daher, umhüllt von schlecht wärmeleitenden, mächtigen Gesteinsmassen, einen gewissen Theil ihrer ursprünglichen Wärme noch behalten haben, und jetzt an die bis in ihre Nähe eindringenden Gewässer abgeben. Dahin gehören beispielsweise die Thermen von Karlsbad und Ems.

Ein solches Verhältniss lässt sich nun für die Thermen von Gastein nicht annehmen. Denn es fehlt in diesem Gebietstheil, wie überhaupt in einem grossen Theil der Alpen, jede Spur von jüngeren Eruptivgebilden, welche bis zur Oberfläche durchgedrungen sind. Es ist daher im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass solche Ausbruchsmassen in der Tiefe vorhanden sind, welche hier nicht zum Durchbruch bis zu Tage gelangt wären. Unter diesen Umständen bleibt nichts Anderes zur Erklärung der hohen Temperatur der Gasteiner Thermen übrig, als anzunehmen, dass Gewässer auf grossen Klüften bis in die Tiefenregion des Untergrundes eindringen, wo eine hochgradige innere Erdwärme herrscht, dass sie hier ihre hohe Temperatur erhalten und durch den Gegen-

druck der auf den Gesteinsklüften wie in einer Art communicirender Röhren verlaufenden Gewässer höherer Bergtheile wieder bis zu Tage emporgetrieben werden. Dass die Bedingungen, unter welchen sich solche Thermen bilden können und zu Tage treten, so überaus selten gegeben sind, rührt wohl hauptsächlich von dem Umstande her, dass so grossartige und bis zu so beträchtlicher Tiefe niedergehende Klüfte, welche überdies offen geblieben sind oder doch wenigstens dem Wasser einen Durchgang gestatten müssen, sich selten in unseren Gebirgen vorfinden.

Eine grossartige Entfaltung alter, einheitlicher Gebirgsmassen, wie solche in der Taurenkette uns entgegentreten und die gewaltigen Bewegungen, welche hauptsächlich die massiven Theile der Alpen bei ihrer Ausgestaltung erlitten haben, scheinen sich hier vereinigt zu haben, um die der Thermenbildung günstigen Verhältnisse entstehen zu lassen. Warum gerade Gastein ein so bevorzugter Punkt für die Entstehung und das Hervorbrechen von Thermen ist, lässt sich schwieriger klarlegen. Vielleicht wird dies dadurch bedingt, dass das gewaltige Gneissmassiv der Tauren hier an dem äussersten Rande seines Gewölbes von einer grossen Gebirgsspalte, welche durch das von Lend herziehende Thal der Gasteiner Ache angezeigt ist, angeschnitten wird und dass an dieser Stelle zugleich diese Hauptspalte sich mit der Bruchlinie eines Gewölbsattels und mehreren, durch die Seitenthäler angedeuteten, grösseren Klüften kreuzt, wodurch eine Zersprengung der Felsmassen des Untergrundes bis zu den beträchtlichsten Tiefen bewirkt und einem Theile der Oberflächengewässer der Zutritt zu den Regionen hoher Erdwärme ermöglicht wird. Da das Wasser bei seiner Bewegung auf diesen Klüften nur schwer zersetzbare Urgebirgssteine der Gneissgruppe berührt, so erklärt sich daraus auch der verhältnissmässig geringe Gehalt der Thermen an aufgenommenen Mineralstoffen.
