

# Das Kiesvorkommen von Kallwang in Obersteier und der darauf bestandene Bergbau.

Von  
Dr. Richard Canaval.

Vor mehr als einem Vierteljahrhunde ist die Kupfergewinnung in der grünen Steiermark erloschen. Von den Orten, in welchen das rothe Metall erzeugt wurde, war Kallwang<sup>1</sup> der wichtigste. Notizen über die dortige Erzlagerstätte und den darauf gegründeten Bergbau- und Hüttenbetrieb übergebe ich im Folgenden, einer ehrenvollen Aufforderung des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark nachkommend, der Öffentlichkeit.

Auf erschöpfende Behandlung des Gegenstandes macht diese Zusammenstellung keinen Anspruch. Die genaue Beschreibung eines Erzvorkommens setzt die Durchführung eingehender Vorarbeiten und vor allem die Möglichkeit voraus, an zahlreichen Punkten das Verhalten der Erzniederlage studieren zu können. Fehlt zu umfassenden Beobachtungen im Felde die erforderliche Zeit und sind überdies nur mehr wenige Gruben gangbar, so ist man genöthigt, sich mehr auf die Beobachtungen seiner Vorgänger als auf seine eigenen zu stützen und mehr zu referieren als selbst Gesehenes wiederzugeben.

Ich habe mich in dieser Lage befunden. Wenn trotzdem eine umfangreichere Darstellung geliefert werden konnte, als ich anfänglich erwartet habe, so war dies nur möglich infolge der Unterstützung, welche mir von so vielen Seiten zutheil wurde.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich den Herren: Prof. Dr. R. Hoernes, Oberbergrath Prof. F. Kuppelwieser, Bergingenieur J. Lindl, Prof. A. Miller Ritter von Hauenfels, Dr. V. Pogatschnig, Oberbergrath Prof. F.

<sup>1</sup> Zone 16, Colonne XI der Generalstabkarte.

Rochelt, Oberbergrath F. Seeland, Bergdirector J. Steinhausz, Dr. J. Unterweisacher, dann insbesondere den Herren Prof. Dr. C. Doelter, in dessen Institut die einschlägigen Analysen und ein Theil der mikroskopischen Untersuchungen vorgenommen wurden, Prof. H. Hoefler, welcher mir die im Besitze der Bergakademie befindlichen Gesteine und Grubenkarten zum Studium überließ, und Capitular P. J. Wichner, der mir in bereitwilligster Weise die Originalien des Admonter Archives zugänglich machte, für ihre freundliche Mithilfe bestens danke.<sup>1</sup>

## Literarische Behelfe.

### Manuscripte.

1. Joh. Anton und Franz Leopold Ferch, kais. Oberbergrichter im Herzogthume Steyer: „Bergwerks-Relationen“ aus den Jahren 1737 bis 1749.

Eine der wertvollsten Quellen für die Kenntnis der steiermärkischen Metallbergbaue des 18. Jahrhunderts, über welche zuerst R. Reichel<sup>2</sup> berichtet hat. Außer dem von Reichel erwähnten Eintragsbuch, dessen Benützung ich Herrn Bergdirector J. Steinhausz verdanke, fanden sich in Kallwang noch Abschriften der Relationen pro 1737, 1738, 1739, 1740, 1741, 1748 und 1749.

2. Benedict Eder, Hutmann in Kallwang: „Abriss des löbl. Admontischen Kupferbergbaues in Kallwang“, aus dem Jahre 1756 (im Admonter Archiv).

3. Karl Schröckenfux, Werkscontrolor in Kallwang: „Bericht über das dem löblichen Stift Admont angehörige Kupferbergwerk zu Kallwang im Brucker Kreise“ aus dem Jahre 1811.

<sup>1</sup> Die angeführten Maße sind die in den Originalien gebräuchten Wiener Maße:

1<sup>0</sup> (eine Klafter) = 6' (Fuß) à 12'' (Zoll) à 12''' (Linien), beziehungsweise als Decimalklafter = 10' à 10'' à 10''' = 1·89666 m.

1 Ctr. (Centner) = 100  $\bar{n}$  (Pfund) à 32 Lth. (Loth) = 56·00122 kg.

Wo es der schnelleren Orientierung wegen wünschenswert erschien, sind die den Originalien entlehnten Größen zugleich im Metermaß eingesetzt worden. Für die den Karten direct entnommenen Angaben wurde nur dieses Maß verwendet.

<sup>2</sup> Siehe unten.

4. Pantz-Sorgner: „Gehorsamster Bericht über den dermaligen Zustand des dem löbl. Stifte Admont eigenthümlichen Kupferbergwerks zu Kallwang nebst einigen unmaßgeblichen Vorschlägen“ aus dem Jahre 1814.

5. Michael Layer, k. k. Salinenverwaltungs-Adjunct: „Technische Bemerkungen über den Kupferbergbau in der Teichen bei Kallwang“ aus dem Jahre 1829 (im Admonter Archiv).

6. Ferdinand Menhardt, Hammergewerk an der Walchen in Hollenstein: „Über den dem löbl. Stift Admont gehörigen Kupferbergbau in Kallwang, welcher dermalen pachtweise von dem löbl. Stifte Seitenstetten betrieben wird“, aus dem Jahre 1841 (im Admonter Archiv).

7. Leopold Steinlechner: „Kupferwerk Kallwang“ etc. aus dem Jahre 1842 (im Admonter Archiv).

8. J. A. Schweighofer, Bergverwalter in Kallwang: „Bericht über das Historische, Geognostische, Technische und Statistische des Kallwanger Kupferwerks“ aus dem Jahre 1859.

9. Acten des Admonter Stifts-Archives, Abtheilung 68, Fasc. 1, außer den bereits angeführten Beschreibungen noch Werksberichte, Productionstabellen etc. umfassend.

10. Schriftliche Notizen der Herren: Oberbergrath Prof. Franz Kupelwieser, Bergingenieur Johann Lindel und Prof. Albert Miller R. v. Hauenfels.

#### Druckwerke.

1. F. v. Liedl. Mittheilung über die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Kallwang. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1853, IV. Bd., p. 429.

2. Albert Miller R. v. Hauenfels. Die steiermärkischen Bergbaue als Grundlage des provinziellen Wohlstandes. (Ein treues Bild des Herzogthums Steiermark.) Wien, 1859.

3. Albert Miller R. v. Hauenfels. „Die nutzbaren Mineralien von Obersteiermark etc.“ Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, XIII. Bd., 1864, p. 224.

4. Rudolf Reichel. Kleine Beiträge zur Geschichte des steirischen Bergbaues im Zeitalter des österreichischen Erbfolgekrieges. Mittheilungen des Historischen Vereines für Steiermark, XXXVII. Heft, 1889, p. 167.

5. P. J. Wichner. Kloster Admont und seine Beziehungen zum Bergbau und zum Hüttenbetriebe. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, XXXIX. Bd., 1891, p. 111.

### Karten.

Die wichtigste kartographische Arbeit ist die in der Zeit vom 9. November 1787 bis Ende Juli 1791 von dem k. k. Bergschaffer und Markscheider Paul Ignaz Peyrer aufgenommene „Haupt-Mappa von dem Stüft Admontischen Kupfer-Bergwerke zu Kalwang“, welche den später von J. A. Schweighofer und Franz Foith verfassten Karten zugrunde gelegt wurde. Die im Jahre 1842 von Adalbert Steinlechner durchgeführte Aufnahme umfasst nur den damals gangbaren Theil der Gruben Josefi, Antoni und Gotthardi.

Auf Grund einer im Jahre 1856 von Franz Foith angefertigten Reduction der Peyrer'schen Hauptmappe wurde die beiliegende Übersichtskarte zusammengestellt. Derselben sind eine Karte über den Schurfbau im kleinen Puchgraben, welche 1810 der damalige Bergschaffer Josef Harl aufnahm, dann um die Lage der „Schürfe“, sowie gewisse Details zur Darstellung zu bringen, ein von Schweighofer verfasster Specialplan über die 1859 im Betriebe gestandenen Grubenabtheilungen im reducierten Maßstabe angeschlossen.

Der westlichste Bau des Revieres führt auf der Peyrer'schen Karte keinen Namen; es erhellt jedoch aus einem Vergleiche seiner Lage gegenüber den Gruben Osswaldi, Magdalena und Maria-Hilf mit der Beschreibung Benedict Eder's, dass derselbe mit dem „Hans Reissing Stollen oder Neuschurf in der oberen Purk“ identisch sein muss, ich habe daher auch diese Bezeichnung in die Karte aufgenommen.

In sämmtlichen Karten, mit Ausnahme der von Foith zusammengestellten Übersichtskarte, ist nur die Magnetlinie und nicht auch die wahre Mittagslinie eingetragen worden.

Die Peyrer'sche Karte wurde nachträglich durch Einzeichnung der Magnetlinien für die Jahre 1853 und 1860 ergänzt. Der magnetische Meridian Peyrer's bezieht sich wohl auf das Jahr 1791, in welchem die Aufnahme des Revieres abgeschlossen worden ist. Ein Vergleich desselben mit den

Magnetlinien der Jahre 1853 und 1860, wobei allerdings die Unebenheiten der Karte manches zu wünschen übrig ließen, ergab eine westliche Differenz von 301', beziehungsweise 297', woraus sich eine jährliche Declinationsänderung von 4·85', beziehungsweise 4·30' berechnet, deren Mittelwert 4·57 mit der von Seeland<sup>1</sup> für Lölling in Kärnten ermittelten fallenden Änderung von 4·5' fast übereinstimmt. Da nun die Größe der westlichen Declination im Jahre 1856 für Kallwang nach der Foith'schen Karte 14° 4' betrug, so könnte dieselbe für das Jahr 1810 mit 17° 34' angesetzt werden, was wieder mit Rücksicht auf die 1805 in Lölling, einem nahezu im gleichen Meridiane wie Kallwang gelegenen Orte, beobachtete westliche Abweichung von 17° 36' als zulässig erscheint. Auf Grund dieser Annahme ist die Reduction der Harl'schen Karte durch Einzeichnung des wahren Meridians ergänzt worden.

### Geschichtliches.

Die älteste Nachricht über den Bergbau auf kupferhältige Kiese zu Kallwang datiert aus 1469. Kaiser Friedrich beauftragte in diesem Jahre das Hallamt Aussee, dem Mauterner Bürger Wolfgang Reuter einen Geldvorschuss zur Schmelzung der Frohngefälle vom Bergbaue Kallwang zu reichen. 1582 verhandelte der Salzburger Bürger Wolfgang Khraft mit Abt Johann IV. von Admont wegen Errichtung einer Schmelzhütte in der kurzen Teichen. Von der innerösterreichischen Hofkammer in Graz unterstützt, setzte Khraft sein Begehren zwar durch, kam jedoch schon um 1585 in einen Streit mit Admont wegen Beschädigung der Gründe durch den Hüttenrauch. 1586 erscheinen nach Pogatschnigg neben Khraft noch Friedrich Hoffmann und Hans Friedrich Steinhauser als Gewerken in Kallwang.

Der Kupferbau mag später wieder eingegangen sein, denn 1653 stellte der salzburgische Handelsmann Math. Kiß bei der Hofkammer einen Antrag wegen Erhebung des Bergbaues zu Kallwang.

<sup>1</sup> Jahrbuch des naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten. VIII. Heft 1868, p. 64.

Am 7. Juni 1663 verließ der Bergrichter Matthäus Weißenberger dem Stifte Admont zwei Grubenfelder in der kurzen Teichen: St. Blasius am Spanberg und Hl. Dreifaltigkeit in des Mitteregger-Grund. Abt Raimund verband sich mit Weißenberger und Matthias Kefner zu gemeinschaftlichem Betriebe, worauf dann 1664 und 1687 Admont die Weißenberger'schen Antheile übernahm. Dies war der Anfang des stiftischen Betriebes von Kallwang, der nach einer Bemerkung auf der Peyrer'schen Karte 1667 begann und bis 1846 währte.

Wir verdanken P. J. Wichner eine hochinteressante und umfassende Darstellung dieses langen Zeitraumes und R. Reichel eine wertvolle Schilderung der allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse des steirischen Metallbergbaues in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Ich muss hinsichtlich aller geschichtlichen Details auf diese wichtigen Beiträge zur Bergwerksgeschichte Innerösterreichs verweisen und mich darauf beschränken, für uns bemerkenswerte Preis- und Betriebsdaten in die Anmerkung der Productionstabellen aufzunehmen.

Im Jahre 1814 beabsichtigte das Stift Admont den Verkauf des Werkes an das Stift Seifenstetten, welches damals eine Messingfabrik in Reichramming besaß und dem daher das Kallwanger Kupfer infolge seiner guten Qualität von größerem Werte sein musste.

Das diesbezügliche Gutachten von Pantz-Sorgner betont, dass der Bergwerksbetrieb in den letzten drei Militärsjahren eine Summe von 44.280 fl. 25 $\frac{1}{2}$  kr. an Zubuße verschlungen habe und sich die Verhältnisse seit 30 Jahren zum großen Nachtheile der Kupferproduzenten gestaltet hätten.

Berücksichtige man das Steigen der Lebensmittelpreise, so müsste ein Centner Kupfer nicht 130 fl. wie jetzt, sondern 245 fl. kosten. Da dies nicht der Fall sei, bliebe lediglich die Einstellung oder der Verkauf, respective die Verpachtung des Werkes übrig. Es kam indes schon aus Rücksicht für die Mannschaft, deren Wohl dem hochherzigen Prälaten sehr nahe gieng, nur zu letzterer und war Kallwang vom Jahre 1815 bis 1842 an das Stift Seifenstetten verpachtet, von dem es indes so schlecht bewirtschaftet wurde, dass eine berggerichtliche Verfügung die restliche Pachtzeit zu verkürzen für nöthig fand.

1846 übergieng das Werk an die Radmeister-Communität, welche es als unbequemen Holzkohlen-Consumenten sogleich aufzulassen beabsichtigte. Der um die Hebung des obersteirischen Bergbaues hochverdiente damalige Bergverwalter der Communität, Johann Dulnig, war indes dagegen und setzte es sogar durch, dass man sich zu wesentlichen Verbesserungen herbeiließ, infolge welcher im Jahre 1858, allerdings bei reicheren Anbrüchen, mit dem halben Personale das doppelte Erzeugungsquantum der vorhergehenden drei Jahre erzielt werden konnte. Gleichwohl hielt es die Communität später für vortheilhafter, ihre Holzkohlen anstatt nach Kallwang zu bringen, an ihre Hochöfen in Vordernberg abzugeben und mögen auch die beständig fallenden Kupferpreise, sowie die stetig theurer werdenden Kohlen Ursache gewesen sein, dass man sich zu keinen weiteren Investitionen mehr entschließen konnte. Man hoffte zwar nach Ausbau der Rudolfsbahn den Hüttenprocess auf Torf basieren zu können, um an Holzkohlen zu sparen, führte jedoch schon 1865 die letzte Schmelz-Campagne ab, worauf 1867 der Betrieb eingestellt wurde.

## Die topographischen und geologischen Verhältnisse.

Nächst dem Orte Kallwang durchbricht ein enger felsiger Graben, die „Höll“ genannt, das nördliche Gehänge des Liesingthales. Wandern wir demselben bergan; wir schreiten bei den Ruinen der alten Hüttenwerke vorbei und erreichen nach Hinterlegung eines Wegstückes von 2.5 km eine Thalgabelung. Der lange Teichengraben zweigt gegen NO, der kurze gegen NW ab, nördlich vor uns liegt die Wolfsleite mit ihren Abhängen, rechts der Schattenberg und links die Ausläufer der Brunneben. Wir stehen bereits im Gebiete des alten Bergbaues. Einige Schritte in den langen Teichengraben bringen uns zur Halde des tiefen Gotthardi-Stollens. Jenseits des Baches liegt am Fuße des Schattenberges der Frauenberg-Stollen und in einem kleinen Graben, welcher von der Höhe herabzieht, die Schurfstollen im Puchgraben, die östlichsten Baue des Reviers. Der Weg durch den kurzen Teichengraben führt uns dann bei der

großen Josefi-Stollner-Halde und den alten Röstöfen vorbei, wir passieren die verfallenen Benedicti- und Barbara-Stollen und erreichen nach Hinterlegung eines Wegstückes von abermals 2,5 km die Einmündung des „Kiesling-Grabens“, der anfänglich nach *NO* gerichtet, später gegen *N* sich umbiegt und am Brunneck-Sattel seine Endschaft erreicht. Am rechten Gehänge desselben liegen die alten Gruben „in der Purk“, die westlichsten von Kallwang.

Die wichtigsten Baue des Bergrevieres bewegten sich an dem südlichen Gehänge der Wolfsleite zwischen dem langen Teichen- und dem Kiesling-Graben. Den südöstlichen Theil derselben bezeichneten die Alten als Spann- oder Pfannberg, den nordwestlichen als Mitteregger-Gebirge und eine kleine, dem letzteren zugehörige Kuppe als Tämberg.

Peyrer theilte in seiner Übersichtskarte das ganze Revier in fünf Gebirgsabschnitte:

Der erste umfasste das nordwestliche Gehänge des Kiesling-Grabens, das Purger- oder Buchegger-Gebirge. Es lagen daselbst der Hans Reissing-Stollen in der oberen Purk, dann St. Oswald, St. Magdalena- und Mariahilf-Stollen.

Der zweite Gebirgsabschnitt enthielt das Mitteregger-Gebirge mit den Gruben: Unterer St. Sebastiani-, St. Theresia-, St. Barbara- und Armen Seelen-Stollen.

Die Baue: St. Rochus, oberer St. Sebastiani, St. Benedicti, St. Adalberti, St. Johanni, St. Raimundi und St. Josefi gehörten dem dritten, der Spann- oder Pfannberg mit den Gruben: St. Edmundi, St. Antoni und St. Gotthardi dem vierten Gebirgsabschnitte an.

Jenseits des langen Teichengrabens lag schließlich der fünfte Gebirgsabschnitt oder Schattenberg mit den Frauenberg-Stollen-, St. Floriani-, St. Bartholomä- und St. Mathei-Stollen (sowie den später eröffneten Schurfbauen im kleinen Puchgraben).

Ein instructives Gebirgsprofil bietet die „Höll“.

Bachaufwärts fortschreitend, beobachten wir eine wiederholte Wechsellagerung vorwiegend lichter, feinkörniger Kalke mit dunklen graphitischen Schiefern. Die Schichten streichen von *SO* nach *NW* und verflachen steil nordöstlich. Knapp oberhalb der Ruinen des alten Kupferhüttenwerkes liegt eine



geringmächtige Bank grünen Schiefers, in welcher anscheinend erfolglose Schürfungsversuche auf Kiese umgingen. Über diese lagert erst weißer feinkörniger Kalk, auf welchen abermals Schiefer folgen, die das südliche und nördliche Gebänge des kurzen Teichengrabens aufbauen und welche eine Bank dunklen dünn-schichtigen Kalkes umschließen, die von den Bergleuten als Hauptkalklager bezeichnet wurde. Mit den Stollen Adalberti, Benedicti und Josefi ist dieses Kalklager durchfahren und am Josefi-Stollen bei 66 *m* mächtig befunden worden. Eine zweite geringmächtige Kalkbank stellt sich nach den Grubenkarten in 66 *m* Entfernung von der Erzlagerstätte ein. Über dieselbe folgen dann graphitische Schiefer, welchen die Gesteine der Erzzone eingelagert sind. Letztere setzen einen den besprochenen Gebirgsgliedern concordanten Gesteinszug zusammen. Dem Streichen dieses Zuges entsprechend, verläuft der kurze Teichengraben, wogegen der Kiesling- und der lange Teichengraben denselben verqueren. Während ersterer als reines Errosionsthal aufzufassen sein wird, dessen Entstehung mit dem Auftreten der leichter verwitternden graphitischen Schiefer zwischen den widerstandsfähigeren Gesteinen am nördlichen und südlichen Thalgehänge in causaler Verbindung steht, erscheinen die beiden anderen Gräben als echte Querthäler, welche mit parallelen Störungslinien zusammenhängen dürften.

Für den Anschluss der Erzzone waren die skizzierten Lagerungs- und Terrainverhältnisse von Wichtigkeit. Da die Schiefer nordöstlich ein-schießen, hat man im Vergleiche zu dem Verflächen der Gehänge an der südlichen Seite des kurzen Teichengrabens eine gleichsinnige, an der nördlichen eine widersinnige Lagerung. Die erzführenden Gesteine gehören dem nördlichen Thalgehänge an und stoßen mit ihren Schichtenköpfen in geringer Tiefe unter dem Gebirgskamme zutage. Ein Aufschluss war daher hier nur mittels Querstollen zulässig, wogegen der Kiesling- und lange Teichengraben, welche selbst zwei tiefe Einschnitte in den Schichtencomplex bilden, es ermöglichten, auch mit Einbauen anzusetzen, die nach dem Streichen der Lagerstätte aufgefahren wurden.

Bezüglich des Alters der Schieferablagerungen in der „Höll“ differieren die älteren und neueren Anschauungen sehr

wesentlich. Liedl, Miller v. Hauenfels und Stur<sup>1</sup> betrachteten dieselben als oberste Glieder des krystallinischen Schiefergebirges und Miller v. Hauenfels wies darauf hin, dass die Kupferbergbaue von Walchenberg bei Öblarn, Johnsbach, Pöschlberg (Lichtmessberg), Radmer an der Hasel und Kallwang einem Lagerzuge angehören und „ein noch zu wenig benütztes Mittel zur Festlegung geologischer Horizonte bilden“.

Es ist immerhin bemerkenswert, dass auch schon früher manchen Beobachtern gewisse Übereinstimmungen im Auftreten dieser Erzablagerungen auffielen. Menhardt betont die Ähnlichkeit des Kallwanger Vorkommens mit der in dem „nämlichen Thonschiefer“ einbrechenden Lagerstätte in der Radmer, und Tunner<sup>2</sup> führt aus, dass mit dem Kallwang nahestehenden Vorkommen von Öblarn „rückichtlich seiner Erze, wie in Beziehung der Gebirgsformation und Lagerungsverhältnisse“ die Lagerstätte von Kardeis im Großarlthale übereinstimme.

Während in älterer Zeit unsere Erzlagerstätte einem gewissen Horizonte der azoischen Ablagerungen zugezählt wurde, legte später Stur<sup>3</sup> klar, dass die Graphitschiefer als Unter-carbon (Schatzlarer Schichten) aufzufassen seien, worauf M. Vacek<sup>4</sup> die unconforme Lagerung dieser Schiefer auf den sie unterteufenden gneißigen Gesteinen nachzuweisen suchte und zeigte, dass speciell im Höllegraben die carbonische Schichtenserie eine große Vollständigkeit erreiche.

Die Erzlagerstätte wird daher dermalen nach dem Vorgange Hatle's<sup>5</sup> der Kohlenformation zuzurechnen sein.

Die petrographischen Verhältnisse der Schiefergesteine des obersteirischen Unter-carbons hat v. Foullon<sup>6</sup> geschildert. Es wird weiter unten auf diese für die Kenntnis einer großen Gruppe ostalpiner Gesteine bahnbrechende Arbeit zurückgekommen werden.

<sup>1</sup> Geologie der Steiermark etc. Graz 1871, p. 74.

<sup>2</sup> Die steiermärkisch-ständische montanistische Lehranstalt zu Vordernberg etc. Wien 1847, p. 59.

<sup>3</sup> Jahrbuch der k. k. geolog. R.-A. 1883, 33 Bd., p. 189.

<sup>4</sup> Verhandlungen der k. k. geolog. R.-A., Jahrg. 1886, p. 77.

<sup>5</sup> Die Minerale des Herzogthums Steiermark. Graz 1885, p. 20.

<sup>6</sup> Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1883, 33. Bd., p. 205.

## Die Erzniederlage.

### 1. Allgemeines.

Die Erze, welche den Gegenstand der Gewinnung bildeten, waren Kiese: Schwefel-, Magnet- und Kupferkies, zu denen, wenngleich selten, Arsenkies kam.

Besonders geschätzt war als reichstes Erz der Kupferkies, beziehungsweise ein viel Kupferkies enthaltendes Kiesgemenge (Gelberz, kleinspeisiger edler Kies, Feinerz). Von den Schwefelkiesen wurden meist nur die kupferhaltigen Gelbkiese gewonnen, die lichter gefärbten, kupferfreien „Bleichkiese“ dagegen oft stehen gelassen. Auch der „Marquesit“, worunter Ferch lichten Schwefelkies begriff, galt nicht als gutes Kupfererz.

„Die alte, ziemlich richtige Beobachtung, dass, je gelber und gelbgrüner der Kies im Bruche ist, desto reicher an Kupfer ist er“, <sup>1</sup> bestätigte sich daher auch hier.

Der Arsenkies spielte, wie schon erwähnt, eine untergeordnete Rolle. Ferch gedenkt zwar öfter des „Kowaldt's“, und Schröckenfux bemerkt, dass die Kiese einen kleinen Arsenikgehalt verrathen, „der manchmal im Rohschwefel einige rothe Streifen verursacht“; indes der Antheil des Arsenopyrits an der Zusammensetzung der Erzmittel ist wohl nur ausnahmsweise von einiger Bedeutung gewesen, und Miller v. Hauenfels hebt daher gewiss mit Recht das Fehlen eines arsenik- oder antimonhaltigen Erzes hervor; für den Bergmann konnten eben die geringen Mengen Arsenkies, welche vorkamen, als irrelevant gelten.

Die Lagerstätte selbst bezeichnen Ferch und Menhardt als einen Gang, alle übrigen Berichterstatter als ein Lager. Miller v. Hauenfels führt aus, dass die Erze lagerhaft im chloritischen Schiefer einbrechen, welcher das „eigentliche Muttergestein“ derselben bilde, und ebenso betont Liedl die conforme Einlagerung derselben in den Schiefergesteinen.

Wie bei vielen ähnlichen Vorkommen schwankte auch hier die Erzmächtigkeit zwischen ziemlich weiten Grenzen. Während sich das Erz stellenweise auf beträchtliche Strecken

<sup>1</sup> J. G. Krünitz, Ökonomisch-technologische Encyclopädie, 56. Theil. Berlin 1792, p. 567.

hin ganz verdrückte, trat dasselbe an anderen Orten wieder in recht bedeutenden Massen auf. Layer nimmt als mittlere reine Erzmächtigkeit ein Fuß (0.31 m) an, wogegen Menhardt und Schweighofer die mittlere Abbaumächtigkeit mit vier Fuß (1.26 m) bemessen. Schröckenfux berichtet, dass der Fallwinkel zwischen 30<sup>0</sup> und 70<sup>0</sup> und die Stunde des Streichens zwischen 21<sup>h</sup> und 22<sup>h</sup> variiert; flacheres Fallen veredelt das Lager, bringt größere Mächtigkeit und reichere Erze hervor, ebenso bewirken „die verschiedenen, oft wogenförmigen Senkungen der Gebirgsschichten am Hangenden eine große Verschiedenheit in der Mächtigkeit, die von mehreren Zollen bis auf 3 Lachten (5.68 m) steigt“.

Der günstige Einfluss minder steilen Verflächens auf die Erzführung der Lagerstätte wird auch in den sonst sehr mageren Werksberichten wiederholt zum Ausdruck gebracht.

Es sind dies Erscheinungen, welche wir auch bei anderen lagerhaften Vorkommen wieder finden. Das wechselnde Verflächens und Streichen hängt mit Schichtenbiegungen zusammen und Stelzner<sup>1</sup> hat in seiner eingehenden Schilderung der Sulitjelema-Gruben gezeigt, dass dort „Biegungen und Stauchungen — gewissermaßen zum Entgelt für die durch sie veranlassten Betriebserschwerungen — stellenweise auch die Ursache zur Herausbildung besonders mächtiger und willkommener Kiespunkte“ geworden sind.

Abzweigungen und Gabelungen der Lagerstätte kamen sowohl dem Streichen als dem Verflächens nach vor. Die Gabelungen dem Streichen nach waren stets von einer solchen Minderung des Erzadels begleitet, dass hiedurch dem Vorhiebe eine Grenze gesteckt wurde. Auf eine Gabelung nach dem Verflächens: die Zertheilung eines Erzmittels gegen das Ausgehende in zwei Trümmer möchte man die Thatsache beziehen, dass Ferch, Peyrer und die Werksberichte oft von zwei Gängen, einem Hangend- und Liegend-Gang oder einer Hangend- und Liegend-Kluft sprechen. Der Werksbericht pro 1809 bezeichnet sogar den Hangend-Gang als Leopoldi-Gang, misst ihm daher besondere Wichtigkeit bei.

<sup>1</sup> Die Sulitjelema-Gruben im nördlichen Norwegen. Freiberg 1891, p. 44.

Ferch bemerkt auch wiederholt, dass Hangendschläge von Ausrichtungsstrecken aus zweckmäßig wären, oder dass durch den Betrieb solcher neue Erzmittel erschlossen worden seien. So wurde 1739 in dem „alt- und weiterverhautem“ Sebastiani-Stollen mit einem Hangendschlag ein 7' (2·21 m) mächtiges Gelberzmittel abgequert. 1746 überbrach man in demselben Bau von einer alten Auslängung aus das Hangende um  $2\frac{1}{2}^0$  (4·74 m) und schlug hiebei in ein  $1^0$  (1·89 m) mächtiges „hochgelbes“ Erz. Eine derartige Hangendquerung wurde 1747 auch im Maria-Hilf-Stollen angesteckt und mit derselben nach  $6^0$  (11·38 m) ein  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 m) mächtiges, quarziges und von Gelberz durchsprengtes Erzmittel aufgeschlossen.

Der Werksbericht pro 1809 erhoffte sich ferner aus einem Fortbetriebe des Gotthardi-Feldortes darum reiche Erze, weil man der Scharung des Hangend- und Liegendganges nahe sei, und der Bericht pro 1810 hebt hervor, dass man auf der Antoni-Stollensohle nun bessere Anbrüche habe, weil sich vom Benedicti-Stollen herab die Liegendimmer mehr der Hangendkluft nähere; während in den oberen Horizonten die Lagerstätte öfters unhauwürdig gewesen wäre, stehe nun der Liegendgang in 2' (0·63 m) mächtigen, reinen, der Hangendgang in 1' (0·31 m) mächtigen minderen Gelberzen an und dürften sich diese Verhältnisse mit zunehmender Teufe darum bessern, weil ein allmähliges Auskeilen des jetzt nur mehr 2' (0·63 m) mächtigen Zwischenmittels zu gewärtigen sei.

In einer Detailkarte Schweighofers ist endlich bei dem Hangendschlage des „ersten Schurfes“ am Josefi-Stollen angemerkt: „Magnetkiese und Feinerze“ bilden ein Band 0·5<sup>0</sup> (0·95 m) im Hangenden des Hauptlagers“, und eine ähnliche Bemerkung findet sich an einer dem Verfläichen nach correspondierender Stelle auf der Sohle des höheren Benedicti-Stollens. Leider sind damals keine so langen Querschläge mehr betrieben worden wie in früherer Zeit und bleibt es daher fraglich, ob durch solche nicht noch andere Hangendmittel aufgeschlossen worden wären.

Bei der unserem Erzvorkommen in vieler Hinsicht ähnlichen Kieslagerstätte zu Großfragant in Oberkärnten ist nach

der Darstellung Rochatas<sup>1</sup> eine Theilung eines mächtigen lagerartigen Vorkommens in vier mit eigenen Namen bezeichnete Trümmer anzunehmen. Bei einer Befahrung dieses alten Bergbaues erhielt ich jedoch mehr den Eindruck, dass man es mit einer erzführenden Gesteinszone zu thun habe, welche in verschiedenen Niveaus einzelne Erzmittel umschließt, die zum Theile als Imprägnationen, zum Theile als compacte Kiesmassen zu bezeichnen sind. Die Alten suchten diese Erzmittel auf und bauten daher speciell am Josefi-Lager bald auf dem höheren Haupt-, bald auf dem tieferen Liegendlager. Nach dem Verflächen scheint eine Abnahme der Mächtigkeit der Erzzone stattzufinden; infolge dessen schließen die erzführenden Partien näher an einander, was dann den Eindruck einer Vereinigung hervorruft.

Etwas ähnliches mag auch in Kallwang der Fall sein; die oben angeführten Nachrichten über das Auftreten von Liegend- und Hangendmittel und über deren Vereinigung nach dem Verflächen werden durch diese Annahme erklärlich.

Die Häufigkeit von Verwerfungen, welche durch lertige Klüfte bedingt wurden, betonen schon die älteren Berichte. Schweighofer bemerkt, dieselben seien meist „von großem Anhalten in die Tiefe mit geringer Erstreckung dem Streichen nach bis auf eine mäßige Verschiebung des ganzen Gebirges durch über 100<sup>0</sup> (190 *m*) in das Hangende des Erzlagers“.

Es hängt diese Horizontalverschiebung, welche Ferch als Hauptsturz bezeichnete, mit zwei fast parallelen Verwürfen zusammen, welche westlich streichen und steil südlich einfallen und deren Lage aus der Übersichtskarte, auf welcher sie mit  $V_1$ ,  $V_2$  bezeichnet sind, ersichtlich ist. Nach diesen Verwürfen ist der zwischenliegende Streifen ins Hangende verrückt worden. Schweighofer zeichnet in einem Specialplane die vermuthliche Lage des verschobenen Gebirgstheiles ein; danach würde die Größe der Verschiebung in ihrer Horizontalprojection gemessen, 30<sup>0</sup> (57 *m*) betragen. 1859 wurden auf diese Ermittlung hin Ausrichtungsarbeiten unternommen, über deren Resultat nichts vorliegt.

<sup>1</sup> Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1878, 28. Bd., p. 302.

Eine zweite große Störung der Lagerstätte bildet der „taube Sturz“, welcher in der Übersichtskarte bei *s* angedeutet ist und der mit einer merkwürdigen Abbiegung des Streichens zusammenfällt. Die Richtung des oberen Sebastiani-Stollens entspricht noch dem Streichen der Erzzone in den Gruben unterer Sebastiani und Barbara. Wie jedoch dieser Stollen den weiter unten zu besprechenden Erzfall VIII erreicht, schwankt das Streichen um  $16\frac{1}{2}^{\circ}$  nach Süden ab und behält die neue Richtung weiterhin fast unverändert bei. Nächst der Umbiegungsstelle merkt Schweighofer in seiner Karte das „innere Gebrochensein des Gebirges“ an.

Außer den beiden besprochenen großen Störungen sind durch den Grubenbetrieb noch mehrere minder beträchtliche bekannt geworden; so erwähnt Schrockenfux einen „Sturz“, der im Frauenberg-Stollen die Erze abschnitt und mehrere andere Verwerfungen sind auf den Karten Peyrer's und Schweighofer's zur Darstellung gekommen. Speciell von dem Sturze im Frauenberg-Stollen wird noch angeführt, dass derselbe durch ein einfallendes mächtiges Kalklager bewirkt worden sei. Sollte auch hier wie bei dem Hauptsturze eine Verschiebung ins Hangende stattgefunden haben und dieses Kalklager mit dem im Josefi- und Benedicti-Stollen überfahrenen Hauptkalklager identisch sein, so wäre die Sprunghöhe dieses Sturzes sogar erheblich größer als jene des Hauptsturzes.

Die Störungen einer Lagerstätte, welche man gemeinhin als Verwerfungen bezeichnet, dürften im allgemeinen seltener mit einer isoliert auftretenden Spalte, mit nur einem Blatte als mit einem System parallel streichender Blätter zusammenhängen. Ist dieses System von größerer Mächtigkeit, so liegt eine Störungszone vor, innerhalb welcher die Gebirgsmassen kein zusammenhängendes Ganzes bilden, sondern in einzelne Schollen aufgelöst erscheinen.

Auch die Stürze und Verwerfungen Kallwangs werden zum Theile als solche Störungszone aufzufassen sein. Ferch bemerkt, dass man 1748 im Josefi-Stollen einen „Sturz“ angefahren und auf  $40^{\circ}$  (76 m) überbrochen habe, ohne etwas anderes als Erzspuren zu treffen, die kein gleichmäßiges Streichen und Verflächen besaßen, und von dem tauben Sturz

erwähnt Layer, dass innerhalb desselben eine Vertaubung eingetreten sei, was mit dem von Schweighofer bemerkten „inneren Gebrochensein des Gebirges“ im causalen Zusammenhange stehen mag. Der nördliche jener Verwürfe, nach welchen die große Horizontalverschiebung des Hauptsturzes stattfand und den Layer als „Hauptflettenkluft“ bezeichnete, ist ferner nach den Angaben Ferch's und der Darstellung Schweighofer's als eine Zertrümmerungszone von nicht unbeträchtlicher Mächtigkeit aufzufassen, und als solche Zonen geringerer Breite, „geringer Erstreckung dem Streichen nach“ erscheinen auch einzelne der von Schweighofer im nordwestlichen Felde des Josefi-Stollens verzeichneten Verwerfungen, so z. B. jene, in deren Bruchmittel der Wetter- und Sturzscht II aufgefahren wurde.

Vertaubungen eines Erzvorkommens innerhalb der durch Verwerfungen bedingten Zertrümmerungszonen sind auch von anderen alpinen Lagerstätten bekannt. Innerhalb des tauben Sturzes<sup>1</sup>, der die Großfraganter Kieslager nach Westen abschneidet, wurden keine bauwürdigen Erze mehr aufgeschlossen und die Bauwürdigkeit der Kieslager von Kardeis und Öblarn hörte nach Tunner<sup>2</sup> in einiger Entfernung vor den Verwerfungen auf, um sodann in einem bestimmten Abstände hinter denselben wieder zu beginnen. Es sind derartige Erscheinungen wohl dadurch bedingt worden, dass Tagwässer, welche in den Zertrümmerungszonen circulierten, eine Zersetzung und Auslaugung der Sulfurete verursachten.

Wo Scharen von Blättern zutage beißen, charakterisieren sich steile Gebirgsgehänge durch eine eigenthümliche Beschaffenheit. Man sieht vorstehende Zähne und Kämme, die Resultate der an den einzelnen Punkten verschieden wirksamen Erosion, und die Anfänge einer Thalbildung<sup>3</sup> oder bei großer Mächtigkeit der Blätterschar auch flache, an ihren Einhängen hügelige oder felsige Thalungen. Hängt in einem Reviere das

<sup>1</sup> Rochata l. c., p. 308.

<sup>2</sup> Die steiermärkisch ständische montanistische Lehranstalt zu Vordernberg etc. Wien 1847, p. 61.

<sup>3</sup> Vergl. F. Pošepny. Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1873, 23. Bd. p. 321.



Erzvorkommen mit Blättern zusammen, so kann ein solches „kämpiges Gebirge“ als gutes Zeichen gelten. durchsetzt die Blätterschar dagegen eine ältere Erzablagerung, so ist letztere, wie erwähnt, in der Scharung oft unbauwürdig.

Ähnliche Erscheinungen, wie zutage beißende Blätter bedingen Einlagerungen von Quarzlinsen im Schiefer. Die Schieferpartien zwischen denselben werden leichter erodiert als die Quarzmassen und diese ragen dann, gleichfalls Kämme bildend, empor. Hat man es nun mit steil gestellten Erzfällen zu thun, bei denen mit überhandnehmendem Quarz die Erzführung zurücktritt, so kann gleichfalls aus den Errosionsformen der Oberfläche ein Schluss auf die in der Grube zu erwartenden Verhältnisse gezogen werden. Die „Tagkämp“ schneiden dann die Erze ab. Ferch mag an eine derartige Wechselbeziehung gedacht haben, als er 1747 den Rath ertheilte, um die Ursache der Absätzigkeit des Erzes im Theresia-Stollen festzustellen, „die Ortung an Tag“ zu bringen, weil sich dann „die Ursach des Veränderns ohnfehlbar aus der Sanfte oder villmehr vorfallenden Kämpigkeit des Taggebürges würde zu erkennen geben müssen“.

Bei Erzlagerstätten unseres Schiefergebirges können häufig Erscheinungen wahrgenommen werden, welche auf Bewegungen hinweisen, die mehr oder minder parallel zur Fläche (Ebene) der Lagerstätte stattfanden.

Stellen wir uns vor, dass Schiefer mit Einlagerungen festeren Gesteins, z. B. einer erzführenden, quarzigen Masse von gebirgsbildender Bewegung ergriffen werden, so ist klar, dass Rutschungen leichter dort erfolgen, wo schon ursprünglich eine Discontinuität vorhanden war und die verschiedene Starrheit der Componenten zum Ausdrucke gelangt, als in der gleichartigen Masse selbst.<sup>1</sup> Verschiebungen werden sich daher vornehmlich an der Gesteinsscheide zwischen dem Schiefer und der Erzmasse einstellen und dann zu Resultaten führen, welche sich bei echten Quergängen wiederfinden: der Rutschflächen, oder Harnische, der Lettenklüfte und der Schrämmen. Hat die Verschiebung nicht die Bildung einer Kluft veranlasst, so bleibt

<sup>1</sup> Vergl. v. F o u l l o n, Jahrbuch der k. k. geolog. R.-A. 1885, 35. Bd., p. 51.

ein oft recht undeutliches Gangblatt, eine Steinscheide übrig, wogegen anderenfalls auch ein Schramm, aus aufgelöstem, zerriebenen Gestein bestehend, zur Ausbildung kommen kann.

Die Lettenklüfte, welche in Deutsch-Feistritz bei Peggau, wo Zinkblende und Bleiglanz in einer quarzig-spätigen Lagermasse einbrechen, oder in Lessnik nächst Kleblach in Oberkärnten, wo in einem ähnlichen Lagergestein Antimonit auftritt, die Erze begleiten, die „Schrammlager“<sup>1</sup> im salzburgischen Schiefergebirge etc. können als Beispiele hieher gehöriger Vorkommnisse angeführt werden.

Keilt sich ein Erzmittel aus, so führt dann oft die Lettenkluft, das „Gangblatt“ zu der nächsten Erzlinse. Unseren bergmännischen Vorfahren lehrte ihre Erfahrung diese Regel, welche u. a. auch Tunner<sup>2</sup> bei Besprechung der Ausrichtung nach Bestegen und Ablösungsklüften darlegt, die sich beim Auskeilen eines Erzmittels fortziehen. Die „Alten“ richteten daher, abgesehen von der geringeren Schwierigkeit des Streckenbetriebes längs einer solchen Klufft in den meisten Fällen ihre Sucharbeiten darnach ein und erzielten dabei manchen Erfolg.

Nach Ferch, Schröckenfux und den Werksberichten diente auch in Kallwang bei Verdrückungen des Lagers eine Klufft, die, zum Theile geschlossen, zum Theile als lettige „Schmilbenklufft“ entwickelt war, dem Bergmanne als Führer.

Die Werksberichte erwähnen auch noch eines anderen Umstandes, der hier bemerkt zu werden verdient: des für den Bergmann stets misslichen allseitigen Verwachsenseins der Erze mit dem Nebengestein.

Nicht immer folgt das Gangblatt den Erzmitteln; finden sich in den Schiefen neben den erzigen auch taube Einlagerungen von gleicher Festigkeit, so kann man oft ein Abspringen des Blattes von ersteren zu letzteren wahrnehmen. Die Klufftbildung erfolgt eben dort, wo sie am leichtesten vor sich gehen kann und wird außerdem durch die Richtung der faltenden Kräfte bestimmt, deren Resultierende nicht stets in die Lagerstättenebene zu liegen kommen muss. An Stellen aber, wo das

<sup>1</sup> Karl Reisacher, Die Gold führenden Gangstreichen der salzburgischen Central-Alpenkette. Wien 1848, p. 9.

<sup>2</sup> B. und H. Jahrbuch. Wien 1851, I. Bd., p. 196.

Gangblatt die Erze umgeht, „lässt der Gang schlecht ab“, die Lagerstätte ist mit dem Nebengestein verwachsen und dies erschwert dann die Gewinnungsarbeit.

Die Bedeutung dieser Gangklüfte und Gangblätter ist oft in anderer Weise erfasst worden; man hielt dieselben für Spalten, nach welchen die erzführenden Solutionen emporstiegen. Ich kann dieser Anschauung hinsichtlich der lagerartigen Vorkommen des Schiefergebirges nicht beipflichten; es treten solche Spalten auch dort auf, wo sich keine Erze finden und wo lediglich Einlagerungen eines festeren, compacten Gesteins zwischen Schiefem sich interponieren. Nicht die Einlagerungen sind daher späterer Entstehung, sondern die Störungen der Continuität, welche durch das Vorhandensein derselben bedingt wurden.

In manchen Fällen haben allerdings Umlagerungen schon vorhandener Erze nächst den Gangblättern stattgefunden, so dass dann Erscheinungen auftreten, welche an echte Quergänge erinnern. Für das oben erwähnte Erzvorkommen von Lesnik soll an einem anderen Orte gezeigt werden, dass hier derartige Prozesse vor sich giengen. Man hat es jedoch in diesen Fällen nicht mit ursprünglichen Anreicherungen, sondern mit den Resultaten nachträglicher Vorgänge zu thun, welche auf die leichtere Communication von Lösungen längs solcher Spalten zurückgeführt werden müssen.

Die Erze sind innerhalb einer Erzlagerstätte selten gleichmäßig vertheilt, in der Regel wechseln erzreiche mit erzarmen oder erzleeren Partien ab. Wir bezeichnen die erzreicheren und daher abbauwürdigen Theile als Erzmittel und benennen mit v. Groddeck<sup>1</sup> schmale aber lang ausgedehnte Erzmittel: Erzfälle oder Advorschiebe, wenn sie diagonal zwischen Streichen und Fallen der Lagerstätte verlaufen, dagegen Erzsäulen, wenn deren Längenerstreckung mit der Fallinie coincidiert. Mir würde es nicht unzweckmäßig erscheinen, wenn man die erstere Bezeichnung nur auf lagerartige Vorkommen, die letztere nur auf gangartige in Anwendung brächte.

Ein Beispiel mag diesen Vorschlag begründen: Die Trias

<sup>1</sup> Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879, p. 76.

der Ostalpen beherbergt Blei- und Zinkerze, welche sich an Scharungen übersetzender, steil stehender Klüfte mit gewissen, der Erzführung günstigen Kalksteinbänken (Lagern) einstellen. Sind die letzteren aufgestellt, so kommen fast saiger nieder-setzende, liegen dieselben flach (wie z. B. auf der Jauken in Ober-Kärnten), fast söhliche Erzmittel zur Ausbildung. In beiden Fällen wäre es richtiger, von Erzsäulen zu sprechen, als mit v. Groddeck die steil stehenden Erzmittel Erzsäulen, die flach liegenden Erzfülle zu nennen.

In Kallwang weist schon der Umstand, dass die Alten den Erzmitteln hauptsächlich gesenkmäßig folgten, auf steil-stehende Erzfülle hin. Hiemit stehen auch die Angaben der Grubenkarten und Werksberichte, sowie die Schilderungen von Eder, Ferch, Layer und Schröckenfux im Zusammenhange. An der Hand dieser Behelfe wollen wir im Folgenden die einzelnen Erzmittel in der Richtung von *W* nach *O* näher besprechen und hiebei mit dem westlichsten Baue Kallwangs: dem Hans Reissing-Stollen in der oberen Purk beginnen.

Nach Benedict Eder wurde der „Gang“ im „kohlschwarzen“ Schiefer auf  $22^{\circ}$  ( $42\ m$ ) dem Streichen und durch ein kurzes Gesenk dem Verfläichen nach verfolgt. Von Kiesen wäre wenig zu sehen gewesen, man habe trotzdem aus 37 Kübel erzigen Hanwerks 1 Ctr. 20  $\bar{n}$  Feinkupfer ausgebracht. Rechnet man den Kübel angenähert zu 110  $\bar{n}$ , so würde dies einem Halte von  $2.94\%$  entsprechen.

Das Erzmittel des Hans Reissing-Stollens liegt übrigens nach der Peyrer'schen Karte so weit im Hangenden der Erzzone des Oswaldi-Stollens, dass dasselbe nur auf eine parallele höhere Erzzone bezogen werden kann.

Mit dem Oswaldi-Stollen sind Tagausbisse eines Erzfalles (I) unterfahren worden, den man sodann von Oswaldi, Magdalena und Mariahilf aus verhieb. Nach der Peyrer'schen Karte, mit welcher die zum Theile allerdings recht undeutlichen Angaben Ferchs ziemlich gut übereinstimmen, ließ sich das Erzmittel nach der Fallinie nieder und erreichte auf der Sohle des tiefsten Mariahilf-Stollens die größte Mächtigkeit ( $16' = 5.06\ m$ ) und beträchtlichste Ausdehnung dem Streichen nach ( $62^{\circ} = 117.5\ m$ ).

Im Magdalena-Stollen hatte man nach Ferch durch circa 60<sup>3</sup> (114 *m*) ziemlich gesegnete Anbrüche.

1741 wurde im nordwestlichen Felde noch ein 3'' (0·08 *m*) messendes, mit Schiefer vermengtes Gelberz verhaut, im südöstlichen war das  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 *m*) mächtige Erzmittel in zwei Trümmer getheilt, von welchen das Liegende einen bleichen Kies führte, das Hangende zwar etwas „angelfig“ gewesen ist, jedoch vorwiegend nur Graukiese (Magnetkiese) beherbergte.

1742 hatte sich im nordwestlichen Felde das Erzmittel ausgeschnitten, im südöstlichen zur Unbauwürdigkeit verdrückt. Es wurden zwar noch die gelberzigen Anbrüche des Hangendtrümms untersucht, im übrigen concentrirte sich jedoch der Betrieb auf den gesenkmäßigen Verhau eines bei 3' (0·95 *m*) mächtigen Gelberzanbruches, der aus früherer Zeit bekannt war.

Mit dem Mariahilf-Stollen überfuhr man 1742 die Lagerstätte und richtet diese streichend nach *NW* und *SO* aus. Erst 1746 wurden im nordwestlichen Felde bauwürdige Erze erreicht. Dieselben standen  $1\frac{1}{2}^0$  (2·84 *m*) mächtig an; am Liegenden brach 1' (0·31 *m*) breit mit Schiefer verwachsenes Gelberz, worauf gelblicher Kies  $\frac{1}{2}^0$  (0·95 *m*) mächtig, dann nochmals Gelberz und über demselben ein 4' (1·26 *m*) breiter, ziemlich bleicher Kies folgte. 1747 wurde mit einem Hangendschlage ein  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 *m*) mächtiges quarziges Gelberz angequert; 1749 musste der Betrieb eingestellt werden, weil die „weite Verhauung nicht hinlänglich versichert werden kann“. Man wird jedoch späterhin, wie Ferch bemerkt, von einem tieferen Stollen aus den 16' mächtigen, „markasitisch und gelbkiesig, auch gelberzigen Gang“ zu verhauen bedacht sein.

Wie die Karten zeigen, ist es zu einer solchen Unterfahung nie gekommen.

Beinahe in der Ebensole des Mariahilf-Stollens befand sich am westlichen Abhange des sogenannten Tämberges der 1743 aufgeschlagene und bis 1746 betriebene Armenseelen-Stollen.

Peyrer zeichnet 38 *m* vom Mundloche einen kleinen Firstenverhau ein, mit dem wohl die „kowäldigen (Arsenkies führenden) Nieren“ ausgebaut wurden, denen Ferch in seiner Relation pro 1746 gedenkt. Es mag dieses Erzmittel die Bezeichnung II erhalten.

In den Gruben: Theresia, unterer St. Sebastiani und Barbara waren vier steil stehende Erzfälle bekannt. Wir wollen sie in der Richtung von West nach Ost III, IV, V und VI benennen.

Der 1743 aufgeschlagene Theresia-Stollen erreichte noch im gleichen Jahre in der 33 Klafter das Erzmittel III. Nach Ferch brach „kobäldiges“ (mit Arsenkies verwachsenes) Gelberz  $1\frac{1}{4}^0$  (0·47 m) mächtig ein, stellenweise fand sich gediegen Kupfer.

1745 wurde in das Erzmittel IV geschlagen. Man hatte im Liegenden einen festen dunkelgrauen Schiefer, auf welchen erst gelber Kies  $1\frac{1}{4}^0$  (0·47 m) mächtig, dann ein weißschieferiges taubes Bergmittel  $1\frac{1}{2}'$  (0·47 m) mächtig, hierauf „Kowaldt und reicher Gelbkies“ folgten. Ein zäher weißschieferiger Stein bildete das Hangende.

1746 war der Theresia-Stollen auf  $82^0$  eingetrieben, die Lagerstätte wurde von einem Aufbruche und einem Gesenke aus untersucht. In dem letzteren stand gelber Kies  $1\frac{1}{2}^0$  (0·95 m) und „gelb Kowald“ (Arsenkies führendes Gelberz)  $8''$  (0·21 m) mächtig an.

Weitere Angaben über das Verhalten dieses Erzfalles auf der Sohle des Theresia-, respective des unteren St. Sebastiani-Stollens liegen nicht vor. Peyrer gibt seine Breite auf dieser Sohle mit 121 m an.

Im tieferen Barbara-Stollen war nach Ferch die Erzzone bereits 1744 auf  $130^0$  (246 m) nach NW und SO ausgerichtet. Berücksichtigt man die Angaben der Peyrer'schen Karte, so mussten damals die Erzfälle IV, V und VI bekannt, zum Theile auch bereits verhaut gewesen sein, da nur mehr „Weilarbeiten“ auf gelberzigen Hangendmitteln umgingen.

Ferch bemerkt, dass gegen Theresia hin leicht 16 Häuer auf den bei  $1\frac{1}{2}^0$  (0·95 m) mächtigen „gelben Kiesgang“ angelegt werden könnten und gibt die Mächtigkeit der Gelberze führenden Hangendkluft (des Hangend-Erzmittels) mit  $6''$  bis  $8''$  (0·15 bis 0·21 m) an. Es stimmen diese Angaben mit jenen, welche oben von 1746 für den Erzfall IV gebracht wurden, und kann hieraus der Schluss gezogen werden, dass derselbe in ziemlich gleichmäßiger Beschaffenheit niedersetzte. Das kiesige Liegendmittel

scheint allerdings auf der Sohle des Barbara-Stollens so kupferarm gewesen zu sein, dass man es vorzog, selbes unverritz stehen zu lassen.

Nach der Peyrer'schen Karte betrug die Breite des Erzmittels IV auf der Barbara-Stollenssohle 100 *m*; hiebei ist ein kleiner Firstenverhaue westlich von dem Hauptverhaue mitgerechnet.

Über die Erzfälle V und VI gibt uns Ferch keine Auskunft. V erscheint nach der Peyrer'schen Karte in zwei Firstenverhaue aufgelöst, einen ob der Theresia- und einen ob der Barbara-Stollenssohle. VI baucht sich auf der Sohle des Theresia-Stollens blattartig bis zu 114 *m* Breite aus und setzt anscheinend nicht auf die Sohle des Barbara-Stollens nieder. Peyrer zeichnet jedoch in der Fortsetzung dieses Erzfalles ein Gesenk ein, dessen Teufe er mit 70 *m* angibt und das mit dem von Ferch und Eder als ausgetränkt erwähntem großen Gesenke des Barbara-Stollens identisch ist. Eder bemerkt, die Alten hätten dieses Gesenk auf 50<sup>0</sup> (95 *m*) unter die Barbara-Sohle niedergebracht, dann aber des Wassers wegen verlassen, man sei später den schönen und mächtigen Gelberzen nach mit einem zweiten Gesenke niedergegangen, bis ein Wasserdurchbruch erfolgte, der einen Weiterbetrieb unmöglich machte. Die Wiedergewältigung sei nur mit einer „Wasserkunst“ möglich.

1810 beabsichtigte man vom Josefi-Stollen aus das Barbara-Gesenk zu unterfahren, doch kam das Project nie zur Durchführung und später in Vergessenheit. Aus den Constructionslinien Peyrer's erhellt übrigens, dass schon früher eine solche Unterfahrung beabsichtigt war. Alle diese Umstände weisen auf ein mächtiges und reiches Erzmittel hin, welches die Alten erst vom Tag herab und später von den Stollen Sebastiani und Barbara aus verfolgten und dem sie auch unter der Barbara-Sohle so tief als möglich nachgiengen.

In den Stollen St. Rochus, sowie in den westlichen Ausrichtungsstrecken der Gruben Adalberti und Benedicti wurde der Erzfall VII aufgeschlossen. Die Begrenzungen des darauf umgegangenen, steil niedersetzenden Verhaues verlaufen nach der Peyrer'schen Karte derart, dass man nicht annehmen

kann, es liege hier nur ein von Sprüngen umgebener Theil eines größeren Erzmittels vor. Die mittlere Breite beträgt circa 30 *m*, ein großer Verhau im obersten Theile führt den Namen „Fleischbank“, welchen er wohl reichen Anbrüchen verdanken mag.

Ich vermurthe, dass sich die Angaben Ferchs über die Erzanbrüche in dem 1745 neu gewältigten Sebastiani-Gesenke auf diesen Erzfall beziehen. Danach war hier die Lagerstätte  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 *m*) mächtig, grauschieferig und gelberzig.

1747 stand das Adalberti-Feldort unter diesem Gesenke und hatte ein 8" (0·21 *m*) mächtiges derbes Gelberz am Hangenden und einen 5" bis 6" (0·13 bis 0·15 *m*) mächtigen gelben Kies im Liegenden.

1748 werden die Gelberze der „Hangendklufft“ 1' (0·31 *m*) mächtig angegeben.

Zwischen dem Erzfalle VII und dem tauben Sturze befinden sich mehrere Erzmittel VIII bis XII, deren Lage und Größe aus der Detailskizze ersichtlich sind.

Über den Erzfall VIII fehlen Dafen.

Die Begrenzung der auf dem Erzmittel IX bestandenen Verhaue verzeichnet Schweighofer in ganz gleicher Weise wie Peyrer: nach dem Jahre 1791 erfolgte daher auf diesem Erzfalle, welcher auf der Sohle des Benedicti-Stollens in Magnetkiesen 0·18 bis 0·21 *m* mächtig anstand, kein größerer Betrieb.

Auf den lagerartigen Erzfall X beziehen sich die Angaben Ferch's über die Bauverhältnisse des Benedicti-Stollens.

1738 waren die Erzanbrüche zwar schön, zogen sich aber in die Teufe, weshalb ihnen mit zwei Gesenken gefolgt werden musste. 1745 wurden von zwei zwölfklafterigen Gesenken aus der bereits auf 150<sup>0</sup> (284 *m*) ausgelängte und  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 *m*) mächtige, ziemlich schönes Gelberz führende „Gang“ verhaut. 1748 stand ein drittes Gesenk im Betriebe, mit welchem man ein  $\frac{1}{4}^0$  (0·47 *m*) breites edles Gelberz verfolgte und das 1749 auf 26<sup>0</sup> niedergebracht wurde.

Ein Werksbericht über das II. Quartal des Jahres 1810 bemerkt, dass auf den höheren Rochus- und Adalberti-Stollen die schönsten und mächtigsten Erze gewonnen worden seien. auf der Sohle des Benedicti-Stollens waren die Erze verdrückt, weil sich hier der „Gang“ aufstelle, in dem tieferen Josefi-Stollen



sei ein geringeres Verfläichen abzunehmen und daher mit größerer Teufe auch wieder eine Erzveredelung wahrscheinlich.

1859 war im Josefi-Stollen noch ein Abbau *A* im Betriebe, der 12" (0·31 *m*) mächtige „Feinerze“ führte.

Auf der Sohle des Gotthardi-Stollens betrug zwischen den Punkten *a* und *b* die Erzmächtigkeit im Durchschnitte 0·35 *m*, am ersten Sohllauf des Tiefbaues 0·31 *m* und am zweiten Sohllaufe 0·70 *m* (die kleinste 0·15 *m*, die größte 1·89 *m*). Die Erzführung bestand auf allen diesen Sohlen aus Feinerzen.

Das zwischen den Erzfüllen IX und X befindliche Bergmittel haben die Alten nicht untersucht, wohl darum, weil auf der Sohle des Benedicti-Stollens zwischen den Punkten *c* und *d* nur Magnetkiese 0·07 *m* mächtig angetroffen worden sind. Unter Schweighofer betrieb man die Josefi- und Gotthardi-Stollen fort, wobei sich ergab, dass auf den tieferen Horizonten eine Besserung der Erzführung eintrete.

Am Josefi-Stollen wurde zwischen den Punkten *e* und *f* eine mittlere Erzmächtigkeit von 0·15 *m* vorwiegend in Mittel-erzen (in Schiefer eingesprengten Kiesen), Eisen- und Magnetkiesen constatirt. Zwischen *e* und *g* betrug die mittlere Erzmächtigkeit 0·94 *m*, dann im Wetter- und Sturzschatte II 0·92 *m*. Es standen hier Eisen- und Kupferkiese an.

Am Gotthardi-Stollen ergab sich zwischen den Punkten *a* und *h* eine mittlere Erzmächtigkeit von 0·18 *m* und in dem Wetter- und Sturzschatte I von 0·34 *m*. Die Erzführung bestand hier zum Theile aus feinen Mittelerzen, zum Theile aus Feinerzen, von denen solche aus dem Wetter- und Sturzschatte I über 20% Kupfer hielten.

Nach diesen Ergebnissen der Ausrichtungsarbeiten erscheint die Folgerung als naheliegend, dass die Erzfülle IX und X unter einander zusammenhängen und nur Verminderungen der Mächtigkeit, dann das örtliche Vorwalten kupferarmer Kiese, die verschiedenen hohen Kupferpreise, sowie die Mängel der früheren Betriebsführung die eigenthümliche Abgrenzung der Verhaue auf den Erzfüllen IX und X nach *SO*, respective *NW* bedingten.

Waren die Anbrüche ober der Sohle des Adalberti-Stollens zwischen den Punkten *i* und *k* bauwürdig, so ist das auffallende Zurückbleiben der Verhaue in der Linie *i—l* eben nur dann

verständlich, wenn zwischen den Punkten  $k$  und  $i$  Erze gewonnen wurden, welche sich nicht mehr lohnten, als der Erzstreifen zwischen Benedicti- und Adalberti-Stollen bis zur Linie  $i-l$  abgebaut war.

Gleiche Umstände mögen dann auch das Zurückbleiben des Abbaues in der Linie  $fmd$ , in welcher die mittlere Erzmächtigkeit  $0\cdot15 m$  betrug, verursacht haben. Auch hier dürften Erze, welche früher auf dem nächst oberen Horizonte noch mit Vortheil gewonnen werden konnten, weil sie in der Zwischenzeit nicht mehr mühelöhnig wurden, verlassen worden sein. Für das Zurückbleiben der Verhauung auf dem Erzfalle IX in der Linie  $n-c$  mag das Gleiche gelten. Der Umstand, dass man hier den Erzen unter der Adalberti-Stollenssohle gesenkmäßig folgte, hat wohl auch schon von vorneherein dazu beigetragen, dass eben nur die besseren Mittel verhaut wurden.

Über die Anbrüche auf dem Erzmittel XI, welches von X durch ein taubes Bergmittel getrennt war, liegen, da es fraglich bleibt, welche Angaben Ferch's über die Erzanbrüche im Josefi-Stollen sich auf diesen Erzfall beziehen, nur einige Notizen Schweighofers vor; danach betrug die mittlere Erzmächtigkeit auf der Sohle des Gotthardi-Stollens  $0\cdot34 m$ .

Die Verhaue XIIa, XIIb und XIIc bewegten sich auf einem besonderen Erzfalle XII. Ein taubes Bergmittel, dessen Breite nach oben abnimmt, schiebt sich zwischen demselben und dem Erzmittel XI ein. Auch hier wurden die Baugrenzen durch Verdrückungen der Erzmächtigkeit bestimmt und es ist bemerkenswert, dass die Grenzen dieser Verdrückungen mit jenen des tauben Bergmittels angenähert parallel verlaufen.

Auf dem Erzmittel XIIa stand 1741, wie sich aus den Angaben Ferch's ergibt, ein Gesenk im Umtriebe. Im Liegenden war ein „zerstreutes Gelberz“, im Hangenden ein  $10''$  ( $0\cdot26 m$ ) mächtiger Kies zu beleuchten. 1743 wurde in einem  $\frac{3}{4}^0$  ( $1\cdot42 m$ ) mächtigen gelben Kies gegen das  $40^0$  tiefe, ausgetränkte Raimundi-Gesenk, welches sich nach der Darstellung Peyrer's gleichfalls auf diesem Erzmittel befand, aufgebrochen und war außerdem ein zweites Übersichbrechen auf einem  $\frac{1}{4}^0$  ( $0\cdot47 m$ ) mächtigen gelberzigen Mittel belegt, das im Hangenden einen  $5''$  ( $0\cdot13 m$ ) breiten, grobstreifigen, bleichen Kies führte.

1746 stellte man das Gesenk in  $11^0$  Teufe ein, weil sich das Gelberz ausgeschnitten hatte und nur ein  $5''$  ( $0.13 m$ ) schmales, weißkiesiges und marquesitisches Gefährt anstand. Von dem  $18^0$  messenden Aufbrechen gegen Raimundi aus wurde nach *SO* ein  $\frac{1}{4}^0$  ( $0.47 m$ ) mächtiges, schieferiges Gelberz und ein  $10''$  ( $0.26 m$ ) breiter Kies, gegen *NW* ein  $8''$  ( $0.21 m$ ) mächtiges Gelberz und ein  $\frac{1}{2}^0$  ( $0.95 m$ ) breiter Kies verfolgt.

Nach Schweighofer betrug die Mächtigkeit der in den Verhauen ober der Sohle des Gotthardi-Stollens noch aufstehenden Erze  $0.07$  bis  $0.28 m$ .

In dem verschobenen Gebirgstheil des Hauptsturzes gibt Peyrer ob der Sohle des Antoni-Stollens einen kleinen Firstenverhau an. Über die Ergebnisse desselben ist nichts bekannt. Der Vollständigkeit halber mag jedoch das Erzmittel, auf welchem er sich bewegte, mit XIII bezeichnet werden.

Von dem Hauptsturze nach *NW* begrenzt, verzeichnet Peyrer einen großen, nach *S* einfallenden Verhau, neben dem sich ober der Sohle des Gotthardi-Stollens ein schmaler kleinerer befindet. Wir wollen den Erzfall, auf welchem er umgieng, mit XIV benennen. Die Grenzen des Verhaues sind unregelmäßig aus- und eingebuchtet und thuen sich mit zunehmender Teufe auseinander, so dass die Breite des Erzfalles unter der Sohle des Gotthardi-Stollens am größten ist und hier  $233 m$  erreicht. Über die Erzanbrüche geben uns Fereh und die Werksberichte Aufklärung.

Im Edmundi-Stollen wurde 1739 ein  $1'$  bis  $2'$  ( $0.31$  bis  $0.63 m$ ) mächtiger, mit wenig Gelberz vermengter Kies gewonnen. 1741 waren im nordwestlichen Felde 15 Häuer auf einem  $\frac{3}{4}^0$  ( $1.42 m$ ) mächtigen Gelbkies, im südöstlichen 2 Häuer auf einem  $\frac{1}{4}^0$  ( $0.47 m$ ) breiten Kies angelegt. 1743 wird die Mächtigkeit der Anbrüche mit  $1^0$  ( $1.89 m$ ), 1744 mit  $\frac{1}{2}^0$  ( $0.95 m$ ) angegeben. 1745 hatte man  $\frac{1}{2}^0$  ( $0.95 m$ ) mächtigen Kies im Liegenden und ein  $1\frac{1}{2}'$  ( $0.47 m$ ) breites schwarz-schieferiges Gelberz im Hangenden. 1748 wurde ein  $11''$  ( $0.28 m$ ) messender Gelbkies verfolgt.

Im Antoni-Stollen hatte man 1738  $15''$  ( $0.39 m$ ) breite kiesige und  $5''$  bis  $6''$  ( $0.13$  bis  $0.15 m$ ) mächtige gelberzige Anbrüche. 1739 führte der „Hangengang“ einen  $14''$  ( $0.36 m$ ) breiten, schönen Kies, der Liegendgang ein etwas „marquesitiges“ Gelberz. 1741 waren zwei Aufbrüche belegt, das südliche zeigte

am Liegenden ein 6'' (0·15 m) breites Gelberz, am Hangenden einen 2' (0·63 m) mächtigen Kies, das nördliche gleiche, doch schmalere Anbrüche. 1743 wurde nach 180° (341 m) Auffahrung der Hauptsturz erreicht. Die „Kiesörter“ im nordwestlichen und südöstlichen Felde, welche mit 16 Häuer belegt werden könnten, standen des niederen Schwefelpreises wegen außer Betrieb. Die Mächtigkeit der Kiese wird mit  $\frac{1}{2}$ ' (0·95 m) angegeben. 1808 waren die besseren Erzmittel zwischen der Gotthardi- und Antoni-Stollensohle zum Theile verhaut und erfolgte daher die Erzgewinnung hauptsächlich unter der Sohle des Gotthardi-Stollens von vier Gesenken aus. In dem nördlichsten derselben standen die Erzbrüste mit 9'' (0·23 m) Kies und 6'' (0·15 m) Mittel erz an. In dem zweiten, weiter südlich gelegenen wurde in 2' (0·63 m) mächtigem Kies und  $\frac{1}{2}$ ' (0·15 m) mächtigem Mittel erz abgeteuft. In dem dritten Gesenk südlich vom zweiten wurde 1' (0·31 m) mächtiger Kies, in dem vierten 8'' (0·21 m) mächtiges Mittel erz abgebaut.

1814 waren die Baue unter der Stollensohle ausgetränkt und erwähnt der Werksbericht, dass Kiese 1 $\frac{1}{2}$ ' bis 2' (0·47 bis 0·63 m) mächtig verlassen worden seien.

In dem östlich vom großen Teichengraben gelegenen Frauenberg-Stollen zeichnet Peyrer ein steil niedersetzendes Erzmittel XV ein. Dasselbe wurde vom Tage aus mit einem Gesenk verfolgt, das durch den Floriani- und später durch den Frauenberg-Stollen unterteuft worden ist. Die Breite des Verhaues beträgt auf der Floriani-Stollensohle 45 m, auf der Sohle des tieferen Frauenberg-Stollens 28 m und steigt nach dem Verfläichen bis auf 53 m. 1808 gieng am Frauenberg-Stollen noch ein Firstenverhau um; 1814 wird bemerkt, dass sich nach Überbrechung einer Übersetzung 9'' (0·23 m) mächtiger Kies mit etwas Gelberz angelegt habe.

Über den Bau im kleinen Puchgraben, dem östlichsten des Revieres, geben zwei Werksberichte aus den Jahren 1808 und 1810 Aufschluss. Eine Copie der zugehörigen Skizze ist der Übersichtskarte beigeschlossen worden. Auf die Tagausbisse 7, 8 und 9 mit Quarz-, Leber- und Kupferkies wurde die Fundgrube angesteckt, in der man 1808 über 400 Ctr. Erz gewann. Man fuhr dieselbe nach puchmäßigen Erzen auf, folgte sodann einer „Übersetzung“ und erschloss bei 2 Stuferze, denen man mit

einem 2 Klafter tiefen Gesenk nachging, bis die Erze schmaler wurden, wobei die begleitenden Quarzlinzen ein geringeres Verfläichen annahmen. Man folgte hierauf der quarzigen, jedoch tauben Lagerstätte bis 4, wo dieselbe durch ein Blatt abgeschnitten wurde, durchfuhr sodann schwarzen Schiefer und erreichte bei 5 ein zweites Erzmittel, das sich in der Sohle 1' (0.31 m) mächtig erwies. Mit dem Unterbau wurde bei 11 Quarz mit Kiesspuren überbrochen und könnte derselbe, wenn das Verfläichen in den Punkten 8, 9 und 2 berücksichtigt wird, als die Fortsetzung des Kiesmittels bei 2 angesehen werden, wogegen das Verfläichen in der Sohle des Gesenkes auf 12 verweisen würde. Bei 13 verquerte man schwarzen Schiefer mit Leberkies, bei 14 eine „Graphitkluft“, worauf man in Quarz mit eingesprengten Leberkies auslängte, dann aber der leichteren Arbeit wegen wieder der Graphitkluft zuschlug, in welcher das Feldort anstand.

Hinsichtlich der räumlichen Vertheilung der Kiese tritt uns die Erscheinung entgegen, dass local ein Mineral häufiger als das andere einbrach. Manche Orte wurden, wie Ferch wiederholt bemerkt, wegen des Vorwaltens von Eisenkies bei niederen Schwefelpreisen verlassen, und aus dem Berichte Schweighofer's erhellt, dass 1847 infolge Auflassung des „Kiesgesenkes“ im Gotthardi-Stollen die auf Pyrite basierte Schwefelerzeugung zum Stillstande kam. Aus den Angaben Ferch's scheint auch zu folgen, dass sich der Kupferkies sowie der sparsam auftretende Arsenkies vornehmlich in den oberen (jüngeren), der Eisenkies dagegen hauptsächlich in den tieferen (älteren) Partien der Erzzone concentrirten. In einer Mehrzahl von Fällen führt Ferch an, dass kleinspeisiger edler Kies, Gelberz und Kowaldt dem Hangenden oder einer Hangendkluft angehören und wiederholt wurden durch Einbrüche ins Hangende solche Erze erschütet. Der Umstand, dass nach Ferch der Edmundi- und Antoni-Stollen nach dem „Hangendgange“ eingetrieben wurden, stimmt gleichfalls mit dieser Annahme, denn wenn die hangenden Partien der Erzzone relativ mehr Kupfer als die liegenden beherbergen, so war es naheliegend, auch diese aufzusuchen.

Wir werden weiter unten noch auf diese Frage zurückkommen.

Den mittleren Kupfergehalt der an die Hütte abgegebenen erzigen Gefälle nahm L a y e r zu 2·61 % an.

Für die Jahre 1850 bis 1859 ergeben sich aus den zur Dartellung von 1 Ctr. Rosettenkupfer nöthigen Erzmengen folgende Mittelgehalte:

Jahr:	Kupfergehalt der Erze:
1850 . . . . .	2·42
1851 . . . . .	2·82
1852 . . . . .	2·86
1853 . . . . .	2·75
1854 . . . . .	2·66
1855 . . . . .	2·31
1856 . . . . .	2·45
1857 . . . . .	2·60
1858 . . . . .	3·16
1859 . . . . .	2·85
sonach im Durchschnitte . 2·68	

Den wirklichen Metallgehalt wird man mit 3·20 % im Mittel ansetzen können, da die beträchtlichen Schmelzverluste, welche in vorstehenden Zahlen keine Berücksichtigung fanden, kaum weniger als 20 % betragen haben dürften. Die Erze Kallwang's besaßen demnach einen erheblich geringeren Halt, als jene der oben erwähnten und mit Kallwang in vieler Hinsicht übereinstimmenden Erzlagerstätte von Großfragant, bei welchen sich nach L. F. Hohenauer<sup>1</sup> das mittlere Schmelzausbringen auf circa 5 % und der wirkliche Durchschnittsgehalt wohl über 6 % belief.

Die Erzführung der Gänge und steil aufgestellten Lager zeigt in der Regel Verschiedenheiten, je nach Teufe. In Tamaya<sup>2</sup> folgt unter dem „eisernen Hute“ mit Kupfer-Carbonaten und Silicaten, sowie Kupferpech- und Ziegelerz, Buntkupfererz, dann Kupferkies, dem sich allmählich Eisenkies zugesellt und nach F. M. Stappff<sup>3</sup> ist es „ein offenkundiges Geheimnis der Bergwerkstreibenden der Provinz Huelva, dass der Kupfergehalt der Lagerstätten mit der Tiefe im ganzen abnimmt“.

<sup>1</sup> Kämtnerische Zeitschrift. Klagenfurt 1835, 8. Bd., p. 133.

<sup>2</sup> P. Lipken, B. u. H. Zeitg. 1877, p. 131.

<sup>3</sup> B. u. H. Zeitg. 1891, p. 55.

In Kallwang trat am Ausgehenden zum Theile gediegenes Kupfer<sup>1</sup> auf und 1744 erwähnt Ferch, dass in dem 1743 aufgeschlagenen und damals dem Streichen nach auf 50<sup>0</sup> (95 m) eingetriebenen St. Theresia-Stollen „öfters seltsam gediegene Butzen Kupfer in grauschieferigen Drusen als ein geschmolzenes Metall erhaut“ worden seien.

In kleineren Teufen fanden sich reichere Erze als in größeren; 1736 bemerkt Ferch, dass die Lagerstätte in „vorigen Zeiten“ bei geringerer Tiefe der Baue mit 12- bis 14pfündigem (12 bis 14% Cu. haltenden) Gelberz gesegnet gewesen sei, während jetzt ein Erz mit 1 bis 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub>  $\bar{a}$  Halt vorwalte, und Schröckenfux betont, dass die Erze näher am Tage „meist aus feinkörnigen, mehr derben, milden Gelberzen und weniger Schwefelkies“, in größerer Teufe aus „grobkörnigen, minder derben, mehr oder weniger mit Thonschiefer durchzogenen Gelberz und mehreren festen, grobspeisigen Schwefelkies“ bestehen.

Erst in den Fünfziger Jahren besserten sich in den jetzt ausgetränkten Tiefbauen unter der Gotthardi-Stollensohle die Anbrüche derart, dass sie Miller v. Hauenfels als „sehr schön“ bezeichnen konnte.

Ob diese Verschiedenheiten mit Niveau-Unterschieden zusammenhängen, bleibt fraglich, wahrscheinlich haben andere Umstände das geringere Verfläichen des Lagers, dann die oben erwähnte Scharung des Hangend- und Liegenderzmittels, welche erst unter der Gotthardi-Stollensohle perfect wurde, diese Veredlung bedingt.

Als taube Gangarten werden genannt: Quarz und Calcit, dann als Begleiter der feinsten Erze neben Quarz Chlorit und Hornblende. Wir werden weiter unten hierauf zurückkommen.

Wie wohl bei allen Vorkommen des Schiefergebirges, welche dem in Rede stehenden Typus angehören, galt auch hier die Regel: Quarz nimmt und bringt Erze. Wo sich ein Erzmittel zu verlauben anfängt, beginnt Quarz vorzuwalten, und bevor sich neue Erzanbrüche einstellen, tritt Quarz auf.

<sup>1</sup> Hatle, l. c., S. 5, beschreibt gediegenes Kupfer von Kallwang: „Rindenartig, dendritisch und in Form von Krustenflechten, nicht häufig auf Thonschiefer, nach Anker und im Joanneum vorhandenen Materiale auch in losen, pulverförmigen bis hirsegroßen Körnern“.

Die Gesamtausdehnung der Erzführung ist noch fraglich. Durch bergmännische Betriebe wurde dieselbe auf circa 3500 *m* dem Streichen und auf 300 *m* dem Verfläichen nach constatirt. Nach *SO* finden sich noch Erzausbisse im Magdwiesengraben bei Mautern und sollen nach Schweighofer sowohl am Baltenstein, wie auch zwischen dem Leobner und Zeiritz-Kampel, wo man stellenweise Kupferschlacken antrifft, Baue umgegangen sein.<sup>1</sup> Nach *NW* weist das Streichen des Erzzuges auf einen Zusammenhang mit dem Erzvorkommen am Lichtmessberg bei Admont hin.

## 2. Die Gesteine.

Sehr interessant sind die petrographischen Verhältnisse der Erzlagerstätte. Herr Professor Hans Hofer hatte die Güte, mir eine wertvolle, vom Bergverwalter Schweighofer herrührende Collection von Gesteinen und Erzen zur Bearbeitung zu überlassen. Dieselbe ist namentlich dadurch von besonderer Wichtigkeit, weil sie die in den einzelnen „Schürfen“ (Hangend- und Liegendschlägen) aufeinander folgenden Gesteinsarten enthält und daher einen ziemlich klaren Einblick in die eigenthümlichen Gesteinsübergänge gewährt, welche hier bestehen. Durch Aufsammlungen an Ort und Stelle, Befahrung der noch gangbaren Grubentheile und Durchsicht der alten Haldenstürze habe ich diese Collection zu vergrößern gesucht. Im Nachfolgenden werden zunächst die Ergebnisse mikroskopischer Studien an dem Gesteinmateriale besprochen und soll sodann ein Bild von der Aufeinanderfolge der Gesteine in der Erzzone gegeben werden.

Die Gesteine Kallwangs sind ihrer Structur nach, von den massig entwickelten Erzen abgesehen, insgesamt als Schiefer zu bezeichnen. Petrographisch lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden:

A. Gesteine, welche wesentlich aus Quarz, Feldspath oder Carbonaten und Biotit oder Chlorit bestehen.

B. Hornblende führende Gesteine.

C. Chloritoid führende Gesteine.

D. Erze.

<sup>1</sup> Vergl. Hatle, l. c., p. 20.



## Gruppe A.

Die Hauptmenge der untersuchten Felsarten zählt hieher. Die Gesteine besitzen eine tiefbraune bis dunkelgrüne Farbe und eine faserige bis dünnblättrige Structur.

Die wesentlichen Bestandtheile: Quarz und Feldspath, beziehungsweise Calcit einerseits, Biotit, beziehungsweise Chlorit andererseits halten sich im allgemeinen das Gleichgewicht.

Der äußeren Umgrenzung dieser Componenten fehlt jede Formentwicklung, sie sind allotrimorph im Sinne Rosenbusch's<sup>1</sup> ausgebildet.

In Schliften parallel zur Schieferung bilden die Quarz- und Feldspathkörner gewissermaßen den Untergrund, von welchem sich die übrigen, regellos über den Schliff zerstreuten Gesteinsbestandtheile abheben. In Querschliffen hat man dort, wo Quarz und Feldspath in größeren Körnern von circa 0.2 mm Durchmesser sich einstellen, Linsen vor sich, die von Biotitblättchen und Epidotstängel umkränzt werden. Nimmt die Korngröße ab, so sind an Stelle der Linsen einzelne Lagen zu unterscheiden, die abwechselnd aus Biotit, respective Chlorit und Epidot, dann aus Quarz und Feldspath bestehen.

Die irregulär umschriebenen Feldspathkörner sehen wie corrodirt aus und erweisen sich schon infolge ihrer parallelen Zwillinglamellierung als Plagioklas. Ihre polysynthetische Zwillingstreifung entspricht dem Albit-, zum Theile auch dem Karlsbader Gesetz, neben dem sich dann oft noch das Periklin-Gesetz einstellt.

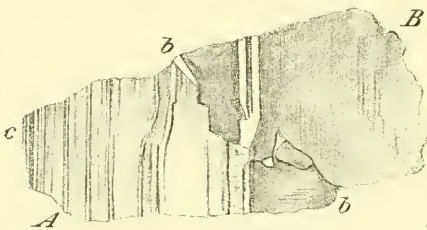
Die Feldspathindividuen erreichen nur ausnahmsweise bei 1.4 mm Länge eine Breite von 0.6 mm; ihre durchschnittliche Größe ist selbst in den faserig ausgebildeten Gesteinen nur ungefähr  $0.4 \times 0.2$  mm, und infolge dieses Umstandes hält es schwer, orientierte Spaltblättchen zu gewinnen. Erst nach vielen Versuchen wurden solche nach *P* sowie *M* erhalten und auf denselben die Auslöschungsschiefen bestimmt. Als Mittelwert mehrerer Messungen an vier Spaltblättchen nach *M* resultierte  $+19^{\circ}$ ; ein sehr gutes Spaltblättchen nach *P* ergab in drei übereinstimmenden Ablesungen  $+4^{\circ}$ . Es verweist dieses Ergebnis

<sup>1</sup> Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart, 2. Aufl., 1887, p. 11.

auf Albit. Zur Controle ist noch das Lichtbrechungsvermögen von Quarzdurchschnitten, welche an Plagioklase grenzen und mit diesen gleichzeitig dunkel werden, nach der von Becke<sup>1</sup> angegebenen Methode mit jener des Feldspaths verglichen worden.

Es wurde hiebei erhalten: Für die Parallelstellung  $\omega > \alpha'$ ,  $\varepsilon > \beta'$ , für die Kreuzstellung  $\omega > \beta'$ ,  $\varepsilon > \alpha'$ ; ein Resultat, das gleichfalls nur auf Albit bezogen werden kann.

J. Lehmann<sup>2</sup> scheint zuerst die Vermuthung ausgesprochen zu haben, dass manche Zwillingbildungen beim Feldspath analog wie beim Kalkspath erst nachträglich durch Druck hervorgerufen sein mögen. Rinne, Kühn und andere haben sich später dieser Ansicht angeschlossen. Auch in einigen der vorliegenden Gesteine, besonders schön in einem biotitreichen, gneissigen Schiefer aus dem Frauenberg-Stollen ist eine solche



Abhängigkeit zwischen dem Verlaufe der Zwillingstreifung und gewissen, auf eine seitliche Pressung hinweisenden Erscheinungen wahrzunehmen. Die nebenstehende Figur stellt ein Plagioklas-

korn dar, welches derartige Beziehungen zum Ausdrucke bringt. Ein unregelmäßiger, später ausgeheilter Bruch  $b-b$  durchzieht dasselbe. Mit einer geringen Drehung des einen Theiles  $A$  gegen den anderen  $B$  und der dadurch veränderten Lage der Auslöschungsschiefe in den beiden Bruchstücken hängt die verschiedene Beschattung optisch identer Partien zusammen. Gegen das keilförmig zulaufende Ende  $c$  des Kornes vergrößert sich die Lamellenzahl und die äußerste Partie desselben lässt analog vielen kleineren Körnern nur mehr eine feine parallele Faserung erkennen. Die Zwillinglamellierung entwickelte sich sonach am intensivsten dort, wo die Festigkeit am kleinsten war. Ähnliche Erscheinungen sowie Biegungen und Knickungen

<sup>1</sup> Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe, Bd. CII, Abth. I, Juli 1893, p. 358. und Tschermak Min. und petr. Mittheilungen. XIII, 1893, p. 385.

<sup>2</sup> Untersuchung über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. Bonn 1884, p. 196, 250.

von Zwillingslamellen lassen sich an dem erwähnten Gestein in vielen anderen Fällen beobachten.

In der Regel ist der Plagioklas reich an Einschlüssen. Außer kleinen, säulenförmigen Mikrolithen, welche hauptsächlich Epidot zu sein scheinen, finden sich, und zwar oft in sehr großer Zahl schmale Biotitlamellen, die auch in manchen, sonst frischen Durchschnitten durch ihre grüne Farbe eine beginnende Chloritisierung verrathen, öfters auch Reste von Angit und Anhäufungen opaker Körnchen.

Diese Interpunktionen sind bisweilen nach bestimmten Richtungen orientiert. In einem dünnstieferigen, aktinolitartige Hornblende führenden Gestein aus dem Frauenberg-Stollen treten einschlussreiche Plagioklase auf, welche nur nach dem Albitgesetze verzwiligt sind und die mit ihren tafelförmig entwickelten *M*-Flächen parallel der Schieferung liegen. Nach dieser geführte Schnitte ergeben Durchschnitte, in welchen zum Theile die Einschlüsse einen deutlichen Parallelismus nach zwei Richtungen zeigen, die einen Winkel von circa  $114^{\circ}$  mit einander bilden. Die Auslöschungsschiefe fällt in den stumpfen Winkel und ist gegen die nächst gelegene, am besten charakterisierte Richtung unter circa  $18^{\circ}$  geneigt. Man kann aus diesem Verhalten folgern, dass sich die Interpunktionen parallel *P* und *l* anordneten.

Der erste Liegendstein des zweiten Gotthardstollner Liegendschlages enthält auffallend frischen Plagioklas, der jedoch, theils auf Sprüngen, die parallel der Zwillingslamellierung verlaufen, theils in unregelmäßig contourierten Partien Calcit umschließt.

Eine Zunahme von Calcit auf Kosten des Plagioklases macht sich bei mehreren Gesteinen bemerkbar, welche auf der Halde dieses Stollens aufgefunden wurden, in einigen derselben ist überhaupt kein Feldspath mehr nachweisbar. Die Calcitflecke interponieren sich zum Theile zwischen den Quarzkörnern in ähnlicher Weise wie die Plagioklase, zum Theile setzen sie auch größere Anhäufungen zusammen. Die Kalkspath-Individuen derselben sind „ganz unregelmäßig und gesetzlos begrenzt, die einzelnen Körner greifen kreuz und quer in einander“. <sup>1</sup>

Außer sporadischen Epidotkörnern beherbergen die Calcite keine anderen Einschlüsse.

<sup>1</sup> J. H. L. Vogt, Salten og Ranen etc. Kristiania 1891. p. 211.

Im ersteren Liegendstein des dritten Gotthardtstollner Liegendeschlages bilden Quarz und Plagioklaskörner eine größere rundliche Ausscheidung. Die Plagioklase sind frisch und von lichtgrünen bis farblosen Glimmerlamellen durchwachsen. An einer Stelle sieht man ein Feldspathkorn, das tief in den benachbarten Quarz eindringt, dabei verliert sich die Zwillingsstreifung und tritt eine undulöse Auslöschung auf, wogegen die Glimmerlamellen erhalten bleiben und eine Schnur von Fluidaleinschlüssen aus dem Quarz weit in die undulös auslöschende Partie hineinsetzt. Mehrere benachbarte Plagioklaskörner zeigen, wenngleich minder deutlich, dieselbe Erscheinung, welche man wohl auf eine beginnende Verdrängung der Feldspaths substanz durch Quarz beziehen dürfte.

Frischer Biotit findet sich fast nur in den faserig struierten Gesteinen. Besonders gut erhalten ist er in dem schon oben erwähnten gneissigen Schiefer aus dem Frauenberg-Stollen. Mit der Präpariernadel abgetrennte Blättchen zeigen eine tiefbraune Farbe, unter gekreuzten Nicols bei einer vollen Horizontal-drehung keine merkbare Aufhellung und im convergent polarisierten Lichte ein dunkles, sich kaum merklich öffnendes Kreuz. Längsschnitte zeichnen sich durch energische Absorption aus. Ihre Farbe ist licht bräunlichgelb (ca. 6·0 Radde<sup>1</sup>), wenn die Spaltrisse senkrecht, fast schwarz, wenn sie parallel dem Hauptschnitte des Polarisators liegen.

In den meisten Gesteinen erscheint der Biotit mit Beibehaltung seiner Form chloritisiert, wobei sporadisch Rutil in dünnen, sagenitartige Verwachsungen bildenden Nadelchen zur Ausscheidung kam. Schnitte parallel der Spaltbarkeit sind dann licht- bis dunkelgrasgrün, dazu senkrechte Schnitte licht gelbgrün (ca. 10 *t* Radde), wenn die Faserung auf der Schwingungsebene des unteren Nicols lothet, grasgrün (ca. 13 *q* Radde), wenn sie mit derselben parallel steht.

Die Absorptionsunterschiede sind bedeutend geringer als beim frischen Biotit, jedoch immerhin noch so erheblich, dass man geneigt wäre, das Mineral als grünen Magnesiaglimmer zu diagnostizieren. Dagegen spricht indes schon das mikrochemische Verhalten isolierter Blättchen und noch mehr die chemische Analyse. Durch wiederholtes Trennen mit Thoulet-

<sup>1</sup> Raddes Internationale Farbenseala.

Goldschmied'scher Lösung ließ sich aus einem Gestein, das der Halde des Gotthardi-Stollens entstammt und in dem frischer Biotit nicht mehr nachweisbar war, eine größere Menge des grünen Minerals isolieren. Die vom Herrn Dr. J. Unterweiser durchgeführte Analyse desselben, bei welcher die Bestimmung des Eisenoxyduls nach der von Doelter angegebenen Methode erfolgte, ergab:

<i>Si</i>	<i>O</i> <sub>2</sub>	. . . . .	31.782
<i>Fe</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>3</sub>	. . . . .	4.075
<i>Fe</i>	<i>O</i>	. . . . .	17.751
<i>Al</i> <sub>2</sub>	<i>O</i> <sub>3</sub>	. . . . .	27.534
<i>Mn</i>	<i>O</i>	. . . . .	2.764
<i>Ca</i>	<i>O</i>	. . . . .	1.735
<i>Mg</i>	<i>O</i>	. . . . .	5.855
<i>H</i> <sub>2</sub>	<i>O</i>	. . . . .	8.545
			100.041

Danach liegt hier entschieden kein frischer, sondern ein umgewandelter Biotit<sup>1</sup> (Vermiculit) vor.

Bekanntlich betrachtet Rosenbusch<sup>2</sup> die sogenannten Amphibolite und grünen Schiefer im Cambrium und höheren Abtheilungen der paläozoischen Schichtenreihe als „Dynamometamorphose Diabasfacies“. Es fehlte genügendes Material, um den Zusammenhang der Gesteine Kallwangs mit typischen Diabasen außer Zweifel zu stellen, wohl aber konnten in fast allen Gliedern der vorliegenden Gruppe mehr oder minder gut erhaltene Reste eines monoklinen Pyroxens nachgewiesen werden.

Der Augit bildet keine krystallographisch umschriebenen Individuen, sondern tritt ausschließlich in irregulär umgrenzten, ausgezackten und wie angefressen erscheinenden Partien auf. Wo die Pyroxensubstanz noch besser erhalten ist, zeigt dieselbe eine lichtröthliche Farbe (32 t Radde), scharfe parallele Spaltrisse, welche der prismatischen Spaltbarkeit entsprechen, und unregelmäßige, gegen erstere unter einem fast rechten Winkel geneigte Querrisse. Die Doppelbrechung ist positiv und stark, die Anlöschungsrichtung bildet in Schnitten parallel

<sup>1</sup> Tschermak, Die Chloritgruppe. Wien 1891, II. Theil, p. 64.

<sup>2</sup> Mikroskopische Pysiographie der massigen Gesteine, 2. Auflage. Stuttgart 1887, p. 224.

∞P∞ mit den prismatischen Spaltrissen einen Winkel von circa 34°: die Polarisationsfarben sind zwar lebhaft, jedoch bedeutend weniger grell als jene des Epidots; ein Pleochroismus ist nicht wahrzunehmen.

Frische Augite sind im allgemeinen selten; die besterhaltenen führt der dritte Liegendstein des zweiten Schurfes im Gotthardi-Stollen, welche auch bezüglich der vorstehenden Charakteristik maßgebend gewesen sind. Die Hauptmasse des Pyroxens ist zersetzt. Eine am Rande beginnende Körnelung leitet die Zersetzung ein, die immer tiefere Lagen des Minerals ergreift, um mit der Ausbildung schmutzig brauner, meist nur theilweise oder schwach pellucider Massen zu enden. Die randlichen und durchsichtigeren Partien solcher Umwandlungsproducte lassen Anhäufungen von Epidotkörnern erkennen, zwischen welchen oft einzelne opake Erzpartikelchen wahrnehmbar sind. Gut ausgesprochene Zwischenstadien der Zersetzung wurden nur in einem Gestein beobachtet, das der Halde des Gotthardi-Stollens entstammt. Man sieht hier größere, ganz irregulär umschriebene Flecke; eine recht scharf umgrenzte centrale, aus ziemlich frischem Augit bestehende Partie löscht einheitlich aus, während der dieselbe umgebende dunkle Hof kleinfleckig polarisiert. Gegen den Rand hin ist eine immer deutlicher werdende Körnelung wahrnehmbar und ein Paar säulenförmige Epidotindividuen ragen aus dem Haufwerk in die umgebende Quarzmasse hinein.

Sehr vereinzelt ist bei manchen Augiten ein Zerfall zu erkennen, welcher nach den prismatischen Spaltrissen erfolgt und der ein Vorläufer der Körnelung zu sein scheint. Die Individuen zertheilen sich in schmale Streifen und der Umstand, dass letztere stets Brüche und Knickungen wahrnehmen lassen, weist darauf hin, dass eine einseitig wirkende Druckkraft die Ursache dieser Erscheinung war.

Auch die schwach pelluciden Umwandlungsproducte des Augits unterliegen einer noch weiteren Veränderung. In manchen Schliffen finden sich Anhäufungen kleiner, oft von Rutilnadelchen begleiteter Epidotkörner, welche zwar durch ihren Habitus ganz an die aus Pyroxen hervorgegangenen Producte erinnern, jedoch bedeutend größere Pellucidität besitzen und wohl als das Schlussstadium der Epidotisierung angesprochen werden können.

Ein sehr allgemein verbreitetes Mineral ist der Epidot. Derselbe bildet theils säulenförmige Individuen, theils Körner.

Besonders große Säulchen sind recht selten: eines der größten maß  $0.233 \text{ mm}$  in der Länge und  $0.046 \text{ mm}$  in der Breite, was ungefähr dem Fünffachen der durchschnittlichen Größe entsprechen dürfte. Die Epidotsäulchen zeichnen sich durch häufige Querrisse senkrecht zur Längsachse aus und lassen in der Regel keine Zuspitzung erkennen. Zerbrechungen in einzelne, gegen einander oft verdrehte Bruchstücke kommen häufig vor. Modellscharf entwickelte Kryställchen wurden nur in einem Gestein, welches der Halde des Josef-Stollens entstammt, als Einschlüsse in größeren interpunktionsarmen Quarzflecken beobachtet. Neben kleinen, durch das Vorwalten von  $T$  säulenförmigen, terminal durch  $n$  abgeschlossenen Individuen konnten auch sechseckige, von  $T$ ,  $M$  und  $r$  begrenzte aufgefunden werden. Einige der letzteren ließen noch  $z$  sowie Andeutungen mehrerer Hemipyramiden wahrnehmen.

Die Epidotkörner, welche oft opake Punkte und Nadelchen umschließen, dürften ihr Dasein hauptsächlich zersetztem Augit verdanken. Ihre durchschnittliche Größe wird mit  $0.005 \text{ mm}$  angenommen werden können.

v. Foullon<sup>1</sup> hat die „enorme Verbreitung“ farblosen Epidots in den von ihm untersuchten alpinen Gesteinen dargehan. Auch die in Rede stehenden Schiefer können hiefür als Belege dienen. Neben lichtgelblich gefärbtem Epidot tritt auch hier ganz farbloser auf. Viele säulenförmige Individuen und Körner zeigen oft nur dort eine schwache Färbung, wo sich im Schlicke mehrere über einander drängen, und die meisten Epidotkörner sind vollkommen ungefärbt. Von dem begleitenden Augit ist indes auch dieser farblose Epidot, insoferne es sich um größere Individuen handelt, recht gut zu unterscheiden. Schon die wie angefressen erscheinenden Contouren des Augits, dessen schwach röthliche Farbe und gut charakterisierte Spaltbarkeit geben ein Mittel zur Differenzierung; endlich zeigen auch die frischesten Augite nicht die grellen Polarisationsfarben des Epidots. Mühsam gestaltet sich die Trennung beider Minerale

<sup>1</sup> Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1885, 35. Bd., p. 87.

jedoch dann, wenn sie in kleineren Individuen neben einander vorkommen und in diesem Falle ist es oft schwierig, sich vor Verwechslungen zu schützen.

Turmalin, der in den Chloritoid führenden Schiefen eine wichtige Rolle spielt, findet sich nur sehr sporadisch in den Gesteinen unserer Gruppe und auch da nur, wie wir weiter unten sehen werden, in den Grenzgliedern derselben. Auch Graphit, der färbende Bestandtheil der Chloritoid führenden Schiefer, kommt nur untergeordnet in Verbindung mit größeren Anhäufungen von Epidotkörnern vor.

Ein ziemlich constanter Gemengtheil ist Magnetkies, der kleine, irregulär umschriebene, meist nach der Schieferung gestreckte Partien formirt.

Titanit, welcher so regelmäßig die Erze begleitet, ließ sich mit Sicherheit nur in jenen Gesteinen nachweisen, welche bereits den Übergang zu den Gliedern der Gruppe D vermitteln.

#### Gruppe B.

Die Gesteine, welche Hornblende als wesentlichen Gemengtheil enthalten, gehören insgesamt der Erzzone an.

Auf der Halde des Gotthardi-Stollens wurde ein Schiefer aufgefunden, welcher als Typus einer besonders charakteristischen Ausbildungsweise betrachtet werden kann.

Das schmutzig lichtgrün gefärbte Gestein setzt sich aus dünnen, krummschaligen Lagen zusammen, welche unter der Loupe ein Geflecht dünner Nadelchen und Stengelchen erkennen lassen. Mit dem Finger kann man leicht ein weißes, glänzendes Pulver abreiben, das aus kleinen Fragmenten solcher Nadelchen besteht.

Unter dem Mikroskope sieht man neben kleinen Calcit-Flecken dicht gedrängt Tremolit-Stengel, welche zum Theile über ein undeutliches Mosaik verwaschener Quarz-Körner ausgebreitet sind, zum Theile von einer serpentinartigen Substanz begleitet werden.

Die farblosen, quergegliederten Tremolit-Stengel liegen bald wirr durcheinander, bald setzen sie Bündel zusammen, welche sich gegen einander parallel zu stellen suchen. Die mittlere Breite dieser Stengel beträgt circa 0.02 mm, ihre größte



Breite ungefähr das dreifache. Das Relief ist markant, die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft. Spaltblättchen, welche dem Gesteinspulver entnommen wurden, ergaben als Mittel von 15 Messungen für die Auslöschungsschiefe auf  $\infty P (110) 15.8^\circ$ , womit der an dem besten, ebenflächigen Spaltblättchen beobachtete Wert von  $16^\circ$  gut übereinstimmt.

Durch Behandeln des Gesteinspulvers mit verdünnter Salzsäure und wiederholtes Trennen mit Thoulet-Goldschmied'scher Lösung ließ sich eine größere Menge des Mineralen isolieren. Eine Analyse desselben führte zu folgendem Resultat:

<i>Si</i>	<i>O</i> <sub>2</sub>	. . . . .	51.246
<i>Fe</i>	<i>O</i>	. . . . .	4.449
<i>Mn</i>	<i>O</i>	. . . . .	1.605
<i>Ca</i>	<i>O</i>	. . . . .	13.354
<i>Mg</i>	<i>O</i>	. . . . .	24.985
<i>K</i> <sub>2</sub>	<i>O</i>	. . . . .	1.754
<i>H</i> <sub>2</sub>	<i>O</i>	. . . . .	2.586
			99.979

Das spezifische Gewicht wurde mit der Mohr-Westphal'schen Wage bei  $21^\circ C$  zu 2.952 bestimmt.

Die Calcit-Flecke umschließen Termolitinadeln, andererseits erfüllt Calcit auch schmale, untereinander parallele Trümmer, welche die Tremolit-Bündel unter rechten Winkeln kreuzen.

Derartige Calcit-Trümmer zeigen oft eine mehrfache Wiederholung, so dass dann ein Tremolit-Bündel in einzelne schmale Bänder aufgelöst erscheint. Parallel einem Systeme solcher Calcit-Trümmer war in einem Tremolit-Bündel eine eigenthümliche Streifung zu bemerken. Bei starker Vergrößerung ließen sich Querbrüche erkennen, welche außerhalb des Bündels in dem benachbarten Quarz als Reihen von Fluidaleinschlüssen hineinreichen, deren Deutlichkeit mit wachsender Entfernung von dem Tremolit-Bündel immer mehr abnimmt. Die Calcit-Trümmer keilen sich allmählich aus, wobei an Stelle des Kalkes Quarz tritt, der schließlich in den Quarz des Cements übergeht.

Die serpentinartige Substanz<sup>1</sup> besteht aus zarten, gewellten, deutlich doppelbrechenden, gerade auslöschenden Fäserchen, die

<sup>1</sup> Einen Serpentin von St. Lorenzen bei Trieben im Paltenthal hat Ed. Döll beschrieben. (Verhandlungen d. k. k. geolog. R.-A. 1892, p. 355.)

in größeren Anhäufungen eine schmutzig ölgrüne Farbe besitzen und durch ihren ganzen Habitus an Antigorit erinnern. Sowie der Quarz setzt auch der Serpentin einzelne Gesteinspartien zusammen, welche von Termolitnadeln durchspickt sind; während jedoch im ersteren Falle beide Minerale ganz unvermittelt neben einander auftreten, zeigen sich hier deutliche Übergänge. Das markante Relief des Tremolits verschwindet, die Contouren erscheinen wie verwaschen, die feinen Querbrüche des Amphibols erweitern sich und verlieren dabei ihre scharfen Ecken, die grellen Polarisationsfarben aber gehen allmählich in die matten des Serpentins über. Eine bestimmte Orientierung der zarten Serpentin-Fasern ist dabei in den umgewandelten Termolit-Stengeln nicht wahrzunehmen, sie zeigen auch hier die gleiche Neigung zur Bildung fächerförmiger Aggregate, welche sie überhaupt auszeichnet, so dass infolge dessen die serpentinierten Amphibolindividuen unter gekreuzte Nicols ganz den gleichen Wechsel von lichten und dunklen verschwommenen Flecken wahrnehmen lassen, wie die Serpentinpartien selbst.

Ziemlich reich ist das Gestein an Körnchen und Nadelchen von Rutil. Titanitkörner kommen vereinzelt vor. Ein kleiner Gehalt von Kupferkies verräth sich schon durch die sparsamen Malachitbeschlüge des Handstückes.

Häufiger als diese Gesteinsvarietät tritt ein dunkelgrüner Hornblendeschiefer auf, welchen die Alten infolge seiner bei Lampenlicht blauen Farbe als „Blauschiefer“ bezeichneten. Es wird derselbe weiter unten, bei Besprechung der Erze, behandelt werden.

Eines Bindegliedes zwischen den Gruppen A und B wurde bereits gedacht: es ist dies das dünnschieferige, Amphibol führende Gestein aus dem Frauenberg-Stollen, dessen Plagioklase oben besprochen worden sind. Die aktinolitartige Hornblende bildet schmale, quergegliederte Stengel, die zum Theile von Epidotkörnern durchwachsen sind. Ausgelesene Spaltstücke zeigen auf  $\infty P$  (110) eine Auslöschungsschiefe von  $15^{\circ}$ . Die Axenfarben sind:

a	licht grasgrün . . . . .	15 r	Radde
b	grasgrün . . . . .	14 e	„
c	blaugrün . . . . .	16 e	..

Die Absorption ist  $c > b > a$ , so dass Auslöschungsschiefe und Absorption mit den Beobachtungen Becke's<sup>1</sup> über das Verhalten der grünen Hornblenden übereinstimmen.

Der Glimmer ist in Blättchen parallel der Spaltbarkeit lichtgrün und scheinbar isotrop, in Längsschnitten grasgrün (ca. 15° Radde), wenn seine Spaltrisse parallel, licht gelbgrün (ca. 90° Radde), wenn sie senkrecht zu dem Hauptschnitte des Polarisators liegen. Die Absorption ist nicht sehr beträchtlich, ein Umstand, der wohl auf eine schon weit vorgeschrittene Umwandlung zu beziehen ist.

Eine Umsetzung von Biotit in Amphibol wurde von M. Schuster<sup>2</sup> an einem grobkörnigen, plagioklasreichen Biotitgranit von Mariposa beobachtet. Eine ähnliche Umsetzung scheint auch hier vorzuliegen. Man begegnet zahlreichen Hornblendestengeln, welche aus den chloritisierten Biotitblättchen herauszuwachsen scheinen. Werden solche in Schnitten parallel zur Schieferung auf das sie besonders charakterisierende Blaugrün eingestellt, so sollte sich diese Farbe gegen das Lichtgrün des benachbarten Chlorits ebenso scharf abgrenzen, wie dies z. B. zwischen dem Gelb des Epidots und dem Braun des Biotits der Fall ist. Anstatt dessen bemerkt man jedoch, dass beide Farben ineinander übergehen, so dass eine scharfe Grenze zwischen den verschiedenfärbigen Feldern nicht gezogen werden kann. In Schnitten senkrecht zur Schieferung lagern sich die Hornblende-Individuen zwischen den chloritisierten Biotitblättchen ein und zeigen wie diese das Bestreben nach einer identen optischen Orientierung. Da die Flächenfarben beider Minerale einander sehr nahe stehen und die Querabsonderung des Amphibols meist nur sehr schwach ist, kann man die Hornblende leicht übersehen.

Das Gestein ist reich an stark zersetzten Augitkörnern, die auch als Einschlüsse im Plagioklas auftreten, dann an Säulchen und Körnchen von Epidot. Rutil in kleinen, licht röthlich gefärbten Säulchen oder in dünnen opaken Nadelchen wurde mehrmals, Turmalin in langen, schmalen Säulchen vereinzelt beobachtet; auch als Interpunctionen im Feldspath ließen sich beide Minerale auffinden.

<sup>1</sup> Tschermak, Min. u. petr. Mittheilungen, IV., 1881, p. 235.

<sup>2</sup> N. J. Beil, Bd. V, 1887, p. 465.

Zur Gruppe B zählt auch der grüne Schiefer, dessen wir bei Besprechung des Gebirgsprofils durch die Höll gedachten und welcher eine geringmächtige Bank oberhalb der Ruinen des alten Kupferhüttenwerkes bildet.

### Gruppe C.

Die Glieder dieser Gruppe sind makroskopisch als Quarzphyllite, beziehungsweise als graphitische oder chloritische Quarzphyllite anzusprechen: dieselben besitzen zumeist eine gut entwickelte Parallelstructur, eine perlgraue bis schwarze, zum Theile auch lauchgrüne Farbe und lassen an der Oberfläche in der Regel eine parallele Fältelung wahrnehmen, die bald so schwach ist, dass sie im Querbruche nicht zum Ausdrucke kommt, bald aber sich so kräftig entwickelt, dass an Stelle der geradlinig verlaufenden Schieferlagen im Querbruche wellig hin- und hergebogene wahrnehmbar sind.

Mit freiem Auge, besser noch mit Hilfe der Loupe erkennt man, dass diese Schieferlagen von schmalen Quarzlinzen gebildet werden, zwischen welchen sich dünne Lagen einer glimmerigen Substanz interponieren. Kalkspath und Kiese betheiligen sich hie und da am Aufbaue der Quarzlinzen, welche stellenweise größere Stärke erreichen und dann durch ihre milchweiße Farbe hervortreten.

In manchen Varietäten nähert sich die Parallelstructur dadurch einer körnigen, dass im Querbruche einzelne rundliche Körner erscheinen und damit die Schieferung an Deutlichkeit verliert.

Gesteine mit gut entwickelter Parallelstructur zeigen einen lebhaften, fast metallischen, solche, deren Structur sich der körnigen nähert, einen mehr seidenartigen Glanz.

Nach dem mikroskopischen Befunde bestehen die Gesteine dieser Gruppe der Hauptsache nach aus Quarz und einem farblosen bis schwach grünlichen, glimmerähnlichen Minerale, mit welchem noch chloritische Substanzen, sowie ausgebleichter Biotit verbunden sind. Ziemlich constant treten außerdem Turmalin, Epidot und Augit, seltener Plagioklas und Calcit auf; eine mehr untergeordnete Rolle spielen Amphibol, Zirkon, Titanit und Rutil. Als färbender Gemengtheil erscheint Kohlen-

stoff, der hier ebenso wie in den untercarbonischen Graphit-schiefern Obersteier's als Graphit<sup>1</sup> vertreten sein dürfte. Von Erzen ist nur Magnetkies vorhanden.

Die schieferige Structur der Gesteine tritt auch in Querschliffen, welche sich allerdings nur aus einzelnen Varietäten darstellen ließen, deutlich zutage.

Die glimmerigen Minerale bilden dünne Lagen, zwischen denen sich schmale Quarzstreifen interponieren, die dann selbst wieder Glimmerblättchen umschließen, welche sich zum Theile den glimmerigen Lagen parallel stellen, zum Theile aber gegen einander neigen, so dass hiedurch die Quarzstreifen in lange, spitz verlaufende Linsen zertheilt werden.

Das glimmerähnliche Mineral besitzt eine ausgezeichnete basale Spaltbarkeit. Isolierte Blättchen desselben zeigen in bei weitem den meisten Fällen eine ganz irreguläre Begrenzung; man bemerkt, dass sich dieselben aus zarten, über einander lagernden Schuppen aufbauen, von denen jede verschieden contourniert ist. Infolge dessen sieht man auf der Oberfläche des Blättchens gekrümmte, mehr oder minder scharf entwickelte Linien. Unter gekreuzten Nicols lassen die Blättchen bei einer vollen Horizontalrotation viermalige Aufhellung erkennen. Untersuchungen mit der Condensorlinse führten infolge der geringen Dicke der Blättchen zu keinem Resultate. In Querschnitten tritt Dunkelheit ein, wenn die Spaltrisse mit einem Nicolhauptsnitte zusammenfallen. Die Interferenzfarben solcher Querschnitte sind lebhaft, wenn auch bei weitem nicht so grell wie jene des Muscovits und gehören der II. und III. Ordnung an. Das Lichtbrechungsvermögen im Vergleich zu Quarz kommt fast jenem des Epidots gleich. Versuche, das Mineral durch wiederholtes Eintragen des staubfreien Gesteinspulvers in Thoulet-Goldschmidt'sche Lösung von 3·165 sp. Gewicht zu isolieren, führten zu keinem befriedigenden Resultat; das erhaltene Material bestand zwar vorwiegend aus dem glimmerähnlichen Minerale, erwies sich aber unter dem Mikroskope doch noch als so unrein, dass von einer Analyse desselben Umgang genommen wurde. Nach v. Foullon färbt sich der

<sup>1</sup> Vergl. C. v. John, Verhandl. d. k. k. geolog. R.-A., 1892, p. 413.

Chloritoid beim Glühen braun und diese charakteristische Erscheinung konnte auch an dem Pulver, welches bei diesen Isolierungsversuchen gewonnen wurde, wahrgenommen werden. Glüht man dasselbe vor dem Löthrohre in einem Platinschälchen, so findet eine immer intensiver werdende und allmählich tiefer greifende Bräunung statt; präpariert man dann die braun gewordenen Körner in Canadabalsam, so lässt sich unter dem Mikroskope erkennen, dass diese Bräunung mit dem Auftreten eines röthlichbraunen Oxydats zusammenhängt, welches sich von den Rissen und Interpunctionen der Glimmerblättchen aus gegen das Innere derselben vorschiebt. Bemerkenswert ist, dass nicht alle Glimmerblättchen sich braun färben und dass öfters in einem und demselben Korn neben gefärbten auch farblose Lamellen wahrnehmbar sind. Da mikrochemisch allenthalben Kali nachgewiesen werden konnte, dürfte diese Erscheinung darauf zu beziehen sein, dass neben dem sich beim Glühen braunfärbenden Chloritoid noch ein farbloses Glimmer-Mineral<sup>1</sup> vorhanden ist.

Die chloritischen Substanzen sind wohl der Hauptsache nach chloritisirter Biotit. In manchen Gesteinsvarietäten begegnen wir denselben in ganz gleicher Ausbildung wie in den Gliedern der Gruppe A, in anderen herrscht ein Mineral vor, das in basalen Durchschnitten licht gelbgrün (12 *s* Radde) gefärbt ist und sich unter gekreuzten Nicols durch tiefblaue Polarisationsfarben (20 *g* Radde) in den Zwischenstellungen auszeichnet. Querschnitte sind fast farblos bis grasgrün (14 *p* Radde).

Ein fast constanter Bestandtheil ist Turmalin, der theils in farblosen, theils in schwach röthlich gefärbten Kryställchen, die oft deutlich hemimorph entwickelt sind, auftritt. Neben frischen Turmalinen finden sich beinahe allenthalben solche, welche eine tiefer greifende Umänderung erlitten haben. Die das Mineral charakterisierende kräftige Absorption ist stark abgeschwächt, das Relief verliert an Schärfe, Anhäufungen opaker Punkte setzen die Pellucidität herab und in der Nähe graphitischer Ausscheidungen erscheinen diese Turmalinreste selbst von Kohlenstofftheilchen überladen und undurchsichtig.

<sup>1</sup> Vergl. v. Foullon, Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1883, 33. Bd., p. 230.

Außer größeren zweifellosen Turmalinindividuen kommen oft recht massenhaft kleine Kryställchen vor, welche man anfänglich insgesamt für Zirkon anzusprechen geneigt wäre: ein Theil davon erweist sich bei eingehenderem Studium gleichfalls als Turmalin, ein anderer Theil ist indes wohl Zirkon.

Der Epidot tritt hauptsächlich in Körnern, seltener in kleinen Säulchen auf. Augitreste, die von Epidotkörnern überwuchert und häufig von farblosen bis tiefroth gefärbten Rudelnadelchen begleitet werden, sind recht verbreitet.

Der Plagioklas bildet kleine Körner, deren durchschnittliche Größe jene der Quarzkörner etwas übertrifft. Eine Zwillingstreifung ist selten wahrzunehmen und dieser Umstand, sowie eine mit den Quarzkörnern fast übereinstimmende Contourierung erschwert die Trennung von Quarz und Feldspath. Als Einschlüsse finden sich winzige Epidotkörnchen, ab und zu auch Einmengungen graphitischer Substanz.

Der Calcit setzt kleine Flecke zusammen, welche oft Epidotkörner umschließen. Amphibol als Tremolit oder als grüne aktinolitartige Hornblende wurde nur in einzelnen Fällen beobachtet.

Der Graphit erscheint theils in der Form kleiner Pünktchen und Knöllehen durch den Quarz zerstreut, theils concentrirt er sich in einzelnen Gesteinscomponenten, namentlich den Epidotkörnern und Turmalinsäulchen oder er umhüllt die Augitreste.

Magnetkies ist ziemlich häufig; er bildet compacte Partien, welche sich nach der Schieferung in die Länge ziehen oder kleine Körner, die sich zu irregulären Häufchen zusammendrängen und welche hie und da von kleinen Titanitkörnern begleitet werden. Der Pyrrhotin scheint erst nach der Verfestigung des Turmalins abgelagert worden zu sein, da er in einzelnen Fällen Turmalinsäulchen umgibt oder Bruchstücke solcher Säulchen verkittet.

#### Gruppe D.

Der Petrograph begreift unter Erz etwas anderes als der Bergmann. Während der erstere gewisse Minerale mit diesem Namen bezeichnet, fasst der letztere hierunter solche Gesteine (Mineralgemenge) zusammen, welche infolge ihres Metallgehaltes benützlich sind.

Die Erze Kallwang's, d. s. die erzführenden Gesteine, welche hier Gegenstand des Bergbaubetriebes waren, enthalten Kiese. Pyrit herrscht unter denselben vor, Magnetkies und Kupferkies sind fast in gleicher Häufigkeit vertreten, sehr untergeordnet stellt sich Arsenkies ein.

Die Kiese sind undurchsichtig; im durchfallenden Lichte ist es daher nicht möglich, dieselben von einander zu trennen, verhältnismäßig leicht gelingt dies jedoch durch Verwendung von auffallendem Lichte.<sup>1</sup>

Am härtesten von den genannten Kiesen ist bekanntlich der Eisenkies. Die Oberfläche seiner Durchschnitte charakterisiert sich daher in Dünnschliffen durch ihre feinkörnige Beschaffenheit, wogegen die Durchschnitte der minder harten übrigen Kiese mehr grobkörnig struiert erscheinen. Beim Schleifen ist eben der härtere Eisenkies am wenigsten, Arsen-, Kupfer- und Magnetkies ihrer abnehmenden Härte nach viel stärker afficiert worden.

Der Pyrit ist lichtgelb gefärbt, seine Farbe entspricht nach Radde's Scala ungefähr dem Tone 7 t, wogegen Kupferkies einen deutlich grünen Stich circa 9 r besitzt und Magnetkies durch seine braune Farbe dem Tone 7 g nahe kommt, endlich Arsenkies durch ein eigenthümliches Silberweiß sich auszeichnet. Eisenkies, der allseits von Quarz umwachsen wird, ist meist gut auskrystallisiert; er bildet Würfel bis zu 4 mm Seitenlänge, welche zwar in der Regel die charakteristische Streifung ihrer Flächen wahrnehmen lassen, jedoch fast stets mehr oder minder stark abgerundete Ecken und Kanten besitzen. Kupferkies zeigt in demselben Falle meist sehr kleine verzerrte Individuen. Größere glatte, dann aber lebhaft spiegelnde Flächen sind seltener als gestreifte oder solche, welche durch ihre Reflexe eine rauhe Oberfläche verrathen. Recht häufig konnten die das Mineral charakterisierenden bunten An-

<sup>1</sup> Ich benützte mit besonderem Vortheile eine Beleuchtungslinse von kurzer Brennweite, deren Focus in den Fußpunkt der optischen Achse des Instruments zu liegen kam; noch bessere Resultate müssten allerdings Beleuchtungsapparate geben, wie sie beim Studium des Kleingefüges der Metalle verwendet werden. Vergl. A. Martens, Die mikroskopische Untersuchung der Metalle, Glaser's Annalen, Bd. XXX, 1892, p. 201.



lauffarben wahrgenommen werden. Bei Magnetkies wurden gut ausgebildete krystallographische Umgrenzungen am seltensten beobachtet. Ziemlich vereinzelt fanden sich prächtig entwickelte hexagonale Täfelchen, welche der Combination  $oP \infty P.P$  entsprechen dürften. Die flachmuscheligen Begrenzungsflächen des Pyrrhotins sind oft durch einen tombakbraunen Schimmer ausgezeichnet.

In Quarz eingewachsener Arsenkies zeigt eine prismatische Entwicklung und die charakteristische Streifung des Brachydomas.

Die eigenthümliche Erscheinung, dass bei Vergesellschaftung von Kupfer- und Eisenkies in der Regel Kupferkies den Eisenkies umschließt, respective später als dieser zum Absatz kam, hat schon vor langer Zeit das Interesse der Geognosten in Anspruch genommen. Leonhardt<sup>1</sup> führt bereits von Fahlun Eisenkieskrystalle auf, welche in Kupferkies eingewachsen sind, und Breithaupt<sup>2</sup> erwähnt bei Besprechung der porphirartigen Bildungen das häufige Vorkommen von Eisenkies in Kupferkies. „Einigemale lässt sich diese paragenetische Erscheinung sogar in der Art mit Raumüberschuss beobachten, so dass der Eisenkies ganz locker im Kupferkiese liegt.“ Neuerlich hat auch Stelzner<sup>3</sup> in seiner Schilderung der Sulitjelma-Gruben darauf hingewiesen, dass hier „sich der Schwefelkies in seiner heutigen Ausbildungsweise vor dem Kupferkiese entwickelt hat“, und J. H. L. Vogt<sup>4</sup> hat dargethan, dass in den Lagerstätten von Nickel-Sulfiderzen Krystalle von Schwefelkies und von Titaneisen oft mit gut isomorpher Contour in dem Magnetkiese und in dem Kupferkiese eingewachsen vorkommen.

Auch die Erze von Kallwang lassen diese Altersverschiedenheit erkennen; man hat es jedoch hier nicht mit älterem Eisenkies und jüngerem Kupferkies allein, sondern mit mehreren Kiesgenerationen zu thun.

Betrachten wir zunächst das älteste unserer Sulfurete,

<sup>1</sup> Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg 1826, p. 660.

<sup>2</sup> Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849, p. 28.

<sup>3</sup> l. c., p. 24.

<sup>4</sup> Krahnann. Zeitschrift für praktische Geologie. Jahrg. 1893, p. 128.

den Eisenkies. Derselbe zeigt Eigenthümlichkeiten, welche als verschieden vorgeschrittene Stadien seiner Auflösung bezeichnet werden können. Die frischesten Durchschnitte sind quadratisch mit abgerundeten Ecken. Sie charakterisieren sich durch ihre feinkörnige Oberfläche, das Fehlen von Sprüngen und Rissen, und werden in der Regel allseits von jüngeren Kiesen umwachsen. Andere Durchschnitte besitzen eine mehr grobkörnige Oberfläche, infolge dessen einen schwächeren Glanz, dann zahlreiche Risse und Sprünge, welche sie in größere oder kleinere Partikelchen auflösen, die gewöhnlich noch an hexaedrische Theilungsgestalten erinnern. Auf diesen Rissen haben sich dann jüngere Kiese angesiedelt, welche wie eine Haut den Eisenkies umgeben. Wieder andere Pyritdurchschnitte sind ganz zu einzelnen Partikelchen zerborsten und so innig mit jüngeren Kiesen verwachsen, dass man eine einheitliche Masse, welche je nach dem Vorherrschen des einen oder des anderen Kieses verschieden gefärbt ist (Gelbkies, Feinerz), vor sich zu haben glaubt.

Der Magnetkies tritt, wenngleich seltener als der Eisenkies, in größeren homogenen Durchschnitten auf, welche durch ihre unvollkommene sechseckige Form das hexagonale Krystallsystem des Minerals zum Ausdruck bringen; in der Regel setzt er irreguläre, oft von unregelmäßigen breiten Sprüngen durchzogene Flecke zusammen, aus welchen häufig kleine Arsenkiespartikeln hervorleuchten.

In einzelnen Präparaten sieht man rundliche Pyrit- und Pyrrhotin-Partien, sowie eckige wie corrodirt aussehende Fragmente von Arsenkies, die von Kupferkies umwachsen werden, an dessen Rand abermals Magnetkies zu bemerken ist. Während jedoch der als Einschluss auftretende ältere Pyrrhotin keine scharfe krystallographische Umgrenzung wahrnehmen lässt, zeigt der jüngere dort, wo er von Quarz umgeben wird, eine bemerkenswerte Tendenz zur Ausbildung kleiner, scharf contouirter hexagonaler Täfelchen. Nach v. Foullon<sup>1</sup> ist in Canada, wie auch zu Schweiderich in Böhmen, der Kupferkies früher zur Ausscheidung gekommen

<sup>1</sup> Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 1892, 42. Bd., p. 305.

als der (hier nickelreiche) Magnetkies, und nach J. H. L. Vogt<sup>1</sup> scheint damit auch die Erfahrung von den norwegischen Gruben zu stimmen. In Kallwang dürfte man neben älterem Magnetkies einen jüngeren zu unterscheiden haben, wovon der erstere vor, der letztere nach dem Kupferkiese zum Absatze kam.

Der Arsenkies wird theils von Magnetkies umschlossen, theils ist er mit demselben verwachsen und ist daher dem Alter nach wohl wenig von diesem verschieden.

Wir hätten somit folgende Krystallisationsreihe:

Eisenkies.

älterer Magnetkies und Arsenkies.

Kupferkies.

jüngerer Magnetkies.

Das Auftreten gestreifter, aus einzelnen Lagen von Gelbkies und Magnetkies bestehender Erze scheint mit dieser Annahme nicht unvereinbar zu sein. Die Sedimentierung des Magnetkieses nahm allmählich zu, bis sie schließlich in den Hangendgesteinen der Erzlagerstätte die Oberhand gewann.

Es ist oben davon die Rede gewesen, dass manche Umstände für einen größeren Reichthum an Kupfer in den hangenden Partien der Erzzone zu sprechen scheinen. Da nun Kupferkies thatsächlich eines der jüngsten Sulfurete ist, wäre ein solches Zunehmen des Kupfergehaltes gegen das Hangende erklärlich.

Ein merkwürdig regelmäßiger Begleiter der Kiese ist Titanit. In jedem Erzpräparate lässt sich derselbe, und zwar oft in recht beträchtlicher Menge nachweisen und es verdient sein Auftreten umsomehr bemerkt zu werden, als in den Gesteinsproben, welche dem Hangenden oder Liegenden der Erzzone entstammen, dieses Mineral nur sporadisch aufgefunden werden konnte.

Der Titanit findet sich nicht häufig in den charakteristischen spitzkeilförmigen Durchschnitten, in der Regel bildet er nur Körner, die dann oft aneinandergedrängt größere Aggregationen zusammensetzen.

Das frische Mineral ist weiß und von geringer Pollucidität, das in Zersetzung begriffene braunroth und nur mehr schwach

<sup>1</sup> Krahnann, Zeitschrift für praktische Geologie. 1893, p. 129.

durchscheinend. Manche Titanitkörner umschließen licht-röthlich bis schwach bräunlich gefärbte Säulchen. Im Durchschnitte eines größeren Kornes kann man deutlich wahrnehmen, dass diese Säulchen quadratische Querschnitte, einen erheblich größeren Brechungsexponent als der Titanit und im reflectierten Lichte einen deutlich metallischen Schimmer besitzen, Eigenthümlichkeiten, welche auf Rutil verweisen.

Turmalin, der sich gleichfalls in der Erzzone einstellt, kommt nicht so constant als Begleiter der Erze wie Titanit vor.

Bei weitem am häufigsten treten die Kiese in Verbindung mit Gesteinen auf, welche ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach den Gesteinen der Gruppe A nahestehen.

Der Feldspath bildet rundliche oder unregelmäßig polygonal umschriebene, seltener rechteckig umgrenzte Körner. Die meisten derselben sind ungestreift, so dass man sie als Quarz deuten könnte, wenn nicht ihr optisches Verhalten und ihre zum Theile gut ausgeprägte Spaltbarkeit dagegen sprechen.

Die oben beschriebene, mit seitlichen Pressungen zusammenhängende Zwillinglamellierung fehlt vollkommen, wohl aber beobachtet man auch hier das häufige Auftreten sehr schmaler Zwillinglamellen neben sehr breiten. Auch die Einschlüsse des Plagioklases sind andere. Neben häufigen Epidotkörnern stellen sich Körner von Titanit, dann kleine, meist zu knieförmigen Zwillingen verbundene Säulchen von Rutil, rundliche Quarzkörnchen, sowie schmale Turmalinnädelchen ein. Nicht selten sind diese Einschlüsse central aggregiert, so dass ein breiter, einschlussfreier Saum einen einschlussreichen Kern umgibt; manche Plagioklase sind ganz einschlussfrei. Die geringe Größe der Plagioklaskörner gestattete es nicht, orientierte Spaltblättchen zu erhalten und eine Bestimmung mittels der Becke'schen Methode war darum nicht durchführbar, weil Plagioklas und Quarz selten neben einander angetroffen wurden, und an den wenigen Stellen, wo dies der Fall war, keine zur Anwendung dieser Methode geeigneten Quarzkörner aufgefunden werden konnten. Im übrigen verweisen alle Umstände auf Albit, wenn auch ein strenger Nachweis hierfür nicht erbracht werden konnte.

Frischer Biotit kommt nur vereinzelt vor; die Hauptmasse desselben ist theils chloritisiert, theils gebleicht. Durch Behandeln des frischen Minerals mit Schwefelsäure lässt sich diese Bleichung nachahmen. Sie hängt mit einer starken Abschwächung der Absorption, welche fast ganz verschwindet, und einer erheblichen Minderung des specifischen Gewichtes zusammen.

Durch das Vorwalten ausgebleichten Glimmers entstehen licht gefärbte Gesteine, welche die Alten als Weißschiefer bezeichneten.

Calcit ist ein häufiger Begleiter der mit frischerem Biotit associierten Erze und tritt auch oft in der Gestalt von scharf ausgebildeten Rhomboëdernen in Quarz eingeschlossen auf.

Augitrete und Epidotkörner stellen sich namentlich dort ein, wo Biotit, respective Chlorit in größerer Menge vorkommt.

Eine bemerkenswerte Ausbildungsweise besitzt in einigen Präparaten der Quarz. Er beherbergt eine Unzahl winziger Einschlüsse, welche in ziemlich gleich großer Entfernung von einander auftreten und sieht infolge dessen wie punktiert aus. Auch bei Anwendung starker Vergrößerung ist es nicht möglich, über die Natur dieser Einschlüsse ganz ins Klare zu kommen, vielleicht sind es secundäre Biotitscheibchen,<sup>1</sup> deren Einwirkung auf seitliches Licht infolge ihrer äußerst geringen Dicke nur ganz minimal ist.

In einzelnen Schlifften wurde in beträchtlicher Menge ein Mineral constatirt, welches kurze, dicke Säulchen oder lang-ovale Körner bildet. Die ersteren, welche bei 0.02 *mm* Breite 0.10 *mm* Länge erreichen und manchmal mit Epidotkörnern verwachsen sind, lassen hie und da eine stumpfe pyramidale Zuschärfung erkennen, die in vereinzelt Fällen wieder mit einer basischen Abstumpfung verbunden ist. Die Oberfläche sieht runzelig und corrodirt aus, so dass die einzelnen Bruchstücke, in welche die quer gegliederten Individuen zerfallen, keine scharfen Ecken und Kanten mehr besitzen, sondern wie abgeschnürt erscheinen. Das Mineral ist an sich farblos, erhält jedoch durch zahlreiche Einschlüsse opaker Körnchen und Fäserchen eine röthlich braune Färbung. Es löscht gerade aus.

<sup>1</sup> Vergl. Richard Beck, Tschermak mineral. und petr. Mitth., XIII, 1893, p. 310.

besitzt eine schwache Doppelbrechung und ein nicht unbedeutendes Relief, Eigenthümlichkeiten, welche auf Apatit verweisen.

Während die Gesteine unserer ersten Gruppe eine flaserige oder schieferige Structur besitzen, erscheinen hier die Silicate in einer Weise mit einander verbunden, welche jener eigenthümlichen Structurform nahekommt, die R. Beck als eine pflasterartige, O. Herrmann und E. Weber als eine bienenwabenartige bezeichneten. In ihrer vollkommensten Ausbildung sieht man gleich große, polygonal umschriebene Plagioklaskörner von circa 0.1 mm Durchmesser, deren Zwischenräume derart von Biotit erfüllt werden, dass man den Eindruck eines ziemlich gleichmäßigen Mosaiks erhält. Entfernen sich die Feldspathkörner von einander, so nähert sich die Structur mehr einer schieferigen. Herrscht Quarz vor, so tritt die Eigenthümlichkeit dieser Structur gleichfalls zurück, man hat dann verschieden große Quarzkörner vor sich, deren Contouren bald mehr oder minder flach eingebuchtet sind, bald aber auch vollkommen geradlinig verlaufen und zwischen welchen einzelne Biotitflecke eingeschaltet sind.

Die Kiese formieren vorwiegend compacte, unregelmäßig begrenzte Massen, seltener erscheinen sie als kleine irreguläre, die Quarzpartien durchstäubende Fleckchen. Wo die Kiese mehr zerstreut vorkommen, sind in der Regel auch Quarz und Plagioklas seltener, Biotit stellt sich dann in größerer Menge ein, so dass man makroskopisch das Erz als einen mit Kiesen imprägnierten Schiefer ansprechen kann. Drängen dagegen die kiesigen Partien dichter aneinander, so entstehen im großen linsenförmige Lagen, welche sich bald mit einander vereinigen, bald wieder von einander trennen, sich oft auskeilen und verästeln, um anderen, in geringer Distanz neu ansetzenden Kieseschmitzen Platz zu machen. Herrschen endlich die Kiese vor, so kommen Derberze zur Ausbildung.

Hinsichtlich der Altersfolge der Erze gegenüber der dieselben begleitenden Mineralien konnte Folgendes constatirt werden:

Unter den Silicaten sind Augit und wohl auch Biotit, unter den Sulfureten Pyrit zuerst verfestigt worden. Die

jüngeren Kiese umschließen oft Biotitblättchen oder zwingen sich zwischen solche ein, sind daher entschieden jünger als diese. Titanit ist oft in jüngeren Kiesen eingelagert und enthält auch selbst Einschlüsse von solchen, wurde daher ziemlich gleichzeitig mit denselben consolidiert. Etwas älter als Titanit mag Plagioklas sein, der zwar Titanit und Epidot, aber noch keine jüngeren Kiese beherbergt, jedoch von solchen öfters umgeben wird. Am spätesten hat sich Quarz, etwas früher Calcit verfestigt, dessen Rhomboëderecken als Einschlüsse im Quarz auftreten.

Gebilde, welche man als Apophysen bezeichnen möchte, sind nicht selten. Ein Handstück, das der Halde des Gotthardstollens entstammt, zeigt auf seinen Schichtflächen dicke Striche, welche sich unter spitzen Winkeln kreuzen und die unter der Loupe als schmale, bis  $0.5\text{ mm}$  mächtige Spältehen erscheinen. Im Dünnschliffe erscheinen dieselben als Kiesaggregationen, deren unregelmäßig ausgelappte und zerfranste Ränder durch die Contouren der benachbarten Mineralschnitte bestimmt werden und welche selbst wieder zahlreiche Quarz- und Epidotkörnchen umgeben. Kleine linsenförmige Kiesanhäufungen sind, nach der Flaserung des Gesteins sich windend, demselben eingelagert und stehen zum Theile durch dünne Ästchen mit den spaltenförmigen Gebilden im Zusammenhange. Nichts erinnert an eigentliche mikroskopische Querspalten, wie solche beispielsweise in besonderer Schönheit der granatführende Porphyrit von Liescha in Kärnten zeigt, wohl aber gleicht das Ganze Primärtrümmern, die bei vielen lagerartigen Erzvorkommen auftreten.<sup>1</sup>

Ein häufiger Begleiter der Erze ist grüne, aktinolitartige Hornblende. Dominiert diese, so liegt ein Gestein vor, das man makroskopisch als kiesreichen Hornblendeschiefer ansprechen könnte und welches die Alten infolge seiner bei Lampenlicht blauen Farbe als „Blauschiefer“ bezeichneten. Unter dem Mikroskope sieht man neben dem Amphibol, den opaken Erzpartien und dem dieselben begleitenden Titanit noch Biotit, Epidotkörner, dann gewissermaßen als Untergrund des Ganzen ein Quarzmosaik.

<sup>1</sup> Vergl. Richard Canaval, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1890, 40. Bd., p. 554.

Die aktinolitartige Hornblende bildet lange und bis zu 0.1 mm breite, an den Enden verbrochene Stengel oder schmale, zu schilfartigen Gestalten verbundene, quergegliederte, terminal oft asbestartig zerfranste Individuen. Die sehr vollkommene prismatische Spaltbarkeit gibt sich durch ziemlich dicht gedrängte und scharfe Spaltrisse kund, welche in Schnitten senkrecht zur Verticalachse einen Winkel von circa  $125^{\circ}$  mit einander bilden.

Die Farbentöne sind:

a	gelblichgrün . . . . .	11 q	Radde
b	grasgrün . . . . .	14 m	„
c	bläulichgrün . . . . .	16 m	„

Die Absorption ist  $c > b > a$ .

Die Auslöschungsschiefe gegen die  $c$ -Achse wurde an mehreren gut gelungenen Spaltblättchen nach  $\infty P(110)$  zu  $14^{\circ}$  bestimmt.

Manche breite Amphibolindividuen, welche allseitig von Kiesen umwachsen werden, zeigen sich nur randlich gefärbt, so dass dann ein schmaler, färbiger Saum einen lichten, farblosen Kern umschließt, der für sich eine etwas größere Auslöschungsschiefe zu besitzen scheint. Die Grenze zwischen der farbigen und farblosen Partie verläuft sehr unregelmäßig. Sie ist nicht parallel zu der Umgrenzung des Durchschnittes, vereinigt sich stellenweise mit dieser, um an einem anderen Orte wieder tief nach innen auszubauchen, ist bald ziemlich scharf, bald wieder stark verschwommen.

An Einschlüssen ist der Amphibol arm, außer Quarzklümpchen und Titanitkörnern finden sich vor allem zahlreiche winzige, oft knieförmig verzwillingte Rutil säulchen, welche namentlich in der Umgebung kleiner, opaker Erzkörner häufiger auftreten, sowie lange, spießförmige Rutilnadeln, die sich den Spaltrissen parallel interponieren.

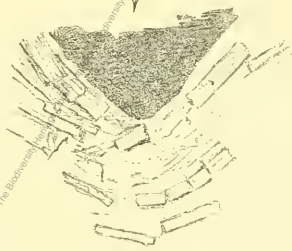
Der zum Theile fast ganz verblasste Biotit setzt in fächerförmig aggregierten Blättchen kleine, regellos über den Schliff zerstreute Fleckchen zusammen. Die Absorption desselben ist gering und an Stelle der scharfen, parallelen Spaltrisse, welche das frische Mineral charakterisieren, tritt eine zarte wellige Faserung auf, welche ab und zu durch zwischengelagerte



Rutilnadelchen an Deutlichkeit gewinnt. Dabei kann man auch hier wieder Wahrnehmungen machen, welche als eine beginnende Umsetzung des Biotits in Amphibol gedeutet werden können. Es kommen häufig Bündel von Biotitblättchen vor, aus denen sich Amphibolindividuen zu entwickeln beginnen. die Faserung des Biotits geht allmählich verloren und macht den parallelen prismatischen Spaltrissen, sowie den an Deutlichkeit immer mehr zunehmenden Querrissen des Amphibols Platz.

Zur Beantwortung der Frage, ob nach Analogie mit ähnlichen Vorkommen auch Augit zur Entstehung des Amphibols Veranlassung gab, ließen sich keine Anhaltspunkte gewinnen.

Erwähnenswert sind noch Erscheinungen, welche man als das Resultat gewisser Bewegungsvorgänge zu deuten haben wird. Besonders überzeugend ist in dieser Hinsicht eine Beobachtung. Ein unvollkommen quadratischer Pyritdurchschnitt liegt in einem Quarzmosaik, das von Hornblendestengeln durchspickt wird. Die größeren derselben sind in kurze Bruchstücke aufgelöst, welche sich nebst den schmälern Amphibolindividuen derart um den Pyrit gelagert haben, wie dies Krystalle thun würden, die in einem steifen Liquidum schwimmen und gegen welche ein starrer Körper herangeschoben wird. Nebenstehende Skizze mag dies verdeutlichen; entsprechend einer Bewegung in der Pfeilrichtung stellten sich die dem Würfel nächsten Partikeln parallel zu den Seitenflächen, während die seitlich davon liegenden eine dazu schräge Stellung annahmen. Ähnliche Vorkommnisse ließen sich noch in mehreren anderen Fällen constatieren.



Berücksichtigt man, dass der Kupferkies nicht nur manche Amphibolpartien ganz umgibt und zwischen den Hornblendestengeln interponiert auftritt, sondern auch mit Vorliebe sich auf Querbrüchen derselben angesiedelt hat, so sprechen diese Umstände wohl dafür, dass der Eisenkies in dem Amphibol-Einschlüsse gar nie beobachtet wurde, relativ älter als dieser und auch älter als der Chalkopyrit ist.

Die Erzführung der Chloritoid führenden Gesteine, z. B.

der „Gang“ im „kohlschwarzen“ Schiefer des Hans Reissing-Stollens ist bergmännisch von geringer Wichtigkeit gewesen. Handstücke, welche dieselbe in typischer Weise zur Anschauung bringen könnten, sind in der Schweighofer'schen Sammlung nicht enthalten und ich selbst bin nicht in der Lage gewesen, dieselbe in dieser Hinsicht zu ergänzen.

### 3. Die Gesteinsfolge in der Erzzone.

Der Aufbau einer Erzzone lässt sich am besten aus Hangend- und Liegendschlägen beurtheilen, die man von den Strecken aus absetzt, welche nach dem Streichen der Zone aufgefahen werden. Unter der Verwaltung Schweighofer's sind auch in Kallwang im Josefi- und Gotthardi-Stollen-Horizonte derartige Schläge betrieben, hiebei Gesteinsproben aufgesammelt und nach der Entfernung von der streichend aufgefahenen Hauptstrecke bezeichnet worden. Einen von demselben Punkte aus betriebenen Hangend- und Liegendschlag nannte man Schurf. Da man ferner mit der Hauptstrecke den Erzen folgte, so wurden als erste Hangend-, respective Liegendsteine jene Gesteinsvarietäten begriffen, welche das Erzmittel überlagerten, beziehungsweise unterteuften, als zweite jene, welche über, respective unter den ersten folgten u. s. w. Bei der Trennung dieser Gesteinsvarietäten von einander waren selbstverständlich nur die Charaktere maßgebend, welche sich makroskopisch unterscheiden ließen.

Auf den Detailkarten Schweighofer's sind die einzelnen Schürfe eingetragen, leider jedoch nur die auf der Josefi-Stollensohle befindlichen näher bezeichnet worden, und zwar in umgekehrter Art wie die Gesenke und Aufbrüche. Die Numerierung der Letzteren erfolgte nach der Stollenfahrt, d. i. von *SO* nach *NW*, wogegen der nordwestlichst gelegene Schurf als erster und der weiter südöstlich davon befindliche als zweiter eingetragen erscheint. Es ist wohl anzunehmen, dass auf der Sohle des Gotthardi-Stollens die gleiche Numerierung eingehalten wurde und wären daher hier ebenfalls der nordwestlichste als erster und dann die in der Richtung von *NW* nach *SO* auf einander folgendèn Schürfe als zweiter, dritter, vierter etc. anzusprechen.

In der beigeschlossenen Skizze sind der erste und zweite Schurf am Josefi-Stollen nach den Angaben der Schweighofer'schen Karten eingezeichnet worden: für den Gotthardi-Stollen wurde, der vorstehenden Annahme entsprechend, der nordwestlichste als erster und die nächstfolgenden als zweiter, respective dritter aus diesen Karten übertragen, dagegen eine Fixierung der Lage der zwei übrigen Schürfe darum offen gelassen, weil südlich vom dritten Schurf nur ein Liegendschlag bei  $p$  eingezeichnet ist und ein fünfter Hangend- und Liegendschlag überhaupt fehlt. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass sich dieser fünfte Schurf in dem oben mit XIV bezeichneten Erzfall befand und daher auf den Detailkarten darum nicht aufgenommen worden ist, weil unter Schweighofer Abbaue auf diesem Erzfall nicht mehr im Betriebe standen.

Für das nordwestliche Feldort des Josefi-Stollens gibt Schweighofer eine Erzmächtigkeit von  $0.71 m$  in pyritischen Mittel- und Feinerzen an.

Der von hier stammende Liegendstein baut sich aus rundlichen Quarz- und Plagioklaskörnern, dunkelgrünen, chloritisierten Biotitblättchen, mit welchen dünne Stengel aktinolitartiger Hornblende verbunden sind, Calcit-Flecken und Pyrrhotin-Partien auf. Das Gestein ist reich an Epidotkörnern, arm an Epidotsäulchen und beherbergt außer Rutilnadelchen noch kleine, zum Theile spitz keilförmige Titanitkörner. Die Ausbildungsweise der Feldspäthe ist jene der specifisch erzführenden Gesteine (Erze).

Der Hangendstein zeigt eine gleiche Zusammensetzung, ist jedoch reicher an Titanit und Magnetkies, die mittlere Größe seiner Quarz- und Plagioklaskörner ist geringer.

Das Erz vom Feldorte des Josefi-Stollens besteht aus viel Pyrit mit wenig Kupfer und Magnetkies. Chloritisierter Biotit und aktinolitartige Hornblende mit wenig Quarz sind die Hauptbegleiter. Titanit in größeren Körnern ist recht häufig, vereinzelt findet sich auch abnorm frischer Biotit. Das Auftreten des Pyrits und der beibrechenden Minerale ist ziemlich unvermittelt. Man bemerkt in den Schliffen Partien, welche petrographisch mit dem Liegendstein ident sind und sieht daneben die Kiese von großen Quarz und Chloritaggregationen begleitet.

Der erste Schurf wurde 3·2 *m* südöstlich vom Feldorte angeschlagen. Sein Hangendschlag überfuhr in 2·2 *m* von der Streckenmitte ein aus Magnet- und Kupferkies bestehendes Hangenderzband. Die Mächtigkeit des „Hauptlagers“ betrug 1 *m*. Bei der Aufsammlung wurden leider gleich aussehende Gesteine auch gleich benannt und erscheinen daher auf den Etiketten die Bezeichnungen: 1. oder 2. Liegendstein, 1. oder 5. Hangendstein, dann 2. oder 6. Hangendstein.

Biotit, der im allgemeinen sehr frisch ist und nur local Umsetzungen in Chlorit wahrnehmen lässt, Quarz, neben dem etwas Plagioklas vorhanden ist, dann Säulchen und Körnchen von Epidot bilden die Hauptmasse des Liegendsteines. Eine untergeordnete Rolle spielen Magnetkies, sowie Reste von Augit.

Der erste Hangendstein ist reich an Quarz, neben dem etwas Plagioklas vorkommt, und enthält überdies Chloritoid, etwas lichtgrünen Chlorit, zahlreiche Epidotkörner, häufige Turmalinsäulchen und Augitreste, sowie sparsame Magnetkiespartien.

Der zweite Hangendstein ist quarzärmer, führt gebleichten Biotit und viel Calcit, Epidotkörner und Augitreste sind sehr reichlich, Turmalinsäulchen nur vereinzelt vertreten. Der massenhaft vorhandene Epidot erschwert eine sichere Diagnose auf Augit.

Auffallend ist, dass trotz der kleinen Entfernung des ersten Schurfes vom Feldorte die Liegend- und Hangendsteine des letzteren mit jenen des ersteren nicht übereinstimmen. Abgesehen davon, dass es ja im vorliegenden Falle schon an sich fraglich bleibt, in welcher Entfernung vom Hauptlager die Gesteinsproben eigentlich genommen wurden, mag hiebei auch der Umstand von Einfluss sein, dass die Aufsammlung derselben nicht während des Betriebes, sondern erst nachher erfolgte, so dass die Gesteine des Schurfes factisch einer etwas tieferen, beziehungsweise höheren Lage angehören können als jene des Feldortes.

Der zweite Schurf ist ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Wetter- und Sturzschutten I und II angelegt worden. Der erstere verband den Josefi- mit dem Gotthardi-Stollen, der letztere, welcher unvollendet geblieben ist, sollte einen Durchschlag zwischen Josefi- und Benedicti-Stollen bewerkstelligen.

Die mittlere Erzmächtigkeit im Schutte I betrug, wie bereits oben erwähnt worden ist, 0·34 *m*. im Schutte II 0·92 *m* und in der zwischen beiden Schutten liegenden Strecke 0·15 *m*. Die größte Mächtigkeit auf letzterer, 0·31 *m*, war nächst dem zweiten Schurf vorhanden. Die Erzführung auf der Strecke bestand aus Mittelerzen, die Eisen- und Magnetkies führten. Feinerze stellten sich in den beiden Schutten, dann auf der Strecke selbst in der Nähe des Wetter- und Sturzschuttes I ein, ober dessen Füllort auch ein kleiner Verhau darauf umgegangen ist.

Die Strecke befand sich daher in einer Vertaubung der Lagerstätte und der zweite Schurf beinahe in der Mitte dieses verdrückten Theiles.

Der zweite Liegendstein besteht aus Quarz, Chloritoid, blasgrünem Chlorit und Calcit. Epidotkörner und Graphit sind reichlich, Magnetkies und Turmalinsäulchen in ziemlicher Menge vorhanden.

Der erste Liegendstein beherbergt mehr Chlorit, welcher dunkler gefärbt ist und sich zum Theile als chloritisierter Biotit erweist. Das fast graphitfreie Gestein führt neben zweifelhaften Augitresten noch etwas Plagioklas.

Der erste Hangendstein gleicht dem vorhergehenden, enthält jedoch mehr gut kenntlichen Augit, Körnchen und Säulchen von Epidot, sowie zahlreiche Turmalinsäulchen.

Der zweite Hangendstein führt ausgebleichten Biotit und viel Calcit, ist jedoch bedeutend ärmer an Augit, Epidot und Turmalin. Ein schmales, aus Quarz, Feldspath und Calcit bestehendes Gefährt beherbergt Magnet- und etwas Kupferkies. Der Pyrrhotin tritt zum Theile in scharf hexagonalen Kriställchen:  $\infty P o P$  auf.

Am Feldorte des Gotthardi-Stollens steht Eisenkies und kupferarme Mittelerze 0·21 *m* mächtig an; 2·8 *m* südwestlich davon, nahe der durch den zweiten Schurf am Josefi-Stollen gehenden Fallinie, befand sich der erste Schurf am Gotthardi-Stollen.

Der dritte Liegendstein dieses Schurfes besteht hauptsächlich aus Quarz, Chloritoid und lichtgrünem, zum Theile von dünnen Hornblendestengeln begleiteten Chlorit, ziemlich

viel Epidot in Körnchen und Säulchen, sowie spärlichen Resten von Augit. Turmalin ist recht reichlich und zum Theile in modellscharfen, deutlich hemimorphen Kryställchen vorhanden; sporadisch tritt Magnetkies auf. Winzige, farblose, gerade auslöschende Kryställchen mit ungemein markantem Relief und lebhaften Polarisationsfarben dürften als Zirkon angesprochen werden.

Der zweite Liegendstein ist reicher an Epidotsäulchen, der Chlorit ist zum Theile tiefer grün gefärbt.

In dem ersten Liegendsteine scheint Chloritoid zu fehlen. Turmalin kommt nur in vereinzelt größeren Individuen vor. Das Gestein ist sehr reich an Epidotkörnern, welche mit stark zersetzten Augitresten verbunden sind, und enthält viele Calcitflecke, sowie etwas Plagioklas.

Der erste Hangendstein ist nicht wesentlich von dem vorhergehenden verschieden. In einem Präparate sind neben Chloritoid Turmalinsäulchen bemerkbar.

Der zweite Schurf im Gotthardi-Stollen wurde in jenem Theile des Erzmittels X angeschlagen, das vom Blasius-Stollen herab verhaut worden ist und in dem sich die schönen, unter Schweighofer gemachten Aufschlüsse des Tiefbaues befanden. Der Schurf liegt ungefähr in der Mitte dieses Erzmittels und sind daher die Gesteine desselben für die Petrographie der kupferreichsten Lagertheile von besonderem Interesse.

Der vierte Liegendstein enthält Plagioklas, der zwar nur wenige größere Durchschnitte bildet, jedoch recht frisch ist, ferner Biotit, welcher zum Theile eine starke Bleichung, zum Theile eine Umsetzung in Chlorit erfuhr, ziemlich viel Augit und Epidot.

Der Augit tritt in größeren, stark corrodieren Körnern, der Epidot in Körnchen, welche von Rutilnadelchen begleitet werden, und in quergegliederten Säulchen auf. Kleine Calcitflecke und Magnetkiespartien, dann kurze Turmalinsäulchen sind in geringer Menge vorhanden. Graphit concentrirt sich zum Theile in den Epidotkörnern und Turmalinsäulchen und häuft sich auch in der Umgebung der Augitkörner an.

Der dritte Liegendstein ist analog zusammengesetzt, enthält frischeren und daher dunkleren Biotit, mehr Epidotsäulchen und größere Augitindividuen.

Der zweite Liegendstein ist gegenüber dem dritten reicher an Plagioklas; Magnetkies fehlt.

Der erste Liegendstein enthält nur chloritisierten Biotit, viel stark zersetzten Augit und neben viel Plagioklas zahlreiche Calcitflecke. Magnetkies ist sehr sparsam vertreten.

In dem ersten Hangendsteine sind Plagioklas und Augit in geringer Menge nachweisbar. Neben ausgebleichtem Biotit tritt wieder Chloritoid auf, Epidot, fleckenweise auch Graphit sind reichlich, Turmalin und Magnetkies in geringer Menge zugegen.

Der zweite Hangendstein ist reicher an Graphit und Turmalin. Mit einer schwach lichtgrünen chloritischen Substanz ist Tremolit aggregiert, Augit ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Als dritten Schurf im Gotthardi-Stollen müssen wir den Hangend- und Liegendschlag auffassen, welcher in dem Erzmittel XI angesteckt wurde.

Der Liegendstein dieses Schurfes charakterisiert sich durch frischen Plagioklas, chloritisierten Biotit und massenhaften, in Zersetzung begriffenen Augit, aus dem sich Körnchen und Säulchen von Epidot entwickeln.

Der erste Hangendstein enthält neben wenig Plagioklas und sehr spärlichen Augitresten gebleichten Biotit, lichtgrünen Chlorit, Chloritoid, zahlreiche Epidotkörnchen, minder häufige Turmalinsäulchen, viel Calcit und Graphit, sowie vereinzelte Magnetkiespartien.

Im zweiten Hangendsteine herrscht Chloritoid vor; das Gestein ist reicher an Quarz und Magnetkies, ärmer an Epidot, Augit scheint zu fehlen.

Der fünfte Hangendstein ist reich an lichtgrüner, von zahlreichen Tremolitstängeln durchwachsender chloritischer Substanz; er beherbergt eine große Menge scharf ausgebildeter Turmalinsäulchen und viel Magnetkies.

Die Lage des vierten Schurfes konnte, wie oben bemerkt, nicht mit Sicherheit ermittelt werden.

Der zweite Liegendstein desselben besteht aus einem feinkörnigen Quarzmosaik, auf welchem Glimmerblättchen, Epidotkörner, Augitreste und Turmalinsäulchen liegen. Der

Glimmer ist zum Theile chloritisierter Biotit, zum Theile Chloritoid. Mit ersterem ist farblose bis lichtgrüne aktinotitartige Hornblende verwachsen, welche kurze, schmale Individuen zusammensetzt. Feldspath scheint zu fehlen, Magnetkies kommt in geringer Menge vor.

Der erste Liegendstein ist ziemlich reich an Plagioklas, der Biotit desselben ist zum Theile noch recht frisch, zum Theile bereits chloritisiert. Der massenhaft auftretende Augit lässt sich stellenweise noch sehr gut diagnostizieren, ist jedoch im übrigen vollkommen zersetzt. Epidotkörner sind reichlich vorhanden, Turmalin und Chloritoid fehlen.

Eine ähnliche Zusammensetzung wie der zweite Liegendstein zeigt der erste Hangendstein. Augit kommt ziemlich reichlich vor und erscheint auch noch in einzelnen größeren Körnern. Turmalin spielt eine sehr untergeordnete Rolle, Plagioklas fehlt. Magnetkies mit etwas Kupferkies ist in nicht unbeträchtlicher Menge zugegen.

Der zweite Hangendstein führt neben chloritisiertem Biotit ziemlich viel Chloritoid und Epidot, etwas Turmalin und Magnetkies, der stellenweise mit Kupferkies verwachsen ist. Graphit kommt reichlich vor, so dass einzelne Partien des Schliffes fast opak sind, Augit scheint zu fehlen.

Bei dem Erzfalle des Frauenberg-Stollens ist eine ähnliche Gesteinsfolge zu beobachten. Im Liegenden desselben finden wir einen gneissigen Schiefer mit frischem Plagioklas und Biotit, viel Säulchen und Körnchen von Epidot, über welchen sodann ein Gestein folgt, das hauptsächlich chloritisierten Biotit und Hornblende neben ziemlich viel Epidot und wenig Plagioklas enthält. Augit ist nur in dem Handgesteine in größerer Menge nachweisbar.

Leider hat es Schweighofer bei Aufsammlung der Gesteinsproben unterlassen, auf den einzelnen Stücken anzumerken, in welcher Entfernung von der Lagerstätte dieselben genommen wurden. Bedenkt man jedoch, dass die Ausrichtungsstrecken den Erzen nach aufgefahren wurden und dass die Längen der Hangend- und Liegendschläge der einzelnen Schürfe im allgemeinen nur wenig von einander differieren, so sind die großen Unterschiede, welche die Gesteine aus den



erz-, respective kupferarmen Lagertheilen im Vergleiche mit jenen aus den erzreichen, so z. B. die Gesteinsproben des ersten, zweiten und dritten Schurfes im Gotthardi-Stollen aufweisen, wohl nur dann erklärlich, wenn Gesteinsübergänge dem Streichen nach stattgefunden haben. An Stelle der Biotit (Chlorit, beziehungsweise Amphibol) und Augit führenden Gesteine treten Chloritoid führende, durch Graphit dunkel gefärbte Schiefer und damit mindert sich die Erzführung.

Ferch und Schweighofer bezeichnen die schwarzen „faulen“ Schiefer als der Erzführung ungünstig, und Liedl bemerkt, dass der Thonschiefer von Kallwang dort, wo er erzführend wird, Chlorit aufnehme.

Die Resultate unserer Gesteinsstudien stehen mit diesen Angaben in Übereinstimmung. Auch noch ein anderer Umstand spricht für die Richtigkeit derselben: Die Beschaffenheit der mit den Erzen einbrechenden tauben Gangarten.

Die kupferreichsten Mittel wurden nach Ferch und Schweighofer von Weißschiefer, Blauschiefer oder Chlorit begleitet; wie wir sahen, verdankt ersterer dem ausgebleichten Biotit, der Blauschiefer aber dem Amphibol seinen Namen, wogegen der Chlorit als chloritisierter Biotit aufzufassen ist. Alle diese Minerale treten aber in den graphitischen Chloritoidschiefern zurück, wir finden daher auch auf den Halden jener Gruben, die durch lange Zeit im Umtriebe waren, hauptsächlich Gesteine, welche unserer Gruppe A nahestehen, wogegen sie doch dann, wenn graphitische Schiefer Erzträger wären, überwiegend aus solchen bestehen müssten.

Zur numerischen Bestimmung der Mächtigkeit des der Erzführung günstigen Gesteinscomplexes, welche im Vergleiche zu dessen Ausdehnung nach dem Streichen und Verfläichen jedenfalls nur eine geringe ist, fehlen leider genügende Anhaltspunkte. Das oben erwähnte Auftreten einer geringmächtigen Kalkbank im Liegenden der Erzlagerstätte, 66 m von derselben entfernt, spricht indes dafür, dass speciell die Augit und Biotit führenden Plagioklasgesteine des Liegenden keine große Mächtigkeit besitzen können. Vergleichen wir ferner die in dem beige-schlossenen Specialplane nach den Angaben der Schweighofer'schen Karten zusammengestellten Längen der Liegendschläge

der einzelnen Schürfe mit den Ergebnissen der zugehörigen Gesteinsbeschreibung und berücksichtigen wir hiebei die Lage der Schürfe gegenüber den Erzmitteln, so scheint der Schluss zulässig zu sein, dass diese Mächtigkeit Schwankungen unterworfen und wahrscheinlich dort am größten ist, wo die kupferreicheren Geschiebe auftreten. Im ersten Schurfe am Gotthardi-Stollen ist nur der erste Liegendstein chloritoidfrei, im zweiten Schurfe enthält noch der tiefste, 4.7 m vom Streckenmittel entfernte vierte Liegendstein keinen Chloritoid und im dritten Schurfe scheint sich der chloritoidfreie Liegendstein über den ganzen, 7.6 m langen Liegendschlag erstreckt zu haben.

Während in der Nähe des ersten Schurfes die Erzführung aus Kiesen und kupferarmen Mittelerzen bestand, traten bei dem zweiten und dritten Schurfe Feinerze auf, von welchen speciell jene, die nächst dem zweiten Schurfe anbrachen, zur Entwicklung des Tiefbaues unter der Gotthardi-Stollensohle Veranlassung gegeben haben.

#### 4. Genetische Bemerkungen.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammen und versuchen wir, auf Grund derselben die Frage nach der Entstehung der Erzlagerstätte Kallwang's zu beantworten.

Eine gewisse Gesteinszone beherbergt die Kiese.

Schieferige Plagioklasgesteine, die neben Biotit auch Augit enthalten, begleiten die kupferreichsten Partien.

Dem Streichen nach finden Übergänge in graphitische Chloritoidschiefer statt, welche auch im Hangenden und Liegenden der Erzzone auftreten und deren Erzführung bergmännisch von untergeordneter Bedeutung ist.

Die Erze concentrieren sich in einzelnen Erzfällen von verschiedener Breite und Mächtigkeit, welche im allgemeinen nach dem Verfläichen der Gebirgsschichten niedersetzen.

In der Erzzone ist eine Gabelung in ein Liegend- und Hangendmittel bemerkbar, welche sich dem Verfläichen nach miteinander vereinigen.

Flacheres Fallen vergrößert die Erzmächtigkeit und den Adel der Anbrüche, welcher auch durch die Vereinigung der beiden Erzmittel gehoben wird.

Die Kiese bilden theils Imprägnationen in den sie begleitenden Schiefergesteinen, theils setzen sie bei gleichzeitigem Zurücktretten der Silicate compacte Massen zusammen.

Von den Sulfureten wurde Pyrit zuerst abgelagert, auf ihn folgte älterer Magnet- und Arsenkies, dann Kupferkies und schließlich jüngerer Magnetkies.

Von den begleitenden Silicaten sind Augit und wohl auch Biotit die ältesten.

Der Augit erlitt Umsetzungen in Epidot; ob er, wie nach Analogie mit ähnlichem Vorkommen vermuthet werden kann, auch zur Entstehung von Amphibol Veranlassung gab, muss dahingestellt bleiben.

Der Biotit wurde zum Theile chloritisiert, zum Theile in aktinolitartige Hornblende umgesetzt.

Erst nach der Bildung der letzteren scheint Kupferkies zur Ausscheidung gekommen zu sein, der sich zwischen die zerbrochenen Hornblendestengel einschiebt.

Der Titanit ist ziemlich gleich alt mit den jüngeren Kiesen, von denen er zum Theile umschlossen wird und welche er auch selbst als Einschlüsse beherbergt.

Noch früher als Titanit kam Albit zur Ausscheidung, der chloritisierte Biotitblättchen, Augitreste, Epidot, in Begleitung der Erze auch Titanitkörner, aber noch keine Kiese umschließt.

Am spätesten hat sich Quarz und wahrscheinlich ziemlich gleichzeitig mit Albit Calcit verfestigt, dessen Rhomboederchen als Einschlüsse im Quarz auftreten.

Vergleichen wir die Resultate unserer Gesteinsuntersuchungen mit jenen, wie sie an anderen Orten beim Studium regionalmetamorpher Zonen von Diabasgesteinen gewonnen wurden,<sup>1</sup> so resultiert wohl der Schluss, dass die der Erzführung günstigen Gesteine einer metamorphen Diabasfacies angehören.

Der ursprüngliche Kalknatronfeldspath des Diabases verschwand und gab zur Bildung von Albit Veranlassung, wobei sich dessen Kalkgehalt theils als Calcit, theils als Epidot ausschied; ähnliche Umänderungen erlitten die übrigen Compo-

<sup>1</sup> Vergl. Rosenbusch Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Zweite Auflage. Stuttgart 1887, p. 222.

nennten. Zum Theile während, zum Theile nach Beendigung dieser Umsetzungsprocesse scheint die Ablagerung der Kiese stattgefunden zu haben.

Auffallend ist das Fehlen von Magnetit oder Ilmenit in unseren Gesteinen, die ja doch, wenn sie mit Diabasen (im weitesten Sinne) in causalem Zusammenhange stehen, eines dieser Minerale enthalten sollten.

H. O. Lang hat in seiner Arbeit über erratische Gesteine aus dem Herzogthume Bremen<sup>1</sup> ein dunkelgrünes aphanitisches Gestein beschrieben, das aus einer stengeligen, grünen Hornblende, Feldspath, Epidot, opakem Erz und einer chloritischen Substanz besteht. Die in reichlicher Menge eingestreuten opaken Erzkörner, welche sich als Magnetkies erwiesen, „besitzen gewöhnlich ganz regellose Formen; einzelne sind wie lamellar zerklüftet; die Mehrzahl von ihnen zeigt im auffallenden Lichte den hellen Glanz der Kiese, um viele herum findet man dünne, dem Leukoxen ähnliche, jedoch trübere und graue Kränze“. In den Gesteinen Kallwang's habe ich nichts derartiges beobachtet, Hervorhebung verdient indes die so constante Verbindung von Titanmineralien, namentlich des Titanits mit den Kiesen. Vielleicht haben in beiden Fällen Umsetzungen der titanhaltigen Eisenerze in Sulfide stattgefunden und haben speciell in Kallwang die Eisenerze eines Diabasgesteines das Material zur Bildung der Kiese geliefert, wobei deren Titangehalt theils als Titanit, theils als Rutil zur Ausscheidung kam.<sup>2</sup>

J. H. L. Vogt<sup>3</sup> hat kürzlich darauf hingewiesen, dass „die Pyroxene, Amphibole und Glimmer sich auffallend oft vorzugsweise durch kleine Cu- und Co-Gehalte auszeichnen, dagegen durch eine relative Armut an Ni“, und der häufige Titangehalt dieser Silicate ist durch vielfache Analysen, so hinsichtlich des Aulgits namentlich durch Chrusschoff, Kopp, Mann, Merian, Streng u. a. dargelegt worden.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Abhandlungen, herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. Bremen 1880, 6. Bd., p. 222.

<sup>2</sup> Vergl. Doelter, Allgem. chemische Mineralogie, Leipzig 1890, p. 228

<sup>3</sup> Krahmann, Zeitschrift für praktische Geologie 1893, p. 260.

<sup>4</sup> Vergl. Streng, N. J. 1888, 2. Bd., p. 192.

Das Kupfer der Kallwanger Lagerstätte könnte daher gleichfalls einem Diabasgestein entstammen und in der Zersetzung eines glimmerigen, beziehungsweise pyroxenischen Gemengtheiles ein weiterer Grund zur Bildung der die Erze begleitenden Titanminerale gesehen werden.

Die Magmata der basischen Eruptive sind ferner nach J. H. L. Vogt unter sonst gleichen physikalischen Bedingungen dünnflüssiger gewesen als jene der sauren. Bezüglich der Decken- oder Erzgussgesteine wird dies dadurch bestätigt, dass die Basalte durchgängig viel mehr als die sauren, wie Liparit und Trachyt zur Bildung von selbst ziemlich dünnen Decken von sehr großer Flächenausdehnung geneigt gewesen sind, d. h. die basischen Magmate waren so dünnflüssig, dass der Strom sich meilenweit ausdehnen konnte, während die sauren Magmata vorzugsweise zur Bildung von Kuppen und Domen Veranlassung gegeben haben. Und hinsichtlich der Tiefengesteine hebt J. H. L. Vogt hervor, dass der norwegischen Erfahrung zufolge die Granitfelder im großen ganzen gerechnet, viel monotoner sind als Gabbrofelder von entsprechender Größe: bei den erstgenannten Eruptiven ist das Gestein über das ganze Feld in den meisten, obwohl nicht in allen Fällen constant, während wir bei den Gabbrofeldern in der Regel einer ganzen Reihe von oft weit eingreifenden petrographischen Schwankungen begegnen.<sup>1</sup>

Auch in Kallwang besitzen jene Gesteine, welche wir als metamorphisierte Diabase bezeichnen können: die Glieder unserer Gruppen A und B im Vergleiche zu ihrer Ausdehnung nach dem Streichen und Verfläichen nur geringe Mächtigkeit, auch hier sind die Verschiedenheiten in der mineralogischen Zusammensetzung nicht bedeutend.

Schon Naumann<sup>2</sup> betrachtet in einigen Fällen die Erklärung als zulässig, „dass während der Bildungsperiode des betreffenden Schichtensystems auf dem Grunde desselben Meeres Grünstein-Eruptionen stattfanden, deren Material aus Spalten der Erdkruste hervorgepresst und in horizontale, schichtenähnliche Decken ausgebreitet wurde, worauf dann

<sup>1</sup> Krahmhann, Zeitschrift für praktische Geologie 1893, p. 275.

<sup>2</sup> Lehrbuch der Geognosie. 2. Bd. Leipzig 1852, p. 418.

später die durch solche Ereignisse unterbrochene, sedimentäre Operation der Natur wieder in Gang kam und andere Sedimentschichten über der Grünsteindecke zum Absatze gelangten.“ Die gleiche Anschauung ist später auch von anderer Seite vertreten worden. So führt Stelzner<sup>1</sup> aus, dass nach der Annahme norwegischer Forscher die Eruption des die Kieslagerstätten des Lang-Vand begleitenden Gabbros während der Ablagerung der ihn heute umgebenden Sedimente, d. i. submarin, erfolgte, und Rosenbusch<sup>2</sup> betrachtet manche Amphibol- und Serpentinegesteine des „Grundgebirges“ als „Umwandlungsproducte von Gabbros, von Diabasen und diesen stofflich nahe verwandten Effusivgesteinen“. „Die letzteren werden mehrfach von Grünsteinen und Agglomeraten begleitet, deren tuffartiger Charakter auch noch im heutigen metamorphen Zustande schwer zu verkennen ist.“

Der berühmte Petrograph versteht dabei unter Grundgebirge „jene der sicheren Schätzung ihrer Mächtigkeit sich entziehenden Gesteinsmassen, welche als die Träger oder die Grundlagen der zweifellos organophoren Formationen erscheinen“.

Die Fossilfreiheit ist nur ein zufälliges und nicht ein wesentliches Attribut des Grundgebirges, die bekannten Funde von H. Reusch auf der Halbinsel Bergen, der Graphit- und Graphitoidgehalt vieler Grundgebirgsgesteine u. dgl. liefern vielmehr zahlreiche Beweise für das Vorhandensein organischen Lebens zur Zeit der Bildung der Grundgebirgsmassen. Nun besitzen die untercarbonischen Schichten Obersteiers mit ihren Graphitflötzen, Graphit-, Chlorit- und Thonglimmerschiefern, körnigen Kalken und Phyllitgneisen eine solche Lagerung und Beschaffenheit, dass sie bis in die jüngste Zeit der azoischen Formation eingereiht wurden. Es betont daher auch Stur,<sup>3</sup> dass die hohe krystallinische Ausbildungsweise dieser Gesteine nicht dazu verwendbar ist, um sagen zu können, dass die Schieferhülle des Centralgneißes „älter sei als der graphitführende Gesteinszug des Nordrandes der Centralalpen, da das

<sup>1</sup> Vergl. auch J. H. L. Vogt, Salten og Ranen. Christiania 1891, p. 176—177.

<sup>2</sup> N. J. Jahrg. 1889, 2. Bd., p. 96.

<sup>3</sup> Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. 1883, 33. Bd., p. 206.

Resultat der Metamorphose aus nicht erkannten Gründen in gleicher Zeitdauer ungleiche Resultate aufweist, respective bald jüngere, bald ältere Ablagerungen höher oder minder hoch verändert\*.

M. Vacek<sup>1</sup> ist allerdings später zur Anschauung gekommen, dass „die unconforme Lagerung der Carbonserie über der alten Gneisbasis bis zur vollen Evidenz nachzuweisen“ sei. Speciell „der tiefste in erster Linie graphitführende Schieferhorizont der Carbonserie“ greift auf der Strecke Mautern—St. Michael „in einer ganzen Reihe von kleinen, buchtenartigen Erosionsvertiefungen der alten Gneisbasis genau so klar ein, wie es an anderen Stellen die jungen Neogenbildungen thun, quer über die Schichtköpfe der steil aufgerichteten Gneise hinweg in meist flacher, theilweise zu einigen kleinen localen Knickungen verdrückter Lagerung“.

Ich muss indes gestehen, dass gerade die von mir wiederholt besuchten Aufschlüsse der „vielen, zum Theile sehr alten Bergbaue und Versuche auf Graphit“, welche M. Vacek zur Stütze seiner Anschauung heranzieht, nicht das beweisen dürften, was sie beweisen sollen. Ganz analogen Verhältnissen wie hier begegnet man auch in den Bleibergbauen der kärnthischen Trias und man kann dort wahrnehmen, dass der „Bleibberger Schiefer“ (Raibler Schichten im Sinne v. Hauer's und v. Wöhrmann's<sup>2</sup>), welcher in den ungestörten Theilen des Ablagerungscomplexes vollkommen conform auf dem ihn unterteufenden „erzführenden Kalk“ (erzführenden Dolomit, Wettersteinkalk) gelagert ist, im Gebiete von Störungen, mit denen hier das Auftreten der Erze zusammenhängt, ganz „unconform“ abgelagert erscheint: er würde eben als nachgiebige plastische Masse in die Vertiefungen eingezwängt, welche sich bei der Verschiebung seines festen Untergrundes bildeten.

Ganz ähnliche Prozesse, deren Schlussergebnis schon infolge des viel längeren Zeitraumes, während dessen sie sich abgespielt haben, ein viel intensiveres war, mögen nun auch hier zwischen den plastischen Graphitschiefern und den starren,

<sup>1</sup> Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1886, p. 77.

<sup>2</sup> Vergl. S. Freih. v. Wöhrmann, Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A., 1893, 43. Bd., p. 619.

sie unterlagernden Gneisen thätig gewesen sein. Wird aber außerdem noch berücksichtigt, dass speciell die tiefsten Graphitflötze oft derart von krummen Rutschflächen durchzogen sind, dass sie wie ein rolliges Gebirge erscheinen, so möchte man glauben, dass die von M. Vacek geschilderten Wahrnehmungen sich mehr auf nachträgliche Störungen, als auf eine Unconformität der ursprünglichen Bildungen beziehen lassen.

Ich will einer endgiltigen Entscheidung der hier berührten Fragen nicht vorgreifen, sondern nur bemerken, dass sowohl in petrographischer Hinsicht als auch mit Rücksicht auf die Lagerung gegenüber den älteren Gesteinen das obersteirische Unter-carbon mit dem „Grundgebirge“ Rosenbusch's verglichen werden kann. Wir dürfen uns daher wohl auch die gleiche Annahme hinsichtlich der metamorphosierten Diabase Kallwang's gestatten, wie sie von dem genannten Forscher bezüglich gewisser Diabase des „Grundgebirges“ gemacht wurde; die concordante Einschaltung dieser Gesteine zwischen den Sedimentgesteinen findet durch dieselbe eine ungezwungene Erklärung.

Wird jedoch eine derartige Vorstellung acceptiert und angenommen, dass wir es mit Effusivgesteinen zu thun haben, welche am Boden des Meeres zum Erguss kamen, so dürfen wir auch folgern, dass die Gesteinsverhältnisse in der Spalte, auf welcher das Diabas-Magma emporstieg, und in der Umgebung derselben andere sind als in dem Strome, zu welcher es sich ausbreitete.

Die Temperatur des Magmas war in der Spalte am größten und nahm im Strome allmählich ab, ebenso war der Grad der Durchtränkung mit Liquiden verschieden. „Alle eruptiven Silicatmagmen, die wir in geologischer Gestaltung kennen, waren wasserhältig.“ „Solange sie in den Tiefen der Erde oder unter bedeutendem Drucke innerhalb der Erdrinde sich befinden, wird dieser Wassergehalt im Sinne Scherer'schen granitgenetischen Hypothese nur sehr allmählich und gleichmäßig entweichen.“ „Dringt aber ein solches Eruptivmagma zur Erdoberfläche empor, so vermindert sich der Druck plötzlich, das Wasser tritt mehr oder weniger vollständig aus dem Magma aus und dieses wird dadurch plötzlich saurer.“



„Die Krystallisationen werden infolge davon andere, die bereits in der Tiefe vollzogenen werden bestandsunfähig, zugleich sinkt die Temperatur rascher, als solange das Gestein im Schoße der Erde sich befand.“<sup>1</sup>

Ähnliche Vorgänge werden auch bei submarinen Eruptionen stattgefunden haben. Das Austreten der Fluida, welche in dem Magma gelöst sind, mag jedoch durch den Gegendruck des Wassers verringert und an Stelle der entweichenden Dämpfe dürfte (bei Eruptionen in beträchtlicheren Tiefen) Wasser aufgenommen werden, nachdem die Temperatur des Magmas soweit gesunken ist, dass die Dampftension dem Wasserdrucke entspricht.

Die Viscosität eruptiver Magmata wird nun außer durch ihre chemische Constitution „aller Wahrscheinlichkeit nach von den aufgelösten Wasserdämpfen beeinflusst, und zwar in der Weise, dass je mehr Wasserdampf, je dünnflüssiger“.

Es wäre daher denkbar, dass die Magmadecke bei ihrer Ausbreitung nicht eine Minderung, sondern vielmehr eine Zunahme der Durchträngung und damit eine Abnahme ihrer Viscosität erfuhr, sich daher umso leichter zu einem geringmächtigen Strome ausdehnen konnte.

Da ferner vom physikalischen Standpunkte aus „die Schmelzlösungen mit gewöhnlichen Salzlösungen zu vergleichen“ sind,<sup>2</sup> haben sich gewiss auch Diffusionsvorgänge geltend gemacht. Jedes Salz besitzt nun eine für dasselbe charakteristische Diffusionsconstante „unter sonst denselben Bedingungen mögen einzelne Salze (wie vielleicht Sulphid? und Phosphat?) schnell, andere dagegen langsam diffundieren“ und wird außerdem die Diffusion auch von der Natur des Lösungsmittels beeinflusst, indem die Diffusionsgeschwindigkeit mit abnehmender Viscosität steigt.<sup>3</sup> Diese Vorgänge werden daher die randlichen, stärker durchträngten Theile des Magmastromes auch stärker betroffen, dieselben intensiver verändert haben.

<sup>1</sup> Rosenbusch, Tschermak, Mineral. u. petr. Mittheilungen, XII., 1892, p. 382. Vergl. Reyer, Theoretische Geologie, Stuttgart 1888, p. 246.

<sup>2</sup> J. H. L. Vogt, Krahnann, Zeitschrift für praktische Geologie. 1893, p. 273.

<sup>3</sup> J. H. L. Vogt, Krahnann, Zeitschrift für praktische Geologie. 1893, p. 274.

In dem Magma sind nun aber nicht nur Wasserdämpfe, sondern wie in den recenten Laven, auch noch andere Stoffe gelöst. Als Ergänzung der lichtvollen Gedanken Daubrée's, sagt Elie de Beaumont<sup>1</sup>, würde ich mich veranlasst sehen, zu schließen, dass der flüchtige Bestandtheil des Granites vor seiner Erstarrung nicht nur Wasser, Chlor und Schwefel, wie sie die Laven bei der Abkühlung entwickeln, sondern auch noch Fluor, Bor und Phosphor enthielt, wodurch ihm eine größere Thätigkeit und die Möglichkeit gegeben wurde, auf viele Körper einzuwirken, auf welche die flüchtigen Bestandtheile der Laven des Ätna nur eine verhältnismäßig unbedeutende Wirkung ausüben; und J. H. L. Vogt<sup>2</sup> führt, von gleichen Gesichtspunkten ausgehend, die Vorkommnisse von Magnetit und Eisenglanz mit untergeordnet auftretenden Cu-, Zn- und Pb.-Erzen an der Grenze der postsilurischen Granite des Christiania-Gebietes auf pneumatolitische Processe aus Dämpfen zurück, die ursprünglich im Granitmagma aufgelöst waren.

Derartige Processe mögen aber nicht nur bei granitischen, sondern auch bei anderen Massenergüssen vorkommen: es werden jedoch an Stelle der Gasexhalationen, die oberirdische Vulkane begleiten, speciell bei submarinen Eruptionen wässerige Lösungen solcher Gase vorherrschen,<sup>3</sup> deren Bildung noch lange nach dem Aufhören eruptiver Thätigkeit fortdauern dürfte.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so scheint daraus der Schluss gezogen werden zu können, dass im vorliegenden Falle Salzlösungen, welche einem Diabasmagma entstammen, die Veranlassung zur Entstehung unserer Erzlagerstätte gewesen sind.

Für die Thätigkeit pneumatolitischer Processe sprechen insbesondere das Auftreten von Arsenkies, sowie das Verhalten des Turmalins, der in den Gesteinen der Gruppen A und B zurücktritt, sich hauptsächlich im Liegenden und Hangenden der Erzzone findet, sporadisch aber auch die Erze selbst begleitet.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Daubrée, Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Deutsch von Gurtl. Braunschweig 1880, p. 50.

<sup>2</sup> Kalkowsky N. J., 1893, 2. Bd., p. 70.

<sup>3</sup> Vergl. Reyer, l. c., p. 284.

<sup>4</sup> Vergl. J. H. L. Vogt, Krahnann, Zeitschrift für praktische Geologie, 1893, p. 262.

Wird ferner in Übereinstimmung mit den Ausführungen Stelzner's<sup>1</sup> angenommen, dass die „auf dem Boden der paläozoischen Meere austretenden Emanationen alsbald ausgefällt und als krystalline Sedimente auf dem Meeresboden abgelagert“ wurden, so wäre die Verbindung der Erzführung mit den metamorphosierten Diabasen Kallwang's erklärlich.

Wir könnten da mit J. H. L. Vogt<sup>2</sup> an eine Ausfällung durch „Schwefelwasserstoff als vulkanisches Exhalationsproduct“ denken oder annehmen, dass der Kohlenstoff, welcher ja in den Chloritoid führenden Gesteinen eine so erhebliche Rolle spielt, als Reductionsmittel wirkte oder dass jene Organismen, welche zur Bildung des Graphits die Ursache waren, zu ähnlich verlaufenden Vorgängen den Anstoss gaben, wie sie Forchhammer<sup>3</sup> an der Küste von Bornholm beobachtete.

Bedenken wir ferner, dass die Mächtigkeit des Magmastromes nicht an allen Punkten gleich groß gewesen sein kann und dass infolge der schlierigen Beschaffenheit des Magmas auch in seiner chemischen Zusammensetzung Verschiedenheiten bestanden, so ließen sich die Erzfülle als das Resultat dieser beiden Factoren auffassen. Sie mögen mit der verschiedenen Mächtigkeit und mit dem variablen Kupfergehalt der Magmadecke in causalem Zusammenhange stehen.

Die randlichen Theile des Magmastromes sind, wie oben bemerkt worden ist, wahrscheinlich intensiver verändert worden als die centralen: hängt aber von diesen Veränderungen das Vorkommen der Erze ab, so ist es naheliegend, zu folgern, dass dieselben gegen den Rand hin stärker als gegen das Eruptionscentrum zur Entwicklung gelangten. Die Breite der Erzzone ist daher eine beschränkte und dürfte sich hauptsächlich auf jenen Gürtel reducieren, innerhalb dessen Übergänge zwischen eruptiver und sedimentärer Facies stattfinden.

Der von Stelzner<sup>4</sup> hervorgehobene Zusammenhang zwischen den Gabbro-Kuppen des Lang-Vandes und den sie

<sup>1</sup> l. c., p. 34.

<sup>2</sup> Salten og Ranen Christiania. 1891, p. 228.

<sup>3</sup> Bischof, Lehrbuch der chem. und physikal. Geologie. Bonn 1847, 1. Bd., p. 925.

<sup>4</sup> l. c., p. 35.

begleitenden Kieslagern, sowie ein Theil jener Erzniederlagen, welche ich<sup>1</sup> in einer Studie über das Erzvorkommen am Umberg bei Wernberg in Kärnten unter dem Typus „Erzlagerstätten im Facieswechsel“ begriffen habe, fänden in diesem Umstande ihre Erklärung.

Auch die Kieslagerstätte von Kallwang wird diesem Typus eingereiht werden können, auch hier wird die Erzführung nur auf einen Gürtel von gewisser Breite, d. i. auf die Erzzone beschränkt sein. Zur numerischen Bemessung dieser Breite und daher auch zur Beurtheilung der flachen Teufe, auf welche sich die Erze niederlassen mögen, fehlen indes alle Anhaltspunkte.

Die Gesteinsmassen des Grundgebirges treten uns heute nicht mehr in jener Form entgegen, in welcher sie zur Ablagerung kamen, sie sind nach Rosenbusch<sup>2</sup> „normale Formationsgruppen in dynamometamorpher Facies, d. h. theils aus ursprünglichen Sedimenten, theils aus zugehörigen Eruptivmassen durch orogenetische Vorgänge entstanden“.

Wir haben denn auch beim Studium unserer Gesteine eine Reihe von Erscheinungen kennen gelernt, welche auf stattgehabte Bewegungsvorgänge verweisen, und speciell die eigenthümliche Ausbildungsweise des Schwefelkieses erinnert lebhaft an Beobachtungen, die Stelzner<sup>3</sup> beschrieben hat. Ein Theil dieser Erscheinungen ist gewiss auch hier durch gebirgsbildende Bewegungen hervorgerufen worden und mag mit den „verschiedenen, oft wogenförmigen Senkungen der Gebirgsschichten“, d. i. dem gewundenen Verlaufe des Kieslagers im causaln Zusammenhange stehen.

v. Groddeck<sup>4</sup> hat bei Besprechung einer Reihe unter einander verwandter Erzvorkommen den Schluss gezogen, dass die in Zonen der regionalen Metamorphose auftretenden sogenannten Lagergänge (wenigstens in den meisten Fällen) Umwandlungsproducte von Erzlagern (metamorphische Erzlager)

<sup>1</sup> Jahrbuch des naturhistor. Landesmuseums von Kärnten. 22. Heft, 1893, p. 183.

<sup>2</sup> Tschermak, Min. und petrogr. Mitth. XII. 1891, p. 51.

<sup>3</sup> l. c., p. 43.

<sup>4</sup> Über Lagergänge, S. A. aus der B. u. H. Zeitg. Nr. 28 u. 29, 1885, p. 6.

seien. Nach den vorhergegangenen Auseinandersetzungen könnte auch das Kieslager von Kallwang, welches ja so manche Eigentümlichkeiten mit Lagergängen gemein hat, als ein solches „metamorphisches Erzlager“ aufgefasst werden.

## Der Bergwerksbetrieb.

Fast alle Berichte, alte wie neuere, beklagen den systemlosen Betrieb des Werkes in früherer Zeit. Die Lagerstätte wurde vom Ausbisse am Gebirgsrücken an dem Verflächen nach in die Tiefe verfolgt und durch Querstollen von Zeit zu Zeit unterbaut, der Abbau selbst aber sehr regellos betrieben, das Lager nie seinem Streichen nach gehörig ausgerichtet, die Erze in den nächsten Mitteln räuberisch aus First und Sohle hereingehauen, denselben mit tiefen Gesenken nachgegangen und der Feldortsbetrieb dabei vernachlässigt. Infolge dessen büßte man später die Sünden der Vorfahren und stieß bei den Ausrichtungsarbeiten nicht selten auf ausgehauene und ersoffene Zechen, aus denen man zwar die Wässer zäpfen, aber keine Erze mehr gewinnen konnte.

Die ältesten Baue gehörten dem Pfannberge und dem Mitteregger Gebirge an. 1663 werden die Gruben St. Blasius, St. Raymund und St. Christof am Pfannberg, dann Heil. Dreifaltigkeit in Mitteregg erwähnt und 1687 wird auch von einem Bau am Schattenberg gesprochen.

Der Gruben, welche in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Betriebe standen, wurde bereits oben gedacht. In der zweiten Hälfte dieses Säculums übergieng der Betrieb immer mehr auf den dritten und vierten Gebirgsabschnitt. Der Gotthardi-Stollen, welcher schon 1739 als Hoffnungsbau im Betriebe stand, übernahm allmählich die Rolle eines Erbstollens für dieses Revier.

1811 waren die älteren Baue bis auf Antoni-, Benedicti- sowie Edmundi-Stollen aufgelassen und verbrochen. Auf den Gruben Josefi und Gotthardi concentrirte sich die Erzgewinnung. Mit Antoni hatte man den Josefi-Lauf bereits unterfahren und giengen auch schon Aufschlussbaue unter der Gotthardi-Stollensohle um.

Der Frauenberg-Stollen stand, nachdem hier ein „Sturz“ die Erze abgeschnitten hatte, außer Betrieb.

1829 waren auch Benedicti- sowie Edmundi-Stollen verbrochen und nur mehr Josefi, Antoni und Gotthardi belegt. Man ventilerte bereits die Frage eines einzuleitenden Tiefbaues und schlug zu dem Ende L a y e r das Abteufen eines Blindschachtes vom Gotthardi-Stollen aus vor, da es zum Betriebe eines noch tieferen Erbstollens schon zu spät wäre.

Die Ausführungen L a y e r's geben einigen Einblick in die Betriebs- und Wirtschaftsverhältnisse jener Zeit, sowie in die damaligen Anschauungen über die aufzuschließenden Erzmengen.

Von der Hauptlettenkluft, beziehungsweise vom Hauptsturze gegen Südost ist das Lager in einer Erstreckung von circa  $110^{\circ}$  (208 *m*) dem Streichen nach bauwürdig, aber auch bis auf die Gotthardi-Sohle herab und noch  $12^{\circ}$  tiefer schon pressgehauen. Man hat bereits neben dem ausgetrunknen alten Gesenk  $22^{\circ}$  tief abgeteuft und verhaut das Lager mit Sohlstraßen.

Nordwestlich von der Hauptlettenkluft erscheinen in einer Erstreckung von circa  $200^{\circ}$  (380 *m*) vier edle Lagertheile, zusammen von  $131^{\circ}$  (248 *m*) Länge; der Rest von  $69^{\circ}$  (132 *m*) besteht aus tauben Zwischennitteln. Bis auf die Josefi- und Antoni-Sohle herab sind auch diese Erzmittel bereits pressgehauen; da sie jedoch vom Gotthardi-Stollen noch nicht unterfahren wurden, hat man beschwerliche und kostspielige Abbaue unter der Josefi-Sohle von Gesenken aus eröffnet.

Für die Zukunft ist es vor allem nothwendig, das Gotthardi-Feldort so schwinghaft als möglich vorzurücken. Wird angenommen, dass ein Häuer per „Raitung“ oder in vier Wochen 2' (0.63 *m*) ausschlägt, so werden mit sechs Mann bei  $\frac{3}{3}$  Belegung jährlich 26<sup>0</sup> (49 *m*) und sonach in acht Jahren die zur Unterfahrung der oben erwähnten Erzmittel nöthigen 200<sup>0</sup> ausgeschlagen. Aus den hiedurch eröffneten edlen Lagertheilen dürften nach Abschlag der tauben und der schon verhauten Mittel noch circa 92.000 Ctr. (51.500 *q*) Erze zu erobern sein, welche für eine jährliche Erzzeugung von 14.000 Ctr. — „so viel ungefähr wird dermalen aufgebracht und müsste

auch in Zukunft, um nicht in Einbusse zu gerathen. erzeugt werden“ — auf sechseinhalb Jahre hinreichen.

Neben dem Fortbetrieb des Gotthardi-Stollens ist daher ein Aufschluss unter der Gotthardi-Sohle erforderlich.

Layer beantragte daher, vom Gotthardi-Stollen aus, sobald er die vorliegenden Erzmittel erreicht hat, nächst der Hauptlettenkluft auf 30<sup>0</sup> Saigerteufe mit einem tonlågigen Schachte niederzugehen und sodann einen tieferen Hauptlauf auszufahren. Durch den nordwestlichen Flügel desselben mit 200<sup>0</sup> Länge könnten circa 282.900 Ctr. (157.500 *q*), durch den südöstlichen mit 300<sup>0</sup> Länge circa 136.000 Ctr. (76.000 *q*) Erz aufgeschlossen werden, so dass man durch alle diese Aufschlussarbeiten unter Einrechnung der Mittel ober der Gotthardi-Sohle eine Erzbedeckung auf circa 36 Jahre zu schaffen vermöchte.

Für einen Erbstollen seien bereits früher zwei Aufschlagspunkte ausgemittelt worden: „beim Zusammenflusse der großen und kurzen Teichen oder gleich oberhalb der Hütte“. Im ersteren Falle würde man bei 330<sup>0</sup> (625 *m*) Länge 10<sup>0</sup> (19 *m*) Teufe, im letzteren bei 530<sup>0</sup> (1005 *m*) Länge 20<sup>0</sup> (38 *m*) Teufe unter dem Gotthardi-Stollen einbringen können. Dazu wären, wenn man einen durchschnittlichen jährlichen Ausschlag von 20<sup>0</sup> (38 *m*) annimmt, 16<sup>1/2</sup>, beziehungsweise 26<sup>1/2</sup> Jahre erforderlich. Nach erfolgter Verquerung der Lagerstätte müsste aber erst 500<sup>0</sup> streichend aufgefahren werden, was bei einer jährlichen Leistung von 25<sup>0</sup> weitere 20 Jahre an Zeit benöthigen würde, so dass man erst nach 36<sup>1/2</sup> oder 46<sup>1/2</sup> Jahren den Aufschluss beendet hätte. Bis dahin müssen indes auch sämtliche Erzmittel bis in eine 30klafterige Teufe unter dem Gotthardi-Stollen bereits verhauen sein.

Im Jahre 1859 diente nur mehr der 700 Klafter lange Gotthardi-Stollen als Förderstollen. 20 Klafter vor Ort mündete ein Sturzschnitt ein, der das Hanwerk des Oberbaues aufnahm. 180 Klafter vor Ort befand sich ein flaches Gesenke, das mittels Haspelzuges und Plätscherpumpen den Unterbau löste. 24 Klafter höher als der Gotthardi-Stollen verquerte der Josef-Stollen, 54 Klafter höher der wiedergewältigte Benedicti-Stollen die Lagerstätte, ersterer im ganzen mit 800, letzterer mit 500 Klafter Fahrlänge.

Der Unterbau umfasste zwei Läufe, welche die Lagerstätte auf 150 Klafter dem Streichen nach aufschlossen. Der tiefere Lauf brachte eine Teufe von 22 Klafter unter der Gotthardi-Stollensohle ein. Bis zu dem 11 Klafter unter derselben angeschlagenen Mittellauf waren die meisten Erzmittel bereits verhaun. Infolge der Misswirtschaft während der früheren Jahre war der Oberbau gegen den Unterbau im Aufschlusse sehr zurück, doch schien die Zukunft des Werkes durch die Aufschlüsse der letzten drei Jahre gesichert zu sein.

1859 gab man den Betrieb des Unterbaues auf und war derselbe 1865 mit 121.000 Wiener Cub.-Fuß Wasser ausgetränkt.

1869 belief sich das zum Abbaue vorggerichtete Erzquantum nach Kuppelwieser noch auf 405.000 Ctr. (227.000 *q*) was, abgesehen von den weiter nordwestlich noch vorliegenden Erzmitteln wohl zur Genüge zeigt, dass die Annahmen Layer's und dessen hierauf basierte Schlüsse nicht zutreffen.

Bei der Gewinnungsarbeit hat man sich in älterer Zeit wohl ausschließlich der Schlägel- und Eisen-Arbeit bedient. Eines ob St. Barbara angesteckten, 60 Klafter langen, „ohne Pulffer“ eingetriebenen Stollens gedenkt Ferch in seinem Befahrungsberichte von 1741. Derselbe räth 1739, auch „junge Leith zu Lehrheyer“ anzustellen, „die nit nur mit Schlögel und Eissen den Stein zu behanen, sondern auch auf Klüft und Gäng zu verstehen“ abgerichtet werden sollen.

Das Bohren und Schießen stand zwar um diese Zeit schon allgemein in Anwendung, wohl aber mag man damals in Steiermark ebenso wie im nachbarlichen Salzburg<sup>1</sup> den Feldortsbetrieb noch immer mit Schlägel und Eisen geführt und die Schießarbeit nur bei Nachweitungen verwendet haben.

Im Quergestein kam übrigens der Stollenbetrieb sehr theuer zu stehen. 1736 bemerkte Ferch, dass manche Klafter Ausschlag mit 70 bis 80 Gulden verdingt werde, und 1738 schätzt der Oberbergrichter die Kosten des Ausschlages zweier Erbstollen pro Klafter auf 40 Gulden, wobei er noch erwähnt,

<sup>1</sup> Vergl. C. Reisacher, Bruchstücke aus der Geschichte des Salzbergbaues an den Tauern. Salzburg 1860, p. 45.



dass der Ausschlag des 280<sup>0</sup> (531 m) langen Josefi-Stollens 10.000 Gulden gekostet habe. Vor der Anlage tiefer und langer Stollen, sowie langer Ausrichtungsstrecken hatten daher die Alten einen leicht begreiflichen Respect und zogen es lieber vor, die Teufe so lange als möglich mit Gesenken aufzuschließen, als sich die Kosten solcher Betriebe aufzuladen.

1810 standen bei der Arbeit auf dem Gestein „einschneidige, ganz ebene Meiselbohrer, schmale Stecheisen und sehr geringe Handschlägel“ in Verwendung.<sup>1</sup> Sehr zweckwidrig waren infolge der geraden Schneiden die ersteren. Selten, sagt Schröckenfux, wird mit diesem Werkzeug in einer achtstündigen Schicht mehr als ein Bohrloch vollendet, da in gleicher Zeit bei gleichem Gestein mit den halbmondförmigen wohl mehr als zwei Schüsse gebohrt werden könnten.

Die Schichtzeit der Häuer betrug acht Stunden. Die Arbeit scheint erst nach 1738, in welchem Jahre Ferch „die Geding zu introduciren“ für nöthig hält, verdingt worden zu sein. Pulver- und Schmiedekosten kamen als Umgedingelder in Abzug.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts wurde von den Werksbeamten wiederholt auf die Einführung zehnstündiger Schichten an Stelle der achtstündigen gedrungen, welche die Bergordnung Erzherzog Ferdinand<sup>2</sup> „wie von Alters herkömmlich“ vorgeschrieben hatte.

Mennhardt, den hierüber der Prälat von Admont um seine Meinung befragte, war gegen jede Verlängerung der Arbeitszeit, „denn es ist die Bergarbeit in dem Innern des Berges ohnehin beschwerlich genug, weil die Einathmung einer durch Schwefeldünste verdorbenen Luft im sozusagen eingesperrten Raum den Arbeiter zu viel belästigt und seiner Gesundheit schadet und das löbliche Stift durch diese neue

<sup>1</sup> Das Bohren mit Vorstich wurde später aufgegeben und wird 1842 von P. Tunner nur als in Deutsch-Bleiberg schon lange allgemein üblich erwähnt. Die steiermärkisch-ständische montanistische Lehranstalt zu Vordernberg etc. II. Jahrgang. 1843, p. 128. Vergl. dagegen Hermann Aigner im Berg- und hüttenmännischen Jahrbuch, 9. Bd., p. 274.

<sup>2</sup> Max Jos. Gritzner, Commentar der Ferdinandischen Bergordnung vom Jahre 1553. Wien 1842, p. 102.

Einrichtung nur früher und mehrere krüppelhafte Menschen zu ernähren kriegt“. Damit war die Angelegenheit entschieden und die achtstündige Häuerschicht erlitt auch weiterhin keine Verlängerung.

Wie es im übrigen mit den Gedingen bestellt war, erhellt aus einer Bemerkung Steinlechner's: Auf den Feldörtern werden die Gedinge nach dem Fußmaße mit mäßigem Erzablösungsgelde, auf den Verhaustraßen nach Kübeln gestellt; als minderster Häuerlohn wird 16 kr., als höchster für den Erzgeding-Häuer 22 kr., für den Schuhgeding-Häuer 24 kr. berechnet, „so dass kein Häuer unter 16 kr., aber auch keiner über 24 kr. per Schicht verdienen kann“. Man hatte also ein Grenzgedinge, bei dem zwar keiner verlieren, der Tüchtige aber auch nicht viel verdienen konnte.

1857 kamen im Verhau nach Schweighofer: 5 Centner Hauwerk und 10 Loth Pulver auf eine achtstündige Häuerschicht und schlug ein Häuer im Monate auf Feldörtern bei 8' Höhe und 4' Weite: 1'—2', auf Verhaustraßen bei 9' Höhe und 4' Weite 2 $\frac{1}{2}$ '—4' aus. Der Pulververbrauch belief sich hiebei auf 12, respective 9  $\bar{u}$ . 1859 notierte Lindl: Feldort im Josefi-Stollen mildes Gestein, 8' hoch, 3'—4' weit. In 75 achtstündigen Schichten wurden bei einem Pulververbrauch von 30  $\bar{u}$  6 $\frac{1}{2}$ ' ausgeschlagen. Feldort im Gotthardi-Stollen: festerer Schiefer mit derben Kieslagen, 9' hoch, 5' breit. In 484 achtstündigen Schichten fuhr man 25' auf und verbrauchte hiebei 141  $\bar{u}$  Pulver. Verhau: Starkes Kiesband im Hangenden, in der Mitte Pochgänge, im Liegenden: 1'—2' mächtige milde Erze. Totale Mächtigkeit 9'. Bei 9' Ortshöhe wurden in 304 achtstündigen Schichten 43' ausgeschlagen und hiebei 96  $\bar{u}$  Pulver verschossen.

Zur Förderung auf Stollen und Strecken dienten bereits in alter Zeit („Truhnläufer“ werden um 1691 erwähnt) Spurnägelhunde. Menzhardts machte auf die infolge der langen Förderdistanzen und des geringen Fassungsraumes der Hunde hohen Förderkosten aufmerksam, empfahl die Regulierung des Gotthardi-Stollens und die Einführung englischer Grubenhunde. Unter Dulnig kam dieser Vorschlag 1858 zur Ausführung. Man brachte im Gotthardi-Stollen Kipp Hunde in Verwendung,

welche auf Flachschieben liefen und 20 Ctr. fassten. 1859 betrug hier die mittlere Förderlänge 600<sup>0</sup> und lief ein Förderer in der zwölfstündigen Schicht circa 12 Hunde, die mit 8 kr. verdingt waren. Auf den Mittelstrecken benützte man noch ungarische Hunde mit Spurnägel und 3 Cub.' Fassung, für die man pro 130<sup>0</sup> Förderlänge 1 $\frac{1}{4}$  kr. bezahlte.

Die auf den Sohl- und Firstenstraßen erhaltenen Erze brachten anfänglich Säuberjungen auf die Stollensohle.<sup>1</sup> 1739 sagt der Oberbergrichter in seinen Admonitiones: „primo wären anstatt so vieler Säuberjungen, die aus der Tiefe nöthige Haspelfahrt, von oben herab aber die Schutt, durch welche der Berg sowohl als das Erz bequemer und mit leichteren Unkosten zu fördern kommt, in allen Gruben demnächst umso gewisser, als es erforderlich und dem Werk ersprießlich, bergmännisch einzurichten.“ 1741 wurde denn auch „zum erstenmal ein Förderungs-Haspel per 9 Klafter tief aufgerichtet“, und auf dem Antoni-Stollen ein 27 Klafter langes Schleppgestänge eingebaut, „durch welches dormalen zwei Personen mit drei Truhen die Fördernuß facilitiren, da ehemals beständig 27 Personen die Fördernuß bestritten“.

1859 dienten zur Förderung aus den Gesenken Haspelzüge, die von je drei Häsplern und einem Anschläger bedient wurden. Per Kübel à zwei Ctr. zahlte man bei 11<sup>0</sup> Förderiefe und 50<sup>0</sup> Tonalage 1 kr. Conv.-Mze.

1810 verfuhrten Förderer und Säuberer noch achtstündige, 1859 schon zwölfstündige Schichten. Früher wurden sie nach der Schicht abgelohnt, später aber verdingt.

Der Verbrauch an Zimmerungsholz war ziemlich groß, wie dies schon die älteren Berichte betonen. Um hieran zu sparen, führte man aus dem lagerhaften Hangendschiefer Mauerungen „neben den Läuften“ auf. 1857 benötigte die

<sup>1</sup> Diese mangelhafte und kostspielige Art der Förderung scheint bei alpinen Erzbergbauen ziemlich allgemein gewesen zu sein. Von Klausen erzählt im Anonymus aus dem Jahre 1776: „Die Gänge (das Hauwerk) werden aus den Gesenken durch Buben von Hand zu Hand gereicht und so auf den nächsten Stollen gesetzt, wo sie dann durch eine Art von Hunten (Lauftuhen) zutage ausgefördert werden“. v. Moll, Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, 2. Bd., Salzburg 1798, p. 118.

Grube 15.000 Cubikfuß Grubenholz, somit auf 1000 Cubikfuß (31·578  $m^3$ ) Hauwerk 600 Cubikfuß (18·947  $m^3$ ) Holz. Die Zimmerung wurde von besonderen Zimmerlingen besorgt, die 1810 noch in Schichten arbeiteten.

Als Geleuchte dienten Kerzen. 1738 befahl der Oberbergrichter, dieselben entweder länger und dicker zu machen oder statt ihnen „die Grubenschemm zu introducieren“, da bei den kleinen Kerzen „zu viel von der Schicht abbreviert wird“. 1741 wurden dann auch die „Lichtschemm, dahinein für eine achtstündige Schicht 6½ Loth Insleth einen Heyer zu geben seind“, eingeführt. Dieselben sind indes später wieder durch Kerzen, an deren Stelle erst um 1850 Öllampen traten, verdrängt worden.

Eine regelrechte Aus- und Vorrichtung fehlte, wie schon oben erwähnt wurde, in älterer Zeit ganz. Man gieng den Erzfällen mit Aufbrüchen und Gesenken nach, verfolgte von diesen aus die Erze streckenmäßig und baute hiebei die edleren Mittel aus. Dieser Vorgang erklärt sich aus dem Bestreben, einerseits möglichst viel reiche Erze an die Hütte abzugeben, dann aber auch, mangels einer entsprechender Aufbereitung, thunlichst viel von solchen Zeugen zu erobern, welche ohne größere Vorbereitung als schmelzwürdig angesehen werden konnten. Die Folgen eines solchen Betriebes, bei dem Ausrichtung und Abbau von einander nicht getrennt waren, blieben denn auch nicht aus. Vertaubte sich eine Erzbrust, die, wie Schröckenfux bemerkt, „oft weiter vorwärts als das Feldort“ verhaufen war, so trat Erz-mangel ein, da zum Aufschluss neuer Mittel der vernachlässigte Feldortsbetrieb nachgeholt werden musste.

In den Verhaufen wurden die Erze von einem Übersichbrechen oder einem Gesenke aus firsten- oder sohlenmäßig in der Art hereingewonnen, dass man über-, beziehungsweise untereinander nach Art eines Stoßbaues eine Erzstraße von 2<sup>o</sup> Höhe nach der anderen herausnahm. 1841 schlug Menhard die ausschließliche Verwendung des Firstenbaues mit abgesetzten Stößen vor, der denn auch später allgemein zur Einführung kam.

1859 hatten die Abbaufelder eine streichende Länge von 50 und eine flache Höhe von 10 Klattern. Das Feld wurde von beiden

Seiten gleichzeitig angegriffen und der Einbruch am Liegenden geschossen. Den Firstenstraßen gab man 45<sup>0</sup> Brustflucht.

Die Wasserhaltung wurde ausschließlich von Wasserknechten mittels Krückelpumpen<sup>1</sup> (Plätsch- oder Wasserzügen) besorgt und kam daher bei starken Wasserzugängen recht theuer zu stehen; es beliefen sich z. B. im Jahre 1809 die Kosten der Wasserlösung für die Tiefbaue unter der Gotthardi-Stohlensohle allein auf 400 Gulden.

Schon 1742 ordnete zwar der Oberbergrichter Traufbühnen an, um mit denselben die Wässer, welche „nach dem Liegend in die Gesenker“ fallen, aufzufangen; es scheinen solche jedoch nie in ausgedehnteren Gebrauch gekommen zu sein, denn noch 1842 hält Steinlechner ein Auffangen der Grabenwässer aus den höheren Stollen und ein Ableiten derselben mittels Rinnen für erforderlich.

Revierkarten gab es in älterer Zeit nicht, man begnügte sich mit „Mappen“ über die einzelnen Grubengebäude. Ein Zusammenhang unter denselben fehlte. Die meisten dieser Karten sind überdies von solcher Art, dass sie als Darstellungen der Lagerungs- und Betriebsverhältnisse überhaupt nicht angesprochen werden können. Die primitiven Abbildungen von Fahrten, Haspelzügen, Stollenkauen etc. spielen hierin bei weitem die Hauptrolle.

Die erstere umfassendere Mappierung nahm 1768 Berggruber vor. Eine vollständige Aufnahme des ganzen Revieres führte in den Jahren 1787 bis 1791 der verdienstvolle k. k. Bergschaffer und Markscheider Paul Ignaz Peyrer durch und ergänzte dieselbe durch eine Grubenbeschreibung, die leider verloren gegangen ist.

Erwähnenswert wäre noch, dass bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts die Theilung des Compasses in zweimal zwölf Stunden üblich war und dass die Untertheilung einer Compassstunde in acht Punkte noch im ersten Viertel dieses Jahrhunderts in Verwendung stand.

Mit der Aufbereitung war es in älterer Zeit recht schlecht bestellt. 1740 erinnert der Oberbergrichter, das Kern-Gelferz besser auszuhalten, das Mittelerz auf einen besseren Halt zu

<sup>1</sup> J. Niederist, Grundzüge der Bergbaukunde etc. Prag 1863, p. 179.

bringen und jenes Halberz, welches dermalen wegen beibrechenden Schiefer, Quarz und Hornstein nicht schmelzwürdig sei, zu zerkleinern und dann zu setzen. Der gröbere und mittlere Auswurf, welcher auf die Halde gestürzt werde, enthalte noch 11% Schlich, der jetzt verloren gehe, weshalb ein besserer Aufschluss durch ein Puchwerk nöthig sei. Das Scheidklein werde nur einmal durch ein grobes Sieb gesetzt und der Durchfall sofort zum Schmelzen gegeben; es sei jedoch erforderlich, selbes durch ein Mittel- und klares Sieb besser zu reinigen, bevor man schmelzwürdiges Zeug erhalte.

In der Folge wurde denn 1743 für das Gruben- und Scheidklein eine „fünfmahlige Siebabhebung“ eingeführt und der durch das engste Sieb in das Unterfass fallende Schlamm auf „Trieb-Häpt“<sup>1</sup> verwaschen, ferner 1745 ein „nasses Puchwerk mit neun Schissern und drei Schlemmherden“ erbaut.

1811 bestanden beim Antoni-, Benedicti-, Edmundi-, Gottardi- und Josefi-Stollen Scheidstuben, woselbst das Hauwerk in vier Classen: feines Gelberz, Mittelerz, Schwefelkies und Pochgänge geschieden, das Gruben und Scheidklein aber mittels Durchlassen und Siebsetzen in die Enge gebracht wurde.

Das Scheidwerk lieferte man zum Theile auf Rollen, zum Theile mittels Sackzuges zu Thal, und übergab sodann die Gelberze der Schmelzhütte, die Schwefelkiese und Mittel-erze den Röststätten und die Pochgänge dem Pochwerke. Das letztere besaß 16 Schieser in vier offenen Sätzen mit eisernen Pochsohlen. Die Pochtrübe gelangten durch Sentgitter in Mehlrinnen, aus welchen die reschen und milden Mehle ausgestochen und auf vier durch eine gemeinschaftliche Welle angetriebenen Stoßherde verwaschen wurden.

Schröckenfux tadelt sehr, dass man die grob eingesprenkten Zeuge mild poche, was nicht nur die Trennung des Schliches von dem tauben, zähen Mehle erschwere und bedinge, dass die Schliche nur 20%g ausfielen, sondern auch einen größeren Calo verursache.

1810 machte man einen Versuch, die milden Mehle auf zwei Kehrherden anzureichern, gab denselben jedoch bald wieder auf.

<sup>1</sup> Trübhappe, Schlammgraben oder Durchlassgraben, vergl. Niederist, l. c., p. 216.

Nach den Grubenberichten für die Jahre 1808, 1809 und 1814, ferner für das erste und zweite Quartal 1810 und das dritte Quartal 1813 wurden in diesen Betriebsperioden erzeugt:

Gelberz . . . . .	7.762·75 Ctr.
Kies . . . . .	10.975·25 „
Mittelerz . . . . .	30.163·00 „
Pochgänge . . . . .	6.725·00 „
Scheidklein . . . . .	4.105·00 „
Im ganzen . . . . .	59.731·00 Ctr.

Von der gesammten Erzeugung fielen daher auf:

Gelberz . . . . .	12·99 $\frac{0}{100}$
Kies . . . . .	18·37 $\frac{0}{100}$
Mittelerz . . . . .	50·50 $\frac{0}{100}$
Pochgänge . . . . .	11·26 $\frac{0}{100}$
Scheidklein . . . . .	6·87 $\frac{0}{100}$

In den Jahren 1827 und 1828 kamen nach Layer auf: Stuferze (reicherer Gelberz mit 8  $\bar{a}$  [8  $\frac{0}{100}$ ] Kupfergehalt) 19  $\frac{0}{100}$ ; Kies (derber, mit sehr wenig Kupferkies gemengter Schwefelkies mit circa 1  $\bar{a}$  [1  $\frac{0}{100}$ ] Kupfergehalt) einschließlich der Pochgänge und des Scheidkleins 25  $\frac{0}{100}$ ; und auf Mittelerze (armes, in Schiefer eingesprengtes Gelberz, welches circa 1 $\frac{1}{2}$   $\bar{a}$  [1 $\frac{1}{2}$   $\frac{0}{100}$ ] Kupfer enthält) 56  $\frac{0}{100}$  der gesammten Erzeroberung.

1859 war nach Lindl die Aufbereitungsmanipulation wenig von jener im Jahre 1810 verschieden. Das Hauwerk wurde in der Grube in Wände- und Grubenklein getheilt.

Die Erzwände gaben sodann in der Scheidestube:

Gelberze mit 10  $\frac{0}{100}$  Kupfer,

Mittelerze mit 3—4  $\frac{0}{100}$  Kupfer,

Rösterze mit 3 $\frac{3}{4}$   $\frac{0}{100}$  Kupfer und

Pochgänge, welche 10  $\frac{0}{100}$  Schlich und der Schlich 2 bis 3  $\frac{0}{100}$  Kupfer hielten.

Das Gruben- und Scheidklein schied sich beim Verwaschen über Sieben in Pochklein und Klaubklein, welches letzteres durch Klaubarbeit wieder in zwei Sorten: schmelzwürdige Zeuge und Pochgänge zertheilt wurde.

Zum Aufschließen der Pochgänge und des Pochkleines diente ein Salzburger Pochwerk, an das sich ein Reschgraben

und eine Mehlführung anschloss. Zur Separation der sortierten Mehle standen vier Salzburger Stoßherde (zwei resche und zwei Mehlherde) in Verwendung.

Mit einem Gesamtbelage von 90 Mann erzeugte nach Schweighofer die Grube im Jahre 1857: 25.000 Ctr. (14.000 *q*) Hauwerk, und zwar 16.000 Ctr. (8960 *q*) Erzwände, 9000 Ctr. (5040 *q*) Grubenklein. Die Erzwände gaben 11.000 Ctr. (16.160 *q*) Stuferze (vorwiegend derbe Schwefelkiese mit etwas Kupferkies und daher auch nur einen geringen Durchschnittsgehalt: 2·6 % an Kupfer), das Gruben- und Scheidklein gab 3 % schmelzwürdige Zeuge und 40 % Pochgänge mit 8—10 % Schlich.

Wann die erste Hüttenanlage, deren Reste nächst einem Haldensturze malachitischer Kupferschlacken an der Einmündung des Kieslinggrabens in den kurzen Teichengraben noch ziemlich gut erkennbar sind, auflässig wurde, ist nicht bekannt.

Die neuere am Zusammenflusse der beiden Teuchenbäche dürfte nach Schweighofer um 1700 entstanden sein und besaß anfänglich fünf Schachtöfen und einen Gaarherd. Im ersten Decennium dieses Jahrhunderts zerstörte sie ein Wolkenbruch und reducierte sich beim Neubaue die Anzahl der Schachtöfen auf vier, dann 1820 infolge einer Änderung im Schmelzprocesse auf zwei.

Ein Probieren der Erze vor dem Verschmelzen scheint in älterer Zeit nicht stattgefunden zu haben. Zwar befiehlt schon 1738 der Bergrichter, die Erze vor dem Verschmelzen im kleinen Feuer zu probieren, aber noch 1810 war kein ordentlicher Probiergaden vorhanden und dienten „zum Probieren Apparate, von denen kaum eine richtige Probe zu erwarten“ war. Bei den reicheren Erzen bestimmte man einmal im Jahre den Halt in der Weise, dass man von allen erzeugten Reicherzkübeln eine Erzprobe nahm, sämtliche Posten in eine verjüngte und diese im Feuer probierte. Bei den ärmeren Geschieben wurden die Hälte immer gleich groß angenommen. Auch später scheint sich in docimastischer Beziehung nichtviel geändert zu haben.

1810 kamen die Gelb-(Fein-)Erze, das durch Siebsetzen concentrirte Gruben- und Scheidklein, sowie die Schliche ungeröstet zum Verschmelzen. Die Mittelerze wurden vorher verröstet, die Schwefelkiese verröstet und ausgelaugt.



In der Regel berechnete man den Kupferhalt der Gelberze zu 7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, der Mittelerze nach ihrer Verröstung zu 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> <sup>0</sup>/<sub>0</sub>, der abgerösteten und ausgelaugten Schwefelkiese zu 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> <sup>0</sup>/<sub>0</sub>, der Schliche zu 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, endlich des concentrirten Gruben- und Scheidkleins zu 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Zum Rösten der Mittelerze dienten „große, offene Röststätten“, wobei etwas Schwefel in concaven Vertiefungen der Decke gewonnen wurde.

Die Schwefelkiese, das kiesige Gruben- und Scheidklein unterwarf man einer Abschwefelung in einem böhmischen Stadel<sup>1</sup>, der 2000 Ctr. Kies fasste, welche zu ihrer Verröstung 14 bis 16 Wochen bedurften und 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Schwefel abwarfen, von dem drei Sorten: Stangl. Ordinär-Blüh und Fein-Blüh erzeugt wurden.

Die abgeschwefelten Kiese wurden auf Admonter Vitriol verarbeitet, der in 100  $\pi$ : 8 bis 9  $\pi$  Kupfer hielt. Man laugte zu dem Ende das abgeröstete Gut in hölzernen Kästen dreimal mit heißem Wasser aus, versott die schwache Lauge in bleiernen Pfannen und theilte die Rückstände dem Erzschnelzen zu. Die gradierte Lauge kam erst zur Verköhlung in „Setzbottiche“, hierauf in hölzerne Anschussfässer, in denen sich der Anschuss „sehr klein und manchmal auch ziemlich weich infolge von dem großen Überschuss an Säure“ ansetzte. Die Mutterlauge theilte man dem nächsten Sude zu und stürzte das in den Bleipfannen und Setzbottichen gefallene basische Eisenoxydsulfat auf die Halde.

Schröckenfux tadelt, dass man nicht gleich beim Auslaugen eine reichere Lauge zu erzielen suche und auch die freie Säure nicht mittels zweckmäßiger Zusätze neutralisiere, überhaupt dem ganzen Prozesse zu wenig Aufmerksamkeit schenke, obgleich er weniger Kosten wie das Schnelzen mache und das Pfund Kupfer im Vitriol viel höher als im Rosettenkupfer bezahlt werde.

Die Schnelzarbeit umfasste das erste oder Rohschnelzen, wobei ein „Lech“ fiel, den man im zweiten oder Steinschnelzen auf „Stein“, „Reichstein“ oder „Reichlech“ durchstach, die Schwarzkupferung und das Treiben des Schwarzkupfers.

<sup>1</sup> C. F. Plattner, Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde, von Theodor Richter. Freiberg, 1860, 1. Bd., p. 166.

In der Construction der Öfen scheinen nie wesentliche Veränderungen vorgekommen zu sein und auch in der Durchführung des Schmelzprocesses gab es wenig Fortschritt.

1743 berichtet Ferch, dass man das Schmelzen dadurch verbessert habe, „dass in einem Zugericht wöchentlich bei fünf Oefen fünf Schichten in uno continuo ohne neuer Ofenaydnung geschmolzen werden“. Es kommen sonach auf eine Woche fünf Schichten mehr als früher und wird außerdem das „Aydnungskohl“ erspart.

1810 arbeitete man mit einförmigen Krummöfen von 4' 6" Höhe im Ofenschachte, 27" Breite an der Vorwand und Brandmauer und 36" Länge zwischen Vorwand und Brandmauer. Die Zustellung war bei allen Arbeiten gleich: im Herde eine schiefe, gegen die Vorwand geneigte Fläche aus halbschwerem Gestübe und in der Vorwand zwei Brillenöffnungen mit den Spuren in die Vortiegel. Die Windlieferung besorgten zwei Kastengebläse.

Zum Rohschmelzen gattierte man die Gelberze, abgerösteten Mittlererze, ausgelaugten Schwefelkiese, das Gruben- und Scheidklein, sowie die Schliche mit Gekrätz und Schlacken vom Stein- und Schwarzkupferschmelzen derart, dass ein Durchschnittshalt von 2 bis 3% Kupfer resultierte. Auf ein Zumachen schmolz man durch zehn zwölfstündige Schichten. In dieser Zeit wurden 17 bis 19 Vormäßen à 24 Ctr., sonach in 24 Stunden 80 bis 90 Ctr. mit einem Kohlenaufwande von 90 Fass à 8 Cubikfuß auf 100 Ctr. Beschickung durchgesetzt. Auf 100 Ctr. Beschickung fielen 16 bis 20 Ctr. Lech mit einem Halte von 12 bis 15% Kupfer. Die Leche brannte man in drei bis vier Feuern zu und verschmolz dieselben sodann auf Reichlech, wobei man bei strengem oder zähen Fluss dadurch half, dass den Sätzen einige Tröge von den Rohvormäßen zugesetzt wurden. Der erhaltene „Stein“ oder Reichlech mit 40 bis 50% Kupfer wurde in acht Feuern geröstet und dann auf Schwarzkupfer verschmolzen, die mitfallende Reichschlacke mit 1.5 bis 2% Kupfer aber den Rohvormassen zugetheilt.

Beim Schwarzkupferschmelzen verwendete man taubes Bergklein als Flussmittel und gab die Schlacke mit 3 bis 4% Kupfer an die Rohvormassen, den Oberlech mit 60 bis 70% Kupfer zu den folgenden Reichlechen.

Die Schwarzkupfer hielten 90 bis 94%.

Der gesammte Calo an Metall von allen vorhergehenden Arbeiten wurde nach Schröckenfux mit 28 bis 30% in der Schmelzcopei angesetzt.

Sehr zweckwidrig war das Rösten der Leche, welches in länglichen, viereckigen Röststätten erfolgte. „Es wird ein Bett von Holz eingelegt und dann der ganze Rost mit den Lechen beiläufig 1 $\frac{1}{2}$ ' bis 2' hoch überstürzt, von vorne wird der Rost angezündet und in dem stärksten Zuge in einem Tage abgebrannt“. Beim Ausräumen trifft man gewöhnlich auf eine 1' starke, dick zusammengeflossene Lage, die mühsam mit Krampen und Brechstangen aufgehauen werden muss, bevor sie auf ein neues Holzbett aufgestürzt werden kann.

Zum Gaarmachen des Schwarzkupfers diente ein kleiner Gaarherd, dem zwei Spitzbälge vorgelegt waren und auf welchem in jedem Treiben 3 bis 5 Ctr. Schwarzkupfer verarbeitet wurden.

Das Rosettenkupfer war seiner vorzüglichen Qualität wegen sehr gesucht.

1814 wurde der Vorschlag gemacht, die Steinschmelzung zu unterlassen, dagegen hochhältige Leche zu erzeugen und diese direct auf Schwarzkupfer zu verarbeiten. Da man jedoch in Erfahrung brachte, dass zu Fragant in Kärnten eine derartige Schmelzung schlechtes Kupfer ergab, kam das Project nicht zur Durchführung.

Seit 1820 verschmolz man zwei Drittel des Erzquantums auf Lech und das restierende Erzdrittel mit den gefallenen Lechen auf Reichstein.

Bereits 1810 schlug Schröckenfux eine Erhöhung der Schachtöfen, deren Zustellung über einen Sumpf, dann die Einführung einer rationellen Methode zur Verröstung der Leche vor. Wie aus den späteren Berichten erhellt, fanden diese Vorschläge keine Berücksichtigung.

1829 bemerkt Layer, dass bei anderen Kupferhütten, so zu Ahrn in Tirol, die erste Schmelzung in Halbhochöfen erfolge und es ganz unverständlich sei, warum man in Kallwang nicht gleichfalls behufs Minderung der Schmelzkosten solche in Anwendung bringe, und aus dem Berichte Steinlechner's erhellt, dass noch 1842 die Leche in der zweckwidrigen alten Art zugebrannt wurden.

1847 veröffentlichte Tunner<sup>1</sup> eine kurze Beschreibung des Hüttenprocesses.

In demselben Jahre hörte mit der Auflassung des sogenannten „Kiesgesenkes“ die Schwefel- und Vitriolgewinnung auf.

Seit 1858 suchte man durch Belegung verschieden reicher Anbrüche eine constante Gattierung zu erzielen, wogegen bis dahin erhebliche Schwankungen im Halte derselben vorkamen.

1859 wurde das ärmere, vorwiegend Eisen- und Magnetkiese enthaltende Erz mit einem Zusatze von 5 bis 6 % Schlich in Haufen verröstet, welche 500 Ctr. fassten. Ein solcher Rösthaufen benötigte an Brennstoff eine Klafter dreischuliges Holz sowie 3 Fass (à  $7\frac{3}{4}$  Cub.) Kohle und stand durch 10 Tage im Brande.

Zum Rohschmelzen diente ein einförmiger Brillenofen, „8' hoch, 3' und  $2\frac{1}{2}'$  im Geviert“, zum Lechschmelzen und Schwarzmachen ein gleichfalls einförmiger Tiegelofen, „7' hoch, 3' und  $2\frac{1}{2}'$  weit“.

Der Lech wurde in drei, der Stein in sieben Feuern zugebrannt und der Spurstein den drei letzten Steinröstungen zugetheilt.

Einigen Einblick in diesen Schmelzprocess bieten die folgenden Notizen, welche mir vom Herrn Oberbergrath Prof. F. Kuppelwieser freundlichst zur Verfügung gestellt wurden.

#### Rohschmelzen oder Lecherzeugung.

Im Jahre .	1858	1859	1865
Anzahl der Schmelzungen	19	17	18
Schmelzstunden . . . . .	1.785	734	1883
Anzahl der Vormassen .	322	127	245
„ „ Gichten . . . . .	1154	493	945
Verschmolzen: Schlacke .	272.364 $\bar{u}$	176.000 $\bar{u}$	172.059 $\bar{u}$
Thonschiefer . . . . .	6.722 „	— „	— „
Gelferze . . . . .	70.392 „	17.118 „	— „
Mittelerze (geröstet) . .	519.614 „	179.398 „	561.495 „
„ (ungeröstet) . . . . .	216.696 „	47.974 „	16.196 „
Schliche (roh) . . . . .	56.651 „	26.848 „	135.634 „
Klein (roh) . . . . .	116.022 „	42.153 „	29.283 „

<sup>1</sup> Die steiermärkisch-ständische montanistische Lehranstalt zu Vordernberg etc. Wien 1847, p. 69.

Holzkohle (Vordernberger Fass à  $7\frac{3}{4}$  Cub.):

Zum Schmelzen . . . . .	6.617	2.479	4.717
„ Gestübe . . . . .	304	122	298
Summe . . . . .	6.921	2.601	5.015

Bei der Inventur 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Zugang, daher richtiger . .

Erzeugt Lech mit 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>

Kupfer . . . . .	214.200 $\bar{u}$	70.600 $\bar{u}$	132.000 $\bar{u}$
------------------	-------------------	------------------	-------------------

1 Ctr. Lech forderte, daher:

im Jahre **1858**      **1859**      **1865**

Schlacke . . . . .	1·27 Ctr.	1·52 Ctr.	1·30 Ctr.
--------------------	-----------	-----------	-----------

Thonschiefer . . . . .	0·03 „	— „	— „
------------------------	--------	-----	-----

Erze . . . . .	4·57 „	4·44 „	5·63 „
----------------	--------	--------	--------

Holzkohle (Vordernberger

Fass) . . . . .	2·86	3·68	3·81
-----------------	------	------	------

samt Zugang . . . . .	2·57	3·33	3·43
-----------------------	------	------	------

Reichstein-Erzeugung.

Im Jahre **1858**      **1859**      **1865**

Anzahl der Schmelzungen	19	7	18
-------------------------	----	---	----

Schmelzstunden . . . . .	1362	483	1436
--------------------------	------	-----	------

Anzahl der Vormassen . . . . .	256 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	89	202
--------------------------------	---------------------------------	----	-----

„ „ Gichten . . . . .	856	306	692 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
-----------------------	-----	-----	---------------------------------

Verbrauch: Schlacke . . . . . 12.255  $\bar{u}$       3.656  $\bar{u}$       15.143  $\bar{u}$

Thonschiefer . . . . .	82.497 „	28.744 „	— „
------------------------	----------	----------	-----

Lech . . . . .	214.200 „	70.600 „	132.600 „
----------------	-----------	----------	-----------

Gelferz . . . . .	116.044 „	27.299 „	44.173 „
-------------------	-----------	----------	----------

Mittelerz (geröstet) . . . . .	314.957 „	127.872 „	297.936 „
--------------------------------	-----------	-----------	-----------

„ (roh) . . . . .	85.176 „	20.874 „	50.051 „
-------------------	----------	----------	----------

Klein (roh) . . . . .	38.299 „	21.264 „	67.152 „
-----------------------	----------	----------	----------

Holzkohle (Vordernberger Fass):

Zum Schmelzen . . . . .	4.280	1.557	3.470
-------------------------	-------	-------	-------

„ Gestübe . . . . .	304	112	112
---------------------	-----	-----	-----

Summe . . . . . 4.584      1.669      3.582

Bei der Inventur 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Zu-

gang, daher richtiger . . . . .	4.130	1.502	3.224
---------------------------------	-------	-------	-------

Erzeugt Reichstein mit 26<sup>0</sup>/<sub>0</sub>

Kupfer . . . . .	204.800 $\bar{u}$	68.800 $\bar{u}$	131.700 $\bar{u}$
------------------	-------------------	------------------	-------------------

1 Ctr. Reichstein erforderte:

	Im Jahre .	1858	1859	1865
Thonschiefer . . . . .		0·40 Ctr.	0·43 Ctr.	— Ctr.
Schlacke . . . . .		0·06 „	0·05 „	0·12 „
Lech . . . . .		1·04 „	1·02 „	1·01 „
Erze . . . . .		2·71 „	2·87 „	3·48 „
Kohlen (Vordernberger Fass)		2·24	2·43	2·72
sammt Zugang . . . . .		2·01	2·18	2·45

## Schwarzkupfer-Schmelzen.

	Im Jahre .	1858	1859	1865
Anzahl der Schmelzungen		19	7	18
Schmelzstunden . . . . .		572	174	491
Anzahl der Vormassen . .		98	33	61
„ „ Gichten . . . . .		393	135	301
Verbraucht: Thonschiefer .		42.650 $\bar{a}$	15.596 $\bar{a}$	35.810 $\bar{a}$
Reichstein . . . . .		204.800 „	68.200 „	131.700 „
Spurstein . . . . .		10.750 „	4.025 „	6.200 „
Holzkohle (Vordernberger Fass):				
Zum Schmelzen . . . . .		2.019	663	1.525
„ Gestübe etc. . . . .		200	70	214
Summe . . . . .		2.219	733	1.739

Bei der Inventur 10 % Zu-

gang, daher richtiger . .	1.997	659	1.565
Erzeugung: Schwarzkupfer	57.620 $\bar{a}$	17.965 $\bar{a}$	28.480 $\bar{a}$
Spurstein . . . . .	10.950 „	3.350 „	6.050 „

1 Ctr. Schwarzkupfer und Spurstein benötigte:

	Im Jahre .	1858	1859	1865
Thonschiefer . . . . .		0·62 Ctr.	0·73 Ctr.	1·04 Ctr.
Reichstein . . . . .		2·98 „	3·20 „	3·81 „
Spurstein . . . . .		0·15 „	0·18 „	0·18 „
Holzkohle (Vordernberger Fass)		3·23	3·48	5·03
sammt Zugang . . . . .		2·90	2·09	4·53
100 $\bar{a}$ Schwarzkupfer be-				
nötigte an Kohle . . . . .		3·46	3·66	5·48

## Rosettieren.

Zeit der Treiben . . . . .	306	87	178 Stunden
Anzahl der Gruben . . . . .	91	28	45

Verwendet: Schwarzkupfer	57.605 $\bar{n}$	17.960 $\bar{n}$	28.410 $\bar{n}$
Holzkohle (Vordernberger Fass):			
Zum Rosettieren . . . . .	1.136	351	550
„ Gestübe etc. . . . .	228	66	120
Summe .	1.364	417	670
Richtig gestellt nach Inventur	1.232	375	603
Erzeugung an Rosettenkupfer	53.273 $\bar{n}$	16.325 $\bar{n}$	26.568 $\bar{n}$
1 Ctr. Rosettenkupfer brauchte:			
Schwarzkupfer . . . . .	1.081 Ctr.	1.100 Ctr.	1.090 Ctr.
Holzkohle (Vordernberger Fass)	2.58	2.55	2.52
sammt Zugang . . . . .	2.33	2.29	2.27

Bergbaukosten im Jahre 1854: 17.374 fl. 48 kr. Conv.-M. Erzeugt wurden 21.950 Ctr. Erze; somit kostet 1 Ctr. Erz (mit 2.66 % Kupfer) 47 kr. Conv.-M. und daher 1 Ctr. Kupfer im Erz 29 fl. 27 kr. Conv.-M.

### Hüttenkosten im Jahre 1854.

Gegenstand	Rohschmelzen	Reichstein-Erzeugung	Schwarzkupfer-Schmelzen	Rosettieren	Summe	%
Arbeit . . . . .	641.32	263.15	185.49	90.42	1181.18	15.6
Bringung . . . . .	79.48	26.25	24.13	16.34	147.00	1.9
Rösten . . . . .	138.24	361.10	9.00	—	508.34	6.8
Zustellen . . . . .	114.13	47.20	26.21	22.00	209.54	2.7
Aufsicht . . . . .	88.00	101.11	30.09	49.30	268.50	3.5
Schmied . . . . .	101.20	52.30	29.20	18.38	201.48	2.8
Regie . . . . .	138.23	159.03	47.47	35.20	380.33	5.0
Kohlen . . . . .	2184.45	1462.11	681.53	347.47	4676.36	61.7
	3486.25	2473.05	1034.32	580.31	7574.33	—

Erzeugt Ctr. . . . . 1580                      1816                      436                      403  
 Kosten per Ctr. Erz 2 fl. 12 kr. 1 fl. 20 kr. 1 fl. 52 kr. 1 fl. 31 kr.

Da mit 7574 fl. 33 kr. 403 Ctr. Rosettenkupfer erzeugt wurden, so betragen die Hüttenkosten per 1 Ctr.:

Rosetten-Kupfer . . . . . 18 fl. 47 kr. Conv.-M.  
 100  $\bar{n}$  Kupfer im Erz kosteten . . . . . 29 „ 27 „ „  
 und daher 100  $\bar{n}$  Rosettenkupfer . . . . . 48 „ 14 „ „

Gegenstand	1850	1851	1852	1853
Erzeugung an Rosettenkupfer . . . . .	369·37 Ctr.	441·67 Ctr.	474·24 Ctr.	392·00 Ctr.
Für 1 Ctr. Rosettenkupfer wurden rohe Erze verbraucht . . . . .	41·35 „	35·46 „	34·97 „	36·31 „
Es ergibt sich daher ein durchschnittlich. Kupfergehalt im Erze von . .	2·42 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·82 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·86 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Für 1 Ctr. Rosettenkupfer bestand die Erz-Beschickung:				
aus Gelberzen . . . . .	4·00 Ctr.	4·25 Ctr.	3·48 Ctr.	4·18 Ctr.
„ Mittelерzen (geröstet)	21·80 „	16·16 „	17·09 „	16·28 „
„ „ (ungeröstet)	9·83 „	11·77 „	10·58 „	11·68 „
„ Schlich (roh) . . . . .	1·08 „	0·36 „	—	—
„ Klein (roh) . . . . .	0·44 „	—	0·85 „	1·24 „
im ganzen . . . . .	37·41 „	32·55 „	32·00 „	33·38 „
An Zwischenproducten pro 1 Ctr. Rosettenkupfer kamen:				
Lech . . . . .	4·15 „	3·95 „	4·10 „	3·86 „
Reichstein . . . . .	4·24 „	3·79 „	3·85 „	4·07 „
Spurstein . . . . .	0·33 „	0·29 „	0·34 „	0·32 „
Schwarzkupfer . . . . .	1·078 „	6·091 „	1·076 „	1·082 „
Holzkohle loco Hütte Vorderberger Fass ab 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> regelmäßiger Zugang . .	32·02	32·27	32·18	32·47

<sup>1</sup> Versuchs-Schmelzen.

<sup>2</sup> Röstcalc 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

<sup>3</sup> Es erscheint mehr Reichstein und Spurstein als Lech, weil beim Reichschmelzen noch Erze zugesetzt wurden, somit erst hier das ganze Kupferquantum beisammen war.



sicht.

1854	1855	1856	1856 <sup>1</sup>	1858	1859	1865
414·85 Ctr.	254·69 Ctr.	173·53 Ctr.	159·32 Ctr.	532·73 Ctr.	163·23 Ctr.	265·68 Ctr.
37·60 "	43·38 "	40·78 "	38·48 "	33·61 "	34·69 "	50·92 "
2·66 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·31 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3·16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2·85 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	1·96 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
4·39 Ctr.	4·63 Ctr.	4·50 Ctr.	4·26 Ctr.	3·50 Ctr.	2·71 Ctr.	1·66 Ctr.
17·99 "	22·10 "	22·95 "	19·68 "	15·66 "	18·82 "	32·27 " <sup>2</sup>
11·38 "	13·00 "	9·20 "	11·00 "	5·67 "	4·21 "	2·48 "
—	—	—	—	1·06 "	1·64 "	5·08 "
0·54 "	0·54 "	—	—	2·90 "	3·92 "	3·62 "
34·94 "	39·40 "	26·65 "	34·94 "	28·79 "	31·30 "	45·11 "
3·81 "	4·81 "	4·32 "	5·05 "	4·02 "	4·32 "	4·95 " <sup>3</sup>
4·59 "	4·85 "	4·64 "	4·85 "	3·84 "	4·22 "	4·94 "
0·28 "	0·20 "	0·18 "	0·13 "	0·21 "	0·20 "	0·22 "
1·085 "	1·104 "	1·104 "	1·120 "	1·081 "	1·100 "	1·070 "
32·60	26·90	36·68	35·15	27·31	33·20	41·28

Aus der Größe des durchschnittlichen Kupfergehaltes der in den Jahren 1850 bis 1859 verschmolzenen Erze wurde oben als Mittelwert ein Gehalt von 2·68% abgeleitet. Das Jahr 1865, in dem sich ein abnorm niederer Halt ergab, ist hiebei absichtlich nicht in Rechnung gezogen worden.

Da nun Layer 1829 einen mittleren Halt von 2·61% annahm, also einen von 2·68% wenig abweichenden, so kann daraus wohl geschlossen werden, dass nicht nur der Kupfergehalt in den an die Hütte abgegebenen Educten ziemlich constant blieb, sondern dass auch die Schmelzabgänge während der ganzen Zeit fast gleich groß waren. Wenn diese nun in Kallwang allerdings auf Grund sehr roher Haltbestimmungen mit 28 bis 30% angesetzt wurden, so ist die oben zur Berechnung des wirklichen Metallgehaltes gemachte Annahme eines Schmelzabganges von 20% wahrscheinlich eher zu niedrig als zu hoch gegriffen. — Dass für Großfragant ein gleich hoher Schmelzverlust acceptiert worden ist, scheint mit Rücksicht auf die große Ähnlichkeit des Vorkommens sowie die Gleichartigkeit des dortigen Hüttenprocesses begründet zu sein.

In den nachfolgenden Tabellen habe ich noch die mir zugänglich gewesenenen Productions- und Preisangaben zusammengestellt.

Die Kupferproduction des Jahres 1767 entnahm ich Notizen des Herrn Albert Miller von Hauenfels, jene der Jahre 1812, 1834, 1835 und 1836 Georg Göth's Topographie Steiermarks<sup>1</sup>, die pro 1851 bis 1859 den Berichten des geognost. montanist. Vereines für Steiermark, endlich die für 1860 und 1865 den officiellen statistischen Nachweisungen; alle übrigen entstammenden Acten des Admonter Archives.

Die Differenzen in den Productionsangaben der Tabellen gegenüber den bei Besprechung des Hüttenprocesses für die Jahre 1851 bis 1859 bemerkten sind darauf zurückzuführen, dass sich erstere auf Militärjahre, welche vom 1. October bis letzten September gezählt wurden, und nicht auf bürgerliche Jahre beziehen.

Die Produktionsmengen sind in Centnern angegeben, deren

<sup>1</sup> Das Herzogthum Steiermark etc. 2. Bd. Wien 1844, p. 243.

Größe wohl schon im 17. Jahrhundert wenig von dem später gebrauchten Wiener Centner differierte.

Der Preis ist nach Gulden angesetzt. Zur Beurtheilung des Wertes derselben mögen nachstehende Bemerkungen, welche ich der Güte des Herrn Archivars A. von Jaksch verdanke, hier Platz finden.

Aus einer kölnischen Mark feinen Silbers = 233.957 gr wurden geprägt:

1623: 13 Gulden 36 $\frac{1}{2}$  Kreuzer, den Gulden zu 60 Kreuzer gerechnet,

1693: 18 Gulden und seit

1748 bis zur Einführung der österr. Währung (1858) 20 Gulden<sup>1</sup> (Conventionsfuß, Conv.-Münze).

Zur Einlösung der berichtigten Banko-Zettel sind ferner im Sinne des Finanz-Patentes vom 20. Februar 1811 Einlös-scheine ausgegeben worden, deren Wertverhältnis gegenüber der Conventions-Münze lange variabel war und erst 1824 gesetzlich dadurch fixiert wurde, dass man 250 fl. „Scheingeld“ 100 fl. Conventions-Münze gleichstellte. — Die in den Originalen unter „Wiener Währung“ angeführten Preise sind in solchen Einlös-scheinen zu verstehen; ich habe jedoch des Vergleiches wegen dort, wo die Preise zugleich in Conventions-Münze lauten, auch diese in die Tabellen aufgenommen.

Eine Umrechnung in metrisches Gewicht und öster-reichische, respective Kronenwährung ist darum unterlassen worden, weil ich glaube, dass für denjenigen, welcher sich mit einer Geschichte der Preise beschäftigt, die Angaben der Originale von größerem Werte sein dürften, als Zahlen, welche nur zu leicht von ihrer wahren Größe abweichen. —

Es würde mich freuen, wenn diese Studie zu ähnlichen Ar-beiten über andere Erzlagertstätten der Ostalpen anregen würde. Der Gegenstand ist nicht nur geologisch von hohem Interesse, sondern auch volkswirtschaftlich von erheblicher Wichtigkeit. Viele Beobachtungen und Erfahrungen der „Alten“ sind jetzt noch vorhanden, welche, wenn sie nicht gesammelt werden, in Kürze für immer verloren sein können. — Glück auf!

<sup>1</sup> M. Waldner, Versuch eines Entwurfes der Hauptmomente des deutschen Münzwesens. Innsbruck 1858, p. 129.









Jahr	Kupfer		Schwefel		Vitrinol		Ertrag		Einbusse		Anmerkung
	Ctr.	Preis fl.	Ctr.	Preis fl.	Ctr.	Preis fl.	fl.	kr.	fl.	kr.	
1776	47600	50	9664	6,13	151	15	.	.	4330	06	
1777											
1778											
1779											
1780											
1781											
1782											
1783											
1784											
1785											
1786	.	.	.	.	.	.	.	.	815	24	
1787	.	.	.	.	.	.	.	.	660	11	
1788											
1789											
1790											
1791											
1792											
1793	Durchschnittlicher jährlicher Ertrag . . . . . 1.039 58 . . . . .										
1794											
1795											
1796											
1797											

Downloaded from The Bodleian Library, Oxford, UK. Original published in: *Journal of the History of Chemistry*, 1979, 11, 106-110.



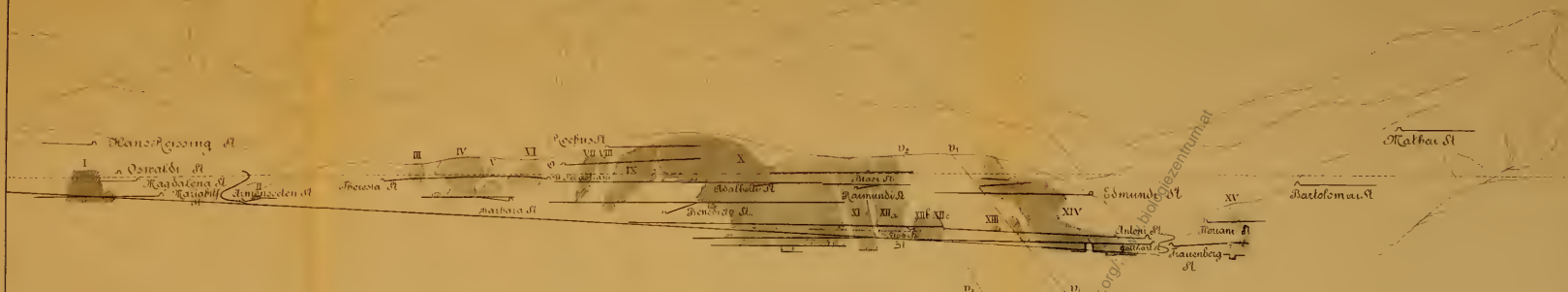


Jahr	Kupfer			Schwefel		Vitriol		Anmerkung
	Ctr.	Preis		Ctr.	Preis	Ctr.	Preis	
		Conv.- M.	Wiener Währg.		Wiener Währg.		Wiener Währg.	
1814	.	.	.	.	.	.	.	75 Mann.
1815	247'25	.	.	108'50	.	.	.	
1816	291'25	.	.	111'45	.	88'00	.	
1817	131'50	.	180,18	1'88	35,—	52'00	50,51	
1818	210'48	51,—	129,46	70'44	29,17	60'19	45,20	
1819	273'40	.	131,46	126'86	24,23	115'65	44,15	
1820	264'50	55,—	137,30	45'25	22—36	85'25	44,—	
1821	263'00	55,—	137,30	61'13	22—35	58'80	44,—	
1822	343'50	.	133,45	55'76	20,54	69'10	38,59	
1823	330'00	.	136,12	119'19	22,30 bis 35,27	69'00	36,25	
1824	339'50	.	126,15 bis 130,—	99'53	21,20 bis 30,42	112'15	28,11	
1825	369'50	.	.	130'17	.	106'25	.	
1826	487'50	.	.	64'95	.	192'60	.	
1827	429'75	.	.	92'36	.	60'73	.	
1828	357'00	51,30 bis 52,30	128,45 bis 131,15	140'31	17,30 bis 20,—	99'50	33,45 bis 35,—	
1829	307'25	52,30 bis 53,30	131,15 bis 133,45	81'47	17,27 bis 25,—	160'92	34,19	
1830	270'00	53,30	133,45	54'52	17,—	42'75	29,48	
1831	260'00	53,30	133,45	67'91	16,06	114'00	33,45	
1832	260'00	53,30	133,45	29'26	17,01	95'17	33,43	
1833	380'00	53,30	133,45	56'22	15,25	106'36	33,44	
1834	.	.	.	.	.	.	.	Gesamt- Erzeugung an Kupfer 1329 Ctr. Kohlenverbrauch 56.270 Fass.
1835	.	.	.	.	.	.	.	
1836	445'54	.	.	.	.	.	.	
1837	.	.	.	.	.	.	.	
1838	.	.	.	.	.	.	.	
1839	.	.	.	.	.	.	.	
1840	.	.	.	.	.	.	.	
1841	.	.	.	.	.	.	.	
1842	298'38	.	.	85'20	.	.	.	
1843	495'68	.	.	119'17	.	98'00	.	
1844	615'32	.	.	84'53	.	.	.	
1845	.	.	.	.	.	.	.	
1846	.	.	.	.	.	.	.	

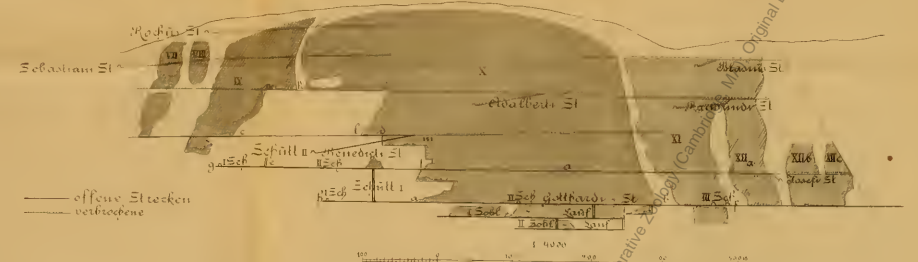
Jahr	Kupfer		Schwefel		Vitriol		Anmerkung
	Ctr.	Preis Conv.- M.	Ctr.	Preis Conv.- M.	Ctr.	Preis Conv.- M.	
1847							
1848							
1849							
1850							
1851	423.28	62,—					
1852	416.23	63,19					
1853	444.38	65,—					
1854	432.51	70,—					
1855	337.38	77,30					
1856	317.00	71,20					
1857	278.22	70,—					
1858	464.40	60,—					100 Mann.
		Österr. Währ.					
1859	91.65	80,—					
1860	139.00	77.50					
1861							
1862							
1863							
1864							
1865	265.00	57.30					

# Übersichts-Karte des Kupfer-Bergbaues Kallwang

1:7000



1 Schief am Josephstollen Gang der Schichtenlagen 100 m des Liegendestages 100 m von der Streckmitte ab  
 2 am Gottfardstoll . . . . .



Special-Plan über die im Jahre 1854 im Betrieb befindlichen Grubenwerke

Der Schiffsbau im  
 Klemm-Rückgraben  
 1810  
 1728

