№ 11. XXVIII. Jahrgang.

Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.

1880. 13. März.

Verantwortlicher Redacteur:

Egid Jarolimek,

k. k. Oberbergrath und technischer Consulent im Ackerbau-Ministerium.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Josef von **Ehrenwerth**, Adjunct an der k. k. Bergakademie in Leoben, Carl Ritter von **Ernst**, Director der k. k. Bergwerksproducten-Verschleissdirection, Hanns **Höfer**, k. k. Bergakademie-Professor in Přibram, Franz **Kupelwieser**, k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann **Lhotsky**, k. k. Bergrath im Ackerbau-Ministerium, Franz **Pošepný**, k. k. Bergrath und Franz **Rochelt**, k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hofverlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beigaben. Der **Pränumerationspreis** ist jährlich **mit franco Postversendung oder mit Zustellung loco Wien** 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl. Für **Deutschland** jährlich 24 Mark, halbjährig 12 Mark. — Ganzjährige Pränumeranten erhalten im Herbst 1880 Fromme's montanistischen Kalender pro 1881 als Gratisprämie. — **Inserate** 15 kr. ö. W. oder 30 Pfennig die zweispaltige Nonpareillezeile. Bei öfterer Wiederholung laut Tarif bedeutende Preisermässigung. — Zuschriften jeder Art sind **franco** an die Verlagshandlung zu richten. Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Přibram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

I.

Als Einleitung.

Es sind mehrere hundert Jahre vorüber, seit man in Frankreich mit einer Theorie der Kriegsminen begann. Zuerst wurde sie geheim gehalten, drang jedoch allmälig in die Oeffentlichkeit. Heute verfügen wir über viele geistreich aufgebaute Theorien, ansehnliche Summen opferten die Staaten, um auf experimentellem Wege die Richtigkeit jener Studien zu prüfen und die nothwendigen Erfahrungs-Coëfficienten zu schaffen.

Durch die längste Zeit schlug die Forschung den inductiven Weg ein; die abstrahirten Resultate waren vergleichsweise von geringer bleibender Bedeutung. Vor nicht gar Langem versuchte man die Methode der Deduction, die Ergebnisse waren befriedigender. Trotzdem war ein bekannter Fachmann vor wenigen Jahren zu dem Ausspruche gezwungen: „Die Lehre von den Minen befindet sich heutzutage noch in der Kindheit." Es ist hieraus erklärlich, dass die Theorie des Sprengens von dieser Seite wohl kräftige Anregung, doch keine ausreichende Stütze empfangen konnte.

Berücksichtigt man die grossen Summen, welche der Bergbau jährlich der Sprengarbeit zuwenden muss, so ist eine wissenschaftliche Untersuchung dieser häufigsten Gewinnungsmethode gewiss gerechtfertigt.

Kümmert man sich um die einschlägige Literatur, so ist die Ausbeute eine höchst geringe. In den letzten Jahrzehnten veröffentlichte Dr. Adolf Gurlt seine „Betrachtungen über die Theorie des Sprengens"[1]; er übermittelte einerseits die dazumal im Minenwesen herrschenden Anschauungen uns Bergleuten, andererseits finden wir auch beachtenswerthe neue Untersuchungen, wie z. B. jene über den Einfluss der Anzahl freier Seiten auf die Wirkung eines Schusses. Dieselben hat auch F. Ržiha in seinem vortrefflichen „Lehrbuche der gesammten Tunnelbaukunst" (Seite 190) aufgenommen und in eine klarere Form gebracht.

Im Jahre 1867 erschien im berg- und hüttenmännischen Jahrbuche der k. k. Bergakademien (Bd. XVI) von Eduard Ržiha, Hauptmann im k. k. Geniestabe, eine umfangreiche Arbeit „Ueber die Theorie der bergmännischen Sprengarbeit". Sie ist auf dieselben Principien gegründet, welche derselbe hochverdiente Autor ein Jahr früher in seinem Werke: „Die Theorie der Minen basirt auf die Wellenbewegung in concentrischen Kugelschalen" veröffentlichte. Ed. Ržiha's Studie im Jahrbuche verdient die vollste Beachtung von unserer Seite, sie macht uns überdies mit den für uns nothwendigen Begriffen und Anschauungen der Mineurs vertraut.

Man findet auf beiden Seiten, bei den Mineurs sowohl als bei uns Bergleuten, wiederholt die Meinung verbreitet, dass zwischen dem Minen- und Sprengwesen tiefer eingreifende Unterschiede existiren; dieselben bestehen jedoch im Principe

[1]) „Civilingenieur" 1854, Seite 238.

nicht, es ist vielmehr jede Theorie des Sprengens auch eine Theorie der Minen und umgekehrt. Wir haben vollsten Grund, die bei den Versuchsminen erhaltenen Resultate ganz besonders zu beachten, da diese Proben, im grossen Massstabe ausgeführt, relativ weniger von den Fehlerquellen beeinflusst sind, als die bei Bergbauen durchgeführten Versuche.

Würdigen wir einige jener angeblich bedeutenderen Unterschiede, welche zwischen dem Minen- und Sprengwesen herrschen sollen.

Die grössere Tiefe der Mine mit der dazu gehörigen grösseren Ladung, die Herstellung und Art der Communication zwischen der freien Fläche und dem Minenherde (Pulversack) — auch im Kriegswesen hat man Bohrminen — bedingen absolut keinen principiellen Unterschied. Ebenso ist derselbe nicht darin zu finden, dass Kriegsminen gewöhnlich im Erdreiche, die Bohrlöcher im festeren Gebirge angelegt werden; auch die letzteren haben die verschiedensten Dichten — so ist Kohle leichter als Erdreich — und die verschiedensten Cohäsionsgrade.

„Der Mineur sieht im Wurftrichter eine secundäre Folgewirkung, die für ihn ohne praktische Bedeutung sei" — das kann man wiederholt lesen und hören; für uns Bergleute jedoch ist der Wurftrichter das allein Wesentliche. Diese Differenz ist eine scheinbare; denn die Wirkung der Mine gegen eine Galerie (bergmännisch würden wir Strecke sagen) ist die eines Wurftrichters gegen eine, wenn auch nur schmale, freie Seite. Ich werde im Verlaufe meiner Studie die Richtigkeit dieser Anschauung begründen, ich werde da auch Gelegenheit nehmen hinzuweisen, dass wir Bergleute, wenn nur die Wurfarbeit des Schusses berücksichtigt wird, den grössten, die Mineurs in der Regel den breitesten Wurftrichter anstreben; beides sind jedoch nur specielle Fälle derselben allgemeinen Theorie.

Was den Zweck der Sprengung anbelangt, so scheint auch hierin ein Unterschied zwischen den beiden so nahe verwandten Branchen zu existiren; der Bergmann verlangt von dem Schusse, insbesondere bei milderen Gesteinen, einen möglichst kleinen Wurftrichter, hingegen eine möglichst grosse Risswirkung (anlauten); der Mineur hingegen wünscht eine möglichst ausgedehnte Wurfsphäre, innerhalb welcher die Galerien (Strecken) zerstört werden. Doch eine allgemeine Theorie des Sprengens muss beide Sphären in das Bereich der Betrachtung ziehen und der Unterschied besteht schliesslich nur darin, dass der Eine diese, der Andere jene Partie der allgemeinen Principien mehr oder weniger weit verfolgt.

Eine wissenschaftliche Untersuchung des Sprengens will mir auch aus dem Grunde angezeigt erscheinen, weil wir bei unseren comparativen Versuchen mit verschiedenen Explosivs (Sprengmitteln) eine richtige Beurtheilung der vollen Wirkung des einen wie des anderen Sprengstoffes haben müssen. Wo hatten wir bisher den Massstab dafür, dass bei solchen Versuchen in der That jeder der Sprengstoffe zur höchsten Leistungsfähigkeit, die ihm innewohnt, gelangte? Schon vor vielen Jahren wurde unter Anderen auch vom k. k. Oberbergrathe J. Grimm in dieser Zeitschrift auf die erwähnte Fehlerquelle hingewiesen. Meine Studie soll nun auch beitragen diese Beziehungen zwischen Ladung und Wirkung, speciell das Maximum derselben, kennen zu lernen und die Aufstellung von Werthquotienten von zwei Explosivs zu ermöglichen.

Die vorliegende Abhandlung beabsichtiget nicht die gesammte Sprengarbeit wissenschaftlich zu untersuchen; in der folgenden Studie sind blos, nach einer allgemeinen Betrachtung über die Sphären verschiedener Wirkungen, die Wurftrichter und die entsprechenden Ladungen abgehandelt. Weitere Untersuchungen über die übrigen Elemente der Sprengarbeit bedürfen noch eine sehr geraume Zeit bis zu ihrem Abschluss. Denn die einschlägige Literatur über Minenwesen steht mir hier nur in höchst bescheidenem Maasse zur Verfügung und die Abführung ausgiebiger Versuchsreihen benöthigt sehr viel Zeit; ich richte deshalb an meine verehrten Fachgenossen, insbesondere an jene, welche grosse Sprengungen, wie z. B. bei Tagbauen, durchzuführen in der Lage sind, die Bitte, Versuchsreihen unter Beachtung aller Erscheinungen systematisch vorzunehmen und mir die Ergebnisse derselben entweder direct oder indirect durch die Fachorgane gütigst zukommen zu lassen. Ich veröffentliche meine erste Studie in der Absicht, dass die gefundenen theoretischen Resultate schon durch diese Probesprengungen einer massgebenden Kritik von Seite der Praxis unterzogen werden können, dass für diese Versuche gleichsam eine Direction gegeben ist und dass hiebei insbesondere auch die räumlichen Verhältnisse des Risstrichters berücksichtigt werden mögen, von welchem meine nächste Studie handeln wird.

Ich schliesse diese einleitenden Worte mit der Bemerkung, dass sich meine Untersuchungen an keine der mir bekannten Minentheorien anlehnen; sie haben nur das mit den neueren derselben gemeinsam, dass eine Fortpflanzung der Stosswellen in concentrischen Kugelschalen vorausgesetzt wird, wie dies meines Wissens Mallet zuerst bei seinen Studien über die Sprengversuche bei Holyhead geistreich durchführte.

Příbram, Weihnachten 1879.

I. Die Sphären verschiedener Wirkung.

Innerhalb eines Gesteines, in ansehnlicher Tiefe, sei eine gewisse Menge eines Explosivs, z. B. Pulver und Dynamit, eingeschlossen; bei Minen heisst dieser damit angefüllte Raum der Ofen oder Minenherd, beim Bergbau hiess er der Pulversack, ein Ausdruck, welcher seit der Anwendung des Dynamites nicht mehr zutreffend ist; wir wollen diesen Raum ebenfalls Minenherd nennen.

Wird das darin befindliche Explosiv entzündet oder durch irgend einen anderen Impuls zur Explosion gebracht, so verwandelt es sich in kaum messbarer Zeit in Gase, welche momentan einen bedeutend grösseren Raum einnehmen; sie wollen sich ausdehnen, welches Bestreben auch noch durch die bei der Verbrennung entwickelte Wärme wesentlich befördert wird, und bewirken dadurch auf die Wandungen des Minenherdes einen Druck oder, weil dieser fast momentan auftritt, einen Stoss, den man sich auch in eine ganze Reihe von Stössen zerlegt denken kann. Jedes Theilchen der Herdwand wird also mit einer gewissen Kraft radial nach auswärts gestossen, dieses überträgt den Stoss an das nächstanliegende Theilchen und bewegt sich selbst zur ursprünglichen Lage wieder mit Beschleunigung zurück, überschreitet jedoch wegen letzterer die erstere und nähert sich dem Minenherd nur so viel, als es sich früher von demselben entfernt hat. Diese pendelähnliche Bewegung des Theilchens wird noch eine Weile nachwirken, vermöge der Widerstände kleiner, endlich Null werden — die schwingenden Theilchen kamen zur Ruhe.

A. Die Drucksphären.

Diese pendelartige Bewegung der Theilchen, einer longitudinalen Welle entsprechend, setzt jedoch voraus, dass die Elasticitätsgrenze nicht überschritten werde. Wäre die Kraft grösser gewesen, so wären die Theilchen bleibend von ihrem Orte verrückt worden; derartige Wirkungen kennen wir auch von Explosivs mit verschiedenen Brisanzgraden, bei Dynamit sowohl als auch bei Pulver; doch bei letzterem treten diese Druckerscheinungen ganz besonders interessant auf, wenn das Minenmedium Erdreich ist. So haben z. B. bereits die einst so berühmten Moldantheiner Versuche in den Jahren 1754 und 1755 und späterhin auch viele andere Beobachtungen an Erdminen dargethan, dass die um den Minenherd liegende Partie durch die Explosion zu einer harten Kruste zusammengedrückt und der Minenherd erweitert war. Man nannte schon dazumal den von der harten Kruste eingeschlossenen Raum die Compressions- oder Eindruckkugel. Hieran schliesst sich nach auswärts zerstörtes Erdreich an, welches in der unmittelbaren Nähe der Compressionskugel am zerrüttetsten und lockersten war, während sich diese Erscheinung mit der Entfernung vom Minenherd verliert, bis die Wirkung mit einem in Klumpen zerborstenen Erdreiche endet.[2])

Die Erdminen zeigen uns also zwei getrennte Zonen der Druckwirkung; in der äusseren wurde das Erdreich zerdrückt, zermalmt, in der inneren stieg der Druck derart, dass dieses gelockerte Erdreich zu einer festen Masse comprimirt wurde. Während diese Erscheinungen bei Erdminen sowohl durch Pulver als auch durch Dynamit bewirkt werden können so werden sie in festeren Gesteinen bei Anwendung von Pulver nicht, von Dynamit nur zum Theile auftreten, denn der Modul der rückwirkenden Festigkeit ist bei vielen Gesteinen grösser als die drückende Kraft der Pulvergase, in welchem Falle der Schuss auf das Gestein keine sichtbare Wirkung auszuüben vermag, wenn er sich, was gleich anfangs vorausgesetzt wurde, in der unsprengbaren Gänze befindet.

Wir können uns einen Sprengstoff von solch' hoher Brisanz denken, dass er nicht blos, gleich dem Dynamit, die Umgebung des Minenherdes zermalmt, sondern, wie beim lockeren Erdreiche, die unmittelbar an den Minenherd liegende, zermalmte Partie derart fest zusammendrückt, dass die gelockerten, staubförmigen Theilchen wieder zu einem festen Ganzen werden, womit selbstverständlich eine Volumverminderung oder Dichtevermehrung des zermalmten Gesteines, eine Vergrösserung des Minenherdes verbunden sein muss.[3])

Denken wir uns vorläufig bei unseren Studien den Minenherd kugelförmig geformt, so werden die einzelnen Zonen die Gestalt von concentrischen Kugelschalen annehmen müssen, sobald nur eine gleichförmige Fortleitung der Stosswellen, wie dies in homogenen Medien, z. B. einem gleichartigen ungeschichteten Gesteine, der Fall ist, voraussetzen.

Wir haben somit um den Minenherd zwei Wirkungszonen liegend, deren Auftreten und Dimensionirung von dem Verhältnisse der im Minenherde pro Flächeneinheit drückenden Kraft und dem Bruchmodul des auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommenen Gesteines abhängt. Wir heissen diese Druckzonen die

1. Compressions-Sphäre und
2. Zermalmungs-Sphäre.

An der Kugelschale, welche die Zermalmungs-Sphäre gegen aussen hin abschliesst, ist die dort in jedem Flächenelemente wirkende Kraft gleich dem Widerstande des Gesteines gegen das Zerdrücken, also gleich dem entsprechenden Festigkeitsmodul. Hierbei mag in Erinnerung gebracht werden, dass die gewöhnlich in den Handbüchern angegebenen Zahlen nicht direct in die Rechnung gestellt werden dürfen, indem sich dieselben auf Körper beziehen, welche aussen freie Flächen besitzen, z. B. Säulen, während es sich hier um das Zerdrücken eines sonst allseits umschlossenen Körpers handelt, an dessen einer freien Fläche, jener des Minenherdes, die zermalmende Kraft wirkt.

Die Zermalmungs-Sphäre wird nur dort und soweit vom Minenherd entfernt entstehen und nachgewiesen werden können, als die auf die Flächeneinheit wirkende Kraft grösser ist als der Widerstand gegen das Zerdrücken. Bei dem gewöhnlichen Sprengpulver und den hiermit verwandten Präparaten ist der Druck auf die Flächeneinheit kleiner als der Festigkeitsmodul der meisten bei der Sprengarbeit gewöhnlich vorkommenden Gesteine, es kann dann somit weder die Zermalmungs- und noch weniger die Compressions-Sphäre auftreten. Hingegen ist bei den Nitropräparaten ein verkehrtes Verhältniss, es wird also z. B. ein Dynamitschuss auch noch um so viel unter den Minenherd wirken, als der Radius der Zermalmungs-Sphäre beträgt, wir sagen in der Praxis: „Das Dynamit schlägt unter sich."

B. Die Bruchsphären.

Wir haben bisher einen Minenherd vorausgesetzt, welcher in der unsprengbaren Gänze liegt. Nehmen wir an, dass von ihm nicht allzufern eine freie Fläche, die wir uns als Ebene denken, vorhanden wäre.

Es ist bekannt, dass in diesem Falle eine kegelähnliche Gesteinsmasse herausgeworfen wird, deren Basis in der freien Fläche und deren Spitze im Minenherde oder in dessen Nähe liegt. Wir heissen diesen geschaffenen kegelförmigen Hohlraum den Wurftrichter. Derselbe muss, entsprechend der Fortpflanzung der Stosswellen in Kugelschalen, einen Rotationskörper darstellen, womit auch die Erfahrungen und alle, selbst die Anschauungen der älteren Minentheoretiker übereinstimmen.

Wir können nach den vorhergegangenen Betrachtungen sagen, dass sich ein solcher Wurftrichter eigentlich aus zwei, total verschiedenen Theilen zusammensetzt, und zwar aus der kugelförmigen Ausweitung um den Minenherd, der Zermalmungs-Sphäre, und aus dem kegelförmigen, weitaus grösseren Theile, den wir Wurfkegel heissen. Dieser letztere wird bei gleicher Ladung und gleichem Gesteine je nach der Vorgabe oder kürzesten Widerstandslinie, d. i. die kürzeste, also senkrechte Entfernung des Minenherdes von der freien Fläche, ganz

---

[2]) E. Rziha, Theorie der Minen, S. 22.

[3]) Ich verweise auf die Versuche, welche über die Compressionsfähigkeit von verschiedenen festen Körpern unter sehr hohem Drucke von französischen Physikern und früher schon von Wedding durchgeführt wurden.

verschiedene Dimensionirungen zeigen. Wenn eine gewisse Tiefe, besser gesagt Grösse der Vorgabe, überschritten wird, so wird die in der freien Fläche liegende kreisförmige Basis mit dem Wachsen der Vorgabe, welche die Höhe des Wurfkegels bildet, stetig kleiner und bei einer gewissen Vorgabe Null werden. Tritt letzterer Fall ein, so wird die Wurfwirkung des Schusses oder der Mine gegen die eine freie Fläche aufhören. Diese kürzeste Vorgabe wird für diesen speciellen Fall den Radius der Wurfsphäre (Spreng-, Verschiebungs- oder Explosions-Sphäre der Mineure) bilden. Wir Bergleute sagen dann: „Der Schuss lautet blos an", d. h. er zerreisst das Gestein ohne die Theile abzuwerfen, der Mineur spricht von einer Dampfmine zum Unterschied von einer Trichtermine.

Denken wir uns einen Gesteinswürfel, in dessen Centrum sich eine Ladung von solcher Intensität befindet, dass nur in den Mittelpunkten der sechs den Würfel begrenzenden Quadrate ein Gesteinselement bis zum Abwerfen gelockert wurde, so stellt uns jene eingeschriebene Kugel, welche diese sechs Flächenmittelpunkte tangirt, die Wurfsphäre vor. Die gegen die acht Ecken liegenden Gesteinstheile werden zerrissen, doch nicht weggeschleudert werden.

Bekanntlich ist um den Wurfkegel die anliegende Gesteinspartie radial und concentrisch zerrissen; diese Risse werden mit der Entfernung vom Wurfkegel oder der Vorgabe seltener und kleiner; würde man alle Endpunkte dieser Risse verbinden, so würde diese Curve für homogene Sprengmedien einen Kreis darstellen. Doch diese Risse zeigen sich nicht blos an der freien Fläche oder mit anderen Worten dort, wo die Mine tagt, sondern Nachgrabungen belehren uns, dass dieselben auch in der Tiefe peripherisch um den Wurftrichter auftreten. Hat man das gesammte angelautete Gestein weggeräumt, so erhalten wir eine Vertiefung, welche wir den Risskegel nennen werden; obzwar es in der Praxis höchst schwierig ist, den Risskegel durch Ausgrabungen in allen seinen Dimensionirungen genau zu bestimmen, so muss ich doch meinen geehrten Collegen empfehlen, derartige Versuche vorzunehmen. Es wird uns übrigens auch auf diese Weise wesentlich gedient sein, wenn bei gleichem Gesteine und gleicher Ladung Sprengungen mit verschiedenen Vorgaben abgeführt und die Radien des Risstrichters an der freien Fläche gemessen werden würden.

Kehren wir zu jenem Beispiele zurück, in welchem wir annahmen, dass die Wurfsphäre mit der freien Fläche tangirt; der Wurftrichter tritt nicht mehr auf, wohl jedoch der Risstrichter. Würde man die Vorgabe unter übrigens gleichen Verhältnissen vergrössern, so wird die kreisförmige Basis, mit welcher der Risstrichter tagt, kleiner und endlich bei einer gewissen Vorgabe gleich Null werden. Diese letztere Vorgabe ist der Radius der Risssphäre (Trennungs- oder Friabilitätssphäre der Mineure); wird die Vorgabe grösser als dieser Radius, so liegt der Schuss in der unsprengbaren Gänze.

Ueber die Risssphäre hinaus werden die Theilchen des Sprengmediums blos in Oscillation gelangen, ohne dass die Amplitude irgendwo die Elasticitätsgrenze überschreitet. Dort wo die Schwingung der Theilchen Null wird, liegt die äussere Grenze der Schwingungssphäre; die in ihr auftretende Wirkung der Explosion ist praktisch verloren.

Der Risskegel entsteht dadurch, dass die auf die freie Fläche normal wirkende Kraft grösser ist, als der Modul des Gesteines gegen das Zerbrechen; ein Gleiches gilt auch für den Wurfkegel, der mit dem zuvor genannten die Vorgabe als gemeinsame Achse besitzt und innerhalb welchem ein Kraftüberschuss vorwaltet, der zum Wegschleudern der abgerissenen Gesteinstrümmer verwendet wird. Wir haben es somit hier mit Problemen über relative Festigkeit zu thun, während innerhalb der Drucksphären die Medien auf rückwirkende Festigkeit beansprucht werden; an diesem durchgreifenden principiellen Unterschiede müssen wir festhalten.

Entsprechend unseren bisherigen Betrachtungen liegen um den Minenherd, von diesem ausgehend:

A. Drucksphären:

1. Compressions- } Sphäre.
2. Zermalmungs- } Sphäre.

B. Bruchsphären:

3. Wurf- } Sphäre.
4. Riss- } Sphäre.

C. 5. Schwingungssphäre.

Die Wirkungen der Explosion, welche in den Drucksphären auftreten, sind für uns Bergleute, vom praktischen Standpunkte, untergeordnet. Die Menge des innerhalb der Zermalmungssphäre liegenden Gesteines ist gegenüber dem Risskegel so klein, dass wir dieselbe füglich vernachlässigen können. Obzwar wir die theoretische Wichtigkeit dieser beiden, dem Minenherde zunächst liegenden Sphären nicht verkennen, ja zugestehen, dass die während der Explosion vor sich gehende Erweiterung des Minenherdes einer besonderen Studie würdig wäre, so wollen wir dennoch diese für die Praxis nebensächlichen Untersuchungen überschlagen und uns den viel wichtigeren Bruchsphären, in dieser Abhandlung speciell der Wurfsphäre, zuwenden.

(Fortsetzung folgt.)

Vortrag von Gautier über die Fortschritte bei Entphosphorung des Roheisens.

Mitgetheilt von Franz Kupelwieser.

(Schluss.)

In Folge des geringen Siliciumgehaltes des Roheisens, vermuthlich aber auch wegen des zurückbleibenden Anwärmecoks sieht man alsogleich die gelbe Natriumlinie im Spectrum, welches rasch zum Vorschein kommt.

Der Process verläuft sehr rasch; er dauert 8, höchstens 15 Minuten. Nach den bisherigen Beobachtungen beginnt die Oxydation des Phosphors erst, nachdem der grösste Theil des Siliciums abgeschieden und der grösste Theil des Kohlenstoffs verbrannt ist. Die Entphosphorung erfolgt daher viel schneller, als in Eston und das Ueberblasen dauert nicht so lange und schwankt zwischen 100 und 240 Secunden. Gewöhnlich dauert

Uebrigens scheint es, wenn man nur die Entphosphorung in's Auge fasst, als ob man in Hörde in manchen Fällen wirklich eine übermässig hohe Zuschlagsmenge anwenden würde, die allerdings hinsichtlich der Rückführung von Phosphor in's Metall nur günstig wirken kann, andererseits aber auch mehr Wärme, also höheren P- oder Si-Gehalt und demnach theuereres Roheisen oder höhere Einschmelztemperatur erfordert, zudem aber noch die Schlacke strengflüssiger macht und so die Vereinigung von reducirtem Eisen mit dem Metall erschwert, wodurch, abgesehen von dem durch höheren Si-Gehalt veranlassten, auch überhaupt ein höherer Calo bedingt wird und folglich die Kosten erhöht werden.

Allein wir dürfen einerseits nicht übersehen, dass man derzeit sehr basisches Futter mit nur circa 9% SiO_2 anwendet, welches natürlicherweise der Einwirkung der Schlacke um so besser widersteht, je basischer bis annähernd zum selben Kieselsäuregehalt die Schlacke gemacht wird, und dass demnach auch ein höherer Kalkzuschlag zur besseren Erhaltung des Futters beitragen muss.

Und andererseits ist es wohl erklärlich, dass bei Einführung eines neuen Processes anfänglich an dem Nachweis des sicheren technischen Erfolges mehr gelegen sein muss, als an einem momentanen, verhältnissmässig sehr geringen Mehraufwand an Geld.

Die Berechnung der Zuschlagsmenge nach obigen beiden Regeln und insbesondere nach letzterer ist nach allen vorliegenden Resultaten ausser Zweifel, sowohl was die Entphosphorung als auch die Erhaltung des Futters betrifft, vollkommen ausreichend für sicheren technischen Erfolg.

Im Hinblick auf den Charakter dieser Arbeit als „Studien" können wir uns indess damit noch nicht zufrieden geben, denn es ist immerhin denkbar, dass früher oder später die Rücksicht auf die Erhaltung des Futters mehr oder weniger entfallen könnte, oder dass durch Anwendung passender Apparate die Entfernung phosphorreicher Schlacken vor dem Zusatz von Rückkohlmetall leicht durchführbar wird.

(Fortsetzung folgt.)

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Příbram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Fortsetzung.)

II. Die Wurfsphäre.

Die Form des Wurftrichters.

Die Ansichten über die Form des Wurftrichters gingen bezüglich seines Axendurchschnittes zu verschiedenen Zeiten wesentlich auseinander.

Es mag gestattet sein, hier in wenigen Strichen diese Anschauungen zu skizziren[4]), wobei im Vorhinein bemerkt werden muss, dass diese Trichterformen durchwegs das Resultat von Versuchsreihen sind und bisher einer exact wissenschaftlichen Begründung entbehren, obzwar es der eine oder der andere Autor für nothwendig fand, die von ihm empirisch aufgefundene Trichterform durch Speculationen zu erhärten, die jedoch keinen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben können. Ueberdies sei erwähnt, dass bei diesen Versuchen vorwiegend nur Erdminen benützt wurden.

Die nachstehenden Trichterformen beziehen sich durchwegs auf normale Ladungen, das sind diejenigen, bei welchen mit einer gewissen Menge des Explosivs der grösste Minentrichter gebildet wird.

1. Die älteste Querschnittsform, welche Megrigny aus seinem im Jahre 1686 zu Tournay abgeführten Versuche auf rein empirischem Wege ableitete, war die eines Trapezes. Die Proportion der einzelnen Seiten ist aus Fig. 1 ersichtlich. Der Minenherd o liegt im Mittelpunkte der unteren kreisförmigen Basis cc' des abgestutzten Kegels. Dieser Anschauung Megrigny's schlossen sich später auch Proudhomme und Lebrun, letzterer jedoch nur bei seiner Berechnung der Ladung, an.

In späterer Zeit wurde die Trapezform fallen gelassen.

2. Vauban (1704) nimmt für den Trichter einer normalen Mine einen rechten Kegel an, also einen solchen, bei welchem zwei gegenüber liegende Erzeugende nun einen rechten Winkel einschliessen (Fig. 2); die Spitze des Kegels liegt im Minenherd. Der Vauban'sche Kegel fand anfänglich wenig Anhänger, Le Febvre bekannte sich dazu; doch in neuerer Zeit wurde diese Form immer allgemeiner von den hervorragenderen Minen-Autoritäten, wenn auch mit einiger Modification, acceptirt.

3. Belidor (ca. 1730) nimmt einen abgestumpften Kegel an, auf dessen kleinere untere Basis eine Halbkugel (eigentlich eine Calotte, nahezu gleich gross mit der Halbkugel) angesetzt ist (Fig. 3). Der Radius dieser Halbkugel, welcher der Compressionskugel der Erdminen entspricht, wird nicht angegeben. Belidor, einer der hervorragendsten Mineure des vorigen Jahrhunderts, hat jedenfalls dadurch, dass er die Compressionskugel berücksichtigte, mindestens eine gute Beobachtungsgabe bewiesen; doch seine Erklärung, warum über dieser Kugel nicht ein cylindrischer, sondern ein kegelförmiger Raum den Trichter bildet, wovon der Luftdruck auf die freie Fläche die Ursache sein soll, ist jedenfalls total verunglückt, ebenso die, warum die Gase auch die in Fig. 3 mit $a\,b\,o$ und $a'\,o\,c$ bezeichneten Stücke herausreissen sollen.

4. Valière glaubt auf Basis bei Erdminen vorgenommener Ausgrabungen annehmen zu dürfen, dass der Trichterquerschnitt eine Parabel sei, deren Brennpunkt mit dem Minenherd o zusammenfalle; die weiteren Verhältnisszahlen sind aus Fig. 4 zu entnehmen. Valière führte den Beweis nur durch die Messung, wie dies auch die Uebrigen thaten, welche eine neue Form aufstellten. Dulacq, Gillot und Dr. A. Gurlt bemühten sich, für diese Gestalt Beweise durchzuführen, welche jedoch als durchaus nicht ausreichend erkannt wurden.

5. John Müller (1757) combinirte gleichsam die Formen von Megrigny und Valière, und zwar dahin, dass er die erstere mit ihren Proportionen als Leitform annahm, die Mantelflächen des Kegels jedoch nach dem Valière'schen Paraboloid ausbauchte. (Fig. 5.) Doch John Müller schuldet sowohl die Beobachtung, als auch jeden anderen Beweis; trotzdem pflichtete später Lebrun auch dieser Form bei.

---

[4]) Näheres in E. Řžiha's: „Die Theorie der Minen", S. 90—102. Lemberg 1866.

6. Der Schwede Meldecreuz (1749) sagt von dem Minentrichter, er sei nach unten von einer Kettenlinie, seitlich von einer Trajectorie begrenzt.

7. E. Ržiha (1866) weist zuerst darauf hin, dass man durch Nachgrabungen bei einer Erdmine „im Stande ist, jede nur nicht zu widersinnige Trichtergestalt" nachweisen zu können; er zog es deshalb vor, die Wurftrichter bei milderen und festeren Gesteinen zu studiren, und kam auf Basis seiner Beobachtungen und seiner Speculation zu folgender Form (Fig. 6), für deren Beweisführung wir E. Ržiha[5]) selbst sprechen lassen wollen:

„Durch den Bewegungszustand von concentrischen Kugelwellen erhalten die Erdtheilchen die Tendenz einer radialen Bewegung, welche beim Ausbruche der Mine durch die Kraft der ausbrechenden Gase in ein Werfen übergeht, insoweit die Masse dem Körper des Trichters angehört. Es ist daher wohl nur zu natürlich, dass die Erde des Trichters blos nach den Richtungen ausgeworfen werden könne, welche man vom Mittelpunkte der Ladung gegen die Trichterfläche gezogen denkt. Alle jene Speculationen, welche diesen radialen Bewegungszustand der Masse vernachlässigen und annehmen, dass letztere in Ruhe sei, stehen gewiss auf schwachen Füssen, umsomehr, als durch die dem Ausbruche vorangegangene Wellenbewegung die Cohäsion der Masse des Trichters bereits aufgehoben und auch die Trägheit derselben bereits besiegt ist.

„Es dürfte daher in unserer Zeit wohl gar keinen Anfechtungen mehr unterliegen, dass wegen der radialen Tendenz der Bewegung und des Ausbruches in der Hauptsache nur jene Masse aus dem Trichter geschleudert werden kann, welche der rechte Kegel des Trichters einschliesst. Würde man daher unter der Trichtergestalt nur diese Figur verstehen, welche die wirklich ausgeworfene Erde zurücklässt, so müsste man unstreitig den Vauban'schen Kegel dafür annehmen.

„Anders gestaltet sich jedoch die Form, wenn man annimmt, dass auch jener Körper, die Eindruckskugel, hinzuzurechnen sei, deren Bildung bereits dem Ausbruche vorangegangen ist. Dann erhält man für die Gestalt des Trichters eine zusammengesetzte Figur, aus einem Kegel mit einer die Spitze desselben umgebenden Kugel. Da man endlich aber gewiss mit Recht voraussetzen muss, dass sich beim Ausbruche der Mine die scharfe Kante der Verschneidung von Kegel und Kugel durch die später und seitwärts wirkenden Kräfte abrundet, weil letztere nach der Seite der bereits ausgebrochenen Linien keinen Widerstand mehr finden, so würde man mit Hinzurechnung der Eindruckskugel zur Gestalt des Trichters im comprimirbaren Mittel die Glockenform (Fig. 6) erhalten. In nicht comprimirbaren Massen, wie z. B. sehr festem Felsen, fiele die Compressionskugel bei Seite[6]) und würde der Trichter blos ein rechter Kegel sein können.

„In der That findet man diese Trichtergestalten in allen jenen Fällen scharf ausgeprägt, welche sich zu scharfen Beobachtungen eignen.

„In den Sandsteinfelsen der böhmisch-sächsischen Schweiz, woselbst sich ein sehr poröser und weicher Stein vorfindet, hatten wir Gelegenheit, die glockenförmige Gestalt des Trichters in mehreren hundert Fällen bei jedem Bohrschusse zu beobachten; während im compacten Granit des naheliegenden Gebirgsrückens, welcher von Meissen nach der nördlichen Spitze Böhmens zieht, jeder Schuss einen rechten Kegel hinterliess."

Ueberblickt man alle die mitgetheilten Trichterformen, so stimmen sie alle insoferne auf Basis der vielen Beobachtungen dahin überein, dass der Radius der kreisförmigen Basis, den wir mit Basisradius bezeichnen wollen, gleich ist der Vorgabe w, wobei eine normale Ladung vorausgesetzt wird.

Eine gewisse Formenreihe (Megrigny, Vauban und J. Müller) lässt den Trichter in der Höhe des Minenherdes enden, was der seit mehr als 100 Jahren bekannten Existenz der Compressionskugel im lockeren Erdreiche widerspricht. Auch unsere allgemeinen Betrachtungen über Drucksphären können nicht zugeben, dass man als „allgemeine" Gestalt des Wurftrichters eine Querschnittfigur annimmt, welche in der Höhe des Minenherdes endigt. Nachdem jedoch die Drucksphären im gleichartigen Mittel nothgedrungen als Kugeln angesehen werden müssen, so ist auch die Parabelform Valière's und die complicirte, von Meldercreuz angenommene Gestalt nicht zulässig.

Es verbleiben uns noch die von Belidor und E. Ržiha angegebenen Querschnitte, welche beide nach unten ein Kreisstück voraussetzen, sich jedoch dadurch unterscheiden, dass Ersterer die Spitze des Kegels unter, der Letztere in den Minenherd legt.

Eine allgemeine Form muss auch für specielle Fälle giltig sein. Wendet man Pulver in sehr festem Gesteine an, so entfällt die Zermalmungssphäre, es verbleibt nur ein Wurfkegel.

In diesem speciellen Falle führt Belidor's Annahme zu jener Megrigny's, hingegen jene E. Ržiha's zu der von Vauban. Selbst wenn man von den vielen Versuchen, welche E. Ržiha im festen Granit ausführte, schweigen wollte, so wird sich doch gewiss jeder erfahrene Bergmann dagegen weigern, für den Wurfkegel einen abgestutzten Conus mit den von Megrigny angegebenen Proportionen anzunehmen, während der Vauban'sche rechte Kegel den Erfahrungen viel mehr entspricht.

Wir bekennen uns aus allen den angeführten Gründen zu der von E. Ržiha aufgestellten Form des Wurftrichters; wenn auch dieselbe nicht vollständig einem ganz allgemeinen Typus entspricht, so werden die begangenen Fehler für unsere Zwecke keinen wesentlichen Einfluss haben. Eine solche Abweichung von der theoretischen Gestalt konnten wir wiederholt bei überladenen Schüssen, also jenen mit zu geringer Vorgabe, beobachten, wo der Wurftrichter glockenförmig, d. h. gegen seine Axe zu convex ausgebaucht war.

Auch Franz Ržiha, welcher in seinem auch die Sprengarbeit sehr gründlich behandelnden „Lehrbuche der gesammten Tunnelbaukunst" (1867, Seite 187) den Typus der bei den bereits erwähnten Versuchen im festeren Gesteine der böhmisch-sächsischen Schweiz erhaltenen Wurftrichter abbildet (Fig. 7), gelangt zur Glockenform, die sich jedoch sehr nahe dem rechten Kegel anschliesst, welcher auch von ihm, combinirt mit der Compressionskugel (also gleich E. Ržiha) für die weiteren Betrachtungen zu Grunde gelegt wird.

[5]) Die Theorie der Minen, Seite 101.

[6]) E. Ržiha schrieb dies im Jahre 1866, also vor der Einführung des Dynamits.

Ebenso haben die Moldautheiner Versuche (1754—1755) nicht blos evident die Existenz der Eindruckkugel constatirt, sondern auch statt des gesuchten Valière'schen Paraboloides einen Trichter gegeben, der die Glockenform zeigt, die sich ebenfalls sehr nahe an einen „Trichterkegel" anschliesst.

Man gelangte somit hier im lockeren Erdreiche, ebenso wie viel später bei den erwähnten Ržiha'schen Versuchen im festen Gesteine zu dem gleichen Resultate. Trotzdem ist es immerhin noch nothwendig, bei weiteren Versuchen diese Trichterformen, insbesondere mit Rücksicht auf verschiedene Vorgaben, zu studiren, umsomehr, da selbst ein so vorzüglicher Minentheoretiker, wie E. Ržiha (Minentheorie, Seite 90) die Ansicht aufstellt:

„Die Kenntniss der wahren Gestalt des Trichters ist überhaupt nutzlos für die Minentheorie." Diesem absprechenden Urtheile können wir unmöglich beipflichten, da der Wurftrichter bei jeder Sprengung, also auch bei einer Mine, die bestaufgeschlossene Explosionswirkung ist und eine genaue Kenntniss derselben uns über die bei der Explosion auftretenden mechanischen Gesetze eingehender belehren wird.

Allgemeine Theorie des Wurfkegels.

Der Wurfkegel ist, wie bereits erwähnt wurde, jener weitaus grössere Theil des Wurftrichters, welcher nach Abzug der Zermalmungskugel verbleibt.

Wenn im Minenherde O (Fig. 8) die Explosion erfolgt, so wird sich die Erschütterung in concentrischen Kugelschalen fortpflanzen, welche in O den gemeinsamen Mittelpunkt haben. Da sich dieselbe Kraft auf immer grössere Kugeloberflächen vertheilt, so wird jene pro Flächeneinheit wirkende in demselben Masse abnehmen, als die Kugeloberfläche zunimmt, diese beiden sind daher verkehrt proportionirt. Es verhält sich somit die Kraft p_1, wirkend auf eine Flächeneinheit der Kugelschale Ob_1, zu jener von p, wirkend auf eine Flächeneinheit der Kugelschale Ob, wie verkehrt die Oberflächen, also

$$p_1 : p = Ob : Ob_1.$$

Wenn Ob_1 dem Kugelradius R_1 und Ob jedoch R entspricht, so ist

$$p_1 : p = 4\pi R^2 : 4\pi R_1^2 = R^2 : R_1^2;$$

oder

$$\frac{p_1}{p} = \frac{R^2}{R_1^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 1.}$$

Es verhalten sich somit die Intensitäten der auf die Flächeneinheiten wirkenden Kräfte verkehrt wie die Quadrate der entsprechenden Radien (Entfernungen vom Minenherd).

Denken wir uns einmal die freie Fläche DE in der senkrechten Entfernung w_1 (Vorgabe) vom Minenherde, ein zweites Mal bei FG in der Entfernung w, so wird jedesmal ein Wurftrichter, doch von verschiedener kreisförmiger Basis, deren Radien r_1 und r sind, gebildet werden. Beim Punkte A (Fig. 8), also der äusseren Grenze des Wurftrichters, muss die gegen die freie Seite wirkende Kraft eben noch so gross gewesen sein, um das Gesteinselement abzubrechen und etwas Weniges fortzubewegen. Die auf die freie Fläche normale Componente x (bei A) muss deshalb eben so gross sein als bei B, wo dieselbe Wirkung hervorgebracht wurde, weshalb wir auch dort die vertical nach aufwärts gerichtete Componente $= x$ setzen.

Denken wir uns eine dritte Mine, deren Vorgabe w_m so gross wäre, dass nur noch das dem Minenherde zunächst liegende Gesteinstheilchen H weggesprengt werden würde, so dass der Schuss keinen Wurftrichter mehr bilden könnte, und die Vorgabe w_m zum Radius der Wurfsphäre R_m wird, so müsste an dieser Stelle, in H, die wirkende Kraft wieder $= x$ sein und würde mit der an der Kugelfläche radial wirkenden Kraft p_m gleichbedeutend werden. Es ist also $x = p_m$.

Vergleichen wir die beiden radial wirkenden Kräfte p und p_m. Es ist nach Gleichung 1)

$$\frac{p_m}{p} = \frac{R^2}{R_m^2}.$$

Nach dem Kräfteparallelogramm bei B ist

$$p \sin\alpha = x = p_m,$$

oder

$$p = \frac{p_m}{\sin\alpha};$$

dies ist in obige Gleichung gesetzt:

$$\frac{p_m}{\frac{p_m}{\sin\alpha}} = \frac{R^2}{R_m^2} = \sin\alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 2.}$$

Der grösste Wurftrichter (Normalschuss).

Es handelt sich in der Praxis um jenen Wurfkegel, dessen Volumen das grösste ist, da dadurch der Schuss, wenn wir blos auf den Wurftrichter Rücksicht nehmen, eine grössere Wirkung erreicht.

Es fragt sich also, unter welchen Bedingungen, bei welchem Winkel α_n der Kegel FOB[7]) sein Maximum erreicht.

Der Körperinhalt desselben ist

$$K_n = \frac{\pi}{3} w_n r_n^2;$$

da jedoch im Dreiecke BJO $r_n = \dfrac{w_n}{\operatorname{tang}\alpha}$ ist, so ist

$$K_n = \frac{\pi}{3} w_n \frac{w_n^2}{\operatorname{tang}^2\alpha_n} = \frac{\pi}{3} \frac{w_n^3}{\operatorname{tang}^2\alpha_n}.$$

Aus Gleichung 2 geht hervor:

$$R_n = R_m \sqrt{\sin\alpha_n};$$

im Dreiecke BJO ist

$$w_n = R_n \sin\alpha_n = R_m \sqrt{\sin\alpha_n} . \sin\alpha_n,$$
$$w_n = R_m \sqrt{\sin^3\alpha_n}.$$

Setzt man diesen Werth in die letzte Gleichung für K_n:

$$K_n = \frac{\pi}{3} R_m^3 \frac{\sin^3\alpha_n \sqrt{\sin^3\alpha_n}}{\operatorname{tang}^2\alpha},$$

oder da

$$\frac{\sin^2\alpha_n}{\operatorname{tang}^2\alpha_n} = \cos^2\alpha_n \text{ ist,}$$

und da $\dfrac{\pi}{3} R_m^3$ für Versuchsreihen im gleichen Gesteine und bei gleicher Ladung constant $= C$ ist, so erhält man:

$$K = C . \cos^2\alpha_n \sin^{5/2}\alpha_n.$$

Differenzirt man diese Gleichung nach α_n, so muss, um das Maximum zu bekommen, der erste Differentialquotient gleich Null sein, was dann der Fall ist, wenn

$$5/_2 \cos^2\alpha_n . \sin^{3/2}\alpha_n \cos\alpha_n = 2 \sin^{5/2}\alpha_n . \cos\alpha . \sin\alpha_n,$$

oder vereinfacht, wenn

---

[7]) Man denke sich die im Dreiecke BJO eingezeichneten Werthe mit dem Index n versehen.

$$\tfrac{5}{2}\cos^2\alpha_n = 2\sin^2\alpha_n \text{ ist,}$$

$$\frac{\sin^2\alpha_n}{\cos^2\alpha_n} = \mathrm{tang}^2\,\alpha_n = \frac{5}{4},$$

oder

$$\mathrm{tang}\,\alpha_n = \sqrt{\frac{5}{4}} = 1{,}11805 \quad \ldots\ldots \text{ Gleich. 3.}$$

Dieser Tangente entspricht der Winkel

$$\sphericalangle\,\alpha_n = 48^0\,11'\,22{,}8'' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ Gleich. 4.}$$

Da jedoch $\mathrm{tang}\,\alpha_n = \frac{w_n}{r_n}$ ist, so können wir sagen:

Der Wurfkegel erreicht sein Maximum, d. h. der Schuss wirft das grösste Volumen, wenn der Quotient von Vorgabe und Basisradius = 1,11805 ist, oder wenn der Basiswinkel des Kegels = 48° 11' 22,8" wird.

Wir heissen diesen Kegel den **normalen** oder **grössten Wurfkegel** (Normalschuss)

Wie wir bei der Erörterung der Geschichte der Minentrichterfrage sahen, wird schon seit Jahrhunderten bei einem der normalen Ladung entsprechenden Wurftrichter — und nur diesen berücksichtigten die Mineure — allgemein vorausgesetzt, dass die Vorgabe gleich sei dem Basisradius oder, was dasselbe ist, dass der Basiswinkel 45° betrage. Dieser durch viele Versuche nachgewiesene Werth stimmt mit dem theoretischen sehr gut überein, da die unbedeutende Differenz von etwa 3° getrost als Beobachtungsfehler angenommen werden kann, was bei Kriegsminen um so leichter vorauszusetzen ist, da deren Wurftrichter nach der Explosion (in Folge der grösstentheils in ihn zurückfallenden Minengarbe) erst ausgegraben werden muss.

Diese Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung hat jedoch auch noch eine andere, für die gesammte Spreng- oder Minentheorie höchst wichtige Bedeutung; sie ist nämlich eine Bestätigung für die Fundamentalannahme, dass die Fortpflanzung der Erschütterungswellen in den Gesteinen praktisch wie in vollkommen elastischen Medien stattfindet; wenigstens ist diese Annahme innerhalb jener Sphären vollkommen gestattet, innerhalb welcher die von dem Bergmanne oder Mineure angestrebten Zertrümmerungs-Wirkungen auftreten.

Nachdem die Kriegsminen, für welche jene Uebereinstimmung nachgewiesen wurde, zumeist im lockeren Erdreiche angelegt sind, so werden diese Fortpflanzungsgesetze umsomehr für jene Gesteine gelten, mit welchen es der Bergmann gewöhnlich zu thun hat.

Wir setzen bei unseren weiteren Studien für den grössten oder normalen Wurfkegel statt des empirischen, bisher üblichen Werthes $\frac{w_n}{r_n} = 1$ den theoretischen Werth $\frac{w_n}{r_n} = 1{,}118$, welchen wir kurz die **normale Kegeltangente** heissen werden, wobei der Basiswinkel $\sphericalangle\,\alpha_n = 48^0\,11'\,23''$ ist. (Forts. folgt.)

Ueber das Vorkommen des Goldes in Dioriten und Serpentinen.

Von R. Helmhacker.

(Mit Abbildungen auf Tafel IV.)

(Schluss.)

In den Goldbezirken Crocodile, Blackfellows und Morinish in Queensland sind die in devonischen Schiefern bekannten Gänge nur dort edel, wo sie sich mit den Dioritgängen, welche diese devonischen Gesteine durchsetzen, schneiden.

In Victoria durchsetzen die Diorite vornehmlich ober- und untersilurische Sandsteine, Thonschiefer, Grauwackenschiefer. In den Dioriten sind Pyritkrystalle eingesprengt und werden dieselben von kleinen, schwebenden Quarztrümmern mit bedeutendem Goldhalte durchsetzt. Die Fig. 5 und 6 zeigen zwei Ansichten eines solchen Dioritganges *d d*, welcher obersilurische Grauwackenschiefer und Grauwackensandsteine *s s* durchsetzt und welcher in der Contactgrenze mit einem älteren Quarzgange *q q* und den im Gange zertrümmerten aufgelösten Schiefern *Sch Sch* zum Vorschein kam und den Quarzgang bedeutend zerdrückte. Die goldführenden, schwebenden Quarztrümmer, die Lenticulargängen ähnlich sind, sind in *t t* dargestellt. Fig. 5 ist ein horizontaler, Fig. 6 ein verticaler Querschnitt des Dioritganges von Woods point in Victoria nach Ullrich.

Die Dioritgänge von Queensland durchsetzen demnach devonische und alte, jedoch dem Alter nach nicht genauer bestimmte, metamorphische Schiefergesteine, diejenigen von Victoria aber obersilurische Gesteine. Andere Diorite von Neu-Süd-Wales, welche die untersten Schichten des unteren Carbons (Culm) durchsetzen, sind taub.

Der goldhältige Pyrit der Diorite ist mit dem Gestein zu gleicher Zeit entstanden, wie es der 60mal vergrösserte Dünnschliff eines australischen Diorites, Fig. 7, zeigt. Die licht gehaltenen Partien sind Oligoklas, die dunkleren Amphibol, beide schon etwas zersetzt, während die schwarzen Körner Pyrit sind. Der Pyrit schliesst als gleichzeitig gebildetes Mineral Theile von beiden Gemengtheilen des Diorites ein.

Fig. 8 zeigt einen Quarzgang aus Dioriten Australiens in $2^1/_2$facher Vergrösserung. Zuerst hat sich Quarz im Gange abgesetzt, dann erst, als die Gangspalte zum grösseren Theil mit Quarz ausgefüllt war, haben sich Quarz und Gold, welches in der Zeichnung schwarz gehalten ist, beide zugleich als jüngere Gangausfüllung abgeschieden.

Im Peelriver und am Shoalhavenriver und in dem Gebirge bei diesem Flusse mit der Grenze von Victoria ist ebenfalls das Auftreten von goldführenden Quarzgängen im Diorit bekannt.

Der Serpentin enthält in Ostaustralien gleichfalls gediegen Gold; am Mount Wheeler und in den Canoona Diggings bei Rockhampton kommt das Gold als Imprägnation im Serpentin vor; an letzterem Orte finden sich zu thonartigen Gesteinen zersetzte Serpentine, welche mit Vortheil verwaschen werden.

Im Serpentin findet sich jedoch das Gold nur in der Nähe von Contactstellen mit jüngeren, den Serpentin durchbrechenden Gängen von Felsit oder Felsitporphyr.

Am Mount Wheeler ist der mit Gabbro durchsetzte Serpentin von Felsitporphyr durchbrochen. In der Entfernung bis zu $1^1/_2$km um die Felsitmasse herum ist der Serpentin von goldführenden Quarzgängen durchsetzt, ausserhalb dieser Entfernung ist er gänzlich taub. Hier ist demnach der Felsitporphyrcontact auf die Goldführung im Serpentin von Einfluss. Doch ist der goldhältige Serpentin nur bis zur Tiefe von 6m bauwürdig; bis zu 25m Tiefe ist wohl ebenfalls Gold vorhanden, aber in nicht bauwürdiger Menge. Die Regel, dass nutzbare secundäre Mineralien im Serpentin nur so tief niedersetzen, als die Einflüsse der Witterung reichen, bestätigt sich auch hier wieder.

№ 13. **Oesterreichische Zeitschrift** 1880.
XXVIII. Jahrgang. 27. März.

für

Berg- und Hüttenwesen.

Verantwortlicher Redacteur:

Egid Jarolimek,

k. k. Oberbergrath und technischer Consulent im Ackerbau-Ministerium.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Josef von **Ehrenwerth**, a. o. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Carl Ritter von **Ernst**, Director der k. k. Bergwerksproducten-Verschleissdirection, Hanns **Höfer**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Přibram, Franz **Kupelwieser**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann **Lhotsky**, k. k. Bergrath im Ackerbau-Ministerium, Franz **Pošepný**, k. k. Bergrath und Franz **Rochelt**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hofverlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen **Beigaben**. Der **Pränumerationspreis** ist jährlich **mit franco Postversendung oder mit Zustellung loco Wien** 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl. **Für Deutschland** jährlich 24 Mark, halbjährig 12 Mark. — Ganzjährige Pränumeranten erhalten im Herbst 1880 Fromme's montanistischen Kalender pro 1881 als Gratisprämie. — Inserate 15 kr. ö. W. oder 30 Pfennig die zweispaltige Nonpareillezeile. Bei öfterer Wiederholung laut Tarif bedeutende Preisermässigung. — Zuschriften jeder Art sind **franco** an die Verlagshandlung zu richten. Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Přibram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Fortsetzung.)

Radius der Wurfsphäre.

Wenn die Vorgabe w so gross ist, dass nur bei H (Fig. 8.) ein einziges Gesteinselement abgeworfen wird, so bildet sich kein Wurfkegel mehr, die Mineure sagen, es bildet sich eine Dampfmine. In diesem Falle entsteht somit nur ein Risstrichter, eine Wirkung, welche dort, wo man, wie bei der Kohle, auf eine möglichst grosse Stückform hinarbeitet, unter Umständen das so sehr angestrebte Ziel der Praxis darstellen kann, nämlich das, durch einen Schuss nicht zu werfen, sondern nur anzulauten. Bei etwaigen Versuchen unserer Herren Collegen in der Praxis machen wir auf diesen speciellen Fall besonders aufmerksam.

Bei dem normalen Wurfkegel ist $r_n = \frac{w_n}{1{,}118}$; bei diesem ist auch

$$R_n^2 = w_n^2 + r_n^2 = w_n^2 + \frac{w_n^2}{1{,}118^2} = w_n^2\left(1 + \frac{1}{1{,}25}\right)$$

$$R_n^2 = 1.8\ w_n^2$$

oder

$$R_n = 1{,}34164\, w_n$$

Aus Gleichung 2 und dem Dreiecke BJO folgt

$$\sin\alpha_n = \frac{R_n^2}{R_m^2} = \frac{w_n}{R_n}$$

oder

$$R_m^2 = \frac{R_n^3}{w_n} = \frac{1{,}34164^3\, w_n^3}{w_n} = 2{,}414952\ w_n^2,$$

$$R_m = 1{,}55401\ w_n, \text{ d. h.: } \ldots\ldots\ \text{Gleich. 5.}$$

Der Radius der Wurfsphäre ist 1,554mal grösser als die normale Vorgabe, oder wenn man die Vorgabe nur etwa um die Hälfte grösser macht, als die normale, so entsteht kein Wurftrichter mehr.

Da der Wurftrichter an Volumen von seiner normalen Grösse ab sowohl bei Vergrösserung als auch Verkleinerung der Vorgabe kleiner und endlich bei $R_m = w_m = 1{,}554\ w_n$ sowohl, als auch bei w_0 = Null wird, so wird jedem Bohrloche, dessen Vorgabe grösser als die normale ist, ein Wurfkegel von gleichem Volumen entsprechen, dessen Vorgabe kleiner als die normale ist. Ferner ist bei der Ueberschreitung der normalen Vorgabe die Gefahr, einen zu kleinen Wurfkegel zu erzeugen, etwa doppelt so gross, als wenn man mit der Vorgabe gegen die normale zurückbleibt. Dies scheint auch die Ursache zu sein, dass der Häuer, auf Basis seiner Erfahrungen, gewöhnlich der Ladung eine zu kleine Vorgabe gibt, was insbesondere bei härteren Gesteinen in der Regel der Fall ist.

Die Seitenlänge eines Wurfkegels.

Es ist für spätere Untersuchungen wichtig, die Länge der Seite (Erzeugenden) irgend eines Wurfkegels in allgemeiner

Form bestimmen zu können. Wir wählen als Beispiel den Kegel DOA, (Fig. 8) dessen Vorgabe $w_{\prime}$, Basisradius $r_{\prime}$, Seitenlänge $R_{\prime}$ und dessen Basiswinkel $\alpha_{\prime}$ ist. Auf dieselbe Weise, wie die Gleichung 2 abgeleitet wurde und unter Substituirung der Gleichung 5 ergibt sich

$$\sin \alpha_{\prime} = \frac{R_{\prime}^2}{R_m^2} = \frac{R_{\prime}^2}{1{,}554^2\, w_n^2} \quad ;$$

daraus

$$R_{\prime} = 1{,}554\; w_n^2 \sqrt{\sin \alpha_{\prime}} \quad \ldots \text{ Gleich. 6.}$$

Kennt man also für eine bestimmte Ladung und für ein bestimmtes Gestein die normale Vorgabe w_n, so lassen sich die Seitenlängen $R_{\prime}$ aller Wurfkegel berechnen, sobald von diesen die Basiswinkel $\alpha_{\prime}$ bekannt sind. Zur schnelleren Berechnung haben wir in Tabelle I [8]) die Seitenlängen für die Winkel von 0 bis 90° unter der Voraussetzung zusammengestellt, dass die normale Vorgabe $w_n = 1$ sei; sollte dieselbe jedoch grösser oder kleiner als 1 sein, so ist $R_{\prime}$ der Tabelle mit dieser Zahl zu multipliciren, um für diesen Fall die faktische Seitenlänge des Wurftrichters zu erhalten. In der Praxis wird der Basiswinkel $\alpha_{\prime}$ nur schwierig oder gar nicht entsprechend genau direct zu bestimmen sein; da jedoch die Vorgabe $w_{\prime}$ stets leicht und der Basisradius $r_{\prime}$ als Mittel aus mehreren Messungen genügend genau bestimmt werden können, so ist es angezeigter, statt $\sphericalangle\, \alpha_{\prime}$ die Kegeltangente $\frac{w_{\prime}}{r_{\prime}}$ in die Tabelle I einzusetzen.

Tabelle I.

$\sphericalangle\, \alpha_{\prime}$ Grad	tang $\alpha_{\prime}$	Differenz	$R_{\prime}$	$\left(\frac{R_n}{R_{\prime}}\right)^3$	Differenz
1	0,0180	0,0170	0,2056	277,8683	179,1547
2	0,0350	0,0170	0,2903	98,7136	44,8168
3	0,0520	0,0180	0,3554	53,8968	19,0108
4	0,0700	0,0180	0,4106	34,8860	9,8968
5	0,0880	0,0170	0,4589	24,9892	6,0719
6	0,1050	0,0180	0,5035	18,9173	3,8170
7	0,1230	0,0180	0,5428	15,1003	2,6782
8	0,1410	0,0170	0,5793	12,4221	1,9791
9	0,1580	0,0183	0,6138	10,4430	1,5759
10	0,1763	0,0181	0,6482	8,8671	1,1562
11	0,1944	0,0182	0,6791	7,7109	0,9293
12	0,2126	0,0183	0,7088	6,7816	0,7514
13	0,2309	0,0184	0,7371	6,0302	0,6234
14	0,2493	0,0186	0,7644	5,4068	0,5236
15	0,2679	0,0188	0,7908	4,8832	0,4468
16	0,2867	0,0190	0,8165	4,4364	0,3491
17	0,3057	0,0192	0,8398	4,0873	0,3418
18	0,3249	0,0194	0,8639	3,7455	0,2886
19	0,3443	0,0197	0,8873	3,4569	0,2396
20	0,3640	0,0199	0,9088	3,2173	0,2131
21	0,3839	0,0201	0,9298	3,0042	0,2026
22	0,4040	0,0205	0,9517	2,8016	0,1595
23	0,4245	0,0207	0,9717	2,6421	0,1644
24	0,4452	0,0211	0,9915	2,4777	0,1387
25	0,4663	0,0214	1,0107	2,3390	0,1271
26	0,4877	0,0218	1,0297	2,2119	0,1078
27	0,5095	0,0222	1,0471	2,1041	0,0966
28	0,5317	0,0226	1,0653	2,0075	0,1021
29	0,5543		1,0822	1,9054	
30	0,5774	0,0231	1,0988	1,8203	0,0851
31	0,6009	0,0235	1,1151	1,7374	0,0829
32	0,6249	0,0240	1,1313	1,6679	0,0695
33	0,6494	0,0245	1,1472	1,5995	0,0684
34	0,6745	0,0251	1,1619	1,5395	0,0600
35	0,7002	0,0257	1,1773	1,4800	0,0595
36	0,7265	0,0263	1,1916	1,4273	0,0527
37	0,7536	0,0271	1,2057	1,3778	0,0495
38	0,7813	0,0277	1,2197	1,3309	0,0469
39	0,8098	0,0285	1,2325	1,2998	0,0311
40	0,8391	0,0293	1,2462	1,2478	0,0520
41	0,8693	0,0302	1,2586	1,2112	0,0366
42	0,9004	0,0311	1,2710	1,1861	0,0251
43	0,9325	0,0321	1,2832	1,1429	0,0432
44	0,9657	0,0332	1,2956	1,1104	0,0325
45	1,0000	0,0343	1,3066	1,0826	0,0278
46	1,0355	0,0355	1,3176	1,0557	0,0269
47	1,0724	0,0369	1,3287	1,0395	0,0162
48	1,1106	0,0382	1,3395	1,0047	0,0348
49	1,1504	0,0398	1,3503	0,9809	0,0238
50	1,1918	0,0414	1,3600	0,9604	0,0205
51	1,2349	0,0431	1,3699	0 9394	0,0210
52	1,2799	0,0450	1,3795	0,9199	0,0195
53	1,3270	0,0471	1,3891	0,9009	0,0190
54	1,3764	0,0494	1,3977	0,8844	0,0160
55	1,4281	0,0517	1,4064	0,8681	0,0163
56	1,4826	0,0545	1,4149	0,8526	0,0155
57	1,5339	0,0513	1,4235	0,8372	0,0154
58	1,6003	0,0664	1,4311	0,8239	0,0133
59	1,6643	0,0640	1,4385	0,8113	0,0126
60	1,7321	0,0678	1,4462	0,8055	0,0058
61	1,8040	0,0719	1,4536	0,7863	0,0192
62	1,8807	0,0767	1,4603	0,7755	0,0108
63	1,9626	0,0819	1,4668	0,7652	0,0103
64	2,0503	0,0877	1,4735	0,7548	0,0104
65	2,1445	0,0942	1,4791	0,7449	0,0099
66	2,2460	0,1015	1,4856	0,7365	0,0084
67	2,3559	0,1099	1,4914	0,7280	0,0085
68	2,4751	0,1192	1,4962	0,7210	0,0070
69	2,6051	0,1300	1,5018	0,7139	0,0071
70	2,7475	0,1424	1,5066	0,7061	0,0078
71	2,9042	0,1567	1,5114	0,6995	0,0066
72	3,0777	0,1735	1,5155	0,6938	0,0057
73	3,2709	0,1932	1,5195	0,6883	0,0055
74	3,4874	0,2165	1,5234	0,6831	0,0052
75	3,7321	0,2447	1,5274	0,6777	0,0054
76	4,0108	0,2787	1,5305	0,6736	0,0041
77	4,3315	0,3207	1,5336	0,6695	0,0041
78	4,7046	0,3731	1,5368	0,6654	0,0041
79	5,1446	0,4400	1,5400	0,6612	0,0042
80	5,6713	0,5267	1,5423	0,6582	0,0030
81	6,3140	0,6427	1,5447	0,6552	0,0030
82	7,1150	0,8010	1,5462	0,6533	0,0019
83	8,1440	1,0290	1,5486	0,6503	0,0030
84	9,5140	1,3700	1,5501	0,6484	0,0019
85	11,4300	1,9160	1,5509	0,6473	0,0011
86	14,3080	2,8780	1,5524	0,6455	0,0018
87	19,0810	4,7730	1,5532	0,6445	0,0010
88	28,6360	9,5550	1,5532	0,6445	0,0000
89	57,2900	28,6540	1,5540	0,6435	0,0010
90	∞		1,5540	0,6435	0,0000

Für $\sphericalangle$ 48° 11′ 23″ ist tang = 1,11805 und
R_n = 1,34164
Für $\sphericalangle$ 35° 15′ 31″ ist tang = 0,707106
$R_{\prime}$ = 1,1810.

[8]) **Die vorletzte Spalte dieser Tabelle mit der Aufschrift $\left(\frac{R_n}{R_{\prime}}\right)^3$ wird weiter unten erläutert werden.**

Beispiel. Es wäre für eine bestimmte Ladung und Gesteinsart die normale Vorgabe $w_n = 1{,}349$m. Unter denselben Verhältnissen hätte ein Wurfkegel bei 0,892m Vorgabe (w_1) einen Trichter von 1,241 Basisradius (r_1) ausgeworfen. Es fragt sich um die Seitenlänge (R_1) dieses Kegels.[9])

Die Kegeltangente $\frac{w_1}{r_1} = \frac{0{,}892}{1{,}241} = 0{,}6277$; diesem Werthe entspricht in der Tabelle I ein Winkel von 32 bis 33°

$$\begin{aligned} \text{tang } 32^0 &= 0{,}6249 \\ \text{tang } \alpha_1 &= 0{,}6277 \\ \text{Differenz} &= 0{,}0028. \end{aligned}$$

Diese Differenz ist durch jene in der Tabelle für 1° giltige zu dividiren, um die entsprechenden Bruchtheile von Graden zu bekommen, also $\frac{28}{245} = 0{,}11^0$.

Dem Winkel von 32° entspricht $R_1 = 1{,}1313$

Hiezu für 0,11° mit Rücksicht auf die für dieses R_1 geltende Differenz = 0,0159 0,0018

Somit für 32,11° ist $R_1 = 1{,}1331$,

wobei die normale Vorgabe mit 1 vorausgesetzt ist.

Da diese aber 1,349m beträgt, so ist die faktische Seitenlänge dieses Kegels $S_1 = 1{,}1331 . 1{,}349 = 1{,}5286^m$.

Aus diesem Beispiele ersehen wir auch, wie wir die normale Vorgabe in einem concreten Falle leicht bestimmen können.

Man misst bei einer Versuchssprengung die Seitenlänge des Wurfkegels oder bestimmt dieselbe aus w_1 und r_1 mittelst des pythagoräischen Lehrsatzes (sie wäre z. B. $S_1 = 1{,}5286$m). Mit Hilfe der Tabelle I berechnet man aus der Kegeltangente (z. B. $\frac{w_1}{r_1} = 0{,}6277$) das entsprechende R_1 (z. B. 1,1331); der Quotient $\frac{S_1}{R_1} = \frac{1{,}5286}{1{,}1331} = 1{,}349$m gibt die normale Vorgabe w für die im speciellen Falle vorliegende Gesteinsart und Ladung an.

Die bisherigen Bestimmungsmethoden von w setzen meistens eine ganze Versuchsreihe voraus. Wir glauben durch die vorstehend erläuterte Methode den Vorgang wesentlich vereinfacht zu haben.

(Fortsetzung folgt.)

Studien über den Thomas-Gilchrist-Process.

Von Josef v. Ehrenwerth in Leoben.

(Fortsetzung.)

Mit Rücksicht darauf müssen wir daher die Entphosphorung durch den Bessemerprocess als solche in's Auge fassen und demgemäss untersuchen, ob bisherige Resultate nicht vielleicht darauf schliessen lassen, dass auch eine minder gesättigte Schlacke bereits eine genügende Entphosphorung zulässt und demnach auch eine geringere als die vorberechnete Menge Kalkzuschlag bereits aussreichend wäre.

Dieser Gedanke ist sehr nahe gelegen, wenn man bedenkt, dass bei anderen Oxydationsprocessen die Entphosphorung des Eisens schon stattfindet, wenn die Schlacke zwar unter, aber doch nahe dem Singulosilicat steht, dessen Basis Fe O bildet, und dass Kalk eine stärkere Basis als Fe O ist.

In dem Falle würde, abgesehen von den Kosten des Retortenmateriales, der Process um die Differenz im Zuschlag und was damit zusammenhängt billiger, und die Sache ist daher, abgesehen von einer wissenschaftlichen auch von der ökonomischen Seite wohl einer eingehenderen Betrachtung würdig.

Die Gegenwart einer geringeren Kalkmenge würde dann ausreichend sein, wenn 1. Eisenphosphat ($2\,FeO, P_2O_5$) gegenüber Kalksingulosilicat ($2\,CaO, SiO_2$) hinreichend beständig wäre, so dass es durch diese Verbindung nur entsprechend langsam zersetzt würde, oder wenn wir 2. das Silicat vor der Entphosphorung vom Metall entfernen könnten.

Der erstere Punkt liesse sich durch blosse Laboratoriumsversuche constatiren. Leider aber verhindern derzeit verschiedene Umstände mich daran, dies zu thun, und ich muss mich daher wenigstens vorläufig damit begnügen, aus vorliegenden Resultaten diesbezügliche Schlüsse zu ziehen. Wenn es auch nicht gelingt, obige zwei Punkte vollkommen festzustellen, so genügt uns doch vorläufig der Nachweis der Möglichkeit der Entphosphorung durch den Bessemerprocess bei niedrigerem Kalkzuschlag, als zur Bildung eines Subsilicates nothwendig ist.

Einige Bestärkung in der angedeuteten Richtung finden wir in der 3. Schlacken-Analyse der Charge Nr. 46, Seite 28 und 29 der „Abhandlungen".

Diese weist nach:

SiO_2	20,00	
P_2O_5	11,49	
Fe	13,80 entspricht Fe O —	17,74
	Summe	49,23

Wenn wir annehmen, dass der Gehalt dieser Schlacke an Mn O nahe ebenso gross war, wie der der übrigen Schlacken, also etwa 5%, betrug, dass ferner das Eisen, sowie nahezu in den übrigen Schlacken, ganz als Fe O vorhanden war und dass annähernd wie in den anderen Schlacken von Eston Magnesia und Kalk im Verhältniss 1 : 4 vorhanden waren und die Menge der sonstigen Schlackenbestandtheile 2% betrug, so muss der Gehalt an Kalk und Magnesia in diesen Schlacken betragen haben:

Kalk	35,02
Magnesia . . .	8,75
zusammen	43,77

Besteht Mn O in der Schlacke als Singulosilicat, so werden durch 1 Gew.-Theil Mn O 0,4225 Gew.-Theile SiO_2 gesättigt und 5 Gew.-Theile Mn O erfordern demnach an Kieselsäure:

$$5 . 0{,}4225 = 2{,}11 \text{ Gew.-Theile,}$$

und bei Bildung von Subsilicat 1,06 Gew.-Th.

Somit bleiben für die Sättigung mit den anderen Basen bei Bildung von Subsilicaten übrig:

$$20{,}00 - 1{,}06 = 18{,}94 \text{ Gew.-Theile.}$$

Für die Bildung von Subsilicaten von Kalk und Magnesia würden diese bei dem obigen Verhältniss der beiden

*

[9]) Diese Aufgabe wäre einfach mit Hilfe des pythagoräischen Lehrsatzes $R_1 = \sqrt{w_1^2 + r_1^2}$ zu lösen; da wir jedoch an diesem Beispiele die Ableitung des Werthes der normalen Vorgabe w_n erläutern wollen, so ist der eingeschlagene indirecte Weg wohl gerechtfertigt.

das Resultat ohne Zweifel von Werth, wenn nicht anders, so doch um einzusehen, dass der Einfluss der Reduction im Ganzen mindestens kein schädlicher ist.

Da die Verbrennung von CO zu CO_2 erst in der Schlacke stattfindet, lässt sich schliessen, dass auch die Temperaturs-Erhöhung besonders in dieser erfolgen muss. Und dies ist insbesondere für den Thomas-Gilchrist-Process von Werth, bei welchem die sehr basische Schlacke auch sehr strengflüssig ist, dennoch aber entsprechend flüssig sein soll, um die Reduction des FeO und das Zurücksinken reducirten Metalles zu ermöglichen.

Da aber das reducirte Metall grösstentheils wieder in das Metallbad zurückkehrt und ausserdem Schlacke und Metall in beständiger Berührung sind, ist die Temperaturs-Erhöhung ohne Zweifel auch an diesem, wenngleich in minderem Masse als bei der Schlacke, merklich.

Die Reduction von Eisen aus der Schlacke durch Kohlenoxydgas ist einzig und allein das Resultat der Anwendung von basischer Zustellung, beziehungsweise von basischen kalkreichen Zuschlägen. Sie tritt mehr oder weniger in allen Fällen, ob Phosphor oder Silicium den Brennstoff beim Bessemerprocess bildet, ein, und begründet nicht nur für den Thomas-Gilchrist-, sondern auch für den gewöhnlichen Bessemerprocess mit Silicium - Bessemer - Roheisen einen nicht unwesentlichen Erfolg, den wir später besser in's Auge fassen wollen.

IV. Bedingungen der Reduction. — Menge des aus der Schlacke reducirbaren Eisens.

Dass eine Reduction von Eisen aus der Schlacke stattfindet, scheint mir schon nach den gelegentlich der Entwicklung der Theorie gemachten Darlegungen ausser allem Zweifel zu stehen.

Es wird aber neuerdings bestätigt durch die folgenden mir vom Herrn Massenez mitgetheilten Schlackenanalysen:

	III		IV	
SiO_2	12,14		11,59	
P_2O_5	11,56	P 5.05	11,79	P 5,15
MnO	2,97	Mn 2,30	3,29	Mn 2,55
FeO	8,87	Fe 6,90	12,03	Fe 9,36
		9,20		11,99
CaO	54,59		51,91	
MgO	5,14		4,48	
CaS	2,99	S . . 1,33	3,22	S . . 1,43
	98,26		98,31	

denn, wenn wir das Mangan als durch Si consumirt nehmen, müssten zur Deckung der Phosphorsäure als 2 FeO, P_2O_5 an Eisen in der Schlacke vorhanden sein:

	I	II
	5,05 . 1,816 = 9,14 Gew.-Th.	5,15 . 1,806 = 9,32 Gew.-Th.
während vorhanden sind	6,90 „	9,36 „

Es ergibt sich Abgang 2,24 Gew.-Th. Ueberschuss 0,04 Gew.-Th. oder in % der gesammten mit P verschlackten Eisenmenge:

Abgang 24,5 Ueberschuss 0,4

Hiebei ist noch zu berücksichtigen, dass da Futter und Zuschlag etwa 1—2% Eisen enthalten, ein Theil Eisen von diesen in die Schlacke gebracht wird, demnach die Differenz zwischen verschlacktem und in der Schlacke vorhandenem Eisen in Wirklichkeit grösser ist als hier nachgewiesen wurde.

Rechnet man aber das Manganoxydul sowie Eisenoxydul als an Phosphorsäure gebunden, so bleibt im ersten Falle ein Ueberschuss an Metallen von 0,06, im zweiten Falle von 2,59 Gew.-Theilen, womit an Silicium gedeckt würden

0,015 Gew.-Theile 0,65 Gew.-Theile.

Würde die Schlackenmenge etwa 25% des Roheisengewichtes betragen, was etwas höher ist, als Herr Massenez in seinem Vortrage zu Düsseldorf am 24. December v. J. angibt, so müsste das Roheisen im ersten und zweiten Falle an Silicium enthalten haben nahe

0,004% 0,14%

was nicht leicht denkbar ist und auch nicht mit der Angabe stimmt, dass man in Hörde je nach dem Phosphorgehalt meist Roheisen mit 0,5—0,6% Silicium verarbeitet.

In jedem Falle sind die in der Schlacke vorhandenen Metalloxyde nicht in hinreichender Menge vorhanden, um sämmtliche Kieselsäure und Phosphorsäure zu sättigen. Da aber die ursprüngliche Verschlackung von Silicium und Phosphor bekanntlich mit Metalloiden erfolgt, kann der Mangel an solchen in der Schlacke nur die Folge eingetretener Reduction sein.

(Fortsetzung folgt.)

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Příbram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Fortsetzung.)

Eine wesentliche Irrung in den bisherigen Minentheorien.[9])

Es möge hier gestattet sein, auf einen Irrthum hinzuweisen, der sich selbst in den neuesten Minentheorien wiederfindet und welcher dieselben nicht nur überaus complicirte, sondern auch die wesentliche Ursache ist, dass die Minentheorien so häufig keine entsprechenden Resultate gaben. Dieser Umstand liegt in einer Verwechslung von R_1 mit R_m, d. i. der Seitenlänge des Wurfkegels mit dem Radius der Wurfsphäre.

Setzen wir für eine Versuchsreihe dasselbe Sprengmedium und eine gleiche Ladung voraus, so werden die Seitenlängen der Wurfkegel sehr verschieden sein und von der Grösse der Vorgabe abhängen. Letztere kann auch gleich Null sein, d. h. liegt die Patrone oder der Minenherd auf der freien Fläche zu Tage, so wird die Seitenlänge des Kegels Null werden.

Doch unter den gegebenen Voraussetzungen kann es nur Eine Wurfsphäre und somit nur Einen Radius derselben geben, während die Seitenlängen von 0 bis R_m wachsen können, also überaus variabel sind. Die Bestimmung des Wurfsphärenradius R_m ist stets eine Hauptaufgabe der Spreng- und Minentheorie, die wir bereits mit Gleichung (5.) $R_m = 1{,}55401\, w_n$ gelöst haben, wobei wir auf die soeben erläuterte Bestimmungsmethode der normalen Vorgabe w_n verweisen.

Betrachten wir die Verhältnisse der Seitenlängen genauer. Zu diesem Behufe geben wir in Fig. 9 die Zahlenwerthe R_1

[9]) Dieser und der zunächst folgende Abschnitt haben für uns Bergleute kein directes Interesse, sind jedoch zur Verständigung mit den übrigen Minentheoretikern nothwendig.

der Tabelle I graphisch wieder. Wir erhalten eine Curve, an deren Punkten die vertical nach aufwärts (normal zur freien, horizontal angenommenen Fläche) gerichtete Componente der radialen Stosskraft stets = x ist. (Wir bringen Fig. 8 in Erinnerung.)

Ist beispielsweise die freie Oberfläche in FB (Fig. 8) gelegen, so wird der Wurfkegel FOB entstehen, dessen Seitenlänge $FO = BO$ und zwar kleiner als $HO = R_m$ ist.

Um nicht zu ermüden, wollen wir die weiteren interessanten Eigenschaften dieser Wurftrichter-Curve (Fig. 9), deren polare Gleichung allgemein $R = \text{Const} \sqrt{\sin \alpha}$ geschrieben werden kann, nicht weiter analysiren, da dies für unsere Untersuchungen keinen praktischen Zweck hätte. Die Minentheoretiker nahmen jedoch statt dieser Wurftrichtercurve eine Ellipse an, welche im Minenherde O ihren Mittelpunkt habe. (Fig. 9, rechtseitige Hälfte.)

Für entlegenere freie Flächen wird der Unterschied zwischen diesen beiden Curven nicht als wesentlich erscheinen, z. B. bei dem Bogen BHF; hingegen wird in allen jenen Fällen, wo die freie Fläche dem Minenherd nahe liegt, die Ellipse arge Differenzen mit unserer Curve, also auch mit der Wirklichkeit geben.[10])

In Folge dieser Irrung wurde man in der Minentheorie zu der Annahme gezwungen, dass die Wurf-(Spreng-)Sphäre keine Kugel, sondern ein Rotationsellipsoid sei, trotzdem die Erfahrungen bei Dampfminen immer wieder auf die Kugelform hinwiesen. Man war in Folge dessen zu einer weiteren Complication gezwungen und zwar in der Art, dass man für Dampfminen eine kugelförmige Wurfsphäre voraussetzte, während für die Trichterminen zwei-, auch dreiachsige Ellipsoide angenommen wurden.

Unsere weiteren Betrachtungen werden ergeben, dass diese complicirten Voraussetzungen durchaus nicht begründet sind, sondern blos auf einer Verwechslung von Seitenlänge des speciellen Wurfkegels und des wirklichen Radius der Wurfsphäre beruhen.

Der Wurftrichter in Galerien.

Betrachten wir die Wirkung einer Mine gegen eine Galerie. Letztere kann entweder in dem Horizonte des Minenherdes O oder etwas darüber oder darunter liegen und heisst dann Flankengalerie, z. B. I und II in Fig. 10. — Befindet sich eine Galerie senkrecht unter dem Minenherde, so wollen wir sie Sohlengalerie (III) heissen, eine Bezeichnung, die wir der sonst üblichen „Galerie unter dem Ofen" der Kürze halber vorziehen.

Die Wirkung der Mine gegen die freie Fläche fl der Flankengalerie I ist unter gleichen Voraussetzungen ebenso wie die gegen FL, gegen welche hin ein ganzer Wurfkegel ausgeschleudert werden würde, wenn dieselbe eine freie, verticale Wand bilden würde. Auch in dem Ulm fl wird ein Wurfkegel gebildet werden, der im Horizontalschnitte als $DOE = GOM$[11]) erscheint, wenn die beiden Vorgaben gleich sind, also $OB = ON$ ist. Auch in der Verticalsection würde der gleiche Trichter gebildet, wenn die freie Ulmfläche fl bis FL ausgedehnt wäre. Da dies jedoch nicht der Fall ist, so wird der Wurfkegel in der Galerie I nur insoweit entstehen können, als freie Fläche vorhanden ist; für diesen partiellen Galerie-Wurfkegel müssen aber genau dieselben Gesetze gelten, wie für die Wurfkegel überhaupt und welche wir früher kennen lernten. Es wird also für ein System paralleler Flankengalerien, z. B. IV, I und V, welche in gleichem Horizonte mit dem Minenherde liegen, die Länge der Kegelseiten in dem bereits bekannten Verhältnisse mit der Vorgabe wachsen, wie dies das erste Mal evident bei jenen Minenversuchen hervortrat, welche mittelst Dynamit zu Olmütz in den Jahren 1871 und 1872 abgeführt wurden, ein Resultat, das z. B. von Hagen als wesentlichsten Erfolg dieser Versuche bezeichnet.

Ebenso wie bei dem gegen eine über dem Minenherde gelegene freie Seite entstehenden Wurfkegel OGM, dessen Seitenlänge nicht gleichwerthig mit dem Radius der Wurfsphäre gesetzt werden kann, sondern stets kleiner als dieser sein muss, ebenso wäre es gefehlt, die Kegelseiten S_{I}, S_{IV} und S_{V} (Fig. 10) als Radien der Wurfsphäre anzunehmen. Diese Verwechslung geschah in allen Minentheorien und da bei den Flankengalerien der Winkel α fast immer grösser als 35° genommen wurde, so lernte man nur den vom Minenherde entfernteren Theil der Wurftrichtercurve kennen, so dass man glaubte, den Kegelseiten S_{V}, S_{I} und S_{IV} entspräche eine Ellipse, deren grosse Axe normal zur Flankengalerie stehe, somit mit der Lage der Vorgabe zusammenfalle. v. Hagen nahm an, dass die Wurf- (Spreng-) Sphäre im Ofenhorizonte einen elliptischen Querschnitt habe, dass sie selbst somit keine Kugel, sondern ein Ellipsoid sei.

Die Sohlengalerien legt man aus rein technischen Gründen immer näher zum Minenherde als die Flankengalerien. Der nun nach abwärts gerichtete Wurfkegel musste, wegen der dabei herrschenden Gesetze der Wurftrichtercurve, selbstverständlich eine kürzere Seitenlänge zeigen, als dies gegen die entferntere Flankengalerie der Fall war. Diese kürzere Kegelseite wurde nun wieder als Radius der Wurfsphäre angesehen, weshalb die verticale Axe des Ellipsoides kürzer als die horizontal liegende ausfiel, so dass man in jüngster Zeit (z. B. von Hagen) für die Wurfsphäre die Gleichungen eines dreiachsigen Ellipsoides aufstellte. Man war nach den Ergebnissen der jeweiligen Versuche gezwungen, in die allgemein abgeleiteten Formeln der Minentheorie passende, doch vollends unmotivirte und willkürliche Werthe einzusetzen und verliess damit den Weg der exacten Analyse, der nur allein zum Ziele führen kann.

Wir haben bereits früher gesehen, dass die Wurfsphäre in der That stets eine Kugel ist[12]), wie dies auch jederzeit die Dampfminen bewiesen haben und für welche man deshalb die Kugelform adoptiren musste.

Die Seitenlängen der Wurfkegel sind, wie wir sehen, überaus variabel und bewegen sich zwischen Null und dem

[10]) Diese Differenzen werden um so greller, wenn $\measuredangle\,\alpha$ kleiner als 35° wird, wie wir dies weiter unten erläutern werden.

[11]) In Fig. 10 fehlt im Aufrisse die Bezeichnung des Minenherdes mit O.

[12]) Wir kommen auf diese Frage nochmals zurück und wollen hier blos bemerken, dass die Versuche des Hauptmann Dr. C. Beckerhinn das interessante Resultat ergaben, dass die Form der Wirkungssphäre bei brisanten Sprengmitteln, mit welchen allein experimentirt wurde, die Kugelgestalt ist. (Mitth. üb. Gegenst. d. Art. u. Gen.-Wesens, 1877, S. 76 etc.)

wirklichen Radius der Wurfsphäre (R_m). Es ist also Aufgabe jeder Spreng- oder Minentheorie für diese Seitenlängen eine allzeit giltige Gleichung aufzustellen, welcher Anforderung wir bereits nachkamen.

Die Richtigkeit der von uns aufgestellten Gleichung werden wir später an den Resultaten der Olmützer Versuche erproben; ebenso werden wir uns auch noch mit jenen Flankengalerien und den dazu gehörigen Wurfkegeln zu beschäftigen haben, welche nicht im Horizonte des Minenherdes liegen.

Die Vorgaben im Allgemeinen und speciell die normale.

Es ist für die Praxis von besonderem Werthe, für eine bestimmte Ladung bei gleichem Gesteine die normale Vorgabe, also den grössten Wurfkegel, aus einem Versuche, oder zur grösseren Genauigkeit aus einer Versuchsreihe zu bestimmen.

Obzwar wir bereits früher eine allgemeine Methode zur Lösung dieser Aufgabe mit Zuhilfenahme der Tabelle I kennen lernten, so mögen trotzdem nachstehende Betrachtungen gestattet sein, da sie uns auch verschiedene neue Beziehungen lehren.

Im normalen Kegel ist für die Vorgabe w_n und Seitenlänge R_n[13]) bei B $\frac{x}{p_n} = \frac{w_n}{R_n}$ oder $x = \frac{p_n w_n}{R_n}$.

In einem anderen Wurfkegel ist bei A $x = \frac{p_1 w_1}{R_1}$,

woraus folgt, dass $\frac{p_n w_n}{R_n} = \frac{p_1 w_1}{R_1}$, oder $\frac{p}{p_1} = \frac{w_1}{w_n} \frac{R_n}{R_1}$.

Nun ist aber nach Gleichung 1 auch

$$\frac{p_n}{p_1} = \frac{R_1^2}{R_n^2},$$

somit

$$\frac{R_1^2}{R_n^2} = \frac{w_1}{w_n} \cdot \frac{R_n}{R_1}$$

oder

$$\frac{w_1}{w_n} = \frac{R_1^3}{R_n^3} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Gleich. 7.}$$

Nachdem diese Gleichung für die Seiten aller Wurfkegel gilt, wie sich dies nach dem zuvor eingeschlagenen Vorgang leicht nachweisen lässt, so kann sie auch allgemein in der Form gefasst werden:

$$\frac{w}{w_n} = \frac{R^3}{R_n^3}, \text{ d. h.}$$

Bei gleichen Gesteins- und Ladungsverhältnissen verhalten sich die Vorgaben zweier Wurfkegel sowie die dritten Potenzen der entsprechenden Kegelseiten.

Aus Gleichung 7 folgt

$$w_n = w_1 \left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3, \text{ d. h.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Gleich. 8.}$$

Die normale Vorgabe (w_n) wird aus irgend einem Versuchskegel bestimmt, wenn man dessen Vorgabe (w_1) multiplicirt mit dem Cubus eines Quotienten, welcher das Verhältniss der Seitenlängen des normalen und Versuchskegels darstellt.

Dieser letztere Quotient $\left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3$ lässt sich auf Basis der in Tabelle I enthaltenen Zahlenwerthe in vorhinein für alle Winkel von 0 bis 90° berechnen; die erhaltenen Zahlen wurden ebenfalls in Tabelle I aufgenommen.

1. *Beispiel.* Eine bestimmte Ladung habe in einem Gesteine bei 0,8715m Vorgabe (w_1) einen Wurfkegel gebildet, dessen Basisradius (r_1) 1,639m ist.

Es ist somit die Kegeltangente $\frac{w_1}{r_1} = \frac{0{,}8715}{1{,}639} = 0{,}5317$;

diesem Werthe entspricht in der Tabelle $\left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3 = 2{,}0075$; es ist also die entsprechende normale Vorgabe $w_n = w_1 \left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3 =$

$= 0{,}8715 \,.\, 2{,}0075 = 1{,}7566$m, d. h. bei dieser Vorgabe würde unter den gegebenen Verhältnissen der grösste Wurfkegel entstehen.

2. *Beispiel.* Vorgabe $w_1 = 1{,}623$m,
Basisradius $r_1 = 1{,}025$m.

Also Kegeltangente $\frac{w_1}{r_1} = \text{tang}\,\alpha_1 = \frac{1{,}623}{1{,}025} = 1{,}5834$.

In Tabelle I entspricht:

$$\begin{aligned} \text{tang } \alpha_1 &= 1{,}5834 \\ \text{tang } 57^\circ &= 1{,}5339 \\ \text{Differenz } &= 0{,}0495, \end{aligned}$$

welcher 0,74° entsprechen.

Somit ist $\sphericalangle\, \alpha_1 = 57{,}74^\circ$, welchem Winkel in Tabelle I folgender Werth für $\left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3$ entspricht:

$$\begin{aligned} &\sphericalangle\, 57{,}00^\circ \ldots\ 0{,}8372 \\ &\sphericalangle\ \ 0{,}74^\circ \ldots\ 0{,}0098 = 0{,}74 \,.\, 0{,}0133 \\ &\left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3 = 0{,}8274. \end{aligned}$$

Nach Gleich. 7 ist $w = w_1 \left(\frac{R_n}{R_1}\right)^3 = 1{,}623 \,.\, 0{,}8274 =$ $1{,}3429$m = normale Vorgabe.

Der breiteste Wurfkegel und die sogenannte sphère de bonne rupture Lebrun's.

Im Minenwesen handelt es sich häufig darum, jene Vorgabe einer Galerie zu wissen, bei welcher die Zerstörung am ausgiebigsten wird. *Lebrun* stellte deshalb eine eigene sphère de bonne rupture (Zerstörungssphäre) auf, welche jedoch in der That nicht existirt. Diese Frage ist vielmehr nur ein specielles Beispiel von einem Wurftrichter, dessen Basis am breitesten und dessen Radius am grössten wird. Es ist somit jener Basiswinkel α_b zu ermitteln, bei welchem der Basisradius r_b in unserer Wurftrichtercurve das Maximum erreicht.

Aus der Gleich. 2 folgt

$$R_b = R_m \sqrt{\sin \alpha_b}.$$

Im Dreiecke AKO (Fig. 8)[14]) ist $AK = r_b = R_b \cos \alpha_b$, oder, unter Berücksichtigung der vorstehenden Gleichung, ist

$$r_b = R_m \sqrt{\sin \alpha_b \,.\, \cos \alpha_b}.$$

---

[13]) Wir können hiefür Fig. 8 benützen, wenn wir FOB als normalen Kegel ansehen und R, w und r mit dem Zeiger n versehen.

[14]) Der Zeiger $_1$ ist jetzt in $_b$ zu verwandeln.

Soll r_b ein Maximum werden, so muss der erste Differentialquotient nach $\sphericalangle \alpha_b$ gleich Null sein, wobei R_m bei gleichem Sprengmedium und gleicher Ladung eine Constante ist; es ist somit

$$\tfrac{1}{2} \cos \alpha_b \sin^{-\frac{1}{2}} \alpha_b \cos \alpha_b = \sin^{\frac{1}{2}} \alpha_b \sin \alpha_b,$$

oder

$$\tfrac{1}{2} \cos^2 \alpha_b = \sin^2 \alpha_b; \; \frac{\sin^2 \alpha_b}{\cos^2 \alpha_b} = \tang^2 \alpha_b = \tfrac{1}{2}$$

und

$$\tang \alpha_b = \sqrt{\tfrac{1}{2}} = \underline{0{,}707106} \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 9.}$$

Dieser Tangente entspricht der Basiswinkel

$$\sphericalangle \alpha_b = 35^0\, 15'\, 31'' \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 10.}$$

Nachdem jedoch auch $\tang \alpha_b = 0{,}7071$ die Kegeltangente, also $= \frac{w_b}{r_b}$ ist, so ist für eine bestimmte Ladung und Gesteinsart die dem breitesten Wurfkegel entsprechende Vorgabe $w_b = 0{.}7071\, r_b$.

Nimmt man die Vorgabe $w_b = 1$ an, so ist $r_b = \frac{1}{0{,}7071} = = 1{,}4141$; somit ist der Durchmesser des Trichters $2\, r_b$ oder die Länge, innerhalb welcher die Galerie durch Wurf beschädigt wird

$$s_b = 2{,}8282\, w_b \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 11.}$$

wobei der breiteste Wurfkegel ($\sphericalangle \alpha_b = 35^0\, 15\tfrac{1}{2}'$) vorausgesetzt ist.

Habe ich Lebrun, den Schöpfer der „Theorie der praktischen Regeln", richtig aufgefasst, so sind die Grenzen seiner sphère de bonne rupture dort, wo die Galerien auf die doppelte Länge der normalen Vorgabe einstürzen, wo also $s_b = 2\, w_n$ wird.

Setzt man in unserer Wurftrichtercurve die normale Vorgabe $w_n = 1$, so ergibt sich w_b für $\sphericalangle \alpha_b = 31^0\, 15\tfrac{1}{2}'$ mit 0,683, es ist also $w_b = 0{,}683\, w_n$.

Dieser Werth in Gleich. 11 eingeführt, gibt

$$s_b = 2{,}828212 \,.\, 0{,}683\, w_n = 1{,}9325\, w_n,$$

statt $s_b = 2\, w_n$, wie dies Lebrun auf Basis seiner Versuche in abgerundeten Ziffern annimmt. Wir können mit voller Befriedigung auf diese Uebereinstimmung hinweisen.

Weitere Betrachtungen über den Radius der Wurfsphäre.

Es wurde bereits früher auf die allgemein übliche Verwechslung der Seite des Wurfkegels mit dem wirklichen Radius der Wurfsphäre hingewiesen; es genügt jedoch nicht, diesen Irrthum aufzudecken, es ist vielmehr nothwendig, Wege anzugeben, nach welchen aus der Kegelseite, mag die freie Fläche wo oder wie immer liegen, der Radius der Sprengsphäre zu berechnen ist. Wenn auch solche Aufgaben bei der bergmännischen Sprengarbeit selten gestellt werden, hingegen in der Minenkunst die Regel bilden, so dürften die nachfolgenden Betrachtungen auch für meine Fachgenossen nicht ohne Interesse und Werth sein; gewiss werden sie beitragen, sich mit dem Wesen unserer neuen Sprengtheorie inniger vertraut zu machen.

Die Galerie kann entweder mit dem Minenherde a) in demselben Horizonte liegen oder b) sie befindet sich vertical darunter (Sohlengalerie) oder c) sie liegt zwischen diesen beiden Möglichkeiten, d. h. die sogenannte Vorgabe bildet mit dem Minenhorizonte einen Winkel, der kleiner als 90° ist.

Wir wollen nun diese drei Eventualitäten näher studiren.

a) Die Galerie liegt im Horizonte des Minenherdes.

Vergleichen wir den wirklichen Radius der Wurfsphäre mit der Kegelseite, so wird ersterer stets grösser als letztere sein.

Denken wir uns einen Horizontalschnitt (Fig. 11) durch den Minenherd O und die Flankengalerie $F F_1$, so wird die factische Wurfsphäre in einem Kreis geschnitten, von welchem der Bogen $P Q S$ gezeichnet ist. Auf jedem Flächenelemente wirkt hier eine radiale Kraft $p_m = x$, wie wir dies in früheren Betrachtungen erläuterten. Es wirkt also auch an dem Punkte B des Galerie-Ulmes die Kraft x unter einem Winkel α, so dass die zu $F F_1$ senkrechte Componente $y < x$ wird; in diesem Falle wird das Theilchen B nicht abgeschleudert werden können, da x das Minimum dieser normal zu $F F_1$ wirkenden Wurfkraft ist.

Im Punkte D wird die radiale Stosskraft p_1 grösser als in B sein, da dieser vom Minenherde O weiter entfernt ist als ersterer. Im Punkte D wirkt p_1 unter einem Winkel α_1, so dass die eine Componente $p_1 \sin \alpha_1 = x$ wird.

Nach dem Gesetze der Abnahme der Kraft bei Zunahme des Radius ergibt sich für die Kräfte wirksam bei B und D:

$$\frac{p_1}{x} = \frac{R_m^2}{R_1^2}.$$

Substituirt man nach der früheren Gleichung $p_1 = \frac{x}{\sin \alpha_1}$, so ergibt sich

$$\frac{\frac{x}{\sin \alpha_1}}{x} = \frac{R_m^2}{R_1^2} = \frac{1}{\sin \alpha_1},$$

$$R_1 = R_m \sqrt{\sin \alpha_1},$$

eine Gleichung, welche wir bereits als Gleich. 2 in etwas anderer Form kennen lernten.

Im Dreieck $D O G$ ist $\sin \alpha = \frac{O G}{O D} = \frac{w_1}{R_1}$, welchen Werth wir in die vorstehende Formel einsetzen; es ist somit auch

$$R_1 = R_m \sqrt{\frac{w_1}{R_1}}$$

oder

$$R_1 = \sqrt[3]{R_m^2\, w_1} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 12.}$$

D. h. die Seitenlänge des Wurfkegels ist gleich der Kubikwurzel aus dem Producte des Quadrates des Wurfradius mit der speciellen Vorgabe.

Hieraus folgt:

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{w_1}}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 13.}$$

womit wir aus einer Versuchsmine den Werth für R_m bestimmen können.

Fragt es sich um die Länge s_1 der Galeriebeschädigung durch Wurf, so ist für die Galerie der Basisradius r_1 zu bestimmen; $s_1 = 2\, r_1$.

In $\triangle\, D O G$ ist $r_1^2 = R_1^2 - w_1^2$; setzt man nach Gleich. 12 den Werth für R_1, so findet man

$$r_1 = \sqrt{\sqrt[3]{R_n^4\, w_1^2} - w_1^2} \; . \; . \; . \; . \quad \text{Gleich. 14}$$

und

$$s_1 = 2\, r_1 = 2 \sqrt{\sqrt[3]{R_n^4\, w_1^2} - w_1^2}.$$

b) Sohlengalerien.

Dreht man Fig. 11 um 90° so, dass der Minenherd O über die Galerie FF_1, welche nun horizontal zu liegen kommt, fällt, so bekommen wir ein Bild einer Sohlengalerie im Verticalschnitt. Es bedarf keiner weiteren Worte, um zu constatiren, dass auch für diese Sohlengalerie die früher für horizontale Flankengalerien nachgewiesenen Gesetze und Gleichungen vollinhaltlich gelten, da wir in der vorliegenden Studie von dem Einflusse der Schwerkraft absehen; sie sollte zur Vergrösserung der nach abwärts gerichteten Radien der Wurf- oder Sprengsphäre beitragen. Und dennoch ergaben die bisherigen Versuche die Thatsache, dass die Kegelseiten, fälschlich Sprengradien geheissen, der Sohlengalerien kleiner als die der Flankengalerien ausfallen. Wir haben bereits früher darauf hingewiesen, dass die Verkürzung der Kegelseiten bei Sohlengalerien dadurch entsteht, dass letztere dem Minenherde stets näher wie die Flankengalerien liegen und dass die Kegelseiten mit den Vorgaben wachsen.

Man hat in der Theorie der Minen für diese Thatsache andere Erklärungen gegeben, die sich auch auf die Wurfsphäre in unserem Sinne beziehen können und somit der Beachtung werth sind.

Die Lebrun'sche Schule wies darauf hin, dass das Erdreich mit der Tiefe dichter — vermöge des Druckes der darauf ruhenden Massen — und wasserreicher wird; es wächst somit das specifische Gewicht des Erdreiches mit der Tiefe.

Doch je dichter das Sprengmedium ist, desto kleiner ist bei gleicher Ladung der Wurfradius, eine Voraussetzung, die vollends begründet ist.

Wie gross dieser Einfluss ist, wird uns die Berechnung der Olmützer Versuchsminen lehren. An jener Stelle wollen wir auch die zweite Anschauungsweise kritisch beleuchten, welche die Verkürzung der Wurfradien nach abwärts damit erklärt, dass sie auf den Verlust an Kraft hinweist, welcher durch den Auswurf des tagenden Wurfkegels entsteht; dadurch soll der Gegendruck nach abwärts während der Explosion vermindert werden. Unseres Wissens stammt diese letztere Erklärungsweise von Dobenheim her und wurde später von E. Ržiha weiter ausgebildet.

(Fortsetzung folgt.)

Die Trennung des Goldes mittelst Cadmium.

Im Anzeiger der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien 1878, Nr. 19, veröffentlichte ich eine Notiz über eine neue Methode der quantitativen Untersuchung von Gold- und Silberlegirungen. Wie ich schon dort erwähnte, wollte ich die Fehler der docimastischen Probe umgehen, die Manipulation womöglich vereinfachen und auch noch den Vortheil erringen, Gold und Silber aus Einem Stücke, also auch nur mit einer Wägung bestimmen zu können. Dieser letztere Punkt involvirt nicht nur eine Zeitersparung, sondern gewährt gleichzeitig noch die Wahrscheinlichkeit einer grösseren Genauigkeit, denn, da jede Wägung oder Messung mit einem Fehler behaftet ist, kann bei einer gesonderten Einwage zur Bestimmung des Goldes und Silbers leicht die eine Partie zu schwer, die andere zu leicht eingewogen werden, was nicht nur die absolute Genauigkeit der zu erlangenden Resultate, sondern auch deren relative Genauigkeit gegeneinander beeinträchtigen muss. Kann man beide Stoffe aus einem Stücke bestimmen, so fällt der letztere Fehler ganz weg, und selbst der erstere kann nie so gross ausfallen, als im vorerwähnten Falle.

Um das Gewünschte zu erreichen, verfiel ich auf den Gedanken, das zu untersuchende Metall mit einem leicht schmelzbaren Metalle, welches sich in Salpetersäure löst, durch Salzsäure aus seiner Lösung aber nicht gefällt wird, zusammenzuschmelzen, die so entstehende Legirung in Salpetersäure zu lösen, in dieser Lösung das Silber zu bestimmen (wozu die Volhard'sche Methode als besonders geeignet erscheint), den Rückstand aber entweder als Gold zu wägen oder bei Gegenwart von Platinmetallen, Zinn oder Antimon (letztere beiden als Oxyde) in Königswasser zu lösen und hierauf zu titriren.

Als „Quartations“-Metall wählte ich aus naheliegenden Gründen Zink. Bei der Sprödigkeit der so erhaltenen Zink-Goldlegirungen musste ich von vorneherein auf Rollenproben verzichten und verzichtete um so leichter darauf, als nach Rössler's Untersuchungen (Dingler's polyt. J. 206, 185, „Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift“ XXII, 26, ferner „Zeitschrft. f. annalyt. Chem.“ 1874 (XIII), 86) der Silberrückhalt bei den gewöhnlichen Goldrollenproben ohnehin ein ziemlich bedeutender ist. Meine nächste Aufgabe war es nun, die nöthige Menge des zuzulegirenden Zinkes zu ermitteln, und ich fand, dass die 5- bis 8fache Menge völlig genügt, während eine geringere Zinkmenge nicht mehr zuverlässige Resultate gibt.

Zur Titration des Goldes in der königswässerigen Lösung wendete ich folgendes Verfahren an: Durch Versetzen mit Ammoniak oder Salmiak wurden die Platinmetalle gefällt, das freie Chlor und die salpetrige Säure wurden durch Kochen vertrieben, hierauf eine gemessene, überschüssige Menge einer schwefelsauren Eisenoxydul-Ammon-Lösung von bekanntem Gehalte zugesetzt, wodurch das Goldchlorid zu metallischem Gold reducirt wird, und endlich wurde das nicht zersetzte Eisenoxydul mit Chamäleonlösung titrirt. Die so ermittelte Menge des zur Reduction des Goldes verbrauchten Eisenoxyduls gibt die Menge des Goldes. [1])

Die hier entwickelte Titrationsmethode ist der von Hempel vorgeschlagenen (Reduction mit Oxalsäure, Zurücktitration mit Chamäleon) ähnlich, statt der Oxalsäure wurde hier das Eisendoppelsalz verwendet, weil in diesem Falle die Reduction bedeutend rascher erfolgt.

So weit war ich mit meiner Methode gekommen, als ich durch meine Transferirung von Wien in meinen Arbeiten unterbrochen wurde. In dem Bewusstsein, die begonnene Arbeit vielleicht lange Zeit hindurch nicht fortsetzen zu können, fasste ich den Entschluss, die bis zu diesem Zeitabschnitte erlangten Resultate in einer kurzen Notiz zu publiciren und so in weiteren Kreisen auf meine Gedanken hinzuweisen. Ich war mir bewusst, meine Arbeit noch nicht abgeschlossen zu haben und vielleicht nie abschliessen zu können, ich kannte die Mängel, die meiner Methode anhafteten, und hoffte auf diesem Wege eine Verbesserung derselben herbeizuführen.

Mit Vergnügen las ich daher im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift (Nr. 50, p. 597) Balling's Kritik über

[1]) Die Reaction verläuft nach der Gleichung:

$$2\,AuCl_3 + 6\,FeSO_4 = 2\,Au + Fe_2Cl_6 + 2\,Fe_2(SO_4)_3;$$

ein Gewichtstheil Gold entspricht daher 3 Gewichtstheilen schwefelsaurem Eisenoxydul-Ammon.

№ 15. **Oesterreichische Zeitschrift** 1880.

XXVIII. Jahrgang. für 10. April.

Berg- und Hüttenwesen.

Verantwortlicher Redacteur:

Egid Jarolimek,

k. k. Oberbergrath und technischer Consulent im Ackerbau-Ministerium.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Josef von **Ehrenwerth**, a. o. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Carl Ritter von **Ernst**, Director der k. k. Bergwerksproducten-Verschleissdirection, Hanns **Höfer**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Přibram, Franz **Kupelwieser**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann **Lhotsky**, k. k. Bergrath im Ackerbau-Ministerium, Franz **Pošepný**, k. k. Bergrath und Franz **Rochelt**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hofverlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beigaben Der **Pränumerationspreis** ist jährlich **mit franco Postversendung oder mit Zustellung loco Wien** 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl. Für **Deutschland** jährlich 24 Mark, halbjährig 12 Mark. — Ganzjährige Pränumeranten erhalten im Herbst 1880 Fromme's montanistischen Kalender pro 1881 als Gratisprämie. — Inserate 15 kr. ö. W. oder 30 Pfennig die zweispaltige Nonpareillezeile. Bei öfterer Wiederholung laut Tarif bedeutende Preisermässigung. — Zuschriften jeder Art sind **franco** an die Verlagshandlung zu richten. Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Přibram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Fortsetzung.)

c) Die Galerie liegt unter einem Winkel über oder unter dem Horizonte des Minenherdes.

Wäre MNP (Fig. 12) ein Theil der Wurfsphäre im Horizonte des Minenherdes, in welchem sich auch die Flankengalerie GJ befindet; dieser letzteren würde die früher berechnete Seite R_1 des Wurfkegels entsprechen. Wenn jedoch die Galerie FH, vertical unter GJ, vorhanden ist, so tritt sie bei F in die Wurfsphäre ein und verlässt dieselbe bei H. Ist der $\sphericalangle COD = \varepsilon$ kleiner als 45°, so wird die horizontale Componente der radialen Stosskraft grösser als die verticale sein; wird jedoch der Winkel grösser als 45°, so tritt das Verkehrte ein. Betrachten wir blos die erste, gewöhnlich vorkommende Eventualität.

Es fragt sich also um jene horizontale, auf den Galerieulm senkrechte Componente p, der radialen Stosskraft, bei welcher noch ein Theilchen des Ulmes abgeworfen wird; sie würde in einer Entfernung OK vom Minenherd wirksam sein. Da wir uns die verticale Ebene $NFHJ$, beliebig verlängert, als die freie Fläche vorstellen können, gegen welche der Minentrichter ausgeworfen wird, so ist $OK = R_1$.

Nach Gleich. 12 ist $R_1 = \sqrt[3]{R_m^2 w_1}$.

Aus Versuchen ist uns für eine bestimmte Ladung und für ein gewisses Erdreich oder Gestein R_m (Wurfradius) bereits bekannt; w_1 jedoch bezieht sich nicht auf die Mine FH, ist uns für diese unbekannt und muss durch die gewöhnlich bekannten Grössen $OD = W$, nicht ganz zutreffend auch Vorgabe genannt, durch $CD = t$ oder durch $\sphericalangle \varepsilon$ ausgedrückt werden.

Nun ist im $\triangle OCD$:

$$w_1 = \sqrt{W^2 - t^2}$$

oder

$$w_1 = \frac{t}{\operatorname{tang} \varepsilon}$$

$$w_1 = W \cos \varepsilon,$$

so dass die Kegelseite (früher fälschlich Radius der Wurf- oder Sprengsphäre geheissen) für eine unter dem Minenherd oder Ofen liegende Galerie durch die Gleichungen ausgedrückt wird:

$$R_1 = \sqrt[3]{R_m^2 \sqrt{W^2 - t^2}}, \text{ oder} \quad \ldots \quad \text{Gleich. 15.}$$

$$R_1 = \sqrt[3]{\frac{R_m^2 t}{\operatorname{tang} \varepsilon}}, \quad \text{oder} \quad \ldots \quad \text{Gleich. 16.}$$

$$R_1 = \sqrt[3]{R_m^2 W \cos \varepsilon}, \quad \ldots\ldots \quad \text{Gleich. 17.}$$

je nachdem diese oder jene Zahlen bei der Galerieanlage bestimmt wurden.

Andererseits folgt aus diesen Gleichungen der Werth für den wirklichen Radius der Wurfsphäre:

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{\sqrt{W^2 - t^2}}} \quad \ldots \quad \text{Gleich. 18.}$$

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3 \operatorname{tang} \varepsilon}{t}} \quad \ldots\ldots \quad \text{Gleich. 19.}$$

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{W \cos \varepsilon}} \quad \ldots\ldots \quad \text{Gleich. 20.}$$

Bei der Berechnung der Olmützer Versuche werden wir Gelegenheit finden, diese Formeln bezüglich ihrer Giltigkeit für die Praxis zu erproben.

Will man die Länge bestimmen, innerhalb welcher der Galerieulm durch Abwurf beschädigt wird, so ist diese in der Fig. 12 $EK = 2\,DK = 2\,s$.

Im $\triangle KOD$ ist $s = \sqrt{R_1^2 - W^2}$, ... Gleich. 21. und da R_1 nach den gegebenen Gleichungen 15, 16 und 17 berechnet werden kann, W jedoch bereits bekannt ist, so ist auch $EK = 2\,s$ bestimmt.

III. Ladungsbestimmung für die Wurfsphäre.

Wir wollen zuerst normale Ladungen betrachten, das sind jene, welche einen normalen oder grössten Wurfkegel erzeugen, dessen Kegeltangente $\frac{w_n}{r_n} = 1{,}11805$ ist.

Eine solche normale Ladung L würde in einem bestimmten Gesteine einen Wurfkegel werfen, dessen Axialschnitt $A\,O\,B$ (Fig. 13) ist. Bei A und B wäre die verticale Componente x der radialen Stosskraft p eben noch hinreichend, um ein Theilchen abzuwerfen.

In demselben Gesteine legen wir eine zweite tiefere Mine an, gebrauchen zwar dasselbe Explosiv, doch eine grosse Menge, also eine Ladung L_1, welche jedoch wieder eine normale ist, also ebenfalls einen normalen Kegel wirft. L_1 wäre m-mal grösser als L oder $\frac{L_1}{L} = m$.

Wenn der Impuls im Minenherde m-mal grösser wird, so würde im Punkte B des Kegels DOF eine m-mal grössere Kraft als früher (p) wirken, es wäre somit bei B die radiale Stosskraft $m\,p$, wie an allen Elementen der Kugeloberfläche $O\,b$ thätig.

Um nun einen normalen Kegel zu bekommen, müssen wir die Vorgabe, die früher $G\,O = w$ war, bis zu $E\,O = w_1$ vergrössern; es entsteht dann ein normaler Kegel FDO, dessen Basiswinkel α gleich dem früheren ist. Es wird deshalb jetzt bei F dieselbe Kraft p wie bei dem ersten kleineren Wurfkegel wirken müssen, so dass die verticale Componente derselben x gleich der früheren wird. Wie in F ist auch in jedem Elemente der diesem Punkte entsprechenden Kugelschale $O\,b_1$ die radiale Stosskraft $= p$.

Die Summe aller bei der Ladung L_1 an den Kugeloberflächen $O\,b$ und $O\,b_1$ wirkenden Kräfte muss gleich sein; es ist somit

$$4\pi R^2 \,.\, m\,p = 4\pi R_1^2 p \text{ oder}$$
$$R^2\,m = R_1^2$$

Da die Kegelseiten $R = O\,B$ und $R_1 = O\,F$ zwei ähnlichen Dreiecken $B\,G\,O$ und $F\,E\,O$ angehören, so verhalten sich $R : R_1 = w : w_1$, so dass wir in vorstehender Gleichung auch setzen können

$$w^2\,m = w_1^2 \text{ oder}$$
$$w_1 = w\sqrt{m} \quad . \; . \; . \; . \; . \text{ Gleich. 22.}$$

d. h. **die normalen Vorgaben verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Ladungen**; denn hätten wir eine dritte Ladung L_n, welche n-mal grösser als L ist, so ist die entsprechende normale Vorgabe $w_n = w\sqrt{n}$ und hieraus folgt

$$w_1 : w_n = \sqrt{m} : \sqrt{n}$$

Der Ladung L entspricht der normale Wurfkegel $A\,B\,O$ dessen Volumen $K = \frac{4\pi}{3} r^2 w$ ist.

Der Ladung L_1 entspricht der normale Kegel $D\,F\,O$ von dem Volumen $K_1 = \frac{4\pi}{3} r_1^2 w_1$.

Da jedoch, wie aus der Figur ersichtlich, sich $r : r_1 = w : w_1$ verhält, so ist $r_1^2 = \frac{r^2 w_1^2}{w^2}$ und $K_1 = \frac{4\pi}{3} \frac{r^2 w_1^2}{w^2} w_1$ und für w_1 der Werth (Gleich. 22) gesetzt gibt:

$$K_1 = \frac{4\pi r^2}{3} \frac{w^2 m}{w^2} w\sqrt{m} = \frac{4\pi r^2}{3} w\,m\sqrt{m}.$$

Es verhalten sich somit die beiden, den Ladungen L und L_1 zugehörigen Kegel bezüglich ihrer Körperinhalte

$$K : K_1 = \frac{4\pi r^2 w}{3} : \frac{4\pi r^2 w}{3} m\sqrt{m} \text{ oder}$$
$$K : K_1 = 1 : m\sqrt{m} \text{ und}$$
$$\frac{K_1}{K} = m\sqrt{m} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \text{ Gleich. 23.}$$

d. h. **die Volumina der normalen Wurfkegel steigen in einem grösseren Masse als die entsprechenden Ladungen.** Gibt man z. B. im zweiten Falle die viermal grössere Ladung, als im ersten, so wird bei jenem eine achtmal grössere Gesteinsmenge durch den Kegel ausgeworfen ($4\sqrt{4} = 8$).

Dieses Gesetz ist von eminent praktischer Bedeutung, denn wir werden auf möglichst tiefe Bohrlöcher, eigentlich Vorgaben hingewiesen, um unsere Explosivs entsprechend auszunützen. Die localen Verhältnisse werden die äusserste Grenze der Bohrlochstiefe bestimmen; doch wir sind überzeugt, dass die Leistung der Sprengarbeit in vielen Bergbauen dadurch wesentlich gesteigert würde, wenn die erlaubt tiefsten Bohrlöcher bei entsprechendem Durchmeseer zur Anwendung gelangen würden.

Die grössere Wirkung tieferer Bohrlöcher, entsprechend geladen, wird uns auch von der Praxis schon seit Langem bestätigt, blieb jedoch leider so vielorts vollends ungewürdigt. Professor M. J. **Callon**[15]) beschäftigte sich ebenfalls mit dieser Frage und kam auf Basis seiner theoretischen Untersuchungen zu folgendem Schlusssatze, welcher jedenfalls nicht geeignet ist, die von ihm aufgestellten Formeln zu unterstützen:

„Man schliesst daraus, dass es theoretisch gleichgiltig ist, in welchem Massstabe man die Sprengung ausführt, nur muss man den Durchmesser des Bohrloches, seine Tiefe und die Länge der Pulversäule proportional machen. Indessen scheint es **in der Praxis doch, dass das Sprengen in grossem Massstabe vortheilhafter ist.**"

Der Vortheil tiefer Bohrlöcher, insbesondere seit der Einführung des Dynamites, ist bei Tunnelarbeiten schon seit Langem vollständig gewürdigt. Von Seite unserer speciellen Fachgerossen jedoch werden häufig Zweifel laut, ob dieselben auch bei den kleineren Querschnittsdimensionen der Grubenräume zu erwarten sind. Statt weitläufiger Erörterungen ver-

[15]) Cours professés a l'École des Mines de Paris par M. J. **Callon**, Inspecteur général des mines. Deuxième partie. Cours d'exploitation des mines. Tome I. Paris 1874. Seite 174.

weisen wir auf eine der jüngsten Bestätigungen aus der Praxis, welche unsere Theorie kräftigst unterstützt.

Vor Kurzem lasen wir in der vortrefflichen Zeitschrift für das Berg-, Hütten und Salinenwesen im preussischen Staate (Bd. XXVII, Seite 253): „Mit der zunehmenden Verbreitung des Dynamites haben sich in den Mansfelder Revieren vor den Ortsbetrieben tiefe Löcher (nicht unter 1m) immer mehr eingeführt, wie auch das Bohren von Löchern von unten nach oben immer allgemeiner geworden ist. Eine Ortshöhe von 2,25m wird in der Regel in drei Strassen hereingenommen und die Häuerleistung ist in Folge dessen wesentlich gestiegen.“

Aus der Gleichung 23 lässt sich auch ein seit langer Zeit in die Minentheorie eingeführter und stetig fortgepflanzter Irrthum nachweisen. Da derselbe fast ausnahmslos in allen, auch neueren Werken als Axiom erscheint, so wollen wir ihn kurz erörtern. Der Minentheoretiker gründet seine Ladungsberechnungen auf die irrthümliche Annahme, dass sich die Ladungen so wie die Volumina der entsprechenden normalen Kegel verhalten; es wäre somit

$$\frac{K_1}{K} = \frac{L_1}{L};$$

und da sich die Körperinhalte zweier ähnlicher Kegel wie die dritten Potenzen ihrer Höhen verhalten, so ist auch

$$\frac{K_1}{K} = \frac{w_1^3}{w^3};$$

diese Form der Gleichung wurde allgemeiner, auch in einer unserer bergmännischen Fachzeitschriften, bekannt. Nun ist aber $\frac{L_1}{L} = m$ und deshalb ist nach den bisherigen Minentheorien, insbesondere der jetzt vorwiegend herrschenden Lebrun'schen Schule,

$$\frac{K_1}{K} = m,$$

was jedoch im Widerspruche mit unserer Gleichung 23

$$\frac{K_1}{K} = m\sqrt{m}$$

steht.

Da fast alle Ladungsbestimmungen von der erwähnten irrthümlichen Voraussetzung, die Ladungen verhalten sich wie die Volumen der erzeugten Wurfkegel, ausgingen, dieselben durch Beachtung anderer Factoren zu vervollkommen und mit der Erfahrung in Uebereinstimmung zu bringen suchen, die Vorgabe w_n stets in dritter Potenz in Rechnung bringen[16]), so müssen sie trotz aller Correcturen als unrichtig zur Seite gestellt werden.

Aus Gleichung 23 folgt $\left(\frac{K_1}{K}\right)^2 = m^3$

und da $m = \frac{L_1}{L}$, so ist

$$\frac{L_1}{L} = \sqrt[3]{\left(\frac{K_1}{K}\right)^2}.$$

[16]) Es geschieht dies z. B. von Belidor, John Müller, Mouzé, Marescot, Dobenheim, Hauser, Lebrun, Werman, Rziha (ältere und neue Gleichung), Hagen.

Setzt man für K_1 und K die früher gefundenen Werthe, so erhält man

$$\frac{L_1}{L} = \sqrt[3]{\left(\frac{\frac{4}{3}\pi r^2 \frac{w_1^3}{w^2}}{\frac{4}{3}\pi r^2 w}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{w_1^3}{w^3}\right)^2}$$

$$\frac{L_1}{L} = \frac{w_1^2}{w^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{Gleich. 24 a.}$$

D. h. Zwei normale Ladungen verhalten sich unter gleichen Voraussetzungen wie die Quadrate der dazugehörigen Vorgaben[17]).

Da die normalen Vorgaben mit den Radien der Wurfsphären gerade proportionirt sind, da nach Gleich. (5) $R_m = 1,554\, w_n$, so können wir auch sagen:

$$\frac{L_1}{L} = \frac{R_1^2}{R^2} \quad \ldots\ldots \text{Gleich. 24.}$$

wobei R_1 und R die Radien der Wurfsphären bedeuten.

Die Gleichung 25 können wir auch schreiben

$$\frac{L_1}{R_1^2} = \frac{L}{R^2}, \text{ d. h.}$$

Bei gleichem Explosiv und Gestein (Erdreich) sind die Quotienten, gebildet aus der Ladung und dem Quadrate des Wurfradius, einander gleich. Diesen Quotient heissen wir Ladungs-Coëfficient und bezeichnen wir ihn mit k.

Wir können dieser obigen Gleichung auch die Form geben

$$L_1 = \frac{L}{R^2} R_1^2 = k \cdot R_1^2 \quad \ldots\ldots \text{Gleich. 26.}$$

Mit Hilfe dieser Gleichung können wir also für jede beliebige Vorgabe die entsprechende Ladung berechnen, sobald aus einem Versuche für die vorliegende Explosiv- und Gesteinsart k bestimmt wurde. Die Bestimmung dieser Ladungs-Coëfficienten k für alle möglichen Gesteinsarten und für die üblichen Explosivs wird künftig die Aufgabe der Praxis sein, wie dies im Minenwesen zum Theil schon durchgeführt ist, doch haben diese ermittelten Ladungs-Coëfficienten je nach der zu Grunde gelegten Formel eine andere Bedeutung.[18])

(Fortsetzung folgt.)

Studien über den Thomas-Gilchrist-Process.

Von Josef v. Ehrenwerth in Leoben.

(Fortsetzung.)

Die Reduction von Eisen aus der Schlacke kann, abgesehen von dem entsprechenden Ersatz des FeO durch eine stärkere Basis, wie Kalk sie ist, nur in dem Masse stattfinden, als das aus dem Metallbade austretende Kohlenoxydgas hiefür ausreicht, oder als dasselbe, falls es im Uebermasse entweicht,

[17]) Dieser Satz hätte auch direct aus Gleich. 22 abgeleitet werden können. — Zu demselben Satze kam bereits vor dreiviertel Jahrhunderten Mouzé, verwechselte jedoch dann $\frac{L_1}{L}$ mit $\frac{K_1}{K}$ und gelangte deshalb in dieselben Irrthümer, wie die Lebrun'sche Schule.

[18]) Für ein und dasselbe Sprengmedium (Gestein) und Explosiv gibt es nur Einen Ladungs-Coëfficient; bekanntlich hatte man bisher im Minenwesen häufig mindestens zweierlei Coëfficienten, und zwar einen für Dampf-, einen für gleichseitige Minen.

reicht, durch dieses ersetzt werden. Es beträgt daher die Menge des mit Silicium verschlackten und wieder reducirten Eisens, wenn m die Menge Mangan bezeichnet:

$$4\,s - 1{,}018\,m$$

und die Gesammtmenge des reducirten Eisens ist folglich

$$Fe = 4\,s + x\,.\,0{,}01806\,p - 1{,}018\,m.$$

Diesem entspricht

$$0 = 0{,}2857\,(4\,s + x\,.\,0{,}01806\,p - 1{,}018\,m)$$

Sauerstoff, welcher zur Verbrennung von CO zu CO_2 verwendet wird.

Nachdem 16 Gew.-Theile Sauerstoff 12 Gew.-Theile Kohlenstoff im CO zu CO_2 verbrennen, ergibt sich die Menge Kohlenstoff, die zu Kohlensäure verbrannt wird, mit

$$c_2 = \frac{12}{16}\,0{,}2857\,(4\,s + x\,.\,0{,}01806\,p - 1{,}018\,m),$$

$$c_2 = 0{,}8571\,s + x\,.\,0{,}003869\,p - 0{,}2181\,m.$$

Zu Kohlenoxyd verbrennt demnach, wenn c den Gesammt-Kohlengehalt bezeichnet, die Kohlenmenge

$$c_1 = c - c_2.$$

Da 1 Gew.-Th. Kohle bei Verbrennung zu CO_2 3919 Cal. im Bade lässt, beträgt die durch c_2 dem Bade zu Gute gebrachte Wärme

$$w_2 = 3359{,}0\,s + x\,.\,15{,}162\,p - 854{,}7\,m,$$

und die durch c_1 im Bade gelassene Wärme, da 1 Gew.-Theil Kohlenstoff nur 140 Cal. gibt,

$$w_1 = 140\,c - 120\,s - x\,.\,0{,}5417\,p + 30{,}5\,m.$$

Betreffs der Wärme bei Verschlackung des Phosphors muss bemerkt werden, dass, falls keine Reduction des mitverschlackten Eisens stattfände, wenn p-Gew.-Theile Phosphor verschlacken, das Bad an Wärme erhielte:

$$6016\,p \text{ Cal.}$$

Wenn aber das Eisen von $x\%$ des gesammten Phosphors, also von $\frac{x}{100}\,p$ Gew.-Theilen Phosphor wieder reducirt wird, so ist die hiebei benöthigte Wärme beim Phosphor in Abzug zu bringen, wogegen sie beim Kohlenstoff wieder in Addition kommt.

Diese beträgt aber, da 1 Gew.-Theil Phosphor 1,806 Eisen verschlackt, und 1 Eisen 930 Cal. im Bade lässt

$$\frac{x}{100}\,.\,1{,}806\,.\,930\,p = 16{,}796\,.\,x\,.\,p \text{ c.}$$

Somit ist die durch die Verschlackung von p-Gew.-Thln. Phosphor im Bade verbleibende Wärme im Ganzen

$$w_p = (6016 - 16{,}796\,.\,x)\,p.$$

Wir erhalten demnach die gesammte durch den Process selbst erzeugte und im Bade gelassene Wärme

1. herrührend von s Silicium $w_s = 6523\,s$
2. „ „ m Mangan $w_m = 947\,m$
3. „ „ p Phosphor $w_p = (6016 - x\,16{,}796)\,p$
4. „ „ c_1 Kohlenstoff $w_{c_1} = 3395\,s + x\,.\,x\,15{,}162\,p - 854{,}7\,m$
5. „ „ c_2 „ $w_{c_2} = 140\,c - 120\,s - x\,.\,0{,}541\,p + 30{,}5\,m$

$$\text{Zusammen } W_s = 9762\,s + 122{,}8\,m + 6016\,p - x\,.\,2{,}175\,p + 140\,c.$$

(Fortsetzung folgt.)

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Přibram.

(Mit 13 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Fortsetzung.)

Vergleich des Sprengwerthes zweier Explosive.

Wir haben für irgend ein Explosiv, z. B. für Pulver von bestimmter Stärke, für eine bestimmte Gesteinsart (auch Erdreich) den Ladungs-Coëfficienten k_p ermittelt. In demselben Gesteine bestimmen wir für ein anderes Explosiv, z. B. Dynamit Nr. II, ebenfalls den Ladungs-Coëfficienten k_d. Ist $k_p = k_d$, so werden die beiden Sprengstoffe gleichwerthig sein. Ist k_d kleiner als k_p, so wird man, da $L_1 = k\,R_1^2$ ist, für zwei gleiche normale Wurfkegel die Dynamitladung L_d kleiner zu rechnen haben, als die Pulverladung L_p, d. h. der Sprengwerth des Dynamites W_d ist grösser als der des Pulvers W_p; es sind somit die Sprengwerthe und Ladungs-Coëfficienten verkehrt proportionirt,

$$W_p : W_d = k_d : k_p \quad \ldots\ldots\ldots \text{ Gleich. 27.}$$

Setzt man den Sprengwerth des Sprengpulvers als Einheit, also $W_p = 1$, so ist

$$W_d = \frac{k_p}{k_d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ Gleich. 28.}$$

Wir sind somit in der Lage, den relativen Sprengwerth zweier Explosivs und somit auch jenen gegenüber dem Schwarzpulver — und darum handelt es sich gewöhnlich in der Praxis — für jede Gesteinsart genau zu bestimmen.

Der Preisquotient, d. h. das Preisverhältniss des neuen Explosivs, z. B. des Dynamits zu dem Sprengpulver, muss dem relativen Sprengwerth mindestens gleich oder soll grösser sein, wenn ein neues Explosiv bei einem gewissen Gesteine für die currente Sprengarbeit eingeführt werden soll.

Dass der relative Sprengwerth je nach dem Gesteine verschieden ist, dass bei einem neuen Sprengstoffe auch seine übrigen Eigenschaften gewürdiget werden müssen, braucht füglich nicht besonders erwähnt zu werden.

Wollen wir also zwei Sprengstoffe I und II nach ihrem factischen Werthe vergleichen, so werden wir künftighin zwei grössere Sprengungen in dem betreffenden Gesteine abführen und diese Versuche zur weiteren Controle wiederholen.

Aus den erhaltenen Wurfkegeln berechnet man die Radien der Wurfsphären (früher mit R_m, in den Ladungsformeln mit R und R_1 bezeichnet); da die Ladungen bekannt sind, so berechnet man die beiden Ladungs-Coëfficienten nach der Formel $k = \frac{L}{R^2}$; aus diesen wird mittelst $\frac{k_I}{k_{II}}$ der relative Sprengwerth $\frac{W_{II}}{W_I}$ bestimmt, der sich somit vollends genau eruiren lässt. Wir glauben, dass diese Methode der Werthbestimmung, welche wir im folgenden Abschnitte an einem speciellen Beispiele erläutern werden, die Beachtung von Seite der Praxis verdient.

Die Olmützer Versuche in den Jahren 1871 und 1872.

Diese Minensprengungen stammen aus jüngster Zeit und wurden mit derselben Dynamitsorte bewirkt; die Zahlen wurden mit besonderer Sorgfalt ermittelt. Theils aus diesen Gründen, theils auch darum, da mir hier nur wenige derartige literarische Behelfe zur Verfügung stehen, greife ich die Olmützer Versuche

*

heraus, um an deren Ergebnissen die Brauchbarkeit und Richtigkeit der entwickelten Gleichungen zu erproben.

In W. v. Hagen's: „Entwurf einer Minentheorie" werden auf Seite 89 die Ergebnisse der Olmützer Versuchsminen mitgetheilt; die Tabelle II gibt uns alle nöthigen Zahlen und Erläuterungen.

Tabelle II.

Mine: Laufende Nummer der	Mine: Gattung der	Erdreich	Anlage der Mine: Vorgabe $= r_1$ (Widerstandslinie)	Ladung	Galerie Nr.	Wirkung gegen eine	Kürzeste Entfernung vom Mittelpunkte des Minenherdes (Ofen) bis zur Galerieaxe	Deren Neigung	Tiefe der Galerieaxe unter dem Horizonte des Minenherdes	Vorgabe (kürzeste Widerstandslinie) der Galerie $= W$ oder r_1	Wirkung der Mine: oberirdische: Trichterradius $= r_1$	oberirdische: Kegelseite des Wurftrichters $= R_1$	unterirdische: Kegelseite des Galerie-Wurftrichters $= R_1$	unterirdische: Seite des Risstrichters	Anmerkung
I.	Galeriemine	Angeschütteter, bereits festgelagerter Boden, thoniger Sand, Lössformation, 1 c' wiegt ad I) und II) 94 Pfd, ad III) 97 Pfd	12,00′	100 Pfd	1	Flankengalerie	16,33′	36°	9,50′	14,83′			18,17′	22,00′	Die Halbmesser reichen bis 8,00′ Tiefe
					2	dtto.	20,33′	28 1/8°	9,50′	18,83′	11,33′	16,50′	19,83′	23,50′	
II.			11,42′	177 Pfd	3	dtto.	20,00′	27°	9,00′	18,50′			22,00′	26,00′	Die Halbmesser reichen bis 7,50′ Tiefe
					4	dtto.	22,58′	23 1/6°	9,00′	21,08′	16,17′	19,80′	23,42′	26,83′	
III.			12,00′	100 Pfd	5	dtto.	15,00′	0°	0′	14,00′			17,00′	21,70′	
					6	Gal. unter d. Ofen	14,00′	90°	14,00′	12,50′			15,40′	17,33′	
					7	Stirngalerie	10,00′	0°	0′	10,00′	11,22′	16,43′	12,00′	17,00′	
IV.		Gewachsener, geschichteter Boden, zähe, lettige Erde u. nasser Tegel, 1 c' wiegt ad IV) 115 Pfd*), ad V) 105–108 Pfd	11,80′	100 Pfd	8	Flankengalerie	15,00′	0°	0′	14,00′			16,50′	18,50′	
					9	Gal. unter d. Ofen	10,92′	90°	10,92′	9,42′			13,04′	17,87′	
					10	Stirngalerie	10,00′	0°	0′	10,00′	9,50′	15,15′	12.00′	16,00′	
V.	Bohrmine		12,00′	260 Pfd	11	Flankengalerie	18,00′	26 1/9°	8,00′	16,50′			20,27′	24,15′	Die Halbmesser reichen bis 6,50′ Tiefe
					12	dtto.	26,00′	17 5/6°	8,00′	24,50′			25,12′	32,50′	
					13	Stirngalerie	16,00′	30°	8,00′	14,50′	16,10′	21,03′	23,18′	26,31′	

*) Durch eine gütige Mittheilung des k. k. Hauptmannes Herrn W. v. Hagen wurde die in seinem Werke angegebene Zahl 112 zu 115 Pfd corrigirt.

Die Stirngalerien (Nr. 7, 10 und 13) sind für unsere Studien werthlos; wir haben sie deshalb früher im allgemeinen Theile dieser Studie nicht beachtet und werden sie auch hier keiner weiteren Rechnung unterziehen. Ferner glauben wir schon an dieser Stelle hinweisen zu sollen, dass nur Mine I und II im gleichen, Mine III in einem sehr ähnlichen, doch etwas dichteren Erdreiche angelegt sind.

A. Radien der Wurfsphären.

Mine I.

Dieselbe wirkte gegen die Tagesoberfläche (Wurfkegel) und auf zwei vom Minenherde verschieden entfernte Flankengalerien, welche unterhalb des Minenherdhorizontes lagen.

Sind unsere Gleichungen richtig, so müssen die Radien der Wurfsphären, welche aus diesen drei verschiedenen Wirkungen abgeleitet wurden, einander gleich sein.

Wurfkegel.

Nach Gleichung 6 ist

$$R_1 = 1{,}554\, w_n \sqrt{\sin \alpha_1},$$

somit

$$w_n = \frac{R_1}{1{,}554\sqrt{\sin \alpha_1}}.$$

Nach Gleichung 5 ist

$$R_m = 1{,}554\, w_n\,;$$

es ist daher auch

$$R_m = \frac{1{,}554\, R_1}{1{,}554\sqrt{\sin \alpha_1}} = \frac{R_1}{\sqrt{\sin \alpha_1}}. \quad ^{19})$$

Aus Fig. 8 erhellt, dass $\sin \alpha_1 = \frac{w_1}{R_1}$, so dass

$$R_m = \frac{R_1}{\sqrt{\frac{w_1}{R_1}}}$$

oder

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{w_1}} \quad \ldots \text{ Gleich. } 29.$$

[19]) Diese Formel hätte auch direct aus Gleichung 2 abgeleitet werden können.

In der Tabelle sind R_1 und w_1 gegeben; wir können somit mittelst der vorstehenden einfachen Formel den Radius der Wurfsphäre R_m bestimmen.

Diese Gleichung wird auch für Flankengalerien, welche im Horizonte des Minenherdes liegen (deren Neigung in Tabelle II mit Null angegeben ist) ihre volle Giltigkeit haben, da auch hier die Vorgabe senkrecht auf der freien Fläche ist; dasselbe gilt auch für die Sohlengalerien (deren Neigung = 90°). Hingegen ist bei den übrigen Flankengalerien die in der Tabelle mitgetheilte sogenannte Vorgabe nicht senkrecht zur freien Ulmfläche, sondern zu dieser unter Winkel geneigt, weshalb wir in diesem Falle nicht die obige Formel 28, sondern eine der drei Gleichungen 18, 19 und 20 anwenden werden.

Für den Wurfkegel der Mine I sind laut Tabelle II

$R_1 = 16{,}503'$[20]), $w_1 = 12{,}00'$.

Es ist nach Gleichung 28

$$R_m = \sqrt{\frac{16{,}503^3}{12{,}00}} = 19{,}3531'.$$

Flankengalerie 1. Nach Gleichung 20 ist

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{W \cos \varepsilon}}$$

$R_1 = 18{,}17'$; $W = 14{,}83'$; $\sphericalangle \varepsilon = 36^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{18{,}17^3}{14{,}83 \,.\, \cos 36^0}} = 22{,}3605'$$

Flankengalerie 2.

$R_1 = 19{,}83'$; $W = 18{,}83'$; $\sphericalangle \varepsilon = 28^1/_6{}^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{19{,}83^3}{18{,}83 \,.\, \cos 28^1/_6{}^0}} = 21{,}6735'.$$

Mine II.

Wurfkegel.

$R_1 = 19{,}796'$[21]); $w_1 = 11{,}42'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{19{,}796^3}{11{,}42}} = 26{,}0633'.$$

Flankengalerie 3.

$R_1 = 22{,}00'$; $W = 18{,}50'$; $\sphericalangle \varepsilon = 27^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{22{,}00^3}{18{,}50 \,.\, \cos 27^0}} = 25{,}4160'.$$

Flankengalerie 4.

$R_1 = 23{,}42'$; $W = 21{,}08'$; $\sphericalangle \varepsilon = 23^1/_6{}^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{23{,}42^3}{21{,}08 \,.\, \cos 23^1/_6{}^0}} = 25{,}7455'.$$

Mine III.

Wurfkegel.

$R_1 = 16{,}43'$; $w_1 = 12{,}00'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{16{,}53^3}{12{,}00}} = 19{,}2250'.$$

Flankengalerie 5.

$R_1 = 17{,}00'$; $W = 14{,}00'$; $\sphericalangle \varepsilon = 0^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{17{,}00^3}{14{,}00}} = 18{,}7331'.$$

Sohlengalerie 6.

$R_1 = 15{,}40'$; $w_1 = 12{,}50'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{15{,}40^3}{12{,}50}} = 17{,}0933'.$$

Mine IV.

Wurfkegel.

$R_1 = 15{,}15'$; $w_1 = 11{,}80'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{15{,}15^3}{11{,}80}} = 17{,}1664'.$$

Flankengalerie 8.

$R_1 = 16{,}50'$; $W = 14{,}00'$; $\sphericalangle \varepsilon = 0^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{16{,}50^3}{14{,}00}} = 17{,}9127'.$$

Sohlengalerie 9.

$R_1 = 13{,}04'$; $w_1 = 9{,}42'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{13{,}04^3}{9{,}42}} = 15{,}3246'.$$

Mine V.

Wurfkegel.

$R_1 = 21{,}03'$; $w_1 = 12{,}00'$.

$$R_m = \sqrt{\frac{21{,}03^3}{12{,}00}} = 27{,}8400'.$$

Flankengalerie 11.

$R_1 = 20{,}27'$; $W = 16{,}50'$; $\sphericalangle \varepsilon = 26^1/_3{}^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{20{,}27^3}{16{,}50 \,.\, \cos 26^1/_3{}^0}} = 23{,}7317'.$$

Flankengalerie 12.

$R_1 = 25{,}12'$; $W = 24{,}50'$; $\sphericalangle \varepsilon\ 17^5/_6{}^0$.

$$R_m = \sqrt{\frac{25{,}12^3}{24{,}50 \,.\, \cos 17^5/_6{}^0}} = 26{,}0699'.$$

Wir wollen im Nachstehenden die Radien der Wurfspären der fünf verschiedenen Minen zusammenstellen und reihen bei jeder Mine die beschädigten Objecte nach ihrer Tiefe unter der Tagesoberfläche.

Mine Nr.	Galerie und deren Nummer	Radius der Wurfsphäre R_m	Tiefe der freien Fläche unter dem Tage	Tiefe des Minenherdes	Neigung der Vorgabe zum Horizonte des Minenherdes
I.	Wurfkegel Flankengalerie 2 " 1	19,3480' 21,6735' 22,3605'	0 21,50' 21,50'	12,00'	90° $28^1/_6{}^0$ 36°
II.	Wurfkegel Flankengalerie 4 " 3	26,0714' 25,7455' 25,4160'	0 20,42' 20,42'	11,42'	90° $23^1/_6{}^0$ 27°
III.	Wurfkegel Flankengalerie 5 Sohlengalerie 6	19,2250' 18,7331' 17,0933'	0 12,00' 26,00'	12,00'	90° 0° 90°
IV.	Wurfkegel Flankengalerie 8 Sohlengalerie 9	17,1664' 17,9127' 15,3246'	0 11,80' 22,72'	11,80'	90° 0° 90°
V.	Wurfkegel Flankengalerie 11 " 12	27,8400' 26,0699' 23,7317'	0 20,00' 20,00'	12,00'	90° $17^5/_6{}^0$ $26^1/_3{}^0$

[20]) Die dritte Decimalstelle wurde aus dem rechtwinkligen Dreiecke, dessen Hypothenuse R_1 und dessen Katheten w_1 und r_1 (Basisradius = 11,33') gerechnet.

[21]) In der Tabelle abgerundet mit 19,80' angegeben.

Diese vorstehende Tabelle zeigt uns, dass die Radien der Wurfsphären einer Mine nicht vollends übereinstimmen. Während die Flankengalerien einer Mine sehr befriedigend übereinstimmen und ihre Wurfradien durchwegs nur Differenzen von weniger als einen Fuss zeigen, werden die Differenzen bei dem Vergleiche mit den aus den Wurfkegeln und Sohlengalerien gerechneten Radien beträchtlicher, ja können sogar bis etwa 15% anwachsen.

Was ist wohl die Ursache dieser geringeren Uebereinstimmung? Der Wurfkegel ist eine Action gegen die freie Tagesoberfläche; seine Dimensionen können mit genügender Sicherheit gemessen werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die geologischen Verhältnisse des Zsilthales

mit

besonderer Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse der Kohlenflötze und ihres Brennstoffes.

Von Franz Tallatschek, königl. ung. Berg-Ingenieur.

(Mit Abbildungen auf Tafel IX.)

(Fortsetzung.)

Aus dem bisher Vorgeführten lässt sich ein deutliches Bild der tertiären Ablagerungsform geben und zeigt dasselbe eine vollkommene, aber einfache Mulde mit scheinbar unverkümmerten Flügeln, jedoch besonders verschiedenen Axenlängen, da die Längenaxe die Breitenaxe im Mittel um das 7—8fache überragt. Trotz der umfangreichen Ausdehnung der tertiären Formation fehlen aber Special- oder Separat-Mulden gänzlich.

Ein Begehen der Formationsränder zeigt eine auffallende Verschiedenheit zwischen dem Nordrande und dem Südrande der Mulde.

Während man am Südrande von Kimpulujnyág angefangen bis zum Zsijeczthale ein Uebergreifen der hangendsten Schichten deutlich erkennen kann, so dass ein Untersuchen der Schichten nur in den häufig steilen und tiefen Querthälern möglich ist, findet man am Nordrande die Schichtenköpfe entblösst, so dass ihre Aufeinanderfolge an vielen Orten, wo die Diluvialablagerung die Schichtenköpfe nicht bedeckt, deutlich wahrgenommen werden kann. Diese Eigenschaft des Nordflügels geht über den Ostrand der Mulde auch auf den Südrand derselben über, und zwar bis in das Zsijeczthal, wo am linken Ufer des Zsijeczbaches in dem dem Kronstädter Berg- und Hütten-Actien-Vereine gehörigen Ludwigsfelde zum letzten Mal die Schichtenköpfe theils entblösst, theils mit Diluvialschotter bedeckt erscheinen.

Der Zsilthaler ärarische Kohlenbergbau hat mit seinen Schürfungen und verquerenden Einbauen wesentliche Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieses Kohlenbeckens geliefert. Die liegenderen Schichten wurden durch den Deákstollen, der die Schichten verquert und über 500m vorgetrieben wurde, zugänglich gemacht, während die hangendsten Schichten im Muldenmittel durch ein 730m tiefes Bohrloch untersucht wurden. Von beiden Einbauen ist ein Durchschnitt auf Taf. IX, Fig. 8 und 10 dargestellt. Hieraus ist zu ersehen, dass die liegendste Partie der tertiären Ablagerung etwa 150—500m mächtig und flötzleer ist. Sie besteht grösstentheils aus Conglomeraten mit thonigem Bindemittel. Die Geschiebe dieser Conglomerate erreichen eine Grösse von 7—25cm im Durchmesser und zeigen deutlich ihren Ursprung von den die tertiäre Mulde begrenzenden Gebirgen. Die Conglomeratschichten gehen nicht selten in grobkörnige Sandsteine und diese in Schieferschichten über, welche Quarzkörner von untergeordneter Grösse eingeschlossen enthalten, jedoch durch vermehrte Aufnahme von grösseren Quarzgeschieben wieder in Conglomerate übergehen. Die Färbung dieser Schichten ist eine mannigfaltige und geht vom Röthlichen in das Grüne, Blaue und Graue über, jedoch zeigt sich die röthliche Färbung als die vorherrschende. Am Nordflügel beisst diese Schichte häufig ohne Diluvialüberdeckung aus, ebenso in jenem Theile des Südflügels des Muldenrandes, wo die Schichtenköpfe entblösst sind. Ueberdies ist sie durch den Deákstollen nicht unbedeutenden Theiles, sowie in der Lónyaigrube auf etwa 80m durchfahren. Versteinerungen sind bisher in diesen Schichten nicht gefunden worden.

Der auf diese soeben beschriebene tertiäre Zone folgende Schichtencomplex zeigt in abwechselnden Lagen Conglomerate, Sandsteine, Mergel und Schiefer, zwischen welchen zahlreiche Kohlenflötze gelagert sind. Die Conglomerate enthalten jedoch Geschiebe von höchstens 4cm Durchmesser und die Mergel sind grossentheils bituminös und enthalten nicht selten linsenförmige Einlagerungen von sandigem Eisencarbonat. Seltener ist, und zwar nur stellenweise ohne bedeutende Ausdehnung, bituminöser Süsswasserkalk zu finden.

Auch die Wasserablagerungen dieses Schichtencomplexes zeigen in ihren oryktognostischen Bestandtheilen den Ursprung von den umgebenden Grundgebirgsmassen, enthalten jedoch häufige Versteinerungen von Pflanzen- und Thierresten.

Ein deutliches Bild des Schichtencomplexes dieser Zone bietet der Deákstollen, der, im ärarischen Grubenfelde Franz im östlichen Muldenflügel am Nordrande der Formation angelegt, die Schichten beinahe senkrecht auf das Streichen derselben verquert und dessen Schichtenprofil auf Taf. IX, Fig. 8, dargestellt erscheint.

Aus demselben ist zu ersehen, dass die Kohlenflötze an der Zusammensetzung dieses Complexes einen nicht unbedeutenden Antheil haben, denn in dem blos vom Deákstollen verquerten Theile allein, welcher eine Ausdehnung von 554m hat, zeigt sich eine söhlige Gesammtmächtigkeit aller Kohlenflötze von 64,820m oder bei dem durchschnittlichen Verflächen von 57° eine wahre Gesammtmächtigkeit der Kohlenflötze von 54,453m und diese Mächtigkeit ist in der Wirklichkeit noch um die Stärke einiger Hangendflötze grösser, welche in dem, dem Deákstollen zunächstliegenden und mit ihm beinahe parallel streichenden Querthälchen, dem sogenannten Franzgraben, deutlich unterschieden werden können und der Zahl nach sich auf 5 belaufen. Da die Kohlenflötze weiter unten speciell nach ihrer Qualität und nach deren Lagerungsverhältnissen beschrieben werden sollen, so genüge hier deren Andeutung. Ob das im Franzgraben wahrgenommene äusserste Flötz auch wirklich das hangendste ist, kann bei dem gegenwärtigen Stande der Aufschlüsse nicht mit Bestimmtheit angenommen werden; denn der einzige, die Schichten verquerende grössere Einbau, d. i. der ärarische Deákstollen, wurde nach einer im Jahre 1872 die Grube betroffenen Feuerkatastrophe nicht weiter in das Hangende getrieben; am Südrande befinden sich noch keine

№ 17. XXVIII. Jahrgang.

Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.

1880. 24. April.

Verantwortlicher Redacteur:

Egid Jarolimek,

k. k. Oberbergrath und technischer Consulent im Ackerbau-Ministerium.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Josef von **Ehrenwerth**, a. o. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Carl Ritter von **Ernst**, Director der k. k. Bergwerksproducten-Verschleissdirection, Hanns **Höfer**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Příbram, Franz **Kupelwieser**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben, Johann **Lhotsky**, k. k. Bergrath im Ackerbau-Ministerium, Franz **Pošepný**, k. k. Bergrath und Franz **Rochelt**, o. ö. k. k. Bergakademie-Professor in Leoben.

Manz'sche k. k. Hofverlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 7.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen **Beigaben**. Der **Pränumerationspreis** ist jährlich **mit franco Postversendung oder mit Zustellung loco Wien** 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl. Für **Deutschland** jährlich 24 Mark, halbjährig 12 Mark. — Ganzjährige Pränumeranten erhalten im Herbst 1880 Fromme's montanistischen Kalender pro 1881 als Gratisprämie. — Inserate 15 kr. ö. W. oder 30 Pfennig die zweispaltige Nonpareillezeile. Bei öfterer Wiederholung laut Tarif bedeutende Preisermässigung. — Zuschriften jeder Art sind **franco** an die Verlagshandlung zu richten. Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

Beiträge zur Spreng- oder Minen-Theorie.

Von H. Hoefer, ord. Professor an der k. k. Bergakademie zu Příbram.

(Mit 14 Abbildungen auf Tafel VII.)

(Schluss.)

Der Trichter, der gegen die Galerien ausgeworfen wird, wirkt jedoch gegen keine freie, sondern gegen eine verzimmerte Fläche, die auch mehr Widerstand bietet. Andererseits ist jedoch zu bedenken, dass der den Wurfkegel begrenzende Theil des Risskegels gehoben wird, und zwar um so mehr, je näher er dem Wurfkegel liegt. Dieselbe Erscheinung muss sich auch bei den Galeriekegeln äussern und es ist nun die Frage, ob nicht der Vorschub des Wurfkegelrandes auf eine gewisse Länge hin so gross ist, um die Zimmerung zu zerstören; doch die Ulmen der Galerien sind verzogen (verkleidet) und somit kann diese Frage nicht beantwortet werden.

Eine andere Schwierigkeit bietet das Ausmessen der Galerie; bekanntermassen sind hierüber die Mineurs selbst noch nicht einig; so z. B. ist bei den Olmützer Versuchen nicht blos zu dem freien Ulm der Galerie gemessen, sondern auch noch die Stärke der Zimmerung einbezogen worden.

Zur Widerstandsfähigkeit der Galeriezimmerung trägt auch die Verbindungsart der 4 Thürstock- oder Rahmenstücke wesentlich bei. Ferner ist beim Vergleiche der Flanken- und Sohlengalerien zu beachten, dass bei letzteren der Druck des Wurfkegels auf die kürzere Kappe erfolgt, so dass der Widerstand ein grösserer ist als bei einer Flankengalerie, welche dem Drucke die grössere freie Seite bietet.

Wenn man alle die genannten Factoren im Auge behält, so sind die Differenzen in den Wurfradien einer Mine vollends erklärlich.

Die Minen II, III und V zeigen übereinstimmend eine Abnahme der Länge des Wurfradius mit der Zunahme der Tiefe; bei der Mine IV ist dieses auch noch beim Vergleiche der Flankengalerie 8 mit der Sohlengalerie 9 der Fall, während die Mine I gar keine derartige Gesetzmässigkeit erkennen lässt.

Will man aus jener Zifferreihe überhaupt ein Gesetz ableiten, so müsste man sagen, dass die Radien der „praktischen" Wurfsphäre (für Erdreich), bei welcher die relative Festigkeit der Zimmerung berücksichtiget wird, nicht so sehr die Form eines Ellipsoides mit horizontalliegender, grösster Achse hat, sondern eine Gestalt zeigt, die der eines Eies ähnelt, nur sind die Achsenunterschiede bedeutend kleiner. Ein Typus hiefür wäre die Mine III, bei welcher der vertical nach aufwärts gerichtete Radius (Wurfkegel) um 0,4919′ grösser als der horizontale (Flankengalerie 5) ist; in der IV. Mine jedoch ist diese Differenz zu Gunsten des horizontalen Radius; letztere Abweichung ist wohl dadurch erklärt, dass die Mine in horizontal geschichtetem Erdreich angelegt war, in welchem sich die Kraft in der Schichtfläche ungeschwächter fortsetzt, als wenn sie die Schichtflächen verquert, wie dies beim Wurfkegel und der Sohlengalerie der Fall ist.

Bei der Mine III ist der verticale Wurfradius nach aufwärts (Wurfkegel) um 11,08% grösser als jener nach abwärts (Sohlengalerie), während bei der Mine IV diese Differenz 10,73% beträgt, wobei zu bemerken ist, dass im letzteren Falle die Sohlengalerie relativ zur Minenherdtiefe seichter als bei der Mine III gelegen ist.

Aus den beiden Fällen, wo Sohlengalerien angelegt wurden, geht übereinstimmend hervor, dass der verticale Wurfradius nach aufwärts wesentlich grösser als jener nach abwärts ist. Nach den Anschauungen der Minentheoretiker der D o b e n heim'schen Schule sollen jedoch die beiden Radien — den kürzeren Diameter und die Rotationsachse des Ellipsoides bildend — gleich sein. E. Rziha gibt eine Erklärung für seine Annahme etwa folgendermassen: Durch den tagenden Wurfkegel ist ein Theil des Druckes nach aufwärts unbenutzt verloren, es wird deshalb der entgegengesetzte Druck nach abwärts in demselben Masse vermindert werden müssen. Die praktischen Wurfsphären, wie wir dieselben für die Minen III und IV berechneten, zeigen die Unrichtigkeit der Annahme gleicher verticaler Radien; wir können somit auch E. Rziha, bei aller Verehrung, die wir ihm zollen, in dieser Voraussetzung nicht beipflichten.

Hingegen wies Lebrun, um das Kürzerwerden des verticalen Radius nach abwärts (Sohlengalerie) zu erklären, auf die Thatsache hin, dass das lockere Erdreich mit der Tiefe dichter wird, theils vermöge des Druckes der darüber lastenden Massen, theils wegen der Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes mit der Tiefe. Dass die Wurfsphäre bei gleicher Ladung in dichteren Massen kleiner wird, ist evident und wir werden diese Thatsache weiter unten an der Hand der Olmützer Versuche nachweisen. Nachdem die Lebrun'sche Annahme befriedigend mit den früher erläuterten Resultaten übereinstimmt, so bekennen wir uns auch unumwunden zu dieser und wollen nur noch darauf hinweisen, dass bei den Sohlengalerien der Druck auch die Festigkeit der Zimmerung, speciell der Kappen derselben, zu überwinden hat. Die Bewerthung dieses Factors müssen wir den Untersuchungen Anderer überlassen.

In Fig. 14 Fig. VII ist ein Schnitt der praktischen Wurfsphäre nach der verticalen Rotationsachse gegeben, entsprechend den für die Mine III geltenden Abmessungen.

Von der Aufstellung der allgemeinen Achsengleichungen dieser praktischen Wurfsphäre müssen wir abstrahiren, da diese Aufgabe ganz speciell in das Gebiet des Minenwesens einschlägt; für festere Gesteine entfällt die Dichtenzunahme mit der Tiefe, insbesondere mit Rücksicht auf die relativ kleinen Vorgaben, welche wir beim Bergbaue, inclusive Tagbau, anwenden. Für unsere bergmännischen Zwecke muss deshalb die Wurfsphäre als Kugel angenommen werden, es fällt die theoretische mit der praktischen zusammen.

B. Die Ladungen.

Da im selben Gesteine (Erdreiche) die an der Oberfläche radial wirkenden Kräfte ($= x$) einander gleich sein müssen, so werden sich die Impulse (Ladungen) wie jene verhalten. Da sich jedoch die Oberflächen zweier Kugeln wie die Quadrate der Radien verhalten, so wird

$$L_{\text{I}} : L_{\text{II}} = R^2_{\text{I}} : R^2_{\text{II}},$$

wobei L_{I} die Ladung und R_{I} der Radius der hiezu gehörigen Wurfsphäre ist; die gleiche Beziehung besteht zwischen L_{II} und R_{II}.

Zur Bestimmung der Radien der Wurfsphären wollen wir durchwegs die Wurfkegel zu Grunde legen, da bei diesen keine mitbeeinflussenden Factoren (Zimmerung) in Rechnung kommen und dieselben am sichersten bestimmt werden können. Wir werden deshalb die früher mitgetheilten Werthe, aus den Wurfkegeln abgeleitet, zu Grunde legen.

Die Minen I und II sind in demselben Erdreiche angelegt worden, es muss entsprechend des oben angegebenen und auf die ungeschwächte Fortpflanzung der Kraft basirten Gesetzes $\frac{L_{\text{I}}}{R_{\text{I}}^2} = \frac{L_{\text{II}}}{R_{\text{II}}^2}$ sein, also die beiden Ladungscoëfficienten k_{I} und k_{II} sind gleich; setzen wir die Werthe

$$\frac{100}{19{,}3531^2} = \frac{177}{26{,}0633^2}.$$

Der linksseitige Ausdruck gibt als Ladungscoëfficient 0,266989
„ rechtseitige „ „ „ „ 0,260564.

Die Differenz zwischen diesen beiden Werthen ist verschwindend klein, nämlich 2,4 Procente; sie ist jedenfalls durch einen unvermeidlichen kleinen Fehler in der Abmessung bedingt, welcher sich schon bei der Bestimmung von R_m (Wurfradius) potencirte und sich in der vorstehenden Rechnung abermals quadrirte. In dieser Uebereinstimmung, die trotz so grosser Differenzen in den Ladungen und Wurfradien klar zu Tage tritt, haben wir abermals eine wichtige Bestätigung für unsere Grundannahme, dass sich die Kraft selbst im unelastischen Medium eben so fortsetzt, wie im elastischen — wenigstens innerhalb jener relativ kleinen Entfernungen, in welchen die Minenwirkung zerstörend auftritt. Wenn dies für lockeres Erdreich als richtig vorausgesetzt werden darf, so wird es umsomehr auch für jene Gesteine gelten, mit welchen es der Bergmann zu thun hat.

Für die Minen III, IV und V sind die Ladungscoëfficienten aus der nachfolgenden kleinen Tabelle zu entnehmen, in welcher auch die specifischen Gewichte der verschiedenen Erdarten, in welchen die Minen angelegt wurden, eingesetzt sind.

Mine Nr.	Ladungs-coëfficient $k = \frac{L}{R_m^2}$	Erdreich: Gew. eines Kub.-Fusses in Pfd	Erdreich: Art
I.	0,266989 [22])	94	Ungeschichtet.
II.	0,260564	94	Ungeschichtet.
III.	0,2705	97	Ungeschichtet.
IV.	0,3393	112	Geschichtet.
V.	0,3355	105,5	Geschichtet.

Aus dieser Zusammenstellung entnimmt man für alle fünf Minen übereinstimmend, dass der Ladungscoëfficient mit der Dichte des Erdreiches steigt und fällt, und dass bei gleicher Ladung und verschieden dichtem Erdreiche (Gesteine) der Wurfradius mit zunehmender Dichte kleiner wird. Diese Beziehung liesse sich allgemein, wenn δ die Dichte ist, ausdrücken:

$$R_m = \sqrt{\frac{L}{f(\delta)}}.$$

Die obige Tabelle unterstützt auch wesentlich die Richtigkeit der von uns acceptirten Form der praktischen Wurfsphäre im leicht comprimirbaren Erdreiche.

Wir wollen nun in einem Beispiele aus der Reihe der Olmützer Versuche die Anwendung unserer Formeln üben.

Für die Mine I ergab sich der Ladungscoëfficient mit $k = 0{,}266989$. Wir wollen in demselben Gesteine (unge-

[22]) Dieselben beziehen sich auf Messungen in Pfund und Fuss, müssten somit auf das metrische Mass — die Formeln haben auch hiefür Giltigkeit — umgerechnet werden.

schichtetes Erdreich 1 Kub.-Fuss = 94 Pfd) mit gleicher Dynamitsorte einen Wurfkegel von 11,42′ Vorgabe (w_1) und 16,17′ Basisradius (r_1) erzeugen; welche Ladung ist nothwendig?

Aus dem rechtwinkligen Dreiecke, in welchem w_1 und r_1 die beiden Katheden, R_1 = der Kegelseite die Hypothenuse sind, ist $R_1 = \sqrt{w_1^2 + r_1^2} = 19{,}796'$.[23])

Der Radius der Wurfsphäre ist nach Gleichung 29:

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{w_1}} = 26{,}0633'.$$

Dem gewünschten Wurftrichter entspricht eine Ladung nach Gleichung 26

$$L = k \cdot R_m^2 = 0{,}266\,989 \cdot 26{,}063\,3^2 = 181{,}3 \text{ Pfd}.$$

Wir haben als Beispiel den bei der Mine II erhaltenen Wurftrichter gewählt; bei diesem war in der That die Ladung 177 Pfd; es besteht somit zwischen Theorie und Erfahrung eine ganz unwesentliche Differenz von 2,4 Procent, über deren Entstehung bereits früher gesprochen wurde.

2. Beispiel. Für ein bestimmtes Gestein und Explosiv wurde der Ladungscoëfficient mit 0,6320 bestimmt. Wie gross muss unter gleichen Verhältnissen die Ladung sein, wenn man einen normalen, also grössten Wurfkegel bei 3,1′ Vorgabe erzeugen will?

Die Kegelseite $R = \sqrt{w^2 + r^2} = \sqrt{w^2 + \frac{w^2}{1{,}118}} = 1{,}34164\, w$ (siehe Ableitung der Gl. 5.)

$$R = 1{,}34164 \cdot 3{,}1 = 4{,}159'$$

Nach Gl. 5 . . . . $R_m = 1{,}554 \cdot w = 4{,}8174'$

Nach Gl. 26 ist $L = k\, R_m^2 = 0{,}632 \cdot 4{,}8174^2 = 14{,}66$ Pfd.

Zur Erzeugung des verlangten Wurfkegels wären 14,66 Pfd Explosiv nothwendig.

Der Körperinhalt des erzeugten normalen Wurfkegels ist $K = \frac{\pi}{3}\, r^2\, w = \frac{\pi}{3}\, \frac{w^2}{{}^5\!/_4}\, w = \frac{4\pi}{15}\, w^3 = 0{,}8377\, w^3 =$ 24,956 Kub.-Fuss.

Beispiel zur Werthbestimmung zweier Explosivs.

In den „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“ (Jahrg. 1873) publicirt Herr Oberlieutenant A. Ritter Trunkler von Treuimfeld auf S. 327 die Resultate von Versuchen, welche in Krems durchgeführt wurden. Die eine Mine war mit 40gradigem Pulver, die andere mit Dynamit (Sorte?) geladen, beide waren möglichst gleichartig im Diluvium angelegt, das aus 10′ gewachsenen Lehm (1 Kub.-Fuss 98 Pfd) und 2′ darunter aus Schotter mit Sand gemischt (1 Kub.-Fuss 110 Pfd) bestand. Beide Minen bekamen 12′ Vorgabe; die eine war mit 173 Pfd Pulver geladen, warf einen Kegel von 12,75′ Basisradius und die andere mit 58 Pfd Dynamit-Ladung erzeugte einen Wurfkegel von 10,25′ Basishalbmesser.

Wie stellt sich für diese Gesteinsverhältnisse der relative Sprengwerth der beiden Explosivs?

a) Pulvermine.

Die Kegelseite

$$R_1 = \sqrt{w_1^2 + r_1^2} = \sqrt{12^2 + 12{,}75^2} = 17{,}62'$$

Der Wurfradius

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^3}{w_1}} = 23{,}9562$$

Der Ladungscoëfficient

$$k_p = \frac{L}{R_m^2} = \frac{173}{23{,}9562^2} = 0{,}3794,$$

b) Dynamitmine.

$$R_1 = \sqrt{12^2 + 10{,}25^2} = 15{\cdot}81'.$$

$$R_m = \sqrt{\frac{15{,}81^3}{12}} = 18{,}1471'$$

$$k_d = \frac{58}{18{,}1471^2} = 0{,}17612.$$

Da sich die Ladungscoëfficienten verkehrt wie die Sprengwerthe der Explosivs verhalten, also $0{,}37949 : 0{,}17612 = W_d : W_p$, und wenn der Sprengwerth des 40gradigen Pulvers (W_p) als Einheit gesetzt wird, so ergibt sich der relative Sprengwerth der angewendeten Dynamitsorte mit

$$W_d = \frac{0{,}37949}{0{,}17612} = 2{,}15; \text{ d. h.}$$

der Sprengwerth des Dynamits ist für die vorliegenden Gesteinsverhältnisse 2,15 mal grösser, als jener des 40gr. Sprengpulvers. Ist der Preis des Dynamites kleiner als 2,15 mal jener des Sprengpulvers, so wird für diese speciellen Verhältnisse die Anwendung des Dynamites zu empfehlen sein.

Bei diesem Versuche hatte man den relativen Sprengwerth mit 3 vorausgesetzt; schon v. Trunkler wies auf Basis der älteren Formeln nach, dass dieser nur 2,45 sei: wir müssen ihn auf 2,15 reduciren.

Wir wünschen im Interesse des Bergbaubetriebes, dass in Kürze recht viele solche relative Sprengwerthe auf Basis genauer Versuche für die verschiedensten Gesteinsarten ermittelt werden mögen.

Sollten unsere theoretischen Untersuchungen zur weiteren Entwicklung der Kriegsminen beitragen, so würden wir damit nur einen kleinen Theil jener Schuld abtragen, zu welcher das gesammte Montanisticum unserem österreichischen Geniewesen verpflichtet ist, indem viele unserer neuesten sprengtechnischen Fortschritte von dieser Seite ausgingen, wie dies in jüngster Zeit selbst unsere französischen Fachgenossen öffentlich bekannten.

[23]) Kann auch aus der Kegeltangente mit Hilfe der Tabelle I berechnet werden.

Erkenntniss des Verwaltungsgerichtshofes vom 30. Jänner 1880, Z. 167.

(Schluss.)

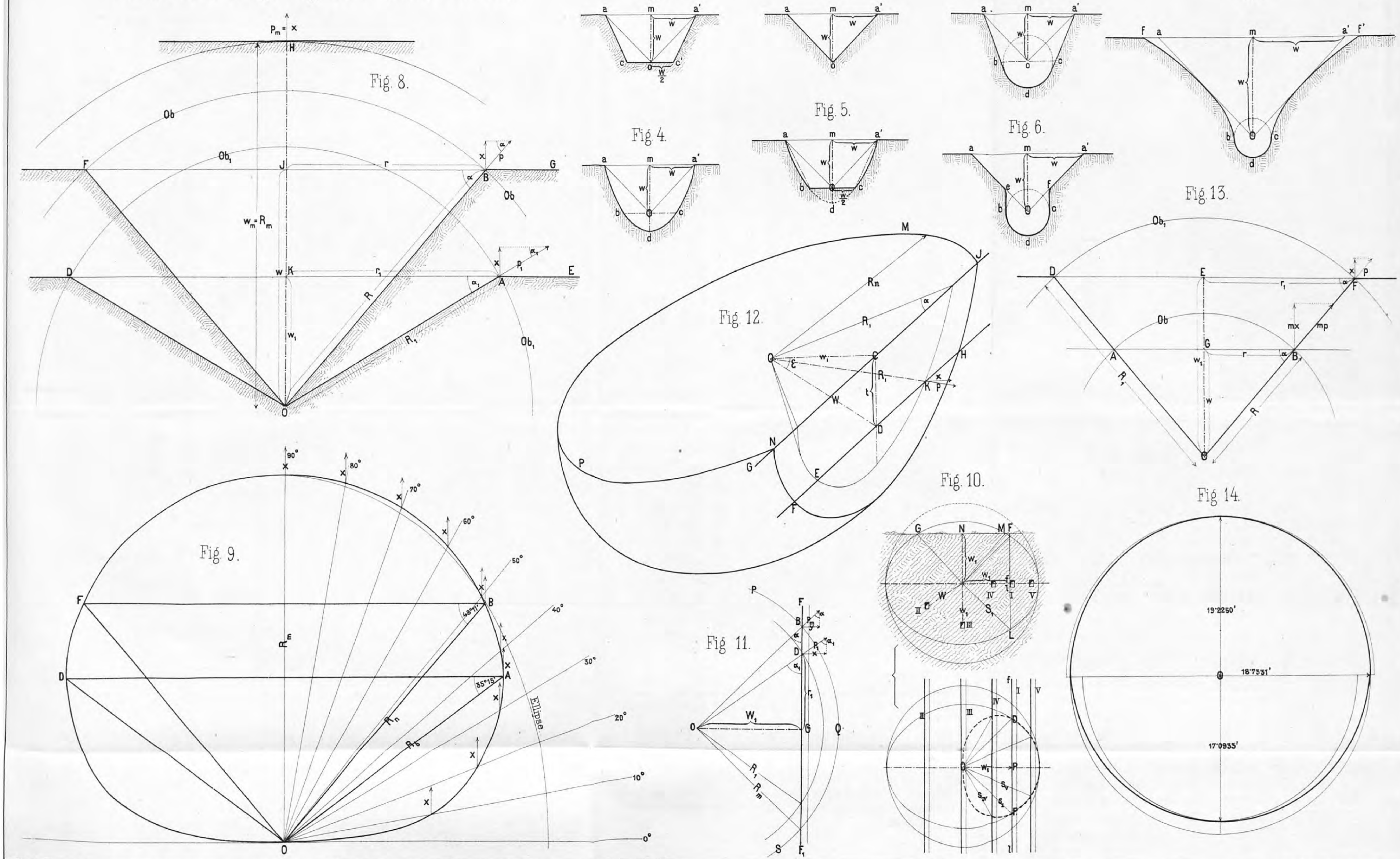
Gegen diese Entscheidung des Ackerbau-Ministeriums erhoben nun Brkits und Krohn Beschwerde beim Verwaltungsgerichtshofe.

Der Verwaltungsgerichtshof aber wies die Beschwerde nach durchgeführter öffentlicher mündlicher Verhandlung als gesetzlich nicht begründet zurück aus folgenden

Entscheidungsgründen:

Das k. k. Ackerbau-Ministerium hat mit der angefochtenen Entscheidung das recurrirte Erkenntniss der Klagenfurter Berghauptmannschaft vom 28. September 1878, Z. 1361, laut welchem mehrere von den Beschwerdeführern angemeldete Freischürfe, insoferne dieselben innerhalb der Grenzen des Idrianer Reservat-

Zu H. Höfer's Spreng- oder Minen-Theorie.



MANZ'sche k.k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien. Techn. art. Anst. v. Chr. Höller. Wien.