

125

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305695

F. Nr. 26 823



xx
768



III-307447

Ueber den Gebirgsdruck in den verschiedenen Teufen und seine Folgen für den Abbau der in Oberschlesien in so großer Ausdehnung gebauten mächtigen Flöze.

Von Berggrath Fr. Bernhardt, Balenze.*)

(Sonder-Abdruck aus der „Zeitschrift des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins“, Januar-Heft 1901.)

Es ist mathematisch wohl nicht zu bestreiten und auch den meisten Menschen von vornherein einleuchtend, daß in jeder beliebigen Teufe unter der Erdoberfläche das horizontal gemessene Quadratmeter Fläche im Durchschnitt das ganze Gewicht der senkrecht darüber bis zur Oberfläche anstehenden Gebirgssäule zu tragen hat, und daß also bei 100 Meter Teufe 100 Kubikmeter des bezüglichen Gesteins, bei 200 Meter 200 Kubikmeter und so weiter auf dem Quadratmeter ruhen, und daß daher, gleiches spezifisches Gewicht des Deckgebirges vorausgesetzt, der von oben wirkende Gebirgsdruck genau proportional der in Frage kommenden Tiefen zunehmen müßte. Wenn diese mathematische Wahrheit beim Bergbau so uneingeschränkt zur Geltung käme, so würde die Kunst des Bergmanns in verhältnißmäßig sehr geringer Tiefe aufhören. Man würde eben bei irgend welchen größeren Tiefen nicht in der Lage sein, Strecken und Baue offen zu erhalten. Wie aber jeder weiß, ist es die Kohäsion der Gebirgsschichten, welche es verhindert, daß die vom Bergmann unterhöhlten Massen ohne Widerstand in den Hohlraum hineinstürzen, beziehungsweise mit ihrem ganzen Gewicht auf den Ausbau der Höhlung drücken. Homogenität der Schichten, beziehungsweise Gleichheit ihrer Kohäsion nach allen Richtungen vorausgesetzt, sind die Gesetze des vom Bergmann durch den Ausbau seiner Hohlräume zu überwindenden Druckes höchst einfach. So lange das Gewicht aller über dem Hohlraum möglichen Bruchkörper nicht die Kohäsion übersteigt, welche an ihrer Umfangsfläche zwischen dem abbrechenden Körper und dem stehbleibenden Gebirge vorhanden ist, so lange entsteht kein Bruch und steht das Gebirge auch ohne Zimmerung, Zimmerung oder anderweitiger Ausbau wird nöthig, sobald das Gewicht des Bruchkörpers die Kohäsion an seiner Umfangsfläche übersteigt, und zwar beträgt der von ihr zu überwindende Druck mindestens die Differenz zwischen der Leistung der Kohäsion und dem Gewicht des Bruchkörpers.

*) Der Verfasser denkt nicht daran, den behandelten sehr schwierigen Gegenstand auch nur einigermaßen annähernd zu erschöpfen. Der Aufsatz verfolgt vielmehr nur den Zweck, die Kollegen auf die in demselben berührten Verhältnisse aufmerksam zu machen und weitere Beobachtungen und Erklärungen der behandelten Fragen anzuregen.

Wie verhalten sich nun aber diese beiden Kräfte zu einander?

Was zunächst den Bruchkörper und seine Gestalt und sein Gewicht anbetrifft, so wird er bei homogenen Stoffen jedenfalls eine Gestalt haben, bei welcher ein möglichst großer Inhalt beziehungsweise Gewicht einem möglichst kleinen Umfange gegenübersteht, es wird sich also um halbkugelartige Körper handeln, deren Grundfläche der unterhöhlte Raum bildet. Das Gewicht derartiger Körper nimmt, wie bekannt, mit ihrem Inhalt nach den Kuben der Radien der Grundfläche zu. Ihr Umfang dagegen, in welchem sie von dem Gebirge abreißen müssen, nimmt nach den Quadraten derselben Radien zu. Da nun aber jedenfalls die Gesamtheit der bei dem Bruche zu überwindenden Gebirgskohäsion proportional der Größe der abreißenden Fläche ist, so nimmt bei gleichbleibender Kohäsion die Chance des Bruchs, d. h. derjenige Zustand, bei welchem die unterhöhlte Fläche einbrechen muß, weil ein Gebirgskörper über ihr vorhanden ist, dessen Gewicht die Kohäsion an seiner Umfangsfläche überwindet, ungemein schnell zu, und jeder, auch der größten Gebirgskohäsion steht eine verhältnißmäßig schnell erreichbare Unterhöhungsfläche gegenüber, bei welcher das Gebirge, wenn es nicht unterstützt wird, einbrechen muß. Wie freilich auch jeder weiß, giebt es ein solches Gebirge von gleicher Kohäsion nach allen Richtungen nicht, der Bergmann kennt daher auch keine genau halbkugelförmigen Brüche. Aber sobald es sich nicht um leicht trennbare Schichtungsebenen von ganz geringer Kohäsion handelt, haben die Brüche, die der Bergmann kennt, jedenfalls auch die Neigung, sich zu wölben, und folgen dem angegebenen Gesetze, daß die Bruchchance sehr schnell mit der Größe der entblößten Fläche zunimmt. Auch ist irgend eine Veränderung der Bruchform in den verschiedenen Teufen der Bergwerke nicht zu bemerken.

Wie sich aus dieser Theorie ergibt, tritt eine Veränderung des vom Bergmann beim Ausbau seiner Strecken und Abbauten zu überwindenden Gebirgsdruckes in den verschiedenen Tiefen unter der Oberfläche nicht ein, und im allgemeinen, d. h. so lange die unterhöhlten Räume und

ihre Durchmesser verschwindend klein sind gegen die in Frage kommenden Sohlentiefen, spricht auch die Praxis für diesen Grundsatz.

Nur in zwei Beziehungen, welche aber beide nur das Verhalten der Kohlenflöze als Nebengebirge betreffen, scheint eine Ausnahme gegen dieses Gesetz vorzuliegen.

Jeder, der die Ausrichtung der ober-schlesischen mächtigen Flöze in verschiedenen Sohlen und Tiefen mit Aufmerksamkeit mit durchgemacht hat, muß den Unterschied des Verhaltens auch der härtesten Flöze in den geringeren und größeren Teufen erkennen. Bei Teufen bis zu 100 Metern standen wenigstens in den östlichen und mittleren Revieren die Strecken, mit deren Breite man damals durchaus nicht vorsichtig umging, auf sehr große Erstreckungen ohne jede Zimmerung. In jenen Tiefen konnte man daher auch die verschiedenen Schachbrettsbetriebe in dem Glauben vornehmen, daß die Hohlräume ohne Zimmerung auf die Dauer stehen würden, und die von dem jüngst verstorbenen Geheimen Berg-rath Meizen in seiner Arbeit über den Abbau der ober-schlesischen mächtigen Flöze, vor jetzt beinahe 50 Jahren aufgestellte Theorie, daß es zweckmäßiger sei, die Felder mit breiten Strecken vorzurichten, als mit schmalen, konnte ihre scheinbare Begründung auch nur so lange haben, als diese breiten Strecken ohne Zimmerung so gut standen. Aber diese Zeiten gingen mit der Tiefe der Sohlen, in denen man baute, schnell genug vorüber.

Die Teufen von 100—200 Metern brachten wohl überall nur einen allmählichen, vielfach kaum merkbaren Uebergang, wenn auch vielleicht die Katastrophe, welche im Jahre 1873 das mit breiten Strecken vorgerichtete Feld des Krugschachtes der Königsgrube betraf, schon sehr geeignet war, den Kundigen die Augen zu öffnen. Bei dem bei dieser Katastrophe in Frage kommenden Bruchkörper, der ein ganzes Grubenfeld von mehreren 100 Metern Streichen ausmachte, spielte in der That auch schon die größere Tiefe, 160 Meter, eine Rolle. Da der Bruch nahezu auf einen Ruck bis zu Tage ging, so waren in der That bei der stattgehabten Zerdrückung der vorgerichteten Pfeiler größere Kräfte rege gewesen, als sie bei Abbautiefen von unter 100 Metern nur vorhanden sind, und es trat also hier, vielleicht das erste Mal in Ober-schlesien, der mit der größeren Abbautiefe gestiegene Druck in Thätigkeit, allerdings wohl nur deshalb in Thätigkeit, weil die entblößten, beziehungsweise nicht mehr hinreichend gestützten Flächen eine Größe erreicht hatten, die gegenüber den in Frage kommenden Tiefen durchaus nicht mehr verschwindend klein war.

Sobald man nun aber in Ober-schlesien an die Lösung von Tiefbau-sohlen ging, welche unterhalb 200 und 300 Meter liegen, machte man nun noch ganz andere Erfahrungen.

Von dem Auffahren der breiten und hohen Strecken war man schon vorher abgekommen, immerhin glaubte man sich noch Grundstrecken mit doppelten Gleisen auch bei 250 Meter Teufe gestatten zu können. Aber alsbald zeigte sich auch in den Flözen, welche man bei 100 Meter Tiefe 4 Meter breit ohne einen Spahn Holz aufgefahren hatte, eine unheimliche Spannung im Kohl. Die frisch aufgefahrenen, nicht verbauten Strecken fingen an, sich von selbst aufzuwölben und nicht selten bis an das Hangende aufzubrechen. Verbaute man aber auch noch so vorsichtig, so brach nicht selten das stärkste Holz oder die eingebauten Eisenbahnschienen. Versuchte man dann die Zimmerung auszuwechseln und nahm man das lose gewordene Kohl

weg, so stand die hoch und etwas gewölbt gewordene Strecke ohne Zimmerung und ohne daß sich ein weiterer Druck zeigte.

Bei noch größeren Tiefen, 300 Meter und mehr, wurden die Erscheinungen noch krasser.

Wenn auch ein eigentliches Eindringen der Strecken unter gleichzeitigem Einbruch des Hangenden wohl nicht häufiger vorkommt, als in den oberen Tiefen, so befinden sich doch die Flöze in diesen größeren Tiefen in so eigenthümlichen Spannungsverhältnissen, daß sie in viel größerer Ausdehnung verbaut werden müssen, als in den oberen Sohlen. Von Stößen und vom Hangenden lösen sich an Stellen, die sich noch am Tage vorher ganz sicher zeigten, plötzlich mehr oder weniger starke Schalen ab, die nicht selten Unglücksfälle herbeiführen.

In den größten bisher in Ober-schlesien erreichten Tiefen von 500 Metern bemerkt man nun auch, daß die in den Flözen vorhandene Spannung die Kohlengewinnung stark erleichtert. Obwohl das Kohl an sich wohl eben so hart ist, wie in den oberen Sohlen, hat doch schon in den Strecken eben wegen der Spannung des Kohls der bloße Hieb der Keilhauen einen größeren Effekt. Dasselbe gilt natürlich vom Sprengschuß. Die hier entstehenden Vortheile werden aber durch die Schwierigkeit des Ausbaues weit überwogen.

Der Unterzeichnete ist nicht in der Lage, irgend eine Theorie über diese mit der größeren Tiefe in unseren mächtigen Flözen stets zunehmenden Spannungserscheinungen mit irgend welcher Sicherheit aufzustellen. Mit dem gewöhnlichen Druck hat die Sache nichts zu thun, denn es läßt sich, wo das Kohl vom Hangenden oder von den Stößen abgedrückt wird, irgend eine Bewegung in den dahinter oder darüber befindlichen Massen nicht nachweisen. Das Gebirge dicht über einem solchen Bruch bleibt vielmehr gesund, und wenn wirklich Bewegungen desselben vorliegen, so sind sie wenigstens nicht meßbar oder nachweisbar. Mit diesen bei der Vorrichtung der Flöze in den tieferen Sohlen auftretenden Spannungserscheinungen scheint aber auch eine Veränderung in der Beschaffenheit der aus denselben Flözen in verschiedenen Tiefen gewonnenen Kohlen im Zusammenhange zu stehen.

Wie es jedem älteren ober-schlesischen Steinkohlenbergmann bekannt ist, ist der Stückkohlenprozentfall auch derjenigen Gruben, welche die härtesten Flöze bauen, in den letzten 30 Jahren ungemein zurückgegangen. Das hat ja zunächst von der allgemeinen Einführung der Separationen hergerührt, auf welchen manches Stück Kohl, welches bei der früher üblichen getrennten Förderung und Verladung von Stück- und Kleinkohlen unter den Stückkohlen geblieben und verladen wäre, zertrümmert wird und dadurch zur Vermehrung der unteren Sortimente beiträgt, aber auch nach der Einführung der maschinellen Separationen ist der Stück- und Würfelkohlenprozentfall mit der steigenden Tiefe des Abbaues weiter zurückgegangen. Dabei hat sich aber keineswegs der Staubkohlenprozentfall am meisten gesteigert, sondern die Hauptsteigerung betrifft die mittleren Sorten, Nuß, Gries. Das Kohl ist nicht eigentlich weicher, sondern spröder geworden.

Etwas leichter erklärlich als die eigenthümlichen mit der größeren Tiefe zunehmenden Spannungserscheinungen, die sich schon bei der Ausrichtung unserer mächtigen Flöze zeigen, sind die ebenfalls nach der Tiefe zu zunehmenden

Druckverhältnisse, die sich bei dem fortschreitenden Abbau derselben Flöze zeigen. Bei der Darlegung derselben kehre ich zunächst zu der Erklärung zurück, die ich oben für jeden über einem Hohlraum eintretenden Gebirgsbruch gegeben habe. Sobald die durch den fortschreitenden Abbau entblößte Fläche eine gewisse Größe erreicht hat, bricht ein halbkugel- oder glockenförmiger Körper in den Hohlraum ein, und es entsteht über diesem Einbruch ein anderer nach oben zu gewölbter Hohlraum, welcher um die Auflockerung des eingestürzten Gebirges kleiner ist als der erst vorhandene Hohlraum. Die so entstandene Glocke kann dann bei festem Gebirge sehr lange offen stehen. Da aber die eingestürzten Massen gegen die noch über der Glocke bis zu Tage vorhandenen Gebirgsmassen verschwindend klein sind, so wird durch diesen ersten Einbruch der Gesamtgebirgsdruck nicht wesentlich verändert, und da der Hohlraum selbst nicht trägt, so muß seine Umgebung die Massen, die sich über dem Hohlraum befinden, mittragen, so mittragen, wie etwa die Pfeiler, die ein Gewölbe tragen. Aber der Abbau bleibt nicht still stehen, und mit seinem Fortschreiten werden die nächsten Gewölbepfeiler mit weggenommen. Die Folge davon ist, daß dieses erste Gewölbe einstürzt, es bildet sich ein zweites größeres von ähnlicher Gestalt, aber von entsprechend größeren Dimensionen, welches die weiter vorgeschobenen Gewölbepfeiler entsprechend mehr belastet. Bei dem weiter fortschreitenden Abbau schwächerer Flöze tritt nun bald der Fall ein, daß durch die Auflockerung der eingestürzten Massen der Hohlraum ausgefüllt wird, die aufgelockerten Massen fangen an, das Hangende mit zu tragen, dazu kommt dann auch noch die natürliche, gar nicht zu unterschätzende Elastizität des Gebirges, die von oben her den Bruch sanft zufüllt und so das Nachbargebirge entlastet. Bei dem Abbau mächtiger Flöze treten aber, namentlich wenn das Hangende von festen Sandsteinen gebildet wird, diese Hilfen verhältnißmäßig spät ein. Die Zerkleinerung, die diese Massen beim Einbrechen der großen Glocken erfahren, ist nur gering, und mit dem fortschreitenden Abbau werden unter diesen Verhältnissen die nicht unterstützten Flächen des Gebirges immer größer, und der Druck, der auf den noch anstehenden Kohlenpfeilern lastet, wächst dementsprechend. Dabei können die durch den Abbau zunächst entstandenen Hohlräume recht gut angefüllt sein, so daß der Bergmann von den noch offen stehenden Räumen, die sich hoch darüber befinden, gar nichts merkt, wenn er nicht auf ihr Vorhandensein aus den sich nun immermehr steigenden und in das noch anstehende Kohlenfeld sich immer weiter ausdehnenden Druckerscheinungen schließen könnte. Dabei ist über Tage noch keine Spur von Senkung. Die Glocke ist vielleicht um 100 Meter oder mehr aufgebrochen, ein Gewölbe, in welches man die größten Kirchen sammt ihren Thürmen stellen könnte, aber die über diesem Gewölbe befindliche Last des weiteren Deckgebirges ist auch noch ein paar Hundert Meter stark, und diese ganze Last muß nun wie von Strebpfeilern von dem Nachbargebirge, also auch von den noch im Abbau befindlichen Kohlenpfeilern, getragen werden. Da regen sich wieder weithin in das Nachbargebirge hinein die un-

heimlichen, nicht meßbaren und nur in ihren Folgen erkennbaren, Druck- und Spannungskräfte. Die schmal getriebenen Strecken werden breit, ganze mächtige Kohlenbänke brechen, ohne vorher auch nur ein Zeichen zu geben, ein. Die Zimmerung wird zerdrückt, man ersetzt sie durch neues Holz, und dieses neue Holz bricht bald wieder. Die Bremschachtpfeiler halten nicht mehr und müssen aufgegeben werden, ganze Bauabtheilungen, deren Strecken zu breit aufgefahren sind, oder deren Pfeiler allmählich zu schwach geworden sind, müssen verlassen werden, und Wehe dem Schacht, dessen Sicherheitspfeiler zu sehr geschwächt sind. Dazu tritt die Gefahr des Grubenbrandes. Daß solche unter großem Druck befindliche und schließlich zerdrückte Kohlenpfeiler sehr große Neigung zur Selbstentzündung haben, ist nach der Theorie unzweifelhaft und wird auch durch die allgemeine Erfahrung bestätigt.

So kommen, je weiter der Abbau der mächtigen Flöze in der größeren Tiefe sich ausdehnt, je fester das hangende Gestein ist, immer größere Kräfte zur Auslösung, und zwar gestalten sich die Verhältnisse gerade da am schwierigsten, wo ungestörte Lagerungsverhältnisse und ein nicht überbautes Grubenfeld einen recht regelmäßigen Abbau gestatten. Jeder Sicherheitspfeiler, der zum Schutze der Oberfläche stehen gelassen wird, oder aber auch jede Unterbrechung des Abbaues durch irgend eine Gebirgsstörung unterbricht auch die Gefahr, bildet einen Schutz für sein Hinterland gegen die Gefahr des durch den vorrückenden Abbau gesteigerten Drucks. Wir sind in Oberschlesien jetzt erst am Anfange der Erfahrungen, die wir bei dem Abbau der mächtigen Flöze in größerer Tiefe zu machen haben. Verhältnißmäßig nur geringe Kohlenmengen werden bis jetzt aus Tiefen von mehr als 400 Metern gewonnen. Aber schnell genug werden die Tiefbausohlen 600 und 800 Meter tief werden müssen, und in diesen Tiefen wird sich, ganz abgesehen von ihrer maschinellen Lösung, auch der Kohlenabbau unter ganz anderen Bedingungen bewegen, als der Abbau in oberen Tiefen. Wie diesen Gefahren zu begegnen ist, das wird durch viele Erfahrungen erkaufte werden müssen. Klar ist zunächst, daß kleinere Abbauflächen in großen Tiefen die Oberfläche gar nicht oder nur ganz unmerkbar werden in Mitleidenschaft ziehen.

Große ununterbrochene Abbauflächen bilden aber in großen Tiefen eine ungeheure Gefahr, die leicht zu Katastrophen führen kann.

Ob man sich diesen Verhältnissen gegenüber zur ganzen oder theilweisen Einführung von Verjäzarbeit oder zur Opferung größerer Kohlenpfeiler zweckmäßiger Weise entschließen wird, das ist eine Frage der Dekonomie, d. i. hauptsächlich der Kohlenpreise. Gänzlich ohne Erfahrungen sind wir aber noch über die Folgen des Abbaues mehrerer dicht über einander liegenden Flöze in großen Tiefen. Es ist möglich, daß der Abbau des zweiten Flözes, wenn er nicht zu schnell hinter dem Abbau des ersten Flözes folgt, d. h. wenn er die vollständige Beruhigung des ersten Abbaues abwartet, unter wesentlich günstigeren Bedingungen, d. h. ohne Glockenbildung, verlaufen wird. Dafür wird aber die Gefahr der brandigen Wetter größer.

30.00

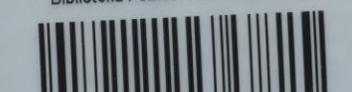
19 5

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

III-307446

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

III-307447

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

100000317570

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

100000317574

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
 33218
L. inw.
ul. Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

100000305695