

die Setzung derselben nach erfolgtem Abbaue allmählich zu gestalten, folgt bei dieser neueren Abbaumethode der Abbau der Oberbank nicht unmittelbar nach, sondern erst nach vollkommener Ablagerung des unteren Abbaues. Bei dieser Abbaumethode wird auch das meiste Holz gewonnen, um den Versatz vollkommen durchführen zu können; es macht sich auch der Gebirgsdruck weniger geltend, da derselbe von dem festen und dichten Versatze abgefangen wird.

Die Erfolge dieser letztgeschilderten Abbaumethode sind bis jetzt befriedigend, weil der beabsichtigte Zweck vollkommen erreicht wurde. Die Hangendschichten brechen hierbei gar nicht ein, sondern biegen sich bloss ab, und wird hiedurch ihre Wasserundurchlässigkeit nicht gestört.

Der Kohlenverlust bei diesem Versatzabbau ist der Natur der Sache nach fast Null zu nennen, da die Strecken und Abbaue in beiden Bänken in der vollen Flötzhöhe geführt werden. Der Versatz und das eingebaute Holz machen es unnötig, Sicherheitspfeiler in der Grube zurückzulassen; Grubenbrände kommen ebenfalls nicht vor; es wird also sämmtlich anstehende Kohle gewonnen.

Die Gründe, welche diese rationelle, jedoch sehr kostspielige Abbaumethode einzuführen veranlassten, waren in erster Linie in dem Bestreben zu suchen, das werthvolle Gasflötz möglichst vollkommen zu gewinnen und Grubenbrände, zu denen das Flötz trotz seiner Festigkeit sehr neigt, hintanzuhalten.

Ferner werden durch diesen Abbau grössere Einsenkungen und Brüche der Tagesoberfläche und hiedurch kostspielige Grundablösungen vermieden.

In jüngster Zeit, da sich der Abbau des Gasflötzes fast allenthalben unter dem wasserreichen Lignitflötze bewegt, ist die Abbaumethode mit gestauchtem Bergversatze aus dem Umstande geboten, um, wie oben erwähnt, Verritzungen der Lettenbank zwischen beiden Flötzen zu vermeiden.

Wie verhängnissvoll ein derartiges Verritzen dieses Lettenbergmittels sein kann, zeigte ein Abbau, der im Jahre 1887 theilweise verbrach und durch welchen allein ein Wasserquantum von  $8 m^3$  pro Minute der Grube zuströmte.

Es möge hier erwähnt werden, dass der Gesamtwasserzufluss bei Grube und (Lignit) Tagbau der Actiengesellschaft Montan- und Industrialwerke vorm. Joh. Dav. Starck während der Inundationsperioden des Egerflusses bis  $60 m^3$  pro Minute beträgt, welcher durch Wasserhaltungsanlagen von rund 1000  $e$  bewältigt wird.

Bei den oben beschriebenen Abbaumethoden treten selbstverständlich nie Tagbrüche auf, sondern es kommen nur allmählich verlaufende Senkungen vor, so dass die Feldparcellen, unter welchen der Abbau stattfindet, auch während des Betriebes desselben bebaut werden können.

Die Tiefe der Senkungen, welche auftreten, wenn bloss die Unterbank des Flötzes versetzt wurde, variiren zwischen  $2 m$  (bei Hinzutritt von Wasser) und  $0,8 m$  bei Teufen von  $25-45 m$ ; werden beide Flötze versetzt, so beträgt die Einsenkung  $0,5-1,2 m$  (je nach der Teufe des Flötzes). Bei gestauchtem Bergversatze sinkt die Tagesoberfläche in Folge der Einbiegung der Schichten nach neuerlich durchgeführten Nivellements bei einer Ueberlagerung von  $30 m$  und der Mächtigkeit des Flötzes von  $3 m = 0,038-0,069 m$ .

Gewöhnlicher guter Versatz (Schotter und Sand) setzt sich unter dem Drucke des Hangendgebirges vom Volumen 1 auf  $0,6$ , Letten von 1 auf  $0,5$ ; gestauchter Sand und Asche vom Volumen 1 auf  $0,8-0,9$ .

Die Vermehrung des Hangendgebirges nach erfolgtem Abbaue beträgt nach zahlreich durchgeführten Versuchen  $= 0,0216 = 2,16 \%$  der Ueberlagerung.

Die Versatzkosten belaufen sich bei bloss theilweisem Versatz (Versatz der Unterbank) auf  $6 kr$ , bei vollständigem Versatze beider Etagen auf  $7,5-8 kr$  und beim gestauchten Versatze auf  $9,5$  bis  $10 kr$  pro  $1 q$  Kohle.

## Ueber das Nickelerzvorkommen von Frankenstein in Preuss.-Schlesien.

Von H. B. v. Foullon.

Im Jahre 1892 habe ich die auf mehreren Reisen und durch nachfolgende Untersuchungen gesammelten Erfahrungen „über einige Nickelerzvorkommen“ publicirt<sup>1)</sup>, vordem dieselben in zwei Vorträgen, unter Demonstration eines reichen Materiales, zum Gegenstand der Besprechung gemacht.<sup>2)</sup>

Wie aus der citirten Abhandlung hervorgeht, war ich bemüht, meine Beobachtungen in einer Weise darzustellen, welche bezüglich des Umfanges des Gesehenen und der nachfolgenden Untersuchungen keine Zweifel

zulässt. Die Literatur hatte ich bis zur Zeit der Drucklegung meines Aufsatzes benutzt und aus ihr namentlich auch das hervorgehoben, was von meinen Beobachtungen abweicht. Nirgends habe ich mich in gewagte Speculationen eingelassen, bezüglich der Genesis mancher Vorkommen glaubte und glaube ich noch heute berechtigt zu sein, die an solchen Orten gemachten Erfahrungen, wo die Verhältnisse einfach und klar zu erkennen sind, mit entsprechender Vorsicht dorthin übertragen zu dürfen, wo mannigfache Complicationen demjenigen, welcher die elementaren Stätten nicht kennt, die sofortige Lösung genetischer Fragen unmöglich machen.

Alles das betrifft jenen Theil meiner Abhandlung, welcher sich auf Frankenstein bezieht<sup>3)</sup>, ganz besonders, denn gerade dort habe ich wiederholt hervorgehoben,

<sup>1)</sup> Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. 43. Band, 1892. S. 223—310.

<sup>2)</sup> Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1891, Nr. 6, S. 149. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, 40. Jhrg., 1892. Vereins-Mittheilungen, Nr. 3, S. 39. Gesammelte Belegstücke finden sich im k. k. naturhistorischen Hofmuseum und in der k. k. geologischen Reichsanstalt.

<sup>3)</sup> A. a. O. S. 257—269.

dass meine Beobachtungen sehr beschränkte sind, nicht viel Neues bringen, Bekanntes bestätigen, auf die Lücken in der Kenntniss der Details hinweisen und die Nothwendigkeit begründen, dieses interessante Gebiet vom geologisch-mineralogisch-chemischen Standpunkte aus eingehend zu studiren. (A. a O. S. 258.)

Nichtsdestoweniger habe ich keinen Anstand genommen, die Genesis der dort vorkommenden Nickelkerze auf einen ursprünglichen Nickelgehalt der krystallinischen Hornblende-Olivingesteine zurückzuführen, welcher Nickelgehalt bei der Veränderung der Gesteine frei wird und sich in Form wasserhaltiger Nickelsilicate innerhalb der übrigen Zersetzungsproducte wieder ablagert. Diese Nickelkerzenvorkommen treten also nicht in Lagerstätten auf, welche als „Stöcke“, „Gänge“, „Lagergänge“, „Lager“, „Flötze“ oder dergl. bezeichnet werden könnten, sondern sie sind einfach Spaltungs- und Neubildungsproducte, welche innerhalb jener Materialien, aus denen ihre Bestandtheile hervorgingen, in local beschränkten Räumen zur Ablagerung gelangten und deshalb auch mit den übrigen Zersetzungsproducten eng vergesellschaftet erscheinen.

Für diese Auffassung sprachen alle damals ausführbaren Beobachtungen, namentlich wenn man sie mit den Erscheinungen in Riddle und Revda, wo jede Missdeutung ausgeschlossen war, verglich.

Gelegentlich meiner Rückkunft von einer längeren Reise, im Februar 1894, fand ich einen Separatabdruck zweier Mittheilungen vor, die Dr. Kosmann im „Glück auf!“ publicirt hatte<sup>1)</sup> und dessen Zusendung ich der Güte des Autors verdanke.

Dieser Abhandlung entnahm ich, dass die Nickelkerzenvorkommen bei Frankenstein intensiver beschürft wurden und sollte sich „in den Beziehungen dieser Erzformation zu dem anlagernden Serpentin mit Evidenz herausgestellt“ haben, „dass dieselbe, wenn auch das Muttergestein zu seiner Bildung das zerstörte Material des Serpentin benutzte, beziehungsweise in sich aufgenommen hat, dennoch in ihrer Erzführung nichts mit einer Auslaugung des Serpentin zu thun hat“. Die durch den Bergbau gewährten Entdeckungen sollten alle bisher für Frankenstein aufgestellten Ansichten über die Herkunft der Nickelminerale hinfällig und unhaltbar machen.

Obwohl nun die in citirter Mittheilung angeführten Umstände, welche die bisherigen Ansichten hinfällig und unhaltbar machen sollten, meiner Ueberzeugung nach schon an sich in dieser Richtung keineswegs zwingend sind, so ist doch die Summe der gebrachten Thatsachen eine so geringe, sind die Angaben so allgemein gehalten, dass eine Erwiderung meinerseits nur Ansicht gegen Ansicht gestellt hätte, eine Art der Polemik, welche ich für zwecklos halte. Nachdem zufolge Dr. Kosmann's Schlussätzen die Schürfe eine „so eigenthümliche und grossartige Erzbildung“ bei Frankenstein erschlossen haben sollte, „dass dadurch in Zukunft die deutsche

Nickelindustrie sich auf eigene Füße gestellt erachten kann“, so war ja auf eine baldige eingehende wirklich wissenschaftlich-technische Darstellung wohl mit einigem Recht zu hoffen. Da eine solche nicht erschien, habe ich die Schürfe um Frankenstein im October 1894, unter freundlicher Führung der Herren Director Haerche und Obersteiger Zobel, denen ich hier meinen verbindlichsten Dank wiederhole, selbst besucht und gebe im Nachfolgenden meine Wahrnehmungen wieder, denen ich aber die Ansichten Dr. Kosmann's vorausschieken muss.

Anschliessend an die auszugsweise wiedergegebenen Ansichten Benoit's über die Genesis des Nickels in den Vorkommen Neuseelands, die Dr. Kosmann merkwürdiger Weise nach Neuseeland verlegt und auf welche unten kurz zurückgekommen werden wird, gibt der letztgenannte Herr seinen Anschauungen über die Vorkommen von Frankenstein in Folgendem Ausdruck: „Es treten in dem vom Gumberge bis Kosemitz sich erstreckenden Gebiete innerhalb des Serpentin wie in Anlagerung an denselben mächtige Lagermassen eines eisenhaltigen holusartigen Gesteins von lockerer Beschaffenheit auf, welche sich in wechselnder Mächtigkeit in west-östlicher Richtung zwischen den Erhebungen des Serpentin einschieben. Diese als sogenanntes „Roths Gebirge“ bezeichneten Lagermassen bilden das Muttergestein der Nickelkerze und verbreiten sich, zu Tage anstehend, über eine Fläche von 5,5 km Länge bei etwa 1400 m Breite; das Gestein charakterisirt sich in solcher Ablagerung als ein thatsächlicher Ueberlauf aus bis jetzt 4—5 bekannten Spalten (Schlote) im Serpentin, welche ihren Sitz zwischen Kosemitz und Schräbsdorf-Protzau und ihren Verlauf in *hor* 11—12, auch in *hor* 5—6, also senkrecht darauf haben; sie setzen in ihrer jedesmaligen südlichen wie nördlichen Begrenzung, also am Liegenden und Hangenden, am Serpentin glatt ab. Niemals ist ein Uebergang von Muttergestein in dem Serpentin wahrnehmbar und bietet auch in den oberen Sohlen der Serpentin kaum Anzeichen von Zersetzung oder Auslaugung in der Berührung mit dem Muttergestein. Die Contactgrenze beider Gesteine verläuft vielmehr durchaus glatt und scharf und besitzt der (in der Grube) schwarze Serpentin ein ziemlich frisches und unverändertes Aussehen. Dort indessen, wo die Spalten tief unterhalb der Decke des Muttergesteins im Serpentin auftreten, zeigt sich letzterer in seiner eigenartigen Umwandlung als ein ausgedörrtes, bröckelig-fauls Gestein, von ordnungslos verlaufenden Kerolithadern durchsetzt, die bis zu 0,5—1,25 m tief in den Serpentin hineinsetzen.“ Diesen Ausführungen ist ein „ideales Profil“ beigegeben, in dem eine Serpentinmasse von einem Gang durchbrochen erscheint, der mit „rothem Gebirge“ ausgefüllt, am Liegenden ein Salband aus Kerolith, am Hangenden ein solches von Chalcedon zeigt und in dem das „rothe Gebirge“ den „Ueberlauf“ bildet, etwa so, wie ansonst der „eiserne Hut“ auftritt.

Auf weitere Angaben Dr. Kosmann's werde ich zurückkommen, ich muss aber schon hier consta-

<sup>1)</sup> 29. Jahrgang, 1893, Nr. 57 und 59.

firen, dass ich für die Aufstellung eines solchen Idealprofils weder bei meinem ersten, noch bei dem zweiten Besuche der Schürfe nördlich von Frankenstein auch nur die geringsten Anhaltspunkte vorfand, im Gegentheile weisen alle Wahrnehmungen auf die volle Richtigkeit meiner in der citirten Abhandlung niedergelegten Anschauungen hin.

Auf Grund der in nächster Nähe des Gumberg-Kosemitzer Serpentinzuges vorhandenen Aufschlüsse lässt sich als Hangendes der Serpentine Gneiss in mehreren Varietäten constatiren, im Liegenden ist die Sache etwas complicirter, es treten Gneiss, Glimmerschiefer und verschiedene andere Schiefervarietäten auf, bezüglich deren sich die näheren Verhältnisse, mangels geeigneter Aufschlüsse, nicht ganz klarlegen lassen.

Die zwischen dem Gneiss und den angegebenen Liegendgesteinen gelagerten Massen bestehen vorwiegend aus Serpentin, enthalten aber vielfach Beimengungen von Amphibolarten. Der Serpentin stammt zum grössten Theil aus Olivin, die ursprünglichen, die Gesteine bildenden Mineralcombinationen bestehen im Wesentlichen wohl aus Olivin und Amphibolarten, die Mengen der einzelnen Componenten sind aber sehr wechselnde, so dass als Extreme einerseits fast reiner, jetzt in Serpentin umgewandelter Olivinfels, andererseits reine Strahlenschiefer nachweisbar sind. Der Kürze halber seien diese Gesteine als „Serpentin“ bezeichnet und haben wir im altherühmten Chrysoprasgebiete nördlich von Frankenstein einen fast süd-nord streichenden Zug vor uns, in dem die Serpentine in Kuppen, an Steilrändern u. s. w. zu Tage treten, zum Theil durch Steinbrüche und Schürfe aufgeschlossen sind. Die Parallelstructur und Bankung des Gesteinszuges ist deutlich wahrnehmbar, der ungestörte Verlauf im südlichen Theile leicht zu constatiren, trotzdem die flachmüldigen Einsattelungen zwischen den Hügeln, oft auch diese mit Diluvien überdeckt sind. Am Gumberge und auch viel weiter nördlich herrscht gleichmässiges Streichen und steiles westliches Einfallen, erst am Kosemitzer Windmühlenberge stehen die Schichten fast saiger und nahe bei Kosemitz biegt das Streichen nach Nordwestnord um und die Absonderungsklüfte fallen steil nach Nordostnord bei mehr massiger Entwicklung der Serpentine.

Im Einklange mit nahezu allen Forschern, welche ihre Beobachtungen und Ansichten über das behandelte Gebiet publicirten, habe ich die „Serpentine“ als dem „krystallinischen Gebirge“ zugehörend angesehen, von welcher Anschauung abzukommen bis nun kein Grund vorhanden ist.

In dem zwischen Gneiss und Gneiss- und Schieferarten lagernden Gesteinszuge waren die olivinreichen Combinationen gewiss vorherrschend. Bekanntlich gehen auch manche Amphibolarten verhältnissmässig leicht in Serpentin über, namentlich dann, wenn ein ursprünglich vorhanden gewesener Olivingehalt die Umwandlung einleitet. Thatsächlich enthalten alle von mir untersuchten Serpentinvarietäten des gegenständlichen Terrains etwas Hornblende, zum Theil serpentinisirt, zum Theil nahezu unverändert. Wie fast überall, wechselt der Amphibol-

gehalt in derlei Combinationen sehr stark, so auch hier, und die hornblendereichsten Gemenge sind mitunter in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit erhalten geblieben. Von zahlreichen anderen Localitäten weiss man, dass der Reichthum an Amphibol zum Theil sich in gewissen, weithin durchsetzenden Blättern constant erhält, an anderen Stellen scheinbar regellos in local beschränkten Partien auftritt u. s. w. Von einer eintretenden Gesteinsveränderung werden die olivinreichsten Partien zuerst betroffen, der entstehende Serpentin kann selbst wieder längst völlig zersetzt sein, ohne dass die lediglich aus Amphibol bestehenden oder hornblendereichen Varietäten eine merkliche Veränderung zeigen. Das ist nun auch im Gumberg-Kosemitzer Zuge der Fall. In dem stark veränderten Serpentin finden sich weithinstreichende Blätter oder dünne mehr begrenzte Rippen, dicke Linsen, und noch anders geformte Partien amphibolreicher Gesteinsarten, die in verhältnissmässig frischem Zustande erhalten blieben.

Schon in meiner oben citirten Abhandlung (S. 263) habe ich bemerkt, dass ich in der Frankensteiner Gegend keine Serpentine gesehen habe, die sich im ersten Stadium der Zersetzung befinden, sondern neben anscheinend frischem Serpentin sich unmittelbar stark veränderte Materialien befinden und daraus habe ich auf einen raschen Verlauf der Veränderung geschlossen, wie er auch an anderen Orten zu constatiren ist. Obwohl ich nun heute schon in der Lage wäre, einen sprungweisen und plötzlichen Verlauf von Mineralveränderungen in correct wissenschaftlicher Weise darzuthun, will ich das unterlassen, weil einerseits hier nicht der Ort dazu ist und andererseits einfache Vorstellungen zu demselben Ziele führen.

Wenn wir in der Gegend von Frankenstein anscheinend unveränderte Serpentine gegen total zersetzte scharf absetzen sehen, so kann die Ursache ja schon in der oben dargelegten Verschiedenheit der Mineralcombination begründet sein; das Gegentheile müsste von Fall zu Fall durch sehr eingehende Detailstudien nachgewiesen werden. Aber auch sonst sehen wir in der Natur oft genug gut erhaltene Gesteine auf wenige Meter Entfernung bis fast zur Unkenntlichkeit verändert, ohne hierfür jedesmal sofort eine ausreichende Erklärung geben zu können und doch fällt es Niemandem ein, für all diese Fälle einen *deus ex machina* zu supponiren. Nachdem die Gesteine, um welche es sich hier handelt, aus Krystallindividuen aufgebaut waren, wird bei ihrer Umwandlung nicht nur eine chemische Veränderung erfolgen, sondern müssen auch gewisse Gleichgewichtszustände, die ja in einem „Krystall“ vorhanden sind, aufgelöst oder aufgehoben werden. Dies bedingt sprungweise verlaufende Effecte, nach deren Abwicklung die chemische Veränderung verhältnissmässig rasch zur Aeusserung und zu einem gewissen Abschluss kommt. Wie sich die hiedurch bedingten Erscheinungen beim Serpentin von Frankenstein äussern, und wie ferner hier noch besondere Umstände mitgewirkt haben können, aber keineswegs mitgewirkt haben müssen, wird unten gezeigt werden.

Im October 1894 waren in dem nördlich von Frankenstein gelegenen Revier folgende Einbaue mit den beigeetzten Tiefen vorhanden.

In dem bei Kosewitz gelegenen Grubenfelde „Benno“ der Helenenschacht 30 m tief, im südlich daranstossenden Felde „Martha“ der Martha-Schacht mit 52 m Saigertiefe, Frieda-Schacht 23 m tief (ausser Betrieb), Lilli-Schacht 17 m tief, Alfred-Schacht 13 m tief, Ludwig-Schacht am Westhang des Gumberges 25 m tief und im Süden des genannten Berges der Selma-Schacht (ausser Betrieb).

An diese, zum Theil tonlällig niedergebrachten Schächte schliessen sich zahlreiche Strecken an, die im Martha-Schachte bereits mehrere hundert Meter Länge erreicht haben. Alle im Betriebe stehenden Einbaus wurden befahren.

Der Ludwig-Schacht hat Amphibolgesteine und Gneisse angefahren und sind letztere mittelst eines nach Westen getriebenen Querschlagcs, namentlich aber mit von diesem aus nach Nord und Süd angelegten Strecken gut erschlossen. Die hier angestellten Beobachtungen bestätigen alles oben über die Lagerungsverhältnisse Gesagte. Der Querschlag gelangte im Liegenden der Gneisse in amphibolreiche Gesteine und treten Nickelverbindungen auf Klüften, Ablösungen u. dgl. nur in Spuren auf. Alle anderen Schächte bewegen sich im „rothen Gebirge“ und wurden verschiedene Gesteinsarten nur seltener angefahren. Hier müssten sich also jene Beobachtungen anstellen lassen, welche Kosmann's Darstellungen begründen und ihn zur Construction des oben erwähnten „Idealprofils“ berechtigen.

Was zunächst das rothe Gebirge betrifft, habe ich mich in meiner citirten Abhandlung wohl ausführlich genug ausgesprochen und auf Grund der Beobachtungen im Terrain, sowie eingehender Laboratoriumsarbeiten dasselbe mit voller Sicherheit als Zersetzungsproduct des Serpentin bezeichnen können, wobei ich seine Entstehungsart und endliche Zusammensetzung ausführlich schilderte. Auch Dr. Kosmann bleibt nichts Anderes übrig wie dasselbe als „ein recht eigentliches Product der Zersetzung und mechanischen Zerreibung“ anzuerkennen, wobei es sich dennoch als „ein thatsächlicher Ueberlauf“ charakterisiren soll. Wie es das letztere thut, ist weder direct gesagt, noch lässt es sich aus seinen wiedergegebenen Beobachtungen entnehmen.

In den befahrenen Einbauen sind bisher keine Aufschlüsse gemacht worden, welche meine ersten Beobachtungen des Jahres 1890 insoferne ergänzen würden, als sie zu irgend einer wesentlichen Erweiterung der von mir ausgeführten Darstellung Veranlassung, geschweige denn zur Abänderung derselben geben könnten.

Die Strecken, im rothen Gebirge getrieben, haben ab und zu Serpentine angefahren, welche sich mehrfach als Schollen erwiesen, sie wurden zum Theil umfahren, während meiner Anwesenheit war man daran, eine solche zu durchfahren. Die Grössenverhältnisse dieser Serpentin-körper sind verschieden, so weit bis jetzt bekannt niemals sehr erheblich. An keiner einzigen Stelle sind die Verhältnisse so, wie sie Dr. Kosmann in dem mehr-

erwähnten „Idealprofil“ darstellt, nach welchem man aus dem „rothen Gebirge“ im Hangenden an ein Salband von Chalcedon, im Liegenden an ein solches von Kerolith und hinter beiden an Serpentin käme. Solche Salbänder existiren ganz positiv nicht, sondern haben sich sowohl die Kieselsäure und die Magnesiaverbindungen in jener Weise abgelagert, wie ich dies bereits in meiner citirten Abhandlung gezeigt habe, was namentlich in Bezug auf die Genesis von fundamentaler Wichtigkeit ist.

So liess beispielsweise die im „rothen Gebirge“ erlangte 26 Meter-Strecke des Martha-Schachtes zur Zeit meiner Anwesenheit die einschlägigen Verhältnisse sehr gut studiren. Sie tritt ohne irgend eine Spur von Salband aus dem „rothen Gebirge“ an den scheinbar unveränderten Serpentin heran, der mittelst Umbruches zu umfahren versucht wurde, wobei in einem Ulm Serpentin, im anderen „rothes Gebirge“ zu beleuchten war.

Im Verlauf dieser Strecke zeigt es sich, dass der scheinbar unveränderte Serpentin stellenweise seinen innigen Zusammenhang mit dem „rothen Gebirge“ doch sehr deutlich erkennen lässt. Selbst der scheinbar unveränderte Serpentin ist weicher als jener, welcher in Tag-aufschlüssen nahe dem Hangend oder Liegend ansteht. In der Grube sehr dunkel aussehend, wird er am Tage, getrocknet, weit lichter und zeigt eine gesprenkelte rüthliche Farbe, und ohne alle Uebergänge im Detail zu beschreiben, finden sich endlich Partien, in denen nicht zu sagen ist, wo das „rothe Gebirge“ aufhört und der Serpentin beginnt. Der letztere hat völlig das Aussehen des ersteren, nur ist die Masse consistenter, ja es lassen sich noch Handstücke schlagen, die den Transport vertragen, während das „rothe Gebirge“ nach dem Austrocknen zerfällt.

Sowohl im Martha-Schachtreviere als auch in jenen des Helenen-Schachtes (Feld Benno) sind mehrfach Strecken in Serpentin getrieben und die genauere Beobachtung lehrt, dass all diese Serpentine stark verändert sind, die „Kerolithadern“ setzen nicht, wie Dr. Kosmann angibt, 0,5—1,25 m in den Serpentin, sondern finden sich auch nach 20 und mehr Metern.

Ausser den „sacharitartigen Gesteinen“, die der mikroskopischen Untersuchung nach vorwiegend aus Plagioklas mit sehr wenig Orthoklas und etwas Quarz bestehen, fand ich in den Einbauen im Bennofelde die denkbar typischsten Strahlsteinschiefer und auch in der Tiefe bis zu 30 m jenes „granitartige Gestein“, das in der Literatur so oft wiederkehrt. Die in der Grube gut zu beobachtenden Verhältnisse lassen über seine Natur keinen Zweifel. Es bildet nämlich eine gangartige Masse, die nach West-Südwest einfällt, wobei der Einfallswinkel von 45° mit zunehmender Teufe abnimmt und einer fast sühlichen Lagerung Platz macht. Die Mächtigkeit wechselt zwischen 2 m und wenigen Millimetern. Die ausgezeichneten Differenzirungs- und Contacterscheinungen beweisen die eruptive Natur dieses Gesteins, welches leider in Folge weitergehender Desaggregation nur schwer näher zu untersuchen ist, da es bei geringfügigen Eingriffen in seine Bestandtheile zerfällt. Die mittleren Partien des Ganges bestehen vorwiegend aus Feldspath, dem etwas

Hornblende und Magnesiaglimmer zugesellt sind. Die Randpartien sind reicher an Hornblende und daran schliessen sich beiderseits Zonen, die fast nur aus Glimmer bestehen. In den mächtigeren Theilen des Ganges erreichen die letztgenannten Dicken bis zu 10 cm. Von ganz besonderem Interesse hiebei ist, dass dieses im „rothen Gebirge“ aufsitzende Gestein auch mehrfach nickelsilicatführende Partien, sogenannte „Weicherze“ durchbrochen hat, wobei die das letztere zusammensetzenden chloritartigen Blättchen von bedeutenderer Grösse als sonst sind und hiebei statt der bekannten zeisigrünen eine mehr gelbe Farbe zeigen, überdies tritt zwischen ihnen der sonst in der Regel fehlende Magnesiaglimmer auf. Es hat also augenscheinlich eine Contactwirkung stattgefunden, welche beweist, dass schon zur Zeit des Eindringens dieser Apophyse „Nickelerze“ vorhanden waren.

NW. von Kosewitz wölbt sich die sanfte Kuppe des Strachberges auf und ist in grossen Steinbrüchen ein mittelkörniges Eruptivgestein aufgeschlossen, welches nach der mikroskopischen Untersuchung aus Plagioklas, Hornblende, etwas Quarz und Biotit besteht, demnach als Diorit zu bezeichnen ist. Nach dem eben über die Zusammensetzung der Apophyse Angeführten erhellt, dass diese ganz gut mit dem Diorit des Strachberges in Beziehung gebracht werden kann, eine Annahme, welche durch die mikroskopische Untersuchung einer weit besser erhaltenen Probe aus einem anderen „Lagergang“ des Benhofeldes, resp. aus dem Helenen-Schachte, eine Bestätigung findet. Das feinkörnige Gestein besteht nämlich genau aus denselben Mineralien wie der Diorit des Strachberges, nur der Biotit tritt stark zurück. Unter dem Mikroskop lässt sich zwar eine Art Parallelstructur erkennen, welche wohl lediglich auf die Art der Ablagerung des Gesteines zurückgeführt werden darf.

Zu dem eigentlichen Auftreten der Nickelerze ist Einiges, jedoch nicht Wesentliches, zu dem in meiner ersten Abhandlung Mitgetheilten hinzuzufügen.

Dort habe ich bereits ausgeführt, wie das aus dem Serpentin austretende Nickel in Form neuer Verbindungen sich in Spalten und anderen Hohlräumen ablagert. Die vermehrten Aufschlüsse haben den Nachweis geliefert, dass einerseits manche Spalten eine bedeutendere Mächtigkeit und eine grössere Entwicklung nach den beiden anderen Dimensionen besitzen, als man im Jahre 1890 sehen konnte, anderseits aber auch gewisse mit den „Erzaugen“ Revdas analoge Bildungen blossgelegt, die in Frankenstein „Knötchenerze“ genannt werden. Das „rothe Gebirge“ ist an vielen Stellen und mitunter auf bedeutende Erstreckungen (soviel bis jetzt bekannt, besitzt die grösste gegen 200 m Länge, bis 12 m Breite und über 50 m Höhe) mit den Nickelsilicaten insofern imprägnirt, als letztere mohnkorn- bis haselnuessgrosse „Knötchen“ bilden, die mehr oder weniger dicht gehäuft im aufgelösten Serpentin liegen und so das „Erz“ bilden.

In den Klüften treten die sogenannten „Weicherze“ auf (Pimelit, Schuchardit etc.), die einen äusserst stark wechselnden Nickelgehalt besitzen. Weit aus die meisten Klüfte sind sehr wenig mächtig, verlaufen vielfach nach windschiefen Ebenen und treten gewöhnlich als eine Art

Netzwerk auf, d. h. sie durchsetzen, sich vielfach kreuzend, regellos das „rothe Gebirge“. In manchen Theilen des Gebirges sind sie häufig, wonach das von ihnen gebildete Netz engmaschig wird.

So weit die vorhandenen Aufschlüsse reichen, hat es den Anschein, als würden sich im Allgemeinen engmaschigere, mit Erz gefüllte Kluftsysteme und grössere Partien von „Knötchenerzen“ gegenseitig ausschliessen, obwohl in dem bis jetzt bekannten grössten Vorkommen der letzteren auch die grösste, wirklich gangartig ausgebildete, „Weicherze“ führende Kluft aufsitzt.

Wenn meine Auffassung über die Genesis dieser Nickelerze richtig ist, fände dieser Umstand eine leichte Erklärung. Sobald vorhandene Spalten den aus dem sich verändernden Gestein austretenden und sich zu neuen Verbindungen vereinigenden Bestandtheilen (also wesentlich Nickel, Magnesia und Kieselsäure) Raum geben, haben sie sich daselbst angesiedelt. Wo diese Hohlräume fehlten, blieben sie an dem Orte ihrer Umbildung, wie in einem Schwamme, sitzen.

Nach dem neuerlichen Besuch der Nickelerzvorkommen nördlich von Frankenstein habe ich nicht die geringste Veranlassung, von meinen im Jahre 1890 gewonnenen Ansichten über deren Bildung abzukommen; Alles, was die neuen Aufschlüsse brachten, bestätigt das früher Gesehene und Manches, was damals nur vermuthet werden konnte.

Eine Frage ist allerdings heute so wenig zu beantworten wie damals, die über die Ursache der weitgehenden Zersetzung des Serpentin. Dass diese lediglich durch den Einfluss der Atmosphärien bewirkt wurde, erscheint kaum wahrscheinlich. Da wir im Norden des Gebietes unbestreitbares Auftreten von Eruptivgesteinen nachgewiesen haben, ist es naheliegend, die starke Veränderung des Serpentin mit vulcanischen Erscheinungen in Zusammenhang zu bringen, aber wohl-gemerkt nur für die Zersetzung des Serpentin, durchaus nicht für die Zuführung des Nickels aus unbekanntem Regionen. Aber auch der erstere Umstand allein könnte für die praktische Seite der Frage von grosser Bedeutung sein, weil bei einer Zersetzung durch heisse Quellen oder dgl. die erzführende Region in weit grössere Tiefen setzen wird, als bei einer blossen Verwitterung von der Oberfläche aus.

Kosmann vergleicht die Frankensteiner Vorkommen mit jenen Neu-Caledoniens (nicht Neuseelands) oder stellt sie in gewisser Hinsicht nebeneinander.

Bekanntlich hat Garnier für die Neu-Caledonischen Vorkommen angenommen, dass das im Silicaterz enthaltene Nickel aus oxydischen Lösungen in Spalten und Poren der Magnesiasilicatgesteine niedergeschlagen wurde, sei nun das Nickel aus dem ursprünglichen Gestein oder aus Sulfidgängen gekommen. Nachdem er die Vorkommen bei Sudbury in Canada besucht hatte, glaubte er seine ursprüngliche Ansicht modificiren und an Stelle des gut Begründeten eine schwankende

Hypothese setzen zu sollen.<sup>6)</sup> F. Benoit ist ihm gefolgt.<sup>6)</sup> Ich habe inzwischen die grossartigen Vorkommen bei Thio in Neu-Caledonien selbst gesehen und die durch den Abbau geschaffenen ausgedehnten und instructiven Aufschlüsse ermöglichen es, sich ein Urtheil über die Genesis der Erze zu bilden. Auch hier wird man geradezu gezwungen, das Nickel aus dem Serpentin abzuleiten, was sich wohl auch un schwer streng wissenschaftlich nachweisen liesse.

Die eigenthümliche Art und Weise, in welcher sich bei der Dissociation des Serpentin die ihn zusammensetzenden Elemente ausscheiden, neu gruppieren, wie sie wandern und endlich wieder deponirt werden, welches Thema ich in meiner citirten Abhandlung mehrfach behandelt habe, bilden in ihren Endresultaten anscheinend so complicirte Verhältnisse, dass schon zu ihrer Erklärung, verfolgt man den Vorgang nicht vom Anfange an, nothgedrungen eine Reihe von Hypothesen aufgestellt oder herangezogen werden müssen, die dann, wenn man noch das Räthsel der Ursache der weitgehenden, oft local beschränkten Zersetzung des Serpentin mit in Combination zieht, bedeutend anwachsen.

In meiner citirten Arbeit habe ich gezeigt, dass für die Erzbildung von Riddle in Oregon, Revda am Ural und Frankenstein gewisse Grundzüge allgemein gültig und die Endproducte die gleichen sind, dass aber in Beziehung auf die Art der Vertheilung derselben und ihre Quantitäten jede Localität ihre Besonderheiten zeigt, die zum Theil schon durch die tektonischen und Terrainverhältnisse bedingt sind. In Neu-Caledonien finden sich nun durchaus analoge Bildungen wie an den genannten Orten, die Gruppierung derselben ist aber auch hier wieder eine, bis zu einem gewissen Grade, abweichende. Es ist nicht meine Absicht, hier eine Beschreibung der Neu-Caledonischen Nickelerzvorkommen zu geben, sondern möchte ich nur einen Hauptunterschied in der Art des Auftretens der Erze gegen genannte Localitäten hervorheben.

Während in Revda und Frankenstein die Erze unmittelbar an das „rothe Gebirge“, also an die Combination der vereinigt gebliebenen Zersetzungsproducte des Serpentin, gebunden sind, in Riddle sehr enge Beziehungen zu denselben bestehen, ist das bei einer grossen Anzahl der Vorkommen in Neu-Caledonien nicht der Fall, indem der dort auftretende „rothe Thon“, welcher aus weitgehendst zersetztem Serpentin stammt, keine Erze enthält. Diese kamen fast stets auf Klüften, Sprüngen und anderen Hohlräumen im Serpentin selbst zur Ablagerung, in denen sich aber auch jene Producte, welche das „rothe Gebirge“ anderer Localitäten bildet, wenn auch in geringeren Mengen, finden. Dr. Kosmann benützt die Ansichten F. Benoit's über die Entstehung der Nickelerze, er gibt sie ohne Commentar wieder und überlässt es dem Leser, die für Frankenstein und Neu-Caledonien gemeinsamen Erscheinungen und Verschiedenheiten heraus-

zufinden. Aus den Darstellungen Dr. Kosmann's wird aber jeder Unbefangene schliessen, dass er Benoit's Theorie als eine Stütze seiner Anschauung über Frankenstein in's Feld führt. Aber Benoit sucht ja gerade in dem Fehlen der Nickelerze in dem rothen Thone Neu-Caledoniens den Beweis, dass das Nickel nicht aus den Serpentin stamme, sondern durch Thermalquellen emporgebracht wurde. In Frankenstein treten nun die Nickelerze fast ganz ausschliesslich im „rothen Gebirge“ auf.

Im Uebrigen finden sich in Neu-Caledonien local solche Bildungen und Combinationen, die in Frankenstein, Riddle oder Revda liegen könnten, und solche Wechselbilder bestehen an und mit allen genannten Localitäten. So ist auch die Ausscheidung und Concentration des Kobalts in Revda, Frankenstein und Neu-Caledonien ganz gleicher Art.

Unstreitig ist die Quelle des Nickels der Erze in Neu-Caledonien, Oregon, am Ural, in Frankenstein und vielen anderen Orten mit analogen Vorkommen, die gleiche, u. zw. der ursprüngliche Nickelhalt der Olivin-gesteine und der aus ihnen hervorgegangenen Serpentine. Bei der Zersetzung des Serpentin wurden seine Componenten allmählich frei, aber nicht alle gleichzeitig. So weit die Beobachtungen bis jetzt reichen, tritt das Nickel zuerst aus, d. h. im ersten Veränderungsstadium scheidet sich fast alles Nickel, wenig Kieselsäure, wenig Magnesia und noch weniger Eisen ab, letzteres verändert aber zum grossen Theil unter Hinzutritt von Sauerstoff seine Verbindungsform, es wird vom Oxydul zum Oxyd, wobei ein guter Theil noch Wasser aufnimmt und Eisenoxydhydrat bildet. Wo Thonerde vorhanden ist, wandert diese in einem frühen Stadium der Zersetzung aus.

Die freigewordenen Componenten treten zu jenen nickelhaltenden Mineralen zusammen, aus welchen die „Nickelerze“ gebildet sind, die Magnesia wird local an Kohlensäure gebunden, an anderen Localitäten auch in geringerem Maasse an Kieselsäure, oder verschwindet ganz, d. h. wird weiter weggetragen. Das Eisenoxyd bleibt meist in Form von Hydraten an Ort und Stelle, die Kieselsäure bildet Verbindungen, imprägnirt als solche den sich zersetzenden Serpentin, diesen „verkieselnd“ und endlich allerlei Siliciophite. Das ist in groben Zügen die Genesis der Silicatnickelerze von Riddle, Revda, Neu-Caledonien, Frankenstein und vieler anderer Localitäten, in denen sie freilich oft nur als mineralogische Seltenheiten auftreten.

Die ursprüngliche Zusammensetzung der das Nickel liefernden Gesteine, tektonische Verhältnisse und die Bedingungen, unter welchen die Zersetzung der Gesteine erfolgt, modificiren den Verlauf des Processes und die Endresultate mannigfach, doch niemals so weit, dass sich die enge Verwandtschaft der Vorgänge nicht leicht nachweisen liesse. Für die mineralogisch-chemische Detailforschung bilden diese Vorgänge in sämtlichen Localitäten noch ein sehr reiches Feld, bezüglich der Ursachen der localen weitgehenden Zersetzung der Serpentine wird

<sup>5)</sup> Siehe in meiner citirten Abhandlung S. 290 u. 309 f. f.

<sup>6)</sup> Compt. rend. de la Société de l'ind. minér. 1891. Berg- und Hüttenm.-Zeitung 1892, S. 156—157.

man sich wohl immer oder doch meist mit Theorien und Hypothesen begnügen müssen.

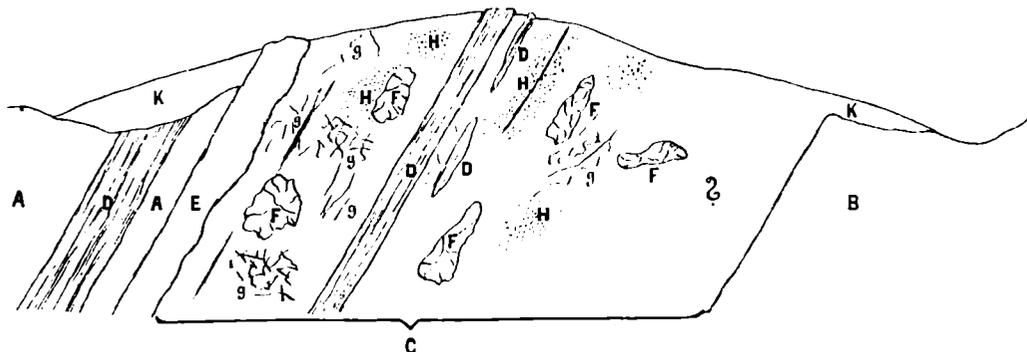
Für den Specialfall der Vorkommen nördlich von Frankenstein lässt sich gegenüber Dr. Kosmann's „Idealprofil“ die in der beistehenden Figur zusammengestellte schematische Darstellung geben.

Zwischen ziemlich direct Nord-Süd streichenden, nach Westen einfallenden Gneiss und Gneiss-, sowie Schieferarten, A und B, lagert ein wohl mehr als 1000 m

Massen, H, entstanden, die als „Knöthenerze“ bezeichnet werden.

Da das „rothe Gebirge“ durch atmosphärische Niederschläge, Wind und schon durch die eigene Schwere beweglich ist, sind die auf den Kuppen entstandenen Massen allmählich thalwärts gewandert, wodurch die Gneisse des Hangenden, sowie die Gneisse und Schiefer des Liegenden bei K und K überrollt wurden.

Local lassen sich in diesem Revier auch Apophysen



mächtiger Zug von Olivin-Hornblendegesteinen C, welche über ihr Hangend und Liegend flach kuppenförmig emporragen. Die Olivin-Hornblendegesteine haben insofern eine wechselnde Zusammensetzung als einzelne, sich ab und zu linsenförmig verdickende Partien, sehr reich an Amphibol sind (D), respective der Hauptmasse nach aus solichem bestehen, und die der Veränderung grossen Widerstand entgegensetzen. Dort wo der Olivin vorgewaltet hat, ist eine sehr weitgehende Veränderung eingetreten, indem vorerst Serpentine entstanden, die auf grosse Erstreckungen sich fast vollständig in ihre Componenten aufgelöst haben. In dem hiebei resultirenden Gemenge finden sich mehr oder weniger in der Zersetzung fortgeschrittene Serpentinshollen, welche erhalten blieben, zum Theil in Form von, dem System concordant eingelagerten Blättern E oder in Form grosser Knauer F.

Bei der Zersetzung des Serpentin tritt zuerst Nickel aus, das mit anderen Elementen Silicate bildet, welche sich in Klüften und sonstigen Hohlräumen ablagerte. Diese Klüfte durchsetzen den Serpentin äusserst unregelmässig, nur wenige schliessen sich der allgemeinen Streichungsrichtung des Gebirges an. Bei Frankenstein ist aber eine weitgehende Zersetzung des Serpentin erfolgt, sie gedieh bis zur völligen Auflösung in die Componenten, die ein sandiges bis fettigschmieriges Gemenge aus neugebildeten Silicaten, Eisenoxyd, anderen oxydischen Verbindungen und verschiedenen Formen der Kieselsäure, das sogenannte „rothe Gebirge“, bilden.

Bei den hiedurch bewirkten Volumsveränderungen entstanden schon im Serpentin, noch mehr im „rothen Gebirge“ Klüfte, auf denen die Nickelsilicate zum Absatz gelangten, G, oder wo solche fehlten, füllte das Silicat kleine Hohlräume auf weitere Erstreckung, etwa wie das Wasser einen Schwamm, wodurch jene imprägnirten

eines Eruptivgesteins nachweisen. So weit solche bis jetzt bekannt, sind sie zu einer Zeit eingedrungen, da der Serpentin sich schon sehr weit verändert hatte, sicher schon „Nickelerze“ vorhanden waren, so dass diese Eruptionen mit der Nickelerzbildung kaum im Zusammenhange stehen. Ob eine eruptive Thätigkeit in früherer Zeit auf die Zersetzung des Serpentin und hiedurch auf die „Erzbildung“ Einfluss gehabt habe, ist eine vollständig offene Frage.

Im Vorstehenden habe ich meine Beobachtungen und Anschauungen über das Nickelerzvorkommen nördlich von Frankenstein zusammengefasst, woraus zu ersehen, dass letztere von meinen ersten Auffassungen nicht abweichen, nicht etwa weil ich auf diesen unter allen Umständen zu verharren beabsichtige, sondern weil ich jene Momente, welche nach Dr. Kosmann „alle bisher aufgestellten Ansichten über die Herkunft der im Bereich des hiesigen (Frankensteiner) Serpentin gefundenen Ausscheidungen von Nickelmineralien hinfällig und unhaltbar“ machen sollten, nicht finden konnte.

Herr Dr. Kosmann hat mir den Vorwurf gemacht, seiner Zeit nur „oberflächlich“ geurtheilt zu haben und nicht „in die Tiefe der Erde“ hinabgestiegen zu sein. Es ist dies insofern nicht ganz zutreffend und gerecht, als ich im Jahre 1890 gerade wie jetzt überall dort in die Tiefe stieg, wo sich Gelegenheit dazu bot, im Uebrigen musste von mir ebenso, wie dies Herr Dr. Kosmann für seine erste Mittheilung über Frankenstein that, das combinirt werden, was Literatur aus älterer Zeit und die vorhandenen Aufschlüsse boten. Was Herrn Kosmann erlaubt war, darf mir deshalb, weil meine Anschauung von der seinigen abweicht, wohl nicht verboten sein. Würden die inzwischen geschaffenen Aufschlüsse Verhältnisse zeigen, welche nur entfernt dazu veranlassten, meine Combination des Jahres 1890 zweifel-

haft erscheinen zu lassen, so würde ich keinen Moment anstehen, das selbst zu constatiren, denn für das, was früher zu sehen unmöglich gewesen war, kann ich keine Verantwortung tragen. Die neuen Aufschlüsse bestätigen aber genau das, was ich im Jahre 1890 gesehen und abgeleitet habe, und darf ich wohl sagen, dass Herr

Dr. Kosmann nun Gelegenheit hatte, in die Tiefe zu dringen, sich aber trotzdem in die Sache nicht vertieft hat.

Die Entscheidung über den praktischen Werth dieser Nickelerzvorkommen wollen wir der Zukunft überlassen.

### Der Schmidt'sche Heissdampfmotor.

Von A. Kás.

(Schluss von Seite 245.)

Welchen Einfluss die verhältnissmässige Grösse des Hochdruckeylinders und des Aufnehmers und das Spannungsverhältniss  $\frac{p}{p_5}$  auf die Füllung  $X$  und auf die Grösse des Kolbenweges  $x$  ausüben, ist aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung der Werthe  $X$  und  $x$ , welche nach Gleichung I), beziehungsweise Gleichung I<sub>0</sub>) und Gleichung II) für verschiedene in der Tabelle ersichtlich gemachte Annahmen berechnet wurden, zu ersehen.

Tabelle I.

Beiläufige Werthe der Füllung  $X$  des Niederdruckeylinders und des verhältnissmässigen Kolbenweges  $x$  (bis zur Absperrung des Dampfaustrittes bei dem Hochdruckeylinder) behufs Vermeidung des Spannungsabfalles.

		$v =$	0,10	0,20	0,30	
			$q = v$			
$m = 0$	$\{ X =$		0,579	0,667	0,765	
	$\{ x =$		1,000	1,000	1,000	
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 5 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	—	0,662	0,748	
		$\{ x =$	—	0,881	0,850	
	$\left\{ \begin{array}{l} p = 10 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,577	0,646	0,718	
		$\{ x =$	0,800	0,760	0,714	
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 20 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,564	0,615	0,666	
		$\{ x =$	0,647	0,596	0,541	
				$q = 2v$		
	$m = 0$	$\{ X =$	0,428	0,538	0,667	
	$\{ x =$	1,000	1,000	1,000		
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 5 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	—	0,534	0,646	
		$\{ x =$	—	0,913	0,880	
	$\left\{ \begin{array}{l} p = 10 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,427	0,516	0,611	
		$\{ x =$	0,855	0,810	0,757	
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 20 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,413	0,482	0,551	
		$\{ x =$	0,722	0,659	0,592	
				$q = 4v$		
	$m = 0$	$\{ X =$	0,304	0,439	0,579	
	$\{ x =$	1,000	1,000	1,000		
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 5 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	—	0,424	0,557	
		$\{ x =$	—	0,941	0,906	
	$\left\{ \begin{array}{l} p = 10 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,303	0,406	0,519	
		$\{ x =$	0,905	0,856	0,797	
$m = 0,05$	$\left\{ \begin{array}{l} p = 20 \\ p_5 \end{array} \right.$	$\{ X =$	0,291	0,374	0,457	
		$\{ x =$	0,796	0,720	0,642	

Wie aus der vorgeschickten Beschreibung der Wirkungsweise des Dampfes in der Schmidt'schen Verbundmaschine hervorgeht, kommt der frische Admissionsdampf nur während des Kolbenniederganges zur Wirkung. Da aber während des Kolbenaufganges der Niederdruckeylinder mit dem Condensator in Verbindung steht, und der im Aufnehmer enthaltene Dampf von der Spannung  $p_1$  bis auf die Spannung  $p_3$  expandirt, wobei während des Kolbenweges  $x$  auf die Kolbenfläche  $1 - v = \mu$  und dann bis zum Hubende auf die volle Kolbenfläche  $= 1$  ein Druck nach aufwärts ausgeübt wird, so resultirt auch für den Kolbenaufgang eine gewisse, die Gleichförmigkeit des Maschinenganges begünstigende Dampf-wirkung. Es fragt sich nun, ob es nicht möglich wäre, durch entsprechende Wahl der Verhältnisse die Schmidt'sche Verbundmaschine so auszuführen, dass die Dampf-wirkung während des Kolbenaufganges eben so gross sich ergebe, wie die Dampf-wirkung für den Kolbenniedergang.

Zur Beantwortung dieser Frage ist die Kenntniss der Arbeitswerthe einzelner Diagrammtheilflächen nöthig. Zur Ermittlung derselben sollen zuvörderst die in dem Diagramme Fig. 2 eingetragenen Zwischen-Spannungen  $p_{x_1}$ ,  $p_{x_2}$  und  $p_{X_1}$ ,  $p_{X_2}$ , welche nach Zurücklegung der Kolbenwege  $x_1$ ,  $x_2$  beim Kolbenaufgange und der Kolbenwege  $X_1$ ,  $X_2$  beim Kolbenniedergange in den betreffenden Räumen der Maschine herrschen, bestimmt werden.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Kolbenlagen (vergl. auch Gleichung 1) bis 5) ist

$$p_{x_1} = \frac{p_1[q + (1 + m)v]}{q + v(1 + m - x_1) + x_1} \dots \dots \dots 10)$$

$$p_{x_2} = \frac{p_2(q + x)}{q + x_2} \dots \dots \dots 11)$$

$$p_{X_1} = \frac{p_3(q + 1)}{q + (1 - X_1) + \mu X_1} \dots \dots \dots 12)$$

$$p_{X_2} = \frac{p_4(q + 1 - X)}{q + 1 - X_2} \dots \dots \dots 13)$$

Die den einzelnen Diagrammtheilflächen entsprechenden Dampf-wirkungen ergeben sich alsdann wie folgt:

für die Diagrammfläche  $abckla$ :

$$W_1 = p l_1 + p(l_1 + m) l g n \frac{p}{p_1} \dots \dots \dots 14)$$

für die Diagrammfläche  $daldmd$ :

$$W_2 = m p l g n \frac{p}{p_2} \dots \dots \dots 15)$$