

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Bergat in Wien,

Franz Kieslinger,

k. k. Oberbergverwalter in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl Ballng, k. k. Bergat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard Doležal, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. Ernst, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald Foltz, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Karl Habermann, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Hans Höfer, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Josef Hörhager, Hüttenverwalter in Turrach, Adalbert Káš, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Příbram; Johann Mayer, k. k. Bergat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Franz Poech, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl A. Redlich, a. o. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Karl von Webern, k. k. Sektionschef im k. k. Ackerbauministerium und Viktor Wolff, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzschen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. Pränumerationspreis: jährlich für Österreich-Ungarn K 28,—, für Deutschland M 25,—. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche. — Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergate Prof. O. Cséti. (Fortsetzung.) — Die Goldbaggerei in Europa. (Schluss.) — Erteilte österreichische Patente. — Notizen. — Literatur. — Ankündigungen.

Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche.

Von Alois Becker, dipl. Bergingenieur in Kotterbach (Ungarn).

I.

Das Studium der plötzlichen Gasausbrüche ist über die Stufe nicht hinausgediehen, bis zu welcher es hauptsächlich Arnauld entwickelte, besonders was die Frage nach der Ursache dieser Erscheinungen anbelangt. Als letztere wird allgemein angenommen, dass in natürlichen Hohlräumen oder besonders porösen Partien gasreicher Flöze die Gase in so hoher Spannung enthalten sind, u. zw. infolge einer im Verlaufe der geologischen Prozesse allmählich vorgeschrittenen Kompression vielleicht bis zum festen Aggregatzustande, dass sie bei Annäherung bergmännischer Baue, das feste Zwischenmittel zertrümmernd und auswerfend, in Form plötzlicher Eruptionen frei werden. Im nachstehenden möchte ich es versuchen, die eben angedeutete Theorie einigermaßen zu erweitern, u. zw. dahin, dass die plötzlichen Gasausbrüche nur zum Teil aus der oben angedeuteten Ursache erfolgen, zum andern Teil aber der Gebirgsdruck infolge der bergmännischen Tätigkeit stellenweise eine lokale Erhöhung der in der anstehenden Kohle und gleichzeitig der in den darin enthaltenen Gasen herrschenden Spannung verursacht, welche sich in den Gasausbrüchen ausgleicht. Es soll gleich hier erwähnt werden, dass bei dieser Art der plötzlichen Gasausbrüche die Hauptursache der Gebirgsdruck bildet, während den Gasen eigentlich die Nebenrolle eines das Zustandekommen des Phänomens befördernden Agens

zukommt. Auf diese Weise gewinnen die Gasausbrüche an allgemeiner Bedeutung, da sie andeuten, dass der Gebirgsdruck in größeren Teufen in einer anderen Weise wirksam zu werden vermag, woraus der Bergbaukunst schwierigere Aufgaben erwachsen werden, als in den geringeren Teufen.

Dem vorliegenden Versuche, die Theorie der plötzlichen Gasausbrüche im angedeuteten Sinne zu erweitern, verleiht die Veröffentlichung von Beschreibungen ähnlicher Erscheinungen eine Basis, welche Erscheinungen sich jedoch dadurch von den Gasausbrüchen unterscheiden, dass dabei ein komprimiertes Gas als beschleunigendes Agens vollständig fehlt. Solche Beschreibungen hat die Fachliteratur hauptsächlich in der Darstellung der in der Braunkohlengrube Hausham in Ober-Bayern, in den schwedischen Eisensteingruben und in den Příbramer Erzgruben erfolgten Kohlenstoßexplosionen, Pfeilerschüsse oder Bergschläge benannten Erscheinungen, bekannt gemacht. Ich habe seinerzeit als Betriebsleiter einer Steinkohlengrube mit plötzlichen Gasausbrüchen Gelegenheit gehabt, mich mit diesem Gegenstand unmittelbar zu befassen und gelangte zu dem Ergebnis, dass die bisherige Hypothese bezüglich der Ursache dieser oft verhängnisvolle Katastrophen vermittelnden plötzlichen Gasausbrüche in vielen Fällen unbefriedigend sei. Dies werden wohl auch andere Fachgenossen erkannt haben und daher den durch obige Veröffentlichungen angeregten,

vorliegenden Versuch vielleicht als nicht unmotiviert betrachten. Eine abschließende Behandlung dieses Gegenstandes war nicht möglich, der Zweck ist also mehr die Anregung zu weiteren Forschungen.

II.

Die derzeitigen Ansichten über das Wesen der plötzlichen Gasausbrüche seien im folgenden kurz wiedergegeben:

Wie dies die Bezeichnung ausdrückt, versteht man darunter den plötzlichen, meist vehementen Ausbruch des im Flöz, resp. in porösen und klüftigen Partien unter hohem Druck eingeschlossenen Gases (überwiegend Methans), wobei ein Teil der anstehenden Kohle durch die Gewalt der ausbrechenden Gase zertrümmert und in die offenen Grubenräume hineingeschleudert wird. Veranlasst wird der Ausbruch, wenn mit dem Vorrücken der Ortsstöße die undurchlässige Hülle, welche die komprimierten Gase umgibt, derart geschwächt wurde, dass sie dem Druck der Gase nicht mehr zu widerstehen vermag. Die wichtigsten Mittel zur Verhinderung der plötzlichen Gasausbrüche sind: Vorbohrungen nach allen Richtungen und Verlangsamung des Vortriebtempos, um der Entgasung Weg und Zeit zu geben.

Die Gewalt der Gasausbrüche ist eine verschiedene und es lässt sich darauf aus der Menge der ausgeworfenen Kohle schließen. Zu den gewaltigsten und zugleich bekanntesten derartigen Erscheinungen sind zu zählen z. B. der plötzliche Gasausbruch vom 17. April 1879 am Schacht II der Grube Agrappe in Framaries, welcher nach Harzé über 4000 *hl* pulverisierte Kohle auswarf; dann der plötzliche Gasausbruch vom 3. Jänner 1865 auf der Grube Midi de Dour (Hainaut), wobei 175 *m*³ zerriebene Kohle die Strecke auf eine gewisse Entfernung vollständig ausfüllten; der Ausbruch vom 18. Dezember 1896 am Schachte II in Resicza (Banat), wobei über 500 *m*³ Kohle, ebenfalls größtenteils pulverisiert und ausgeworfen wurden u. s. w. Neben diesen gewaltigen Kräfteleistungen stehen bedeutend geringere, nach welchen nur einige Kubikmeter ausgeworfene Kohle konstatiert werden konnten.

Die plötzlichen Schlagwetterausbrüche werden nach den bisherigen Mitteilungen von folgenden Erscheinungen begleitet:

1. Von Schallphänomenen, vom dumpfen Knallen aufwärts in verschiedenen Nuancen auftretend; dieselben sind vor den meisten Ausbrüchen beobachtet worden. Sie wurden in den meisten Fällen, je näher der Moment des Ausbruches heranrückte, umso stärker und häufiger; in manchen Fällen waren sie nur selten und schwach, in manchen auch gar nicht beobachtet worden. Als Ursachen des Knallens der Kohle werden die durch die Gasspannung verursachten Bewegungen, Ablösungen und Spaltungen im Innern der Kohlenbänke angenommen.

2. Das Vorschoben der Ortsbrust, oft auf mehrere Meter gegen den offenen Raum zu innerhalb ganz kurzer Zeit wurde ebenfalls häufig beobachtet, obwohl diese Erscheinung in anderen Fällen wieder ganz ausbleibt.

3. Ein starker Gebirgsdruck scheint in allen Fällen die ausbruchsgefährlichen Flözteile, resp. die darin vorrückenden Baue auszuzeichnen.

4. In den meisten Fällen war unmittelbar vor dem Ausbruch eine abnormal starke Gasexhalation nicht beobachtet worden, diese ist wenigstens nicht gemeldet worden.

5. Das Kompaktwerden der Kohle vor einigen plötzlichen Gasausbrüchen verdient ebenfalls beachtet zu werden. Dabei herrscht oft in dem Kohlenstoß eine derartige Spannung, dass einzelne Kohlenpartikelchen abgerissen und weggeschleudert werden.

6. In den Bohrlöchern, welche in die anstehenden Kohlenmassen getrieben wurden, hat man bekanntlich Gasspannungen bis 42,5 *at* gemessen. Der wirkliche Gasdruck muss aber den gemessenen bedeutend über-treffen, da die Abdichtung der Stöße und der Bohrlöcher nicht gut gelingt. Gewöhnlich wird aber auch in gasreichen Flözen ein Gasdruck von bloß einigen Atmosphären gemessen. Nun hat man die Beobachtung gemacht, dass falls in ausbruchsgefährlichen Partien der Gasdruck in frischen Bohrlöchern den früheren gegenüber bedeutend höher ist, auch die Gefahr des Gasausbruches größer wird.

7. Nach erfolgten Gasausbrüchen wurden häufig an den Ausbruchsstellen unregelmäßige Hohlräume vorgefunden, in welchen man die erweiterten Centren der mit komprimiertem Gas erfüllten Hohlräume oder porösen Partien, aus welchen der Ausbruch erfolgte, vermutete.

8. Schließlich hat man gefunden, *a*) dass die plötzlichen Gasausbrüche erst in größeren Teufen, also von einigen hundert Metern an, aufzutreten beginnen, *b*) dass schneller Vortrieb der Ortsstöße mit gar keinen oder wenigen und kurzen Ruhepausen die Ausbruchsgefahr erhöht, langsamer Vortrieb mit entsprechend vielen und langen Unterbrechungen dieselbe vermindert, *c*) dass Vorbohrungen von mehr als 4 *m* Länge die Ausbruchsgefahr verringern, *d*) dass Verwerfungen und sonstige Störungen häufig in der Nähe der Ausbruchsstellen vorkommen, also damit zusammenhängen scheinen, *e*) dass die Gase in ein und demselben Flöz nicht von gleichmäßiger Spannung sind, sondern dass verschiedene Spannungszonen vorkommen, *f*) dass die geologischen Vorgänge bei der Kompression der Gase die Hauptrolle gespielt haben mögen, *g*) dass die Gefahr der Ausbrüche mit der Teufe zunimmt.

Der Gasgehalt und die Qualität der Kohle, die Lagerungsverhältnisse, der Gebirgsdruck, die Intensität des Bergbaues u. s. w. spielen also beim Zustandekommen eines plötzlichen Gasausbruches zusammen; je nachdem der eine oder der andere der erwähnten Faktoren verändert auftritt, muss auch das Resultat verändert ausfallen. Dabei darf nicht übersehen werden, dass die hier in Betracht kommenden meisten Veränderungen heute noch für fast unmessbar gelten und dass infolge der eigentümlichen Bedingungen in den unterirdischen Grubenräumen der Beobachter vielfach irreführt wird. Es ist also nicht leicht, alle die einen plötzlichen Schlagwetterausbruch begleitenden Umstände genau zu beobachten

und die wirkenden Kräfte und resultierten Erscheinungen, resp. Veränderungen zu messen.

III.

Die plötzlichen Gasausbrüche bedeuten für die Bergleute eine furchtbare Gefahr, da sie meist ganz unerwartet das Ausbruchsort und oft auch die nächsten Grubenräume mit größtenteils pulverisierter Kohle, Gesteinstrümmern und mit irrespirablen Gasen erfüllen und in ihrem Bereich alles Leben ersticken, außerdem manchmal infolge Entzündung der Gase an Lampen u. s. w. verheerende Explosionen verursachen; sie sind aber glücklicherweise verhältnismäßig seltene Erscheinungen, die bisher in Belgien, in Frankreich, in Südungarn in einigen Gruben auftraten. Die in England beobachteten und meist hierhergezählten plötzlichen Gasausbrüche sind eigentlich grundverschieden, gehören also nicht hierher. Was die Beschreibung der belgischen und der nordfranzösischen plötzlichen Gasausbrüche anbelangt, so soll hier auf die bezüglichen Arbeiten Arnoulds und Harzès verwiesen werden. Im gegenwärtigen Versuch sollen nur die in Resicza (Banat) erfolgten Gasausbrüche, über welche bisher noch gar nichts oder nur wenig bekannt ist und die den belgischen und französischen ganz ähnlich sind, kurz beschrieben werden.

Es werden dort zwei, je 1,0 bis 3,5 m mächtige, teilweise in je zwei Bänken abgelagerte Liasflöze gebaut, das Zwischenmittel zwischen den beiden Flözen ist 40 bis 50 m mächtig. Beide Flöze sind annähernd gleich gasreich und vielfach gestört. Das Gebirge, im unmittelbaren Hangenden des Hangendflözes aus feinkörnigem Sandstein bestehend, dann immer häufiger mit mildem, vollkommen kohäsionslosem, bituminösem Schiefer wechsellagernd und schließlich in denselben vollkommen übergehend, ist sehr druckhaft. Infolge dieser „rinnenden“ Schieferpartie, welche Mergelschichten überdecken, müssen jene Teile des Hangendgebirges, welche durch den abwärts rückenden und bereits in eine Seigerteufe von fast 600 m gelangten Bergbau (ohne Versatz) unterhöhlt wurden, mit ihrer ungeheuren Last auf jenen festeren Sandsteinschichten ruhen, welche das unmittelbare Hangende des Hangendflözes bilden. Daher der starke Gebirgsdruck, welcher im Hangendflöz mehr fühlbar wird als im Liegendflöz. Es sei gleich hier noch bemerkt, dass die plötzlichen Gasausbrüche hauptsächlich in der Nähe von Verdrückungen auftreten und bisher nur im Hangendflöz und in 400 m überschreitenden Teufen erfolgt sind. Sie sind bisher bloß auf Aufschluss- und Vorrichtungsbaue beschränkt und die Abbaue davon verschont geblieben. Der erste plötzliche Gasausbruch erfolgte im Jahre 1896, und es sind seither zirka 13 Gasausbrüche, also durchschnittlich 1,3 pro Jahr zu verzeichnen. Über diese Gasausbrüche soll im folgenden in chronologischer Reihenfolge kurz berichtet werden, soweit mir hierüber verlässliche Angaben zur Verfügung stehen.

1. Der erste plötzliche Gasausbruch in Resicza, bisher zugleich auch der gewaltigste, erfolgte im

Szócsenschacht am 18. Dezember 1896, erstickte die Belegschaft auf der Ausbruchstelle; die ausgebrochenen Gasmassen wurden auf bisher nicht genau aufgeklärte Weise angezündet und explodierten mehrmals nach einander; der Katastrophe fielen 70 Menschenleben zum Opfer. — Am VI. Tiefbau (450 m Teufe) hatte nämlich der vom Schachte aus ins Hangende vorrückende Hauptquerschlag nach Durchquerung des Liegendflözes und des darauffolgenden, hier 47 m mächtigen Sandsteinmittels, das Hangendflöz aufgeschlossen, und es wurden nun in letzterem gegen Ost und West Grundstrecken (nebst einer Wetterstrecke) ausgefahren. Die Wetterstrecke — welche man behufs Abführung der Schlagwetter gegen West stark fallend vorgetrieben hatte, so dass der senkrechte Abstand zwischen Grundstreckenfirste und Wetterstreckensohle beim Querschlag 6,5 m, am westlichen Feldort aber nur mehr 1,25 m betrug — hatte vom Querschlag gegen Westen 67,5 m Länge erreicht, während das Feldort der Grundstrecke um 2 m zurückgeblieben war. Dies war am 18. Dezember 1896 erreicht, als Nachmittag zwischen 6 und 7 Uhr auf der Wetterstrecke, vom westlichsten (fünften) Durchhiebe zu der Grundstrecke zirka 5 m westlich, der Gasausbruch ohne alle Anzeichen — wie man aus der Situation der Leichen der dort erstickten Arbeiter konstatierte — erfolgte. An der Ausbruchsstelle wurde — als sie nach der mehr als ein Jahr dauernden Gewaltigung wieder befahren werden konnte — ein unregelmäßiger Hohlraum von zirka 25 m³ Rauminhalt beobachtet; das Flöz war hier von abnormaler Mächtigkeit (4 m); aus dem erwähnten Hohlraum ragten Sandsteinblöcke hervor. Die ausgeworfene Kohle war größtenteils pulverisiert und schloß die Grundstrecke hermetisch ab; sie wurde bei der Gewaltigung bereits wieder so fest vorgefunden, dass sie mit der Keilhaue wieder gewonnen werden musste und sich von der anstehenden Kohle nur durch ihr mattes, glanzloses Aussehen unterschied. Sie enthielt noch immer Gaseinschlüsse, kleine Bläser, deren einer einen Arbeiter bei der Gewaltigung durch Wegschleudern einiger Stücke am Gesichte leicht verletzte. Es waren hier 805 Förderwagen Kohle à 600 kg Nettogewicht und einige Gesteinstücke bis über 1 m³ Größe ausgeworfen worden. Die maximale Auswurfweite betrug 70 m. Wie bereits erwähnt, war das Flöz an der Ausbruchsstelle abnormal, zirka 4 m mächtig, hatte in der ganzen Partie ein normales Streichen und ein normales Verflächen (60° gegen Süd). Es lagerte sich beiläufig bis 30 m oberhalb und 20 m unterhalb der Grundstrecke, streichend gegen 100 m Länge (östlich und westlich durch Verdrückungen begrenzt). Das Feldort hatte sich einer Verdrückung genähert. Die Kohle war mittelfest und sehr trocken, staubig; sie entwickelte zeitweise starke Schlagwetter. Häufig wurde starkes Knallen gehört. Sowohl das hangende als das liegende Nebengestein bildete fester Sandstein. Die Feldörter (nämlich auf der Grund- und Wetterstrecke) wurden in $\frac{3}{3}$ Schichten, also ohne Ruhepausen, sowie auch ohne Entgasung durch Vorbohrungen vorgetrieben.

2. Diesem Gasausbruche schließt sich ein zweiter an, der am 24. Jänner 1898 erfolgte, wie es scheint, sowohl auf der Grund-, als auf der Wetterstrecke, als dieselben über die Stelle des ersten Gasausbruches hinaus um 20 m weiter westlich vorgetrieben waren. Es wurde auch hier eine beträchtliche Menge pulverisierter Kohle ausgeworfen, eine genaue Angabe der Menge fehlt. Das Flöz war an der Ausbruchsstelle 2 m mächtig und keilte sich gegen West allmählich aus, also auch hier war in der Nähe der Ausbruchsstelle eine Verdrückung. Die Kohle war mittelfest, trocken, das Streichen und Verfläachen normal. Diese Flözpartie erstreckte sich oberhalb der Ausbruchsstelle auf 40 m, unterhalb derselben auf

20 m, die streichende Ausdehnung war zirka 25 m (zwischen Verdrückung und Verdrückung). Sowohl das hangende als auch das liegende Nebengestein war mittelfester Sandstein. In der anstehenden Kohle hatte man öfters Knallen vernommen; die Schlagwetter traten stark, zeitweise sehr stark auf. Vorgebohrt wurde nicht; es wurde in $\frac{3}{3}$ Schichten gearbeitet. Nach dem Gasausbruch beobachtete man eine Höhlung unregelmäßiger Form über den beiden Strecken, welche den Eindruck machte, als sei der Gasausbruch von oben von der Verdrückung aus erfolgt. Diesem Gasausbruch, welchem keine Explosion folgte, fielen zehn Menschenleben zum Opfer.

(Fortsetzung folgt.)

Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergrate Prof. O. Cséti.

Von Eduard Doležal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

(Fortsetzung von S. 262.)

4. Optisches Distanz- und Höheninstrument, Tachymeter von Cséti.

Ein Distanzmesser, der das direkte Längenmessen der Polygonseiten in der Grube längs gespannter Schnur mittels Messlatten gestattet, wäre, vorausgesetzt, dass er die gewünschte Genauigkeit böte und das Arbeiten mit demselben ohne Schwierigkeit und nicht zeitraubend sich bewerkstelligen ließe, dem Bergingenieur sehr willkommen und müsste allgemein freudig begrüßt werden.

Es ist naheliegend, dass da in erster Linie an einen optischen Distanzmesser gedacht wird. Schon vor geraumer Zeit hat das math.-mech. Institut von Breithaupt & Sohn in Cassel solche Distanzmesser empfohlen und seinen Instrumentgarnituren, welche zur Aufnahme von Polygonzügen mit verlorenen Punkten in der Grube, wobei Instrument und Signale auf geeignetem Unterbau umgesetzt werden, eine schöne Distanzlatte, aus Glas hergestellt, zu diesem Zwecke beigegeben. Die optische Distanzmessung scheint in der Praxis des Markscheiders keinen Anklang gefunden zu haben, wobei in erster Linie die Tatsache Schuld trägt, dass die gewöhnlichen optischen Distanzmesser mit Fadenmikrometer nicht jene Genauigkeit gewährleisten, die notwendig ist und mit Messlatten insbesondere bei geschultem Hilfspersonale leicht und sicher erzielt werden kann.

Es sei uns gestattet, nachfolgend die Theorie der optischen Distanz- und Höhenmessung zu entwickeln, worauf dann auf den optischen Distanzmesser von Cséti übergangen wird.

Theorie. Denken wir uns in der Vertikalen des Punktes *A* (Fig. 9) das Grubenuniversale, mit einem Porroschen Fernrohre ausgestattet, zentrisch aufgestellt

und im Punkte *B*, dessen Horizontalabstand *D* und Höhenunterschied *H* in bezug auf *A* bestimmt werden soll, befinde sich eine Distanzskala vertikal aufgehängt. Es sei nun auf der Distanzskala im Abstände *z* von der inneren Tangente *TT'* des Aufhängehakens der Distanzlatte entweder eine Zielscheibe oder aber eine Zielscheibenmarke *E* angebracht, welche dem Nullpunkte der Skala entspricht. Wird nun der eine distanzmessende Faden des Fadenmikrometers auf *E* scharf eingestellt, werden hierauf der Lattenabschnitt bei *F* und außerdem der

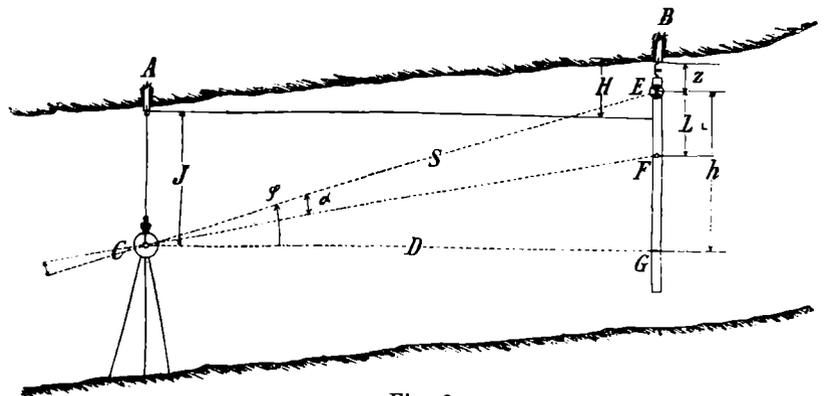


Fig. 9.

Vertikalwinkel φ der Linie *CE* abgelesen, so können die beiden Größen *D* und *H* berechnet werden.

Aus dem rechtwinkligen Dreiecke *CEG*, in welchem $CE = s$, $EG = h$ und $CG = D$ sind, folgt:

$$\left. \begin{aligned} D &= s \cos \varphi \\ h &= s \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

und zufolge der Gleichung

$$H + J = h + z,$$

welche unmittelbar aus der Fig. 9 abgelesen werden kann, ergibt sich der Höhenunterschied der beiden Punkte mit:

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Dr. Ludwig Haberer, k. k. Senatspräsident i. R., Wien,

Gustav Kroupa,

k. k. Bergrat in Wien,

Franz Kieslinger,

k. k. Oberbergverwalter in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Karl Ballng, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard Doležal, o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Wien; Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Carl R. v. Ernst, k. k. Hof- und Kommerzialrat in Wien; Willibald Foltz, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Karl Habermann, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Hans Hüfer, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Josef Hörhager, Hüttenverwalter in Turrach, Adalbert Káš, k. k. o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Pöbram; Johann Mayer, k. k. Bergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Franz Poech, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl A. Redlich, a. o. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. Karl von Webern, k. k. Sektionschef im k. k. Ackerbauministerium und Viktor Wolf, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzschén k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. Pränumerationspreis: jährlich für Österreich-Ungarn K 28,—, für Deutschland M 25,—. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche. (Fortsetzung.) — Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergrate Prof. O. Cséti. (Fortsetzung.) — Metall- und Kohlenmarkt im Monate Mai 1907. — Erteilte österreichische Patente. — Literatur. — Amtliches. — Ankündigungen.

Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche.

Von Alois Becker, dipl. Bergingenieur in Kotterbach (Ungarn).

(Fortsetzung von S. 272.)

3. Am 19. Jänner 1899 ereignete sich im selben Flözteil, als das Feldort nach Ausrichtung der Flözverdrückung, vor welcher der unter 2. beschriebene Gasausbruch erfolgte, weiter gegen Westen mit 20 m vorgeückt war und ein in diesem Punkte angelegtes Abteufen auf 20 m Teufe gekommen war, ein Gasausbruch. Das Flöz hatte nach Ausrichtung der erwähnten Verdrückung eine Mächtigkeit von 2,0 m angenommen, begann sich aber, als das Gesenke die angegebene Teufe erreicht hatte, zu verdrücken und zugleich zu verflachen, als der Gasausbruch erfolgte. Streichen und Verflachen waren im übrigen normal. Die Kohle war trocken, mittelfest und hat oft gekracht. Das Nebengestein war fester Sandstein. Die Schlagwetterentwicklung war konstant und zeitweise stark. Die Flözpartie hatte hier ober der Ausbruchsstelle eine Höhe von 50 m, unter derselben eine solche von nur 3 bis 4 m; die Ausdehnung im Streichen dürfte der beim zweiten Gasausbruch mit 25 m angegebenen vielleicht gleich gewesen sein. Der Ausbruch erfolgte um 10 Uhr vormittags, war verhältnismäßig schwach, da er nur acht Förderwagen (à 0,6 t) = zirka 5 t nicht herauswarf, sondern mehr herausdrückte. Dabei verunglückte niemand. Die Belegschaft arbeitete in 3 Schichten ohne Ruhepausen und ohne Vorbohrungen.

4. Am 30. Jänner 1899 erfolgte zwischen 11 und 12 Uhr vormittags am 6. Tiefbau des Szécsen-Schachtes (Teufe 450 m) ein plötzlicher Gasausbruch. Hier wurde

nämlich ein Querschlag zur Untersuchung der Lagerungsverhältnisse vom Hangendflöz aus weiter ins Hangend vorgetrieben, welcher in schiefrigem Sandstein bereits 60 m Länge erreicht hatte, als unmittelbar nach dem Absprengen des Feldortes der Gasausbruch erfolgte. Die Belegschaft war nicht gegenwärtig. Ausgeworfen wurden 47 Förderwagen = zirka 30,0 t Laufschiefer gemischt mit Kohle. Der Querschlag hatte sich nämlich mit dem 60. Meter den bituminösen Hangendschiefermassen derart angenähert, dass die damals noch anstehende, nur wenig mächtige Gesteinswand unter der Last der losen, gasreichen Schiefermassen durchbrach. Der Querschlag wurde nach dem Gasausbruch nicht fortgesetzt. Beim Vortrieb des Querschlages waren oft Schlagwetter konstatiert worden und einigemal wurde auch Krachen vernommen. Das Feldort war in $\frac{3}{3}$ Schichten ohne Ruhepausen und ohne Vorbohrung vorgetrieben worden.

5. Die chronologische Reihenfolge einhaltend, erwähne ich einen Gasausbruch, dessen genaues Datum mir nicht bekannt ist, nur weiß ich, dass er im J. 1900 erfolgte, u. zw. im Hangendflöz ober dem 6. Tiefbau des Szécsen-Schachtes nachts zwischen 1 und 2 Uhr aus einem Aufbruch. Der Aufbruch war bis 14 m Höhe über der Grundstrecke im Tauben vorgetrieben worden, erst hier gelangte derselbe in Kohle und ging bereits 11 m darin vor, als der Ausbruch erfolgte.

Die Mächtigkeit des Flözes an der Ausbruchsstelle war unbekannt, da der Aufbruch am Liegenden des

Flöz (mittelfester Sandstein mit unregelmäßig veränderlichem Verfläichen) getrieben und die Kohle bis an das Hangende nicht durchschlitzt wurde. Das Flöz besaß anfangs ein Verfläichen von 70° gegen Süd, später, $6,0\text{ m}$ unter der Ausbruchsstelle, lagerte es flacher, beiläufig unter 45 bis 50° . Die Kohle war an den Ortsstößen mild, überhaupt trocken und staubig; oft war auch — zeitweise starkes — Knallen vernommen worden. Die sonst nicht abnorme, konstante Schlagwetterexhalation war zeitweise stark. Über die Dimensionen der Flözpartie, in welcher dieser Gasausbruch erfolgte, liegen keine Daten vor. Der Ausbruch schien von der Ortsbrust ohne besondere Anzeichen herabzukommen und warf 50 Förderwagen Kohle = 30 t aus. Der Aufbruch wurde in $\frac{3}{3}$ Schichten ohne Ruhepausen und ohne Vorbohrungen vorgetrieben. Eine Verunglückung geschah hier nicht.

6. Der nächste Gasausbruch ereignete sich auch im Jahre 1900 (genaues Datum unbekannt) in dem Hangendflöz am 6. Tiefbau des Almásy-Schachtes (450 m Teufe). Die Grundstrecke war im Flöz von der Stelle, an welcher es der Hauptquerschlag verquert hatte, ohne dass ein Ausbruch eingetreten wäre, gegen Ost auf $48,8\text{ m}$ vorgerückt, als der Ausbruch gegen 6 Uhr abends von dem Feldort her erfolgte und 56 Förderwagen Kohle = zirka 34 t auswarf. Die Kohle war $2,0\text{ m}$ mächtig, mittelfest und trocken. Das Streichen und Verfläichen war normal. Das Hangendgestein war fest, das Liegendgestein mehr schiefrig und uneben. Die sonstigen Lagerungsverhältnisse sind mir unbekannt. Die Schlagwetter traten konstant auf, zeitweise stark. Krachen in der Kohle wurde oft und zeitweise stark vernommen. Die Belegschaft arbeitete hier in $\frac{3}{3}$ Schichten ohne Ruhepausen. Vorgebohrt wurde in der Weise, dass man alle 24 Stunden je ein $2,0\text{ m}$ langes Bohrloch in die Ortsbrust trieb. Später wurde nach dieser Ausbruchsstelle von einem Gegenorte aus durchgeschlagen, unmittelbar vor der Durchlöcherung wurde nach beiden Seiten die Kohle plötzlich herausgedrückt, ein eigentlicher Gasausbruch erfolgte jedoch damals nicht mehr.

7. Am 3. März 1901 erfolgte aus dem Hangendflöz am 6. Tiefbau (in der sog. „Kohlenlinse“) des Almásy-Schachtes (Teufe 450 m) aus der Ortsbrust der östlichen Grundstrecke von oben herab nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr ein plötzlicher Gasausbruch, welchem jedoch glücklicherweise kein Menschenleben zum Opfer fiel. Das Feldort der Grundstrecke war vom Hauptquerschlag bereits auf $6,0\text{ m}$ vorgerückt und, wie sich später herausstellte, in die Nähe einer Verdrückung gelangt. Die Flözpartie besaß eine Länge im Streichen von über 200 m , die Höhe nach dem Verfläichen ist unbekannt, dürfte aber nur unbedeutend sein. Das Streichen war ein abnormes, d. i. südliches, das Verfläichen ebenfalls abnorm, 8 bis 10° gegen West; dies gilt für die ganze Flözpartie. Das Nebengestein war fest, die Kohle $3,0\text{ m}$ mächtig, trocken und mild. Oft vernahm man starkes Krachen. Die Schlagwetterentwicklung war andauernd stark. Es wurden 48 Förderwagen = $30,0\text{ t}$ Kohle und

$2,0\text{ t}$ Gesteinstrümmer herausgeworfen. Die Belegschaft arbeitete in $\frac{3}{3}$ Schichten, vorgebohrt war auf $4,0\text{ m}$ Länge horizontal im Streichen.

8. Dieser Ausbruch erfolgte am 16. September 1901 am 7. Tiefbau des Almásy-Schachtes (Teufe 500 m) aus dem Feldort eines zur Untersuchung der Hangendschichten des Hangendflözes betriebenen Querschlags zwischen 5 und 6 Uhr nachmittags, warf 120 Förderwagen = zirka $70,0\text{ t}$ Staubkohle und Laufschiefer aus. Dabei verunglückte niemand. Der Ausbruch schien von oben herab zu kommen. Über die Lagerungsverhältnisse der Schieferschichten, aus welchen der Gasausbruch erfolgte, ist so viel bekannt, dass ihr Verfläichen 50° gegen Süd, ihre Mächtigkeit $6,0\text{ m}$ war und dass weiter im Hangenden ein grauer Schiefer von größerer Kohäsion folgte. Das Auftreten von Schlagwettern hatte man im Querschlag bereits 15 m vor der Ausbruchsstelle konstatiert. Krachen hatte man vom Hangenden oft gehört, einige Meter vor der Ausbruchsstelle besonders stark. Es wurde in $\frac{3}{3}$ Schichten ohne Ruhepausen gearbeitet. Die Vorbohrung fand regelmäßig statt, doch unmittelbar vor dem Gasausbruch war sie unterblieben.

9. Der Gasausbruch erfolgte am 28. November 1901 aus der Ortsbrust eines im Hangendflöz am 7. Tiefbau des Almásy-Schachtes (500 m Teufe) betriebenen Aufbruchs. Das Flöz war durch den Hauptquerschlag aufgeschlossen und ein Aufbruch belegt worden. Dieser hatte $7,0\text{ m}$ Höhe erreicht, als von oben her der Ausbruch erfolgte. Es wurden 78 Förderwagen = $46,0\text{ t}$ Kohle herausgeschleudert, wobei niemand verunglückte. Die Mächtigkeit des Flözes war unbekannt, da nur das Liegende offen war (letzteres milder Sandstein). Die Kohle war trocken, das Verfläichen 35° gegen Süd, das Streichen normal. Die Schlagwetter waren im allgemeinen in diesem Flözteil sehr stark, besonders beim Aufschluss des Flözes, ja schon im Querschlag $5,0\text{ m}$ vom Aufschlusspunkt bemerkbar. Man hatte oft starkes Krachen gehört. Es wurde in $\frac{3}{3}$ Schichten gearbeitet, u. z. mit Vorbohrung.

10. Der Gasausbruch erfolgte am 3. März 1902 zwischen 6 und 7 Uhr nachmittags aus dem Feldort des Hangendquerschlags am 7. Tiefbau des Almásy-Schachtes (in 500 m Teufe), nachdem das Hangendflöz bereits seit Wochen angefahren worden war. Es wurden 277 Förderwagen = $166,0\text{ t}$ Kohle und 27 Förderwagen Berge = $27,0\text{ t}$ Gesteinstrümmer, zusammen $193,0\text{ t}$ herausgeschleudert. Die dort belegten Arbeiter, zwei Häuer und ein Schlepper verunglückten. Das Flöz war über $2,5\text{ m}$ mächtig; man hatte es bereits 16 Tage vor dem Gasausbruch im Niveau der Wetterstrecke aufgeschlossen, wobei es sich als sehr unruhig erwies; im Grundstreckeniveau war es bereits sechs Tage hindurch offen gestanden, aber nicht ganz verquert worden, sondern bloß durch ein Bohrloch bis aus feste Hangende durchgeschlagen. Beim weiteren Vortrieb des Querschlags, resp. beim weiteren Verqueren des Flözes trat die Katastrophe ein. Das Streichen war ein südwestliches, das Verfläichen unter 55° . Die Kohle war trocken. Die Schlagwetterentwicklung

war stark und auch bereits im Querschlag in einer Entfernung von 50,0 m vom Flöz zu spüren. Das Krachen vernahm man beim Aufschluss des Flözes selten und schwach, später mit zunehmender Häufigkeit und Stärke. Beiläufig je 30,0 m von der Ausbruchsstelle, sowohl östlich als auch westlich, wurde je eine Verdrückung gefunden. Es wurde konstatiert, dass der Ausbruch von oben, von vorne, ja sogar von unten geschehen sei, da auch die Sohle aufgeworfen war. Das Ort war in 3 Schichten belegt; außer dem erwähnten verquerenden Bohrloch war keine Vorbohrung vorhanden.

11. Am 5. Tiefbau des Almásy-Schachtes (in 405,0 m Teufe) wurde im Jahre 1902 ein Versuchsquerschlag in die hangenderen Schichten vom Hangendflöz aus betrieben: derselbe hatte unter häufig vernommenem Krachen bis 70 m Länge mittelfeste Sandstein- und Schieferschichten verquert. In den milderen Schieferpartien wurden Schlagwetter bemerkt, in dem festeren Sandstein keine. Bei 70,0 m Länge des Querschlags erfolgte der Ausbruch gegen 11 Uhr vormittags in der Weise, dass der obere Teil der Ortsbrust des ganz in festem, unter 30° abfallenden Sandstein stehenden Feldorts durchbrochen und Laufschiefer mit etwas Staubkohle gemengt durch die ausbrechenden Gase hereingeworfen wurden. Der Querschlag hatte wahrscheinlich eine Laufschieferpartie von großer Mächtigkeit angefahren, deren weitere Verhältnisse jedoch unerforscht blieben. Das ausgeworfene Material dürfte zirka 30,0 t betragen haben. Die Belegschaft arbeitete meist in $\frac{3}{3}$ Schichten, ob mit Vorbohrung, ist mir nicht bekannt. Ein Unglück ereignete sich hier nicht.

12. Am 8. Tiefbau des Szécsen-Schachtes (Teufe 550 m) hatte im Jahre 1903 im östlichen Reviere ein Querschlag eine gestörte Hangendflözpartie aufgeschlossen, welche von dem Aufschlusspunkt gegen Ost und West, wie auch über und unter demselben nur unbedeutende Dimensionen besaß, also bald auskeilte. In dem 1,30 m mächtigen Flöz waren gegen West 13,0 m, gegen Ost 8,0 m Grundstrecke ausgefahren, als am 4. März nachts 10 $\frac{1}{2}$ Uhr aus dem östlichen Feldort der Gasausbruch erfolgte. Es wurden 64 Förderwagen = 38,0 t Kohle ausgeworfen, und die zwei dort belegten Häuser, welche sich, als das Ort sehr unruhig wurde, geflüchtet hatten, sind von der Auswurfsmasse zwar nicht mehr erreicht worden, erstickten aber in den ausgeströmten Gasen. Das Streichen und Verflächen war annähernd normal. Die Kohle war trocken, staubig und sehr zerdrückt, auch die Sohle wurde fortwährend emporgetrieben. Einigemal vernahm man ein starkes Krachen, welches besonders in den letzten Stunden vor dem Ausbruch an Stärke und Häufigkeit fortwährend zunahm. Die Schlagwetterentwicklung war bereits vor Aufschluss des Hangendflözes, einige Meter im Liegenden (Sandstein) davon, im Querschlag bemerkbar und im Flöz ziemlich stark. Die Belegschaft durfte das Feldort gegen Ost — das westliche war letzthin eingestellt worden — bloß während zweier achtstündigen Schichten vortreiben, hierauf folgte eine achtstündige Ruhepause, während welcher Nebenarbeiten (bei Zimmerung, Bahnreparatur u. s. w.) vorgenommen wurden.

Am genannten Tage wurde diese Disposition jedoch durch die Belegschaft des Nachtdrittels, welche bloß zimmern hätte dürfen, nicht befolgt, sondern dieselbe ließ sich verleiten, die Ortsbrust auch weiter zu bearbeiten. Dabei erfolgte der Gasausbruch. Vorgebohrt wurde regelmäßig in der Weise, dass der Ortsbrust stets ein 4 bis 5 m langes, horizontales Bohrloch vorausging. Auch zur Zeit des Gasausbruchs war von der Frühschicht her ein 4 m langes Bohrloch da.

* * *

Wenn man obige, in Ermanglung erschöpfender Daten lückenhaft gebliebene, kurze Beschreibung der Resiczaer plötzlichen Gasausbrüche durchsieht, so drängen sich einige Fragen auf, welche auf Grund der bisherigen Theorie nur unbefriedigend beantwortet werden können.

So ist es auf Grund dieser Theorie nicht erklärlich, warum die plötzlichen Gasausbrüche erst in größeren Teufen, etwa von 400 m an, auftreten, und warum mit zunehmender Teufe auch die Gefahr der Ausbrüche zunimmt. Denn auch auf den oberen Horizonten hatte man poröse, gasreiche, sowie kompakte, undurchlässige Flözpartien aufgeschlossen, vorgerichtet und abgebaut und auch hier hatte man es, obwohl nicht so häufig, wie auf den tieferen Horizonten, mit Verdrückungen und anderweitigen Störungen zu tun gehabt. Es ist daher nicht einzusehen, warum unter diesen Verhältnissen auf Grund der bisherigen Theorie die Bedingungen zum Zustandekommen eines plötzlichen Gasausbruchs und somit auch ein Ausbruch nicht hätten eintreten können.

Unerklärlich bleibt ferner, warum die Gasausbrüche bisher nur aus dem Hangendflöz und aus den im Hangenden desselben aufgeschlossenen Laufschieferpartien erfolgt sind. Es ist doch auch das Liegendflöz gasreich und stellenweise verdrückt. Übrigens ist, soviel ich erfahren konnte, in einem einzigen Falle auch aus dem Liegendflöz eine schwache Eruption erfolgt. Dies geschah am 4. Tiefbau des Almásy-Schachtes und war eher eine intensive Gasausströmung, verbunden mit Kohlenauswurf, als ein Gasausbruch; — zu beachten ist jedoch, dass hier die Schichten überkippt sind, so dass das Liegendflöz in Wirklichkeit hier als Hangendflöz zu gelten hat, — also ist auch diese Eruption eigentlich aus dem Hangendflöz erfolgt.

Auch die Tatsache, dass bisher kein einziges der unzähligen Vorbohrlöcher, welche seit Jahren in allen ausbruchsgefährlichen Partien regelmäßig abgetrieben werden, einen so hohen Gasdruck aufgewiesen hatte, welcher zu den gewaltigen Kraftleistungen der plötzlichen Gasausbrüche nur einigermaßen im Verhältnis stände, da er bei den Gasausbrüchen mehrere hundert Atmosphären betragen muss, ist unerklärlich. Bekanntlich ist der höchste Gasdruck bisher mit 42,5 at gemessen worden, u. zw. in Belgien in einem Bohrloch, welches durch festes Nebengestein in ein unverritztes Flöz getrieben worden war; auch dieser Druck ist verhältnismäßig niedrig. Da sich die Anwendung von Bohrlöchern als Schutzmittel gegen die plötzlichen Gasausbrüche wirklich

gut bewährt hat, so muss angenommen werden, dass die Bohrlöcher die mit hochgespannten Gasen erfüllten Kohlenpartien wirklich anzapfen, also eigentlich öffnen. Dabei müsste aber in vielen Fällen ein bedeutend höherer Gasdruck konstatiert worden sein (nämlich bei Anbohrung der ausbruchsgefährlichen Partien), als es faktisch der Fall ist. Es hat vielmehr den Anschein, als ob der Gasdruck durch die fortdauernde Vorbohrung verhindert würde, jene gefährliche Höhe zu erreichen: näheres hierüber folgt weiter unten.

Ebenso vermag man es auf Grund der im II. Abschnitt dargestellten Theorie nicht, die sehr häufige Nähe der Ausbruchsstellen an Verdrückungen zu erklären, noch die Tatsache, dass ein Teil der Ausbrüche im Moment des Aufschlusses von Schiefer- oder Kohlenflözen erfolgt ist. Denn es ist nicht zu begründen, warum die natürlichen Gasansammlungen gerade vor Verdrückungen oder vor den zufälligen Aufschlusspunkten der Querschläge stehen sollten.

In Resicza sind plötzliche Gasausbrüche bisher bloß aus den Feldörtern der Aufschluss- und Vorrichtungsbaue erfolgt, anderwärts auch aus Abbaustößen. Dieser Umstand widerspricht der bisherigen Theorie der plötzlichen Gasausbrüche zwar nicht, lässt sich aber auch auf eine andere Weise erklären, worauf ich später zurückkommen will.

IV.

Im gegenwärtigen Abschnitt sollen diejenigen Erscheinungen, resp. die bekannten Veröffentlichungen über dieselben, welche dem vorliegenden Versuch über die Theorie der plötzlichen Gasausbrüche als empirische Grundlage dienen, kurz dargestellt werden.

Von K. Baumgartner ist im Jahrgang 1900 der „Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen“ unter dem Titel „Über Störungen und eigenartige Druckerscheinungen (sog. Pfeilerschüsse oder Kohlenstoßexplosionen) der oberbayerischen tertiären Kohlenmulde auf Grube Hausham“ die eingehende Beschreibung von Erscheinungen veröffentlicht worden, welche mit den plötzlichen Gasausbrüchen eine auffallende Ähnlichkeit haben, und über welche das für unsern Versuch wichtigste hier im Auszug wiederholt werden soll.

Abgebaut werden auf Grube Hausham zwei Flöze: das Großkohlföz mit einer Mächtigkeit von 0,7 bis 1,3 m und beiläufig 6 bis 8 m im Hangenden desselben das Kleinkohlföz mit 0,4 bis 0,7 m Mächtigkeit. Die Festigkeit der Gebirgsschichten, besonders des Sandsteins ist beträchtlich, Mergel und Kohle sind weniger fest. Die sog. Pfeilerschüsse oder Kohlenstoßexplosionen treten in

den ungestörten Flözpartien auf und bestehen darin, dass die Kohlen- und Gesteinsschichten plötzlich, ohne Anzeichen, unter Krachen und weithin — oft auf viele Kilometer — verspürbarer Erschütterung zerreißen und hereingeworfen werden. Diese Erscheinungen treten in einer Teufe von 500 m und tiefer auf.

Da auf Grube Hausham Schlagwetter nur selten und auch dann in ganz geringem Maße vorkommen, so ist nach Baumgartner die Ursache der Kohlenstoßexplosionen bloß in der Spannung der Gesteinsschichten, in der im Flöz aufgespeicherten Energie zu suchen und es wurden diesbezüglich die nachfolgenden Beobachtungen gemacht. Beim Abbau des Hangenden oder Liegenden, aber stets des mächtigeren Flözes, beginnt eine sofortige Durchbiegung der Schichten des Nebengesteins. Vergeht genügend Zeit, so wird der Kohlenstoß in Schalen und Trümmer zerdrückt, er dehnt sich herein, eine Explosion wird aber wahrscheinlich ausbleiben; wird aber durch Wegnahme der zerquetschten Kohlenpartie die plötzliche Einbiegung der Gesteinsschichten begünstigt, so geraten sie in eine hohe Spannung, welcher sie ihrer Sprödigkeit wegen nicht nachzugeben vermögen, sie zerreißen dann plötzlich, wobei auch die diese Bewegung hindernde Kohlenpartie zertrümmert und hereingeworfen oder vorgeschoben wird. Man ist der Ansicht, dass es vorteilhafter ist, zuerst dasjenige Flöz abzubauen, welches geringere Mächtigkeit besitzt, da in diesem Fall für die Durchbiegung der Schichten bis zur Elastizitätsgrenze nicht genügender Raum vorhanden ist, wobei das mächtigere, noch unabgebaute Flöz Zeit und Raum gewinnt, sich auszudehnen, wodurch es fest wird und seine gefährliche Spannung verliert. Auch ist es nicht ratsam, beim Abbau große Flächen zu entblößen, da hierdurch die Durchbiegung der Gesteinsschichten begünstigt wird. Daher wird eine schwache Belegung der explosionsgefährlichen Arbeitsstellen im Auge behalten, etwa nur 1,3 Schicht, damit die Kohlenstöße Zeit haben, der Durchbiegung der Gesteinsschichten nachzugeben, zu zerklüften und sich zu verschieben.

Als Ursache der in den Gebirgs- und Kohlenbänken der Haushamer Grube konstatabaren hohen Spannung wird angenommen, dass das Hangende über den unveretzten Flächen im alten Manne nicht sofort niederbricht, sondern infolge seiner großen Elastizität sich durchbiegt; hierdurch geraten die anstehenden Kohlenstöße und deren unmittelbare Nachbarschichten ebenfalls in hohe Spannung, die — sich unter günstigen Bedingungen plötzlich auflösend — die sog. Kohlenstoßexplosionen bewirkt.

* * * (Fortsetzung folgt.)

Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergrate Prof. O. Cséti.

Von Eduard Doležal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

(Fortsetzung von S. 275.)

Prof. Cséti hat zur Bestimmung der Horizontal-
distanz für den Faktor P Tabellen berechnet, welche
natürlich für den Höhen- und Tiefenwinkel verschieden

sein werden; der Berechnung wurde die sexagesimale
Teilung des Vertikalkreises zugrunde gelegt.

druck von 12 stehendem Kolben 10 hinein, dessen Aufwärtsbewegung durch den Ansatz 13 begrenzt ist. Durch eine Bohrung von 13 fasst ein um 15 drehbarer Hebel 14, der mit seinem freien Ende auf dem von einer Feder 17 umgebenen Stift 16 aufliegt, welcher letzterer an der Innenseite des Gehäuses geführt ist. Im Rohrstützen 5 ruht auf Ansätzen das Magnetnadelgehäuse 18; 21 Pinne, 22 Nadel, 23 die Pinne gabelförmig umfassende Feder, welche einen Druck auf den rechtwinklig nach oben gebogenen Arm eines um den Bolzen 25 drehbaren Hebels 24 ausübt, der seinerseits unter Wirkung der Feder 26 steht. Auf den anderen Arm stützt sich als Verlängerung des Stiftes 16 der im Gehäuse 18 geführte Stift 27. Auf 18 ist die Kreisscheibe 29 durch den Federring 30 gehalten; über der Scheibe schwebt das in Universalgelenk 33 an dem oben genannten Ansatz 13 des Hebels 8 angehängte Pendel 31 mit Spitze 32. 37 ist ein Schutzring zum Verhindern des Eindringens von Schlamm u. s. w. zwischen die Teile 1 und 2 in den Hohlraum 35. Die Vorrichtung arbeitet nun folgendermaßen: Sobald die Krone auf die Sohle des Bohrloches stößt, wird durch das Gewicht des Bohrgestänges infolge des Zwischenraumes 35 zwischen 2 und 1 der Hohlkörper 2 in das Rohr geschoben, wobei er den Kolben 10 gegen die Feder 12 niederdrückt. Durch die Bewegungsübertragung zwischen den Gliedern 8—14—16—27—26—24—23 wird die Magnetnadel auf die Pinne 21 gesetzt und zum freien Spiel veranlasst. Soll ein Kern hochgeholt werden, so stellt man den Bohrbetrieb ein, und wartet, bis die Magnetnadel sich in die Nordsüdrichtung eingestellt hat. Beim Anziehen des Gestänges verschiebt sich 2 in 1 nach oben, der Kolben 10 kommt durch die Wirkung der Feder 12 so weit nach oben, wie es der Ansatz 13 gestattet. Hierdurch wird bei Drehung von Hebel 14 der Stift 16 nach unten bewegt, so dass nun der Hebel 24 gedreht wird und dieser die Feder 23 mit der Magnetnadel anhebt, wobei letztere gegen die Glasscheibe gedrückt und arretiert wird. Die Bestimmung der Richtung, in der gebohrt ist, erfolgt durch das Pendel 31; dieses drückt sich mit seiner Spitze 32, sobald der Stift 8 vom Gestänge nach unten bewegt wird, in die Papierscheibe 29.

Ob man diesen Apparat als eine Verbesserung auf dem Wege zur Bestimmung von Streichen und Fallen von Schichten in Bohrlöchern ansprechen kann, ist in

mehr als einer Richtung fraglich. Dass das Bohrgestänge auf das Stratametergehäuse drückt, um die Federn und Hebel der Nadelarretierung so zu bewegen, dass die Nadel im Verlaufe des Bohrbetriebes frei spielen kann, ist von entschiedenem Nachteil. Denn einmal werden die durch die Elastizität der langen Gestänge hervorgerufenen Schwankungen des unteren Endes von 2 eine Veränderung in der Größe des Zwischenraumes zwischen 2 und 1 herbeiführen, die sich ganz selbstverständlich auf den vielgliedrigen Hebelmechanismus 9—8—13—14—16—27—26—24—23 übertragen muss und die Nadel recht häufig stören, arretieren und freigeben wird, ohne dass man dies von oben übersehen kann. Damit ist das Innere der Apparatur einem sehr raschen Verschleiß ausgesetzt.

Dass die Nadel im Verlaufe des Bohrbetriebes freispielt, kann deswegen nicht gutgeheißen werden, weil sich daraus, wenn nicht Verlust der Nadel, so doch lästiges, zeitraubendes und unübersehbares Mitrotieren und Nachschwingen der Nadel ergibt. Auch muss die Inneneinrichtung mit der vielgliedrigen Kette von Hebeln, Federn u. s. w. als zu verwickelt für einen derartigen im Bohrbetrieb angewandten Apparat angesehen werden, weil bei einem Stratameter die Schnelligkeit und Genauigkeit der Markierung um so größer ist, je weniger Zwischenelemente an der Übertragung der Marke beteiligt sein müssen.

Resumierend kann man sagen, dass bis heute auf dem Gebiete des Stratameterbaus noch nichts Besseres in die Erscheinung getreten ist, als die Konstruktion der Norddeutschen Tiefbohr-Aktiengesellschaft in Nordhausen a. H., deren Apparate hinsichtlich der Sicherheit des Erfolges, der Schnelligkeit und Genauigkeit der Messung und der guten Anpassung an die Anforderungen der Bohrpraxis an erster Stelle stehen. Die anderen Erfindungen der neuesten Zeit leiden indessen an manchen Mängeln, wenn sie auch gegenüber älteren nach dem gleichen Grundsatz gebauten Apparaten hie und da einen Vorzug aufzuweisen haben, so dass ihrer ausgedehnten oder auch nur mehr als ganz vereinzelt Anwendung wegen ihrer Ungenauigkeit oder mangelnden Anpassung an die Erfordernisse der Praxis große Zweifel entgegengesetzt werden müssen.

(Schluss folgt.)

Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche.

Von Alois Becker, dipl. Bergingenieur in Kotterbach (Ungarn).

(Fortsetzung von S. 281.)

Laut eines Aufsatzes des k. k. Oberbergverwalters Hugo Stefan (erschienen in der „Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenw.“, 1906) treten in den Příbramer Gruben, seit dieselben die Teufe von 1000 m überschritten haben, sog. Bergschläge auf, die als Äußerungen der Spannung der Gebirgsschichten zu betrachten sind. Die Ursache der Bergschläge sucht man im Zusammenwirken mehrerer Faktoren: „Unterschiede in der Zusammensetzung, Struktur

und Kohäsion der Schichten, verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Pressungen bei derartiger Verschiedenheit der Gebirgsglieder, bei welcher ein Auslösen vorhandener Spannungen leicht eintritt, und eine Tiefenlage, in welcher einerseits die Belastung durch die überlagernden Massen zur Wirksamkeit gelangt, andererseits die Gesteinsverwitterung nicht zu weit fortgeschritten ist. Die ganze Gebirgsmasse besitzt ein auffallend ungleiches Gefüge und

die mannigfachen Kräfte, denen sie ausgesetzt war, mögen in den ungleichen Gebirgsgliedern auch ungleiche, selbst heute noch, wenn auch in viel schwächerem Maße, vorhandene Spannungen verursacht haben, die sich öfter in Bergschlägen äußern.“ Man unterscheidet zwei Typen von Bergschlägen: a) Im festen Grünstein wird beim Vortrieb der Feldörter und der Firstenstraßen häufig ein scharfes Knistern und Prasseln vernommen, wobei scharfkantige Gesteinsschalen unter heftigem Knall von der Ortsbrust weggeschleudert werden. Nach zeitweiser Einstellung der Arbeit beruhigt sich das Ort, bei Fortsetzung derselben wiederholen sich die Erscheinungen. Sie erfolgen nur bei fester Gangmasse.

b) Auf Feldörtern und Firstenstraßen, welche teilweise in Sandstein vorschreiten, erfolgt unter schlussähnlichem Knall eine Eruption des Nebengesteins, die sich oft mehreremale nacheinander in sukzessive abnehmender Stärke wiederholt. Es werden hierbei beiläufig $0,5 m^3$ Gesteinsstücke ausgeworfen. Stets sind die Grauwackenbänke gefährlich, wenn auch nicht in gleichem Maße. Mit Zunahme der Härte und des Wechsels in der Zusammensetzung und Struktur der Schichten steigert sich die Wahrscheinlichkeit der Bergschläge.

* * *

Th. Dahlblom hat über das Bersten von Sicherheitsbändern oder -pfeilern berichtet und findet die Ursache dieses Berstens nicht darin, dass die Pfeiler zu schwach wären, um der Druckwirkung widerstehen zu können, sondern in der Elastizität der Gesteinsschichten. „Das Gestein ist wie alle anderen Körper elastisch, nur in geringerem Grade. Sprengt man Gestein fort und fördert es weg, so kann man sicher sein, dass der Gesteinsgrund sich dabei hebt und dass er bei großer Belastung zusammengedrückt wird. Vergrößert man die Belastung heftig, so entsteht durch die Elastizität im Gesteinsgrund eine oszillierende Bewegung, die man Erderschütterung oder -beben nennt. Im allgemeinen wird die Belastung auf einen weiteren Umkreis verteilt, so dass das Niedersinken oder Ausdehnen gering und schwer zu erkennen ist.“ Besonders in schwedischen Gruben kommt es oft vor, dass wenn „der Abbau ein Stück von dem abgesetzten Band oder Pfeiler fortgerückt ist, sich scharfe Knalle, sog. Bergschüsse, von demselben hören lassen, wobei Gesteinsbrocken umhergeschleudert werden. Später zeigt es sich, dass das Band vollständig auseinander geborsten ist u. s. w.“

* * *

Ähnliche durch den Gebirgsdruck bewirkte Erscheinungen wurden außer an den hier angeführten Orten auch anderwärts beobachtet.

Alle diese, besonders aber die auf Grube Hausham gemachten Erfahrungen beweisen vor allem, dass die Gesteine sich unter der Einwirkung des Gebirgsdruckes verschieden verhalten. Die Gesteine besitzen eine gewisse Biegsamkeit, die mit der Teufe zuzunehmen scheint, und innerhalb weiten Grenzen schwankt. Es ist sicher, dass in einzelnen Fällen die Gesteinsschichten, welche in größeren Teufen durch den Bergbau bloßgelegt,

also von großer Belastung befreit worden sind, sich nach der freien Fläche durchbiegen, bevor sie zerreißen. Das Liegende wölbt sich empor, das Hangende senkt sich, oft in wahrnehmbarem, messbarem Maße, bis endlich die Elastizitätsgrenze überschritten ist und der Bruch eintritt. Auf der Grube Hausham rechnete man mit einer Schichtenbiegung von $35 cm$ und darüber, hierunter ist natürlich der größte Abstand der gebogenen Schicht über ihrer früheren normalen Lage gemeint.

Es ist anzunehmen, dass die Schichtenbiegung — was Größe und Form anbelangt — von der Beschaffenheit des Gesteins, von der Größe des Gebirgsdruckes und von der Form und Größe der entblößten Fläche abhängt. Die mittleren Partien der entblößten Flächen des Hangenden oder Liegenden werden sich am meisten aus ihrer normalen Lage entfernt haben und von dort gewölbartig in die noch unverändert liegenden Flächen übergehen. Alle durch die gebogenen Flächen gehenden senkrechten Schnittebenen zeigen als Schnittprofile flache Bogenlinien. Die Bogenmitten stellen diejenige Flächenpartie dar, welche sich von ihrer normalen Lage am meisten entfernt und in den meisten Fällen die Elastizitätsgrenze des Gesteins überschreitend von den Nachbarpartien durch Bruch getrennt hat; oder welches sich — wo letzteres noch nicht erfolgt ist — doch diesem Bruche nähert. Die beiderseitigen Bogenenden bezeichnen die gebogenen, gespannten Teile im allmählichen Übergang zur Gleichgewichtslage. Letztere beginnt je nach der Festigkeit der Ortsstöße in größerem oder geringerem Abstand von denselben, die Biegung nimmt einen allmählichen abnehmenden Verlauf über die Ortsstöße hinaus über oder unter dem anstehenden Pfeiler.

V.

Da sich infolge der Durchbiegung die Hangend- und Liegendschichten einander nähern, üben sie in ihrem gewölbartigen Verlauf auf die den Ortsstößen nächsten Partien einen Druck aus, und da die Durchbiegung vom freien Raume aus nach dem anstehenden Pfeiler zu vorschreitet, zugleich auch einen Schub gegen das Innere des Pfeilers. Ist das Material der gepressten Schichtzone von genügender Festigkeit, so wird die Wirkung des Druckes lediglich eine hohe Spannung hervorrufen, z. B. bei dem spröden Material der Erzlager; ist dasselbe aber von geringerer Festigkeit, wie z. B. bei der Kohle, so wird es teilweise, hauptsächlich an den Ortsstößen zerspringen und sich mehr oder weniger zertrümmern, in den weiteren den Druck und Schub erleidenden Partien aber infolge ihrer Porosität und infolge der allmählichen Zunahme der Pressung verdichtet, daher kompakt werden und dabei ebenfalls in hohe Spannung geraten.

Es ist wahrscheinlich, dass manche Erscheinungen in den eine bedeutendere Teufe erreichenden Gruben, die man sonst einfach dem unmittelbaren Gebirgsdruck zuschreibt, worunter natürlich der durch das Gewicht der Bruchmassen verursachte Druck gemeint ist, eigentlich durch die Schichtenbiegung bewirkt werden. Sogar das

sukzessive Knicken der nahe der Ortsbrust eingebauten Stempel, das Eintreiben derselben in das Liegende, wenn man in beiden Fällen die Einwirkung einer Bruchmasse nicht konstatieren kann; dann die Hebung der Sohle durch Auftreiben des Liegenden ohne Zutun des Wassers; das Zerbröckeln der bloßgelegten Stöße, welches sich nach dem Entfernen der zerbröckelten Wand ohne besondere Anzeichen eines Einflusses seitens einer Bruchmasse fortsetzt u. s. w. sind Erscheinungen, die mit der Schichtenbiegung zusammenhängen.

Die an früheren Stellen erwähnten Schallphänomene, das sog. Knallen im anstehenden Kohlenpfeiler wird dadurch verursacht, dass die durch die Schichtenbiegung gepressten Massen plötzlich bersten. Dieselben nehmen mit der Schnelligkeit des Vorrückungstempos der Ortsbrust an Häufigkeit und Stärke zu, weil die Spannung in den gepressten Massen umso größer ist, je weiter die Ortsbrust von jener Stelle, wo die Einwirkung der Schichtenbiegung begonnen, weggerückt ist, d. i. je länger die fortschreitende Anpressung des Kohlenpfeilers dauert.

Das Herausquetschen der Kohle aus den Stößen, während weiter festere Kohle ansteht, mag teilweise in der durch die Schichtenbiegung verursachten Pressung seine Ursache haben. Desgleichen auch die stellenweise beobachtete Spannung in dem Kohlenstoß, welche bewirkt, dass Kohlenpartikelchen abgerissen und weggeschleudert werden. Schließlich ist es wahrscheinlich, dass das stellenweise beobachtete Verschieben der Ortsbrust nicht oder wenigstens nicht allein durch die Spannung der Gase, sondern ganz oder teilweise durch die Pressung der sich durchbiegenden Hangend- oder Liegendschichten verursacht wird.

Die auf Grube Hausham beobachteten und hier wiederholt angezogenen Erscheinungen beweisen unwiderleglich, dass die Durchbiegung der Hangend- oder Liegendschichten Kohlen- oder Gesteinsruptionen zu verursachen vermag, welche mit den plötzlichen Gasausbrüchen eine auffallende Ähnlichkeit besitzen. Am meisten auffallend sind jedoch die beiden folgenden Unterschiede zwischen diesen Erscheinungen: 1. Die Haushamer Eruptionen erfolgten hauptsächlich aus zurückgelassenen Sicherheitspfeilern, während die plötzlichen Gasausbrüche mit Vorliebe aus den Feldörtern der Aufschluss- und Vorrichtungsbau, auch auf Abbauen vorkommen. 2. Bei den Haushamer Eruptionen gibt es keine Methanausströmungen, während bei den Gasausbrüchen die Schlagwetter in enormen Mengen und mit großer Vehemenz austreten, so dass man diese Erscheinungen — von den ebenfalls meist in großen Mengen ausbrechenden Kohlenmassen ganz absehend — Gasausbrüche benannt hat. Der Unterschied beruht also hauptsächlich darin, dass die Kohlenstoßexplosionen ohne Zutun eines Gases einzig und allein durch die Gebirgsspannung verursacht werden; während die plötzlichen Gasausbrüche zwar ebenfalls durch die Pressung der Kohle, zugleich aber außerdem durch die beschleunigende Vermittlung der in der anstehenden Kohle enthaltenen Gase, welche der allmählich zunehmende Gebirgsdruck mit dem Vorrücken des Ortsstoßes in das

Innere des festen Pfeilers fortwährend zurückdrängt und komprimiert, hervorgerufen werden.

Man kann sich diesen Vorgang folgendermaßen vorstellen. Die Kohlenmassen werden infolge ihrer bedeutenden Porosität durch die Pressung, welche die Schichtenbiegung verursacht, verdichtet, da unter dieser Einwirkung die Porenkanäle sowie die feineren und gröberen Spalten im Innern der Kohle zusammengedrückt, also verengt werden. Die Richtung dieses Druckes ist schief gegen das Innere des festen Pfeilers gerichtet; die Intensität desselben nimmt in entgegengesetzter Richtung zu, sie wird an den Ortsstößen also am stärksten wirken und von hier gegen das Innere des festen anstehenden Pfeilers sich allmählich verlaufen, sich also der Größe der Schichtenbiegung proportional verhalten. Folglich werden die Gase aus den erwähnten Hohlräumen der Kohle teilweise herausgepresst und gezwungen, nach dem Innern des anstehenden Pfeilers, also in die Richtung des geringeren Widerstandes, zu strömen. Aber auch gegen die Kohlenstöße wird ein Teil der herausgedrückten Gase entweichen, da nach dieser Seite infolge der zumeist schon vorgeschrittenen Pressung Risse und Spalten entstanden sind, durch welche sie in die Atmosphäre austreten. Durch das Vordringen des einen Teiles der herausgepressten Gase in das Innere des anstehenden Pfeilers wird die in der Richtung dieser Strömung nachbarliche Flözzone gasreicher und die Gasspannung in derselben erhöht. Würde nun die Schichtenbiegung und damit die Pressung aufhören oder in einem bestimmten Stadium derselben stillstehen, d. h. neuere Partien des anstehenden Pfeilers nicht in Angriff nehmen, so würde sich die fortgedrückte Gasmenge allmählich auf eine breitere und breitere werdende Zone ausdehnen und würde nach einem entsprechenden Zeitraum, der von der Durchlässigkeit der Kohle und der Größe des darin vorhandenen ursprünglichen Gasdruckes abhängt, bei Erhöhung der durchschnittlichen Gasspannung, allmählich den ganzen anstehenden Kohlenpfeiler ausfüllen. Selbstverständlich werden auch die Größenverhältnisse, resp. die Dimensionen der durch undurchlässige Verdrückungen, Vertaubungen oder andere gepresste Zonen der Kohle bedingten Grenzen des Kohlenpfeilers den Zeitraum, welcher vorhin erwähnt wurde, beeinflussen; denn je größer der Rauminhalt dieses Pfeilers ist, umso größer ist auch der Zeitraum, während dessen die Gase, mit allmählich abnehmender Spannung stets fernere Partien durchströmend, denselben erfüllen.

Doch die Pressung bleibt nicht auf dieselbe Partie beschränkt, da sich mit dem Vorrücken der Kohlenstöße infolge Vortriebes die neu entblößten Hangend- und Liegendschichten ebenfalls durchbiegen und folglich allmählich fernere und fernere Kohlenpartien unter Druck geraten. Es werden dadurch die Gase und die Kohle selbst fortwährend weiter gegen das Innere des anstehenden Pfeilers gepresst, die Gase entweichen infolge Zertrümmerung der den Kohlenstößen nächsten Zone teilweise in die Atmosphäre, teilweise werden sie in der gepressten Zone verdichtet, und schließlich wieder ein dritter Teil nach dem Innern des Pfeilers gepresst, dort die Gasspannung fortwährend erhöhend. Solange der Vortrieb der Ortsstöße

dauert, wächst infolge der fortschreitenden Pressungszonen sowohl die Spannung der Kohle als auch der Gase.

Auf diese Weise bildet sich an den Ortsstößen häufig eine Trümmerzone von verschiedener Breite, welche gasdurchlässig ist und durch welche ein Teil der Gase in die Atmosphäre entweicht. Darauf folgt eine Zone verdichteter Kohle, aus welcher die Gase teilweise in die Trümmerzone, teilweise pfeilereinwärts gepresst werden und welche vielleicht einen geringen Rest an Gasen in wahrscheinlich komprimiertem Zustande enthält. An diese Zone grenzt weiter pfeilereinwärts eine, in welcher die Gasspannung die höchste ist; darauf folgen wieder andere, in welchen die Gasspannung sukzessive abnimmt — natürlich unter der Bedingung gleichmäßiger Gasdurchlässigkeit — bis sie schließlich zu einer Stufe gelangt, welche für die betreffende Kohlenpartie als durchschnittliche Gasspannung gelten kann.

Schließlich wird durch den Vortrieb der Ortsstöße infolge der fortschreitenden Pressung der Kohle und der Gase im festen Kohlenpfeiler eine Spannung verursacht werden, welcher die gepresste Partie keinen genügenden Widerstand mehr zu leisten vermag. Die Kohlenwände werden unter Detonationen vorgeschoben und zertrümmert, die augenblicklich sich ausdehnenden, komprimierten Gase zerreißen die einschließenden Wände der Poren, feinen und gröberen Spalten, verwandeln dadurch die Kohlenmassen größtenteils in Staub und brechen, mitunter auch Teile des Nebengesteins abspaltend, in den offenen Grubenraum ein. Unterstützt wird dieser explosionsartige Prozess noch durch die Spannung, welche die gepresste Kohle an und für sich besitzt. Die so erfolgte Erscheinung nennt man einen plötzlichen Gasausbruch.

Derselbe besteht also nach dem Gesagten in der Explosion des anstehenden Kohlenpfeilers, in welchem die

durch den Gebirgsdruck verursachte Spannung infolge der dauernd nachgepressten Kohlen und Gase eine Größe erreicht hat, welche die Festigkeit der nach den Ortsstößen gelegenen Partien übersteigt. Es wird also ein Teil der erwähnten Trümmerzone sowie der gepressten Partie gänzlich zertrümmert und herausgeworfen durch die dahinter enthaltenen, komprimierten, sich plötzlich ausdehnenden Gase, und zugleich ein Teil dieser Zone in Staub verwandelt und fortgerissen.

Die Menge der ausgebrochenen Gase bleibt natürlich unbestimmbar, die der ausgeworfenen Kohle kann jedoch genau gemessen werden. Es sind dies oft erstaunliche Massen, wie z. B. in den im II. Abschnitt erwähnten Fällen. Ein auffallender Umstand ist dabei, dass die ausgeworfenen Kohlenmassen dem nach dem Ausbruch offen gebliebenen Hohlraum gegenüber verhältnismäßig groß erscheinen, denn letzterer beläuft sich gewöhnlich auf einige Kubikmeter, die ausgeworfene Kohlenmenge dagegen beträgt oft mehr als das Hundertfache. Es scheint dies darauf hinzuweisen, dass zur Zeit des Gasausbruches die vorher infolge der Pressung komprimierten Massen sich nach dem durch die Eruption entleerten Raum ausdehnen, und diesen größtenteils wieder ausfüllen. Diejenigen, meist unregelmäßigen, oft kegelförmigen Hohlräume, in welchen man gewöhnlich die Zentren der Ausbrüche, resp. der mit komprimierten Gasen erfüllten Flözpartien sieht, sind wahrscheinlich nichts anderes als die Hohlräume, welche nach der Eruption an Stellen zurückbleiben, wo der Ausbruch Kohlen- oder Gesteinstrümmer herausgeschlagen hat oder dieselben herausgefallen sind. Hierauf weisen schon ihre geringen Dimensionen sowie auch der Umstand hin, dass sie sich häufiger in der Firste als in der Sohle vorfinden.

(Schluss folgt.)

Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergrate Prof. O. Cséti.

Von **Eduard Doležal**, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

(Fortsetzung von S. 287.)

Distanzlatte. Prof. Cséti hat für die Zwecke der Distanzmessung nach seinem Verfahren eine eigene Distanzlatte angegeben, deren Einrichtung bekundet, dass ihr Konstrukteur die auftretenden Fehler bei Ermittlung des Lattenabschnittes auf ein Minimum zu bringen bemüht war. Bei der Csétischen Distanzlatte wird ein Einstellungsfehler auf die Zielscheibe gemacht und dann am Horizontalfaden ein Schätzungsfehler in das kleinste Intervall der Latte begangen.

Die Distanzlatte besteht aus drei Teilen: *A*, *B* und *C* (Fig 13). Der Teil *A* ist eine Art Zielscheibe, kreisförmig gestaltet und mit einem quadratförmigen Ausschnitte versehen, dessen Diagonalen beim Gebrauche vertikal, resp. horizontal zu liegen kommen. Der quadratförmige Ausschnitt ist mit Glas überdeckt und mit zwei sich rechtwinklig schneidenden Geraden, einem Andreas-

kreuze, versehen; diese Geraden können auch durch einen Metalldraht gebildet werden, ähnlich wie bei dem Signale der Spreize in Fig. 4.

Die Zielscheibe ist oben und unten, wie die Figur zeigt, mit Haken versehen; mittels des oberen Hakens wird sie in den Fixpunkthaken eingehängt; der untere Haken dient zur Aufnahme des Verlängerungsstabes *B*.

Der Verlängerungsstab *B* wird von einer zylindrischen Drahtstange gebildet, die an beiden Enden mit Haken versehen ist. Der Abstand dieser Haken beträgt 0,4 bis 0,9 *m*, so dass der Abstand vom Schnittpunkte der Zielscheibengeraden bis zum unteren Haken des Verlängerungsstabes 0,5 bis 1,0 *m* ausmacht.

Den dritten Bestandteil *C* der Distanzlatte bildet die Distanzskala in einer Einrichtung, wie sie bei dem

Ob mit dem Apparate schon Versuche und mit welchem Ergebnisse diese gemacht worden sind, vermochte ich nicht zu ermitteln; es scheint mir indes soviel festzustehen, dass man den Apparat nur in einem durchweg geraden Bohrloche wird in Anwendung bringen können, da in einem spiralig gewundenen durch Verschlingung der Leitungsseile ein Hängenbleiben der Vorrichtung nahe liegen mag.

Das unerlässliche Vorhandensein von wenigstens drei

Seilen wird auch wohl kaum als fördernde Beigabe betrachtet werden können. In einem geraden Bohrloche dagegen kann man sich von dem Apparate wohl einen guten Erfolg mit richtiger Orientierung versprechen, wenn man die Leitseile des Apparates so straff anziehen kann, dass ein Durchhang derselben möglichst vermieden wird. Dazu wird man ein möglichst genaues Ausfüllen des Bohrlochsquerschnittes durch den Apparat verlangen müssen.

Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche.

Von Alois Becker, dipl. Bergingenieur in Kotterbach (Ungarn).

(Schluss von S. 298.)

VI.

Im folgenden soll nun die oben dargestellte Theorie auf die in der Praxis, besonders auf die in den Resiczaer Gruben vorgekommenen und im III. Abschnitt beschriebenen Fälle angewendet werden.

Bei dem im III. Abschnitt unter 1. beschriebenen Gasausbruch scheint die Schichtenbiegung nur in geringem Maße gewirkt zu haben, da die Kohle mittelfest blieb und die Gasexhalation eine starke blieb. Auch bedurfte es zur Kompression der Gase und der Kohle bis zum explosibeln Stadium eines verhältnismäßig lange dauernden Prozesses. Dieser wurde übrigens dadurch beschleunigt, dass die Ortsstöße und somit die dem Maximum der Pressung ausgesetzte Zone einer Verdrückung, also einer undurchlässigen Grenze des Pfeilers so nahe gerückt waren, u. zw. in einem so raschen Vortriebs-tempo und ohne Abzapfung der sukzessive mehr und mehr komprimierten Gase durch Bohrlöcher, dass weder Zeit noch Raum zu einer Abgabe der lokalen, vor Ort höchsten Spannung auf fernere Zonen da war. Der geringen Schichtenbiegung verdankt dieser Ausbruch seinen enormen Effekt; denn infolge einer weniger intensiven Pressung der Kohlenmassen konnte sich bei dem raschen Vortriebs-tempo die Spannung der Gase und Kohlenmassen ruhig auf eine breitere Zone ausdehnen und dieselbe in einen explosibeln Zustand versetzen, während bei einer stärkeren Pressung der Ausbruch wahrscheinlich früher und weniger intensiv erfolgt wäre.

Das gleiche gilt von den unter 2 und 3 im III. Abschnitte geschilderten Gasausbrüchen, die aus Kohlenpfeilern, welche voneinander durch undurchlässige Verdrückungen getrennt waren, ebenfalls erfolgten, als der Ortsstoß in die Nähe der undurchlässigen Pfeilergrenzen, einer Verdrückung, gelangt war. Bemerkenswert ist bei dem dritten Gasausbruch die geringe Intensität der Eruption, es wurden nur zirka 5,0 t Kohle ausgeworfen. Ursache: der Ortsstoß stand nach 20 m Abteufen nur mehr zirka 4 m von der Pfeilergrenze, einer undurchlässigen Verdrückung; dies deutet dahin, dass hier die Schichtenbiegung entweder verschwindend gering war oder erst spät, vielleicht an der Stelle, wo sich das Flöz zu verflachen begann, in Aktion getreten

ist. Ähnlich sind übrigens die meisten im III. Abschnitt beschriebenen Gasausbrüche.

Es ist nun noch einiges über die unter 4, 8 und 11 beschriebenen Ausbrüche zu sagen, da diese sich von den übrigen dadurch unterscheiden, dass sie nicht aus den Flözen selbst, sondern aus den Feldörtern von Querschlägen erfolgt sind. In allen diesen Fällen hatten die Querschläge bald reine, bald schiefrieger Sandsteinschichten verquert, alle vom Hangendflöz aus in die hangenderen Partien vorrückend — und gelangten schließlich in die unmittelbare Nähe einer Schieferbank oder jener bituminösen „rinnenden“ Schiefermasse, welche — wie an anderer Stelle bereits angeführt — in bedeutender Mächtigkeit die flözführenden Liassandsteine überlagern. Aus diesen erfolgte nun der Gasausbruch im Moment, in welchem das Ort von der Schiefermasse nur mehr eine dünne Sandsteinwand trennte. Stets hatte man vorher wiederholt Knallen („Krachen“) gehört, es müssen also Bewegungen in den Sandsteinschichten erfolgt sein, wahrscheinlich eine Durchbiegung gegen den Querschlag zu, verbunden mit Spaltungen in den mehr gebräuchelten Lagen. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass diese Sandsteinschichten stellenweise Methan exhalierten. Der Durchbruch erfolgte entweder: 1. Aus den mächtigen „rinnenden“ Hangendschiefern in der Weise, dass diese kohäsionslose Masse infolge ihrer Last die verhältnismäßig dünne Sandsteinwand durchbrach, wobei die in dem losen, mit Kohle vermengten Schiefer, unter dem Eigendruck der Massen verdichteten Gase infolge ihrer ungewöhnlichen Spannung mit abnormaler Heftigkeit austraten. — 2. Oder aus einer in den Sandstein eingelagerten Schieferschicht von einigen Metern Mächtigkeit. Der Querschlag hatte in diesem Fall — vom Liegenden gegen das Hangende die Schichten verquerend — dieselben durchschlitzt, dadurch ihren Zusammenhang gelöst, also den Gleichgewichtszustand im Gebirg gestört. Dadurch haben sich — eine gewisse Biegsamkeit des Sandsteines und hohe Belastung derselben im Hangenden vorausgesetzt — die anstehenden Sandsteinschichten gegen das Feldort mehr oder weniger durchgebogen, was nicht ohne Spaltungen in den weniger biegsamen Bänken vorgegangen ist, daher das einigemal vernommene Knallen und der stellenweise Gasaustritt aus den verquerten

Sandsteinschichten. Auch die Schiefereinlagerung hat dem Drucke der Hangendschichten gegen das Liegende, resp. der Biegung nachgeben müssen, ist aber infolge der geringeren Kohäsion ihrer Gemengteile dabei zerquetscht und teilweise aus der durchgebogenen Partie herausgepresst worden, wobei sich, bei genügender Annäherung des Querschlags zu der Schiefereinlagerung in letzterer eine scheibenförmige Partie voll hochgespannter Gase und Materials bildet, deren Zentrum an der Stelle zu vermuten ist, an welcher eine vom Querschlagsfeldort auf das Einfallen gestellte Vertikale die Schiefereinlagerung trifft. Von diesem Zentrum aus erfolgt der Ausbruch, sobald das Feldort davon durch ein zu schwaches Sandsteinmittel getrennt ist.

Ein dem letzteren ganz analoger Vorgang spielt sich dort ab, wo der Gasausbruch aus einem Flöze in dem Moment erfolgt, in welchem es durch einen Querschlag aufgeschlossen wird.

Speziell für die in den Resiczaer Gruben beobachteten plötzlichen Gasausbrüche ist es von Wichtigkeit, dass sie bisher: 1. nur aus dem Hangendflöze oder aus den Hangendschiefeln, 2. nur aus Feldörtern, noch nie aus Abbaustößen, 3. nur in 400 *m* überschreitenden Teufen, und 4. wenn aus Flözen, dann stets von einer nahen Verdrückung aus erfolgt sind. Auf Grund der dargelegten Theorie einer durch den Gebirgsdruck verursachten Kompression der Gase und der Kohle oder des bituminösen Schiefers, lässt sich dies wie folgt, begründen: ad. 1. Die Hangendschieferbänke und das Hangendflöz sind dem Druck der bituminösen Schieferpartie von über 80 *m* Mächtigkeit mehr ausgesetzt als das Liegendflöz, welches vom Hangendflöze durch ein Sandstein-Zwischenmittel von 40 bis 50 *m* getrennt ist. Dass faktisch dies die Ursache ist, beweist auch der Umstand, dass aus dem Liegendflöz ein einzigesmal ein Ausbruch erfolgt ist, u. zw. dort, wo die Flöze überkippt liegen, also das Liegendflöz lokal zum Hangendflöz geworden ist. — Ad. 2. Dass auf den Abbauen bisher keine Gasausbrüche erfolgt sind, hat seinen Grund im Abbausystem. Es ist dies ein Etagenbruchbau, welcher nach abwärts vorgehend, den Einbruch des Hangenden von Etage zu Etage zwar mitführt, der Schichtenbiegung also freien Verlauf bieten würde. Dennoch verläuft der gesamte Vorgang ohne gefährliche Pressungen zu verursachen, resp. ohne Eruptionen, da die Abbaupfeiler nach erfolgter Vorrichtung durch die 20 bis 30 *m* voneinander entfernten Doppelaufbrüche und vielen Parallelstrecken einerseits soviel Entgasungspunkte besitzen, andererseits die Durchbiegung des Nebengesteins infolge der von Vorrichtungsbauen oder vom alten Mann ausgehenden Bruchspalten meist ganz ausbleibt oder nur in ganz unbedeutendem Maße stattfindet. Dass in Belgien und Nord-Frankreich auch auf Abbauen plötzliche Gasausbrüche vorkommen, hat seinen Grund darin, dass nach der dortigen Methode die Abbaupfeiler durch die Vorrichtungsbauwerke nur in geringem Maße entgast werden und die Bildung von Bruchspalten im Nebengestein, damit auch die Verhinderung der Schichtenbiegung hierdurch vereitelt wird. Ad. 3. Die plötzlichen Gasausbrüche

treten deshalb erst in Teufen über 400 *m* auf, weil erst in diesen Teufen der Gebirgsdruck jenen in der dargelegten Weise wirkenden Einfluss auf die lokale Erhöhung der Gas- und Kohlenspannung, resp. die hierzu erforderliche Größe erreicht. — Ad. 4. Die aus dem Flöz erfolgenden Gasausbrüche erscheinen deshalb an die Nähe von Verdrückungen gebunden, weil letztere die gepressten Kohlenmassen und die Gase verhindern, ihre Energie, resp. die Spannungserhöhung zum Teil und innerhalb nicht zu langer Zeit an weitere Zonen abzugeben. Während also in entsprechender Entfernung von den Verdrückungen der Fall eintreten kann, dass selbst bei einem raschen Vertriebstempo und ohne Anwendung von Vorbohrungen, also ohne Einhaltung der gewöhnlichen Schutzmittel ein plötzlicher Gasausbruch nicht erfolgt, da die lokal hohe Spannung des Feldorts Raum hat, sich auf entferntere Zonen auszubreiten und sich dadurch zu vermindern — wird auch der entgegengesetzte Fall eintreten: nämlich, in der Nähe der Verdrückungen kann trotz langsamem Vortrieb nebst Vorbohrung, wenn diese Schutzmittel nicht durchaus rationell und konsequent angewendet werden, ein Gasausbruch dennoch leicht erfolgen. (Vgl. die Gasausbrüche sub. 8 und 12 im III. Abschnitt.)

Über die in Belgien und Frankreich erfolgten Gasausbrüche lässt sich das gleiche sagen, dieselben werden daher hier nicht weiter behandelt.

VII.

Die im V. Abschnitt dargestellte Theorie ist keinesfalls als ein Versuch aufzufassen, dessen Zweck es wäre, die frühere, von Arnould aufgestellte, zu widerlegen. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass auf einen Teil der plötzlichen Gasausbrüche die Arnould'schen Hypothesen passen, während ein anderer Teil auf Grund des Vorliegenden zustande zu kommen scheint.

Es wären also zweierlei Arten von plötzlichen Gasausbrüchen zu unterscheiden: a) solche, welche auf der bisherigen Theorie beruhen, also durch die in den Flözen oder im Gestein infolge geologischer Vorgänge entstandenen Ansammlungen hochgespannter Gase verursacht werden. b) Solche, deren Ursache in einer lokalen Spannungserhöhung nächst den Kohlenstößen, durch die Durchbiegung, resp. den Druck veranlasst, zu suchen ist. Da die unter a) angeführten natürlichen Ansammlungen von komprimierten Gasen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht nachgewiesen werden konnten, könnte man die Behauptung wagen, dass die Gasausbrüche unter b) die häufigeren sind.

Die zur Verhütung der plötzlichen Gasausbrüche in der Praxis angewendeten Mittel beschränken sich lediglich auf langsamen Vortrieb der Feldörter und Abbaustöße, nebst Ruhepausen, sowie auf Vorbohrungen. Es wird darauf geachtet, dass die Ruhepausen umso länger bemessen werden, und das Vortriebstempo um so mehr verlangsamt, eventuell der Vortrieb für einen gewissen Zeitraum auch

ganz eingestellt wird, eine je höhere Spannung der Kohlenstöße bemerkbar wird, je häufiger und intensiver sich das Knallen in der Kohle vernehmen lässt. Außerdem wird auch bei solchen Anzeichen die Zahl und Länge der Vorbohrungen vermehrt.

Auf welche Weise oder ob es überhaupt möglich wäre, die Durchbiegung des Nebengesteins zu verhindern, oder wenigstens zu vermindern, um auf diese Weise das Zustandekommen der zweiten Art der Gasausbrüche zu verhindern, ist eine offene Frage.

Vorläufig muss man sich mit den oben angegebenen Schutzmitteln behelfen. Dass ein günstiges Resultat derselben nur dann zu erwarten ist, wenn die disponierenden Betriebsorgane im Besitze eines entsprechenden Scharfblickes und genügender Sachkenntnis sind und die Durchführung ihrer Anordnungen mit Energie und Konsequenz überwachen, dies ist bei den die Beobachtung in der Grube erschwere Umständen sowie bei der Nachlässigkeit vieler Arbeiter gegenüber Vorsichtsmaßregeln nur natürlich.

Markscheiderische und geodätische Instrumente vom königl. ungar. Oberbergrate Prof. O. Cséti.

Von Eduard Doležal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

(Fortsetzung von S. 302.)

7. Schemnitzer Nivellierlatte.

Diese Nivellierlatte, welche in Fig. 15 abgebildet ist, besteht aus zwei gegen einander verschiebbaren Bestandlatten L_1 und L_2 ; jede ist 1,6 m lang, 7 cm breit und 2 cm stark. Die Enden der Latten sind mit Bändern versehen: sie dienen zur sicheren gegenseitigen Führung und nehmen Klemmschrauben S_1 und S_2 auf, um beide Latten miteinander fest zu verbinden. Die linke Bestandlatte ist am oberen Ende mit einem Aufhängehaken H versehen: wird die Nivellierlatte aufgehängt, so nimmt sie eine solche Lage ein, dass die Längsachse im Raume vertikal ist; es kann die ganze Latte um den Aufhängehaken, resp. um ihre Längsachse beliebig gedreht werden, was notwendig wird, wenn man die Latten-
teilung zum Nivellierinstrumente kehren will. Das untere Ende der linken Bestandlatte ist gegen Abnutzung mit Messing beschlagen, bzw. das über das Ende laufende Metallband umfasst die rechte Bestandlatte und gestattet, sie mittels einer Klemmschraube S_2 an die linke Latte anzupressen.

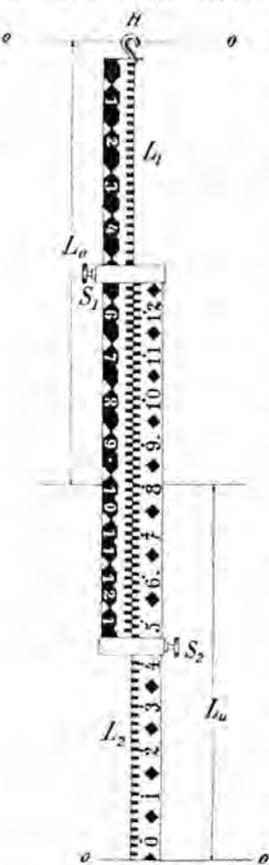


Fig. 15.

Was die Teilung dieser Latte betrifft, so hat sie ihren Nullpunkt an der inneren Kante des Aufhängehakens: die einfachen Zentimeterfelder, welche abwechselnd schwarz und weiß bemalt sind, befinden sich auf der inneren, der rechten Bestandlatte zugekehrten Kante. Rechteckige Zacken markieren die Enden eines jeden Zentimeterfeldes, das schwarz grundiert ist und weiße

Ziffern auf schwarzem Grunde auf größere Entfernungen deutlich wahrnehmen lässt. Die halben Dezimeter sind durch eine Einkerbung in dem schwarzen Dezimeterfelde markiert. Die rechte Lattenhälfte trägt eine Dezimeter-
teilung mit schwarzen Ziffern auf weißem Grunde: der Nullpunkt der Skala befindet sich am unteren Ende der Bestandlatte, aus welchem Grunde das Wachsen der Zahlen von unten nach oben erfolgt, im Gegensatze zur linken Lattenhälfte. Die Dezimeterenden sind durch horizontale Diagonallinien von schwarz angelegten Quadraten begrenzt, halbe Dezimeter sind durch schwarze Kreise hervorgehoben.

Die Zentimeterfeldteilung ist auf dem gegen die linke Lattenhälfte gelegenen Teile ausgeführt, u. zw. ident mit der der linken Bestandlatte.

Beim Gebrauche wird die Latte auf einen Firsthaken aufgehängt, wobei bei gelösten Klemmschrauben S_1 und S_2 die rechte Lattenhälfte herabgleitet, bis sie mit ihrem metallbeschlagenen Ende die Streckensohle berührt; hierauf werden die Klemmschrauben angezogen. Es wäre gewiss vorteilhaft, an der Latte eine kleine Dosenlibelle anzubringen, um über die vertikale Lage der Latte beruhigt sein zu können.

Wird die Teilung der Latte zum Instrumente gewendet, so kann der Beobachter am Instrumente am Horizontalfaden zwei Lattenhöhen bestimmen: die Latten-
lesung L_0 an der linken Lattenhälfte gibt den Abstand der Nivellierebene von dem Firstpunkte, während die Lesung L_n an der rechten Bestandlatte die Lattenhöhe für die Sohle liefert. Die Summe der erhaltenen Latten-
lesungen gibt die Streckenhöhe, also: $H = L_0 + L_n$.

Cséti ließ an der Reverseite der Latte eine Latten-
teilung herstellen, welche ihren Nullpunkt am unteren Ende der rechten Lattenhälfte hat: die Ausführung der Zentimeterfelder, resp. der Bezifferung ist braunrot auf weiß. Die Länge der Latte beträgt 3,2 m. Diese Reverseskala kommt dann zur Anwendung, wenn man ein Nivelliment über Tage auszuführen hat, wo man sich ausschließlich der Standlatten bedient.

* * *