

Berg- und Hüttenwesen.

Redaktion:

Gustav Kroupa,

k. k. Oberhüttenverwalter in Brixlegg.

C. v. Ernst,

k. k. Hofrat und Kommerzialrat in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Eduard **Donath**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, Willibald **Foltz**, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien, Karl **Habermann**, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie Leoben, Julius Ritter von **Hauer**, k. k. Hofrat und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben, Hans **Höfer**, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Bergakademie in Leoben, Josef **Hörhager**, Hüttenverwalter in Turrach, Adalbert **Kás**, k. k. o. ö. Professor, Rektor der Bergakademie in Příbram, Ludwig **Litschauer**, königl. ungar. Oberingenieur, Leiter der königl. ungar. Bergschule in Selmeczbánya, Johann **Mayer**, k. k. Bergrat und Zentral-Inspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz **Poech**, Oberbergrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien und Karl von **Webern**, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium.

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

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis** jährlich für **Österreich-Ungarn** 24 K ö. W., halbjährig 12 K, für **Deutschland** M 21,—, resp. M 10,50.—
Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Über die Zulässigkeit der Auskohlung des Braunkohlenflötzes im Eisenbahnschutzpfeiler des nordwestböhmischen Beckens.
— Der sogenannte Rotbruch des Frischeisens und seine Ursachen. — Statistik der Schachtförderseile im Oberbergamtsbezirke Breslau für das Jahr 1902. — Rauchfreie Verbrennung der Kohle. — Metall- und Kohlenmarkt. — Notizen. — Literatur.
— Ankündigungen.

Über die Zulässigkeit der Auskohlung des Braunkohlenflötzes im Eisenbahnschutzpfeiler des nordwestböhmischen Beckens.

Von k. k. Bergrat **Karl Balling.**

I.

In dem nordwestböhmischen Braunkohlenbecken, insbesondere dort, wo die Tieflage des mächtigen Braunkohlenflötzes eine bedeutende ist, nehmen die zum Schutze der Bahnen erforderlichen und auf solche Art der Ausbeutung entzogenen Kohlenpfeiler eine verhältnismäßig große Fläche für sich in Anspruch. So z. B. beträgt auf Grund der bisherigen Erfahrung die beiderseits ab Bahnachse zu bemessende Schutzpfeilerbreite bei einer Überlagerung der Baufrste von 300 m mindestens 116 m und steigert sich bei einer Überlagerung von 380 m auf 145 m. Per Kilometer Bahnlänge beträgt daher die erforderliche Schutzpfeilerfläche im ersteren Fall zirka 5, im letzteren Fall nahezu 6,4 einfache Grubenmaße. Wird erwogen, dass bei dem bestehenden kammerbruchbaumäßigen Abbau per Quadratmeter Grubenfeldfläche durchschnittlich $5,2 m^3$ gleich 6 t Braunkohlen ausgekohlt werden, so beträgt die für ewige Zeiten der Auskohlung entzogene Kohlenmenge per Kilometer Bahnlänge (Schutzpfeilerlänge) 1 392 000 beziehungsweise 1 740 000 t, ein großer Entgang für den hiedurch betroffenen Bergwerksbesitzer und eine wesentliche Schädigung des national-ökonomischen Interesses. Diese Schädigungen sind um so eingreifender, wenn berücksichtigt wird, dass bei der Einleitung eines zweckentsprechenderen Abbausystems, als es der Kammerbruchbau ist, die per m^2 Grubenfeldfläche gewinnbare Kohlen-

menge auf das Doppelte der bisherigen Ausbeute und noch höher gesteigert werden kann.

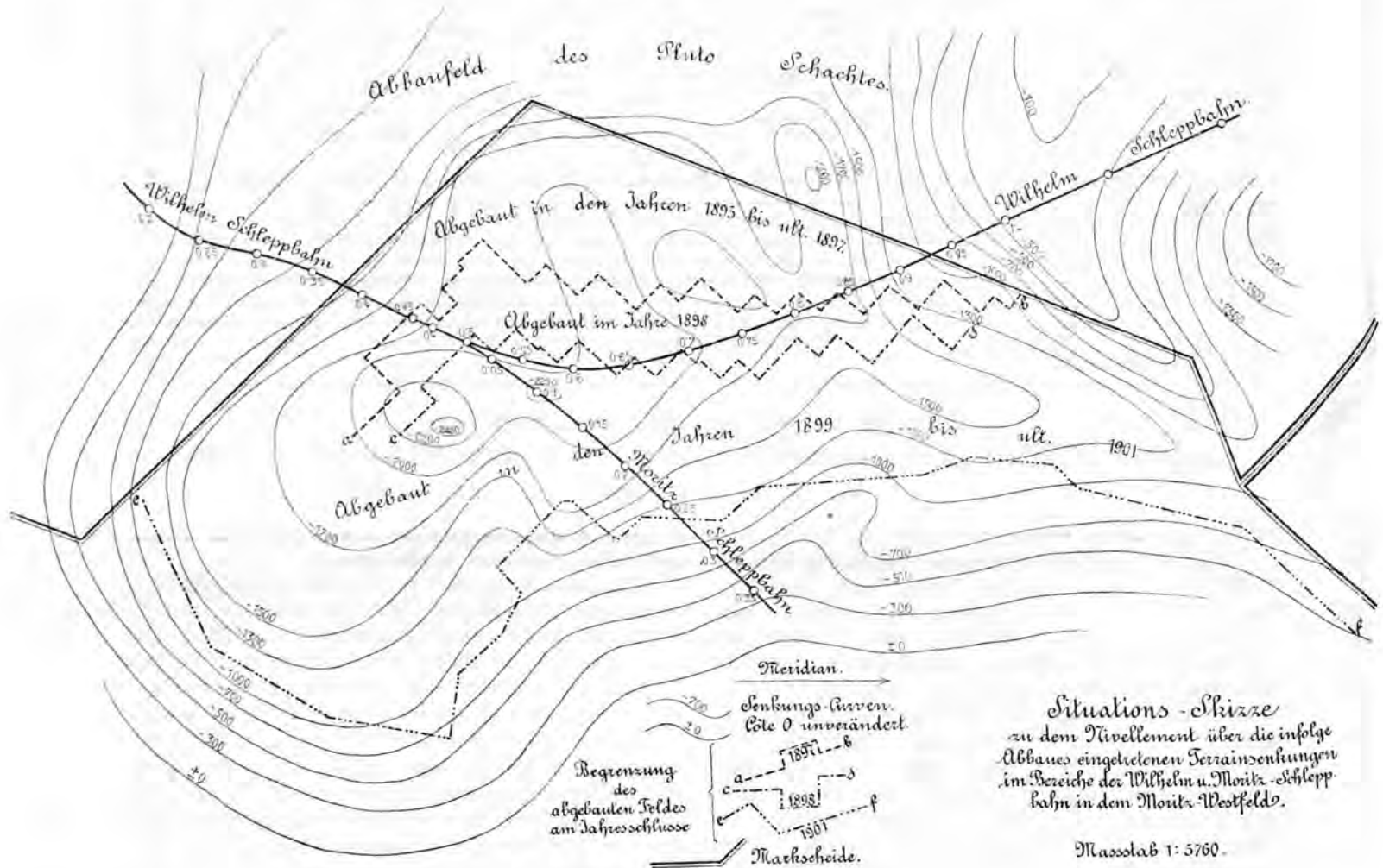
Es muss daher der erste in dem Bergwerksbesitz der Brucher Kohlenwerke (beziehungsweise der Deutsch-Österreichischen Bergwerksgesellschaft) ausgeführte und von besonders günstigem Erfolg begleitete Versuch der Auskohlung des Schutzpfeilers unterhalb der Schlepfbahnen warm begrüßt werden. Dieser erste Auskohlungsversuch beschränkt sich allerdings auf eine verhältnismäßig kürzere Erstreckung unterhalb der zum Wilhelm-schacht (Duxer Kohlenverein) und der zum Moritzschacht (Brucher Kohlenwerke) führenden Schlepfbahn. Allein immerhin gestatten die bei diesen Abbaubersuchen gemachten Erfahrungen und Beobachtungen die Folgerung, dass unter gewissen, im Verfolge dieser Abhandlung näher zu besprechenden Grundsätzen auch die Auskohlung des Schutzpfeilers unterhalb solcher Hauptbahnen zulässig ist, auf welchen der Personenverkehr stattfindet.

Übergehend auf die in dem bereits erwähnten Grubenbesitz in den Schutzpfeilern von Schlepfbahnen durchgeführten Abbaubersuche wird bemerkt, dass diese längs der zum Wilhelmschacht führenden Schlepfbahn ab $km 0,375$ bis $km 0,442$ und ab $km 0,812$ bis $km 0,927$ bereits im Jahre 1897, in den anderen der Begutachtung unterzogenen Teilen dieser im Abbaufeld des Moritzschachtes befindlichen Schlepfbahn im Jahre 1898

begonnen und im Jahre 1899 beendet wurden. Die rasche Anskohlung des Schutzpfeilers war aus dem Grunde möglich, weil die Richtung der am Schlusse des Jahres 1897 bestehenden Abbaufrent und jene der Bahn nahezu dieselbe war. Hingegen begann die Auskohlung des Schutzpfeilers der Moritzschleppbahn erst im Jahre 1899; sie ist bis heute noch nicht so weit vorgeschritten wie bei der ersteren Schlepp-

und je nach Erfordernis findet jährlich zweimal eine Fixierung der Senkungen statt.

Das wichtigste Resultat der längs des Schienengeleises beider Schleppbahnen gemachten Beobachtungen besteht darin, dass die infolge von Terrainziehungen und anlässlich des Abbaues eintretenden Terrain-senkungen sich bloß allmählich und sehr



bahn, weil ihre Richtung zur Abbaufrent in einer nahezu Normalen gelegen ist. (Siehe beigeschlossene Situationskizze.)

Die Beobachtungen der infolge des Abbaues eintretenden Terrainsenkungen wurden gemeinschaftlich von Bahn- und Bergwerksorganen ausgeführt. Sie begannen bereits im Jahre 1897, mithin zu einer Zeit, innerhalb welcher sich westlicherseits der Wilhelm-schleppbahn von km 0,45 beginnend bis km 0,8 die Abbaufrent in einer größeren Entfernung befand. Diese Beobachtungen wurden fortgesetzt, bestehen heute noch

langsam vollzogen, was schon allein aus dem Umstande hervorgeht, dass bei den beiden Schleppbahnen plötzliche Niveauveränderungen nicht vorgekommen sind und die größte sich langsam vollziehende Terrainsenkung im Monatsdurchschnitte eines Beobachtungsintervalles bloß 114 mm oder im Durchschnitte pro Tag nur 3,8 mm betragen hat. Insbesondere sind ab 5. Juli 1900 bis 24. März 1902 in km 0,56, 0,6, 0,65, 0,7 und 0,8 keine Senkungen vorgekommen; dergleichen fand ab 20. März 1901 bis 24. März 1902 längs der ganzen Erstreckung der vorstehend ange-

fürten Schleppbahnteilstrecke keine Senkung statt und es betragen die ab 5. Juli 1900 bis 11. April 1903 eingetretenen Senkungen in $km\ 0_{,5} - 226\ mm$, in $km\ 0_{,55} - 85\ mm$, in $km\ 0_{,6} - 51\ mm$, in $km\ 0_{,65} - 114\ mm$, in $km\ 0_{,7} - 41\ mm$, in $km\ 0_{,75} - 115\ mm$ und in $km\ 0_{,8} - 204\ mm$, beziehungsweise innerhalb $2_{,75}$ Jahren bloß 11% , $4_{,36}\%$, $2_{,75}\%$, $5_{,33}\%$, 2% , 6% und $10_{,8}\%$ der Gesamtsenkung.

II.

Die ganze Terrainsenkung setzt sich jedoch zusammen aus Senkungen, welche infolge Terrainziehungen anlässlich des in der Nähe des Schutzpfeilers vorgenommenen Abbaues sich naturgemäß ergeben müssen, und aus jenen Senkungen, welche infolge des unterhalb der Beobachtungsstelle bewirkten Abbaues eintreten.

Bei einer im Verhältnis zum Ausbringen an Kohle größeren Überlagerung der Baufrste und bei gleich großem Ausbringen per m^2 Grubenfeldfläche können bezüglich des Aufbruches und der infolge Abbaues vorkommenden Terrainsenkungen nachstehende Grundsätze aufgestellt werden, und zwar:

1. Von der Größe des anfänglichen Vermehrungskoeffizienten des Aufbruchsmaterialies ist die Aufbruchshöhe abhängig, und es bleibt bei ein und demselben Ausbringen das Volumen der in dem Aufbruchsmaterial enthaltenen unausgefüllten Zwischenräume bei jeder Größe des Vermehrungs-Koeffizienten dasselbe.

2. Der auf das Aufbruchsmaterial (Verbrauchsmaterial) ausgeübte Gebirgsdruck bedingt die Größe der Intensität der Komprimierung des Aufbruchsmaterialies. Wohl findet in den tieferen Lagen des Aufbruchsmaterialies infolge des Gewichtes der aufeinander lagernden Bruchstücke eine unbedeutende Komprimierung desselben statt, doch steht diese in keinem Zusammenhange mit der von dem Gebirgsdruck bewirkten. Es ist daher die Größe der Terrainsenkung insbesondere von der durch den Gebirgsdruck bewirkten Komprimierung abhängig. Da das spezifische Gewicht des Dachgebirgslattens im allgemeinen und in allen Teilen seiner Mächtigkeit nahezu gleich groß ist, so muss naturgemäß die Intensität der Komprimierung des Aufbruchsmaterialies mit der zu- und abnehmenden Mächtigkeit des unaufgebrochen verbleibenden Teiles des Dachgebirges proportional zu- oder abnehmen.

3. Wegen des verhältnismäßig langsamen Vorschreitens des Abbaues erweitert sich die unterbaute Fläche des unverbrochen bleibenden Teiles des Dachgebirges bloß allmählich, weshalb auch der Gebirgsdruck auf das Aufbruchsmaterialie sich bloß sukzessive bis zur vollen Intensität steigern, daher auch die Komprimierung des Aufbruchsmaterialies und die infolgedessen eintretende Terrainsenkung sich nur allmählich und langsam vollziehen kann. Dies gilt insbesondere längs der jeweiligen Abbaufont. Zu der sich langsam vollziehenden Komprimierung des Verbrauchsmaterialies trägt auch der Umstand wesentlich bei, dass die übereinander lagernden Bruchstücke infolge des

Gebirgsdruckes nicht sofort, sondern erst nach Überwindung der Reibungswiderstände in die zwischenbefindlichen unausgefüllten Räume verdrückt werden können. Auch die bei dem Kammerbruchbau vorkommenden, widerstandsfähigeren Zwischenpfeiler dürften hiezu beitragen. Von dem mehr oder minder raschen Vorschreiten des Abbaues hängt daher auch der raschere beziehungsweise langsamere Vollzug der Terrainsenkungen ab.

4. Nicht ganz ausgeschlossen bleibt, dass bei dem Vorhandensein gewisser im Absatz VII besprochener Verhältnisse ein normaler Aufbruch eintreten kann.

III.

Als instruktiv können die längs der Wilhelmschleppbahn ab $km\ 0_{,5}$ bis $km\ 0_{,8}$ über die Terrainsenkungen gemachten Beobachtungen aus dem Grunde bezeichnet werden, weil seit der Zeit (1898/99), in welcher der Abbau des Schutzpfeilers beendet war, bis zu dem Zeitpunkte der letzt vorgenommenen Beobachtung (24. März 1903) bereits über 3 Jahre verflossen sind und seit 5. Juli 1900 bloß unbedeutende Senkungen konstatiert wurden; ferner aus dem Grunde, weil laut Abbaukarte und Abbaustatistik in allen Teilen des Bereiches dieser Schutzpfeilerstreckung das Ausbringen per m^2 Grubenfeldfläche (Streckenbetrieb und Abbau zusammen) nahezu gleich groß war; endlich deshalb, weil längs dieses Schleppbahnteiles die Überlagerung der Baufrste bloß zwischen 384 und 388 m (Durchschnittlich 6 m Diluvium, 374—378 m Letten und 4 m Schutzdecke) schwankt, welcher Unterschied belanglos ist.

Das Ausbringen an Kohle schwankt in den einzelnen Teilen dieses Abbaufeldteiles per m^2 Grubenfeldfläche, möglichst richtig ermittelt, zwischen $5_{,55}$ bis $5_{,65}\ m^3$. In der nachstehenden Tabelle sind die längs $km\ 0_{,5}$ bis $km\ 0_{,8}$ der Wilhelmschleppbahn konstatierten Senkungen ausgewiesen.

Aus dieser Zusammenstellung der konstatierten Senkungen des Schienenstranges ist folgendes zu ersehen:

1. Da laut Abbaukarte am 10. Dezember 1897 die Abbaufont von der Bahnachse in $km\ 0_{,5}$ noch über 30 m , in $km\ 0_{,55}$ über 68 m , in $km\ 0_{,6}$ über 60 m , in $km\ 0_{,65}$ über 50 m , in $km\ 0_{,7}$ über 45 m , in $km\ 0_{,75}$ über 20 m und in $km\ 0_{,8}$ noch über 15 m entfernt gelegen war und an diesem Tage gegenüber dem Urzustand des Bahnkörpers bereits Senkungen desselben konstatiert wurden, so können diese Senkungen nur die Folge von Terrainziehungen sein, welche anlässlich des im Jahre 1897 bewirkten Abbaues eingetreten sind. Auch die am 7. April 1898 festgestellten Senkungen des Bahnkörpers sind die Folge von Terrainziehungen, weil an diesem Tage der Abbau den unterhalb des Bahnkörpers befindlichen Kohlenpfeiler noch nicht erreichte; aus gleichem Anlasse sind die am 19. September 1898 in $km\ 0_{,5}$, $0_{,55}$, $0_{,6}$, $0_{,65}$ und in $0_{,7}$ konstatierten Senkungen entstanden. Diese infolge von Terrainziehungen eingetretenen Senkungen des Bahnkörpers betragen zusammen:

Wilhelmschleppbahn im Bereiche des Grubenfeldbesitzes der Brucher Kohlenwerke.

Datum der Messung	K i l o m e t e r						
	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
	Konstatierte Senkung des Schienonstranges in Millimetern						
10. Dezember 1897	323	164	114	158	280	403	424
7. April 1898	240	221	237	280	343	405	398
19. September 1898	498	610	627	504	440	163	45
5. Mai 1899	—	54	88	169	186	241	330
19. September 1899	310	343	356	405	400	406	394
5. Juli 1900	451	348	528	504	380	131	92
10. November 1900	—	—	—	—	—	—	—
20. März 1901	125	—	—	—	—	28	—
6. September 1901	—	—	—	—	—	—	—
24. März 1902	—	—	51	114	41	47	61
18. September 1902	31	71	—	—	—	—	95
11. April 1903	70	14	—	—	—	40	48
Zusammen	2048	1825	2001	2134	2070	1864	1887

in Kilometer	0,5	1061 mm
" "	0,55	995 mm
" "	0,6	978 mm
" "	0,65	942 mm
" "	0,7	1063 mm
" "	0,75	808 mm
" "	0,8	822 mm

Bei analogen Ablagerungs- und Abbauverhältnissen wird daher die Größe der infolge von Terrainziehungen eintretenden, in dem Beobachtungspunkte möglicherweise vorkommenden Terrainsenkung mit rund 1,1 m anzunehmen sein.

2. Die infolge Abbaues eingetretene Senkung des Bahnkörpers ist aus den laut Tabelle nach dem 7. April 1898, beziehungsweise nach dem 19. September 1898 gemachten und bis inklusive 11. April 1903 reichenden Beobachtungen zu ersehen und beträgt:

in Kilometer	0,5	987 mm
" "	0,55	830 mm
" "	0,6	1023 mm
" "	0,65	1192 mm
" "	0,7	1007 mm
" "	0,75	1056 mm
" "	0,8	1065 mm

Die größte infolge Abbaues eingetretene Senkung des Bahnkörpers beträgt daher 1192 mm in Kilometer 0,65. Bei dem Vorhandensein gleichartiger Ablagerungs- und Abbauverhältnisse kann mithin die infolge des Abbaues eintretende Senkung mit rund 1,2 m angenommen werden.

Aus der beigeschlossenen Skizze ist zu ersehen, dass außerhalb des Bahnkörpers der Wilhelmschleppbahn, so östlicherseits der Kilometer 0,5 und 0,55, dann westlicherseits des Kilometers 0,85 im abgebauten Grubenfeld pingenaähnliche Terrainsenkungen kleinen Umfanges mit einer um 0,2, beziehungsweise 0,4 m größeren Tiefe als wie längs der Wilhelmschleppbahn konstatiert worden sind. Diese bleiben hier jedoch außer Betracht, weil sie die Folge von außergewöhnlichen Aufbruchverhältnissen sind, über deren möglichen Eintritt im Absatze VII das Nähere erörtert wird.

Im Verlaufe der nächstfolgenden Jahre werden noch weitere, jedoch geringfügige, bloß sehr langsam sich vollziehende Senkungen deshalb vorkommen, weil die durch den Gebirgsdruck bewirkte Komprimierung des lose angehäuften Verbrauchsmaterials naturgemäß anfänglich beschleunigter erfolgen muss, jedoch nicht sofort zur vollen Intensität einzutreten vermag.

3. Die vorstehenden Terrainsenkungen bedingen jedoch nicht die vollständige Beruhigung des aus Letten bestehenden Dachgebirges, weil nach Aufhören des Bergbaues die Grubenwässer ansteigen und infolge der leichten Erweichung des Verbrauchsmaterials im Wasser die vollständige Verlegung sämtlicher darin befindlichen und bis dahin unausgefüllt gebliebenen Zwischenräume ermöglicht wird, weshalb eine neuerliche Senkung eintreten muss. Auch diese Senkung kann sich bloß allmählich und nur sehr langsam vollziehen.

IV.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen über die während und nach der Auskohlung des Braunkohlenflötzes im Bereiche der Wilhelmschleppbahn und unterhalb deren Bahnkörper gemachten Beobachtungen sind daher bei durchschnittlich 386 m (6 m Diluvium, 376 m Letten und 4 m Schutzdecke) Mächtigkeit der Überlagerung der Baufrste und bei dem in einem Bauhorizont stattfindenden kammerbruchbaumäßigen Ausbringen von 5,6 m³ Kohle per m² Grubenfeldfläche die nächststehenden Schlussfolgerungen zulässig:

1. Die infolge des in einem Bauhorizont umgehenden kammerbruchbaumäßigen Kohlenabbaues an der Erdoberfläche eintretenden Terrainsenkungen vollziehen sich bloß allmählich und sehr langsam, weshalb die Auskohlung des Eisenbahnschutzpfeilers bei verschärfter Bahnaufsicht auch unterhalb Hauptbahnen mit Personenverkehr zulässig erscheint.

2. Die Terrainsenkungen setzen sich zusammen aus Senkungen infolge von Terrainziehungen anlässlich des in der Nähe der Beobachtungsstelle umsichgreifenden

Abbaues und aus denjenigen Senkungen, welche infolge des unterhalb der Beobachtungsstelle durchgeführten Abbaues eintreten. Bei analogen Ablagerungs- und Abbauverhältnissen, wie solche vorstehend beschrieben sind, kann die Größe dieser Senkungen mit $1,1m$ bei der ersteren und mit $1,2m$ bei der letzteren Art angenommen werden.

3. Über die Größe der endlichen, nach Aufhören des Bergbaues eintretenden Terrainsenkung bestehen allerdings keine Erfahrungen; da jedoch das aus Letten bestehende Verbrauchsmaterial im Wasser erweichbar ist und selbst nach dessen Komprimierung unausgefüllte Zwischenräume vorkommen, da ferner sowohl in den verbrochenen Abbaukammern als auch in den teilweise unverbrochen bleibenden Strecken unausgefüllte Hohlräume bestehen, die sodann von dem erweichten Verbrauchsmaterial ausgefüllt werden, so kann annäherungsweise die Größe der endlichen, sich unbedingt langsam vollziehenden Senkung immerhin mit 20 % der Größe der infolge des Abbaues eintretenden Senkung angenommen werden.

V.

Die bei dem Abbau des Kohlenpfeilers unterhalb der Wilhelmschleppbahn gemachten, und jene über die Gestaltung des Aufbruches oberhalb ausgekohlter Hohlräume, sowie über den Vermehrungskoeffizienten des aus Letten bestehenden Verbrauchsmaterials bereits bekannten Erfahrungen ermöglichen für beliebige Hangendgebirgsmächtigkeiten annäherungsweise die Grenze des Ausbringens festzustellen, bei welchem die Auskohlung des Schutzpfeilers stattfinden darf, ohne hierdurch den Bahnbetrieb zu gefährden. Um dieser Bedingung zu entsprechen, darf der Aufbruch die Tagesoberfläche nicht erreichen und es muss oberhalb des Aufbruches eine so große Mächtigkeit der aus Letten bestehenden Überlagerung vorhanden sein, dass voraussichtlich die Bildung größerer bis zu Tag reichender Bruchrisse hintangehalten wird. Kommen im Dachgebirge Sandablagerungen oder zum Rutschen gereigte Gebirgsschichten nicht vor, so ist es Erfahrungssache, dass der Dachgebirgsletten in der Regel bis zu 50 m Tiefe weniger fest und stärker zerklüftet ist, desgleichen auf etwa 10 m oberhalb des Flötzes; wohingegen in den größeren, 50 m übersteigenden Tieflagen der Letten bei abnehmender Zerklüftung an Festigkeit zunimmt. Diese charakteristische Eigenschaft der Lettenablagerung spricht für die Annahme, dass die Mächtigkeit (m) von der unverbrochen zu verbleibenden und aus Letten bestehenden Überlagerung des Flötzes zum Zwecke der Sicherung gegen den meist plötzlichen Eintritt von bis in das Terrain reichenden, größeren Bruchrisse mindestens 80 m ($m=80m$) zu betragen hat, weil voraussichtlich ein Zuschlag von 30 m Mächtigkeit des festeren, gering zerklüfteten Lettens genügen dürfte.

Ferner ist es nötig, dass die infolge des Abbaues eintretenden Terrainsenkungen nicht plötzlich entstehen.

Ist die Bildung von bis zu Tag reichenden, größeren Bruchrisse und der Eintritt des normalen Aufbruches

ausgeschlossen, so kann die Terrainsenkung sich nur langsam und allmählich vollziehen, weil, wie bereits im Absatze II ausgeführt, die von dem Gebirgsdruck bewirkte Komprimierung des Verbrauchsmaterials bis zur vollen Intensität nicht plötzlich, sondern bloß nach und nach einzutreten vermag. Es ist daher die Annahme berechtigt, dass bei dem Vorhandensein von 80 m unverbrochen bleibenden, aus Letten bestehenden Dachgebirges oberhalb des mit dem Verbrauchsmaterial ausgefüllten Aufbruchsraumes die Terrainsenkungen sich nur langsam und allmählich vollziehen werden. Sie werden sich umso langsamer vollziehen, je kleiner der Vermehrungskoeffizient des Aufbruchsmaterials und der darauf lastende Gebirgsdruck sind.

Die Größe der infolge des Abbaues eintretenden Terrainsenkung ist abhängig von dem Ausbringen an Kohle per m^2 Grubenfeldfläche und von der Größe des Vermehrungskoeffizienten des Verbrauchsmaterials, ferner von der Intensität der Komprimierung desselben, welche infolge der Lagerungshöhe des Verbrauchsmaterials und aus Anlass des auf ihm lastenden Druckes der nicht aufgeborenen, sondern bloß durchgebogenen Dachgebirgsschichten eintritt.

Das bei der Auskohlung des Schutzpfeilers der Wilhelmschleppbahn erzielte Ausbringen (A) ist per m^2 Grubenfeldfläche mit durchschnittlich $5,0m^3$ Kohle und die Größe der infolge Abbaues eingetretenen Senkung des Bahnkörpers (s) mit maximal $1,2m$ festgestellt worden. Die Größe des Vermehrungskoeffizienten des Aufbruchsmaterials (V) und desjenigen nach eingetretener Komprimierung (C) sind bisher nicht ermittelt.

Über den Vermehrungskoeffizienten des verbrochenen, vorzugsweise aus Letten bestehenden Dachgebirges sind Beobachtungen gemacht worden; er wurde je nach der größeren oder geringeren Festigkeit des Lettens (sehr stark zerklüfteter, daher sehr klein brüchiger Letten ausgeschlossen) als zwischen 3,5 bis 5 % schwankend befunden; bezüglich der Größe der Komprimierung des Verbrauchsmaterials fehlen die Erfahrungen gänzlich; es wird diesbezüglich auf das im Absatze II Gesagte verwiesen.

Da der Dachgebirgsletten in den größeren 50 m übersteigenden Tieflagen an Festigkeit zu- und an Zerklüftung abnimmt, so muss mit der zunehmenden Mächtigkeit des Lettens dessen Vermehrungskoeffizient ein kleinerer werden. Mit Rücksicht auf die große Mächtigkeit der Überlagerung (U), hier 386 m, ist es daher nicht gefehlt, den kleinsten 3,5 % betragenden Vermehrungskoeffizienten als entsprechend anzunehmen.

Bei der Auskohlung des Schutzpfeilers der Wilhelmschleppbahn wurde das Ausbringen per m^2 Grubenfeldfläche mit $5,6m^3$ Kohle ermittelt, welches Ausbringen jenem des reinen Abtriebes der Kohle mit 5,6 m Bauhöhe (h) gleichgestellt werden kann.

Wird der kleinste Vermehrungskoeffizient des Lettens mit 3,5 % in Rechnung gestellt, so muss der Aufbruch im

Dachgebirge (h_1) . . . $\left[\frac{A}{V} = h_1 \right]$, mithin $\frac{5,6}{0,035} = 160 m$

hoch reichen, weil erst bei dieser Aufbruchshöhe infolge

des von dem Aufbruchsmaterial gegenüber dem in seinem Urzustand in Anspruch genommenen größeren Raumerfordernisses der im Flötz ausgekohlte Raum nebst dem Aufbruchsräume ausgefüllt sein kann. Die ganze Höhe des Aufbruchsmaterials (H) wird daher in diesem Fall $[H=h_1+h]$ gleich $160+5,6=165,6m$, und es bleiben von der Dachgebirgsmächtigkeit unaufgebrochen $[U-h_1=h_2]$ gleich $386-160=226m$. In diesem Momente reicht somit das Aufbruchsmaterial bis an die unverbrochen gebliebene und bloß durchgebogene Gebirgsschicht und es beginnt infolge des Gewichtes der auf dem Aufbruchsmaterial auflagernden Gebirgsschichten dessen Komprimierung.

Die nach der beendeten Auskohlung des Schutzfeilers eingetretene Terrainsenkung besitzt laut Absatz III eine Tiefe von $1,2m$; infolge des Gebirgsdruckes wurde daher das Aufbruchsmaterial um ebensoviele zusammengedrückt. Der mit $3,5\%$ angenommene Vermehrungskoeffizient des aufgebrochenen Lettens ist daher infolge der durch den Gebirgsdruck bewirkten Komprimierung des Aufbruchsmaterials auf $\left[\frac{h-s}{h_1} \times 100 = C\right]$ gleich

$$\frac{5,6-1,2}{160} \times 100 = 2,75\% \text{ gesunken.}$$

Wird der Vermehrungskoeffizient des Aufbruchsmaterials mit mehr als $3,5\%$ der vorstehenden Berechnung zugrunde gelegt, so müsste, wollte man die mit $1,2m$ festgestellte Größe der Terrainsenkungstiefe zum Resultat erhalten, auch der Vermehrungskoeffizient des komprimierten Aufbruchsmaterials dementsprechend größer gewählt werden. Es ist theoretisch richtig, dass in demselben Verhältnisse, in welchem der Druck auf das Aufbruchsmaterial größer ist, dessen Komprimierung und daher auch die Terrainsenkungstiefe größer werden muss. Da sich jedoch mit der zunehmenden Komprimierung die Reibungswiderstände im Aufbruchsmaterial steigern, so wird das Verhältnis des zunehmenden Druckes größer sein als dasjenige, in welchem die Terrainsenkungstiefe zunimmt. Diesem zufolge werden daher die für gleich großes Ausbringen und dieselbe Terrainsenkungstiefe, jedoch für verschieden großen Druck theoretisch ermittelten Terrainsenkungstiefen um etwas größer sein als die tatsächlich eintretenden.

Auf Grund des in einem Bauhorizont stattfindenden, kammerbruchbaumäßigen Ausbringens von $5,6m^3$ Kohle per m^2 Grubenfeldfläche und der infolge des Abbaues bei $386m$ Überlagerung oberhalb der Baufriste mit $1,2m$ festgestellten Größe der Terrainsenkungstiefe sind in der nachstehenden Tabelle für verschieden große Überlagerungen die theoretisch ermittelten Terrainsenkungstiefen ausgewiesen, welche innerhalb der bisher bekannten, zwischen $3,5$ bis 5% schwankenden Größe des Vermehrungskoeffizienten des aus festerem und wenig zerklüftetem Letten bestehenden Aufbruchsmaterials erfolgen können.

Werden die theoretisch ermittelten, in der vorstehenden Tabelle für den $3,5$, 4 , $4,5$ und 5% igen Ver-

Vermehrungskoeffizient des Aufbruchsmaterials	Mächtigkeit der Überlagerung der Baufriste	Festgestellt		Theoretisch ermittelt		
		Ausbring. an Kohle per m^2 Grubenfeldfläche	Infoolge des Abbaues eingetretene Terrainsenkungstiefe	Aufbruchshöhe oberhalb der Baufriste	Mutmaßliche größte Terrainsenkungstiefe infolge des Abbaues	Mutmaßlicher Vermehrungskoeffizient des komprimierten Aufbruchsmaterials
%	m	m^3		m		%
3,5	240 346 386 426 446	5,6	1,2	160	0,424	3,234
					0,787	2,882
					—	2,75
					1,412	2,617
					1,518	2,55
4,—	346 386 426 446	5,0	1,2	140	0,487	3,651
					1,004	3,282
					—	3,142
					1,395	3,003
					1,492	2,933
4,5	240 346 426 446	5,6	1,2	124,44	0,53	4,074
					1,010	3,783
					—	3,535
					1,383	3,388
					1,475	3,314
5,—	240 346 386 426 446	5,6	1,2	112	0,56	4,499
					1,024	4,081
					—	3,928
					1,375	3,772
					1,462	3,693

mehrungskoeffizienten ausgewiesenen Terrainsenkungstiefen gegenseitig verglichen, so resultiert, dass, bei gleich großen Mächtigkeiten der Überlagerung, der größte Unterschied in der Terrainsenkungstiefe bei $240m$ Überlagerung besteht und $137mm$ beträgt. Unter $240m$ Mächtigkeit der Überlagerung der Baufriste ist die Berechnung aus dem Grunde nicht ausgeführt, weil bei dem Ausbringen von $5,6m^3$ Kohle und dem Vermehrungskoeffizienten von $3,5\%$ der Aufbruch im Hangenden $160m$ hoch reicht und mit Bezug auf das im vorstehenden Absatze Gesagte der unverbrochen zu verbleibende Teil der Überlagerung mindestens $80m$ zu betragen hat, wenn die infolge des Abbaues eintretende Terrainsenkung sich langsam vollziehen soll.

Wird erwogen, dass bei der in einem Bauhorizont stattfindenden kammerbruchbaumäßigen Auskohlung des Braunkohlenflötzes höchstens $6m^3$ Kohle pro m^2 Grubenfeldfläche gewonnen werden, so kann in einem solchen Fall der oben ausgewiesene Unterschied sich auf höchstens $145mm$ steigern. Mit der zunehmenden Mächtigkeit der Überlagerung wird dieser Unterschied kleiner und beträgt bereits bei $326m$ Überlagerung bloß $56mm$, weshalb der Fehler, welcher bei der Annahme des Vermehrungskoeffizienten des Aufbruchsmaterials gegenüber dem tatsächlich bestehenden vorkommen kann, auf die Ermittlung der Größe der Terrainsenkungstiefe dann von keinem wesentlichen Einfluss ist, wenn der Vermehrungskoeffizient des Aufbruchsmaterials nicht kleiner als $3,5\%$ ist und andererseits auch 5% nicht übersteigt, und wenn die Überlagerung der Baufriste mindestens $326m$ beträgt. Dieser Unterschied wird um so kleiner, je geringer das Ausbringen ist.

Die in diesem Absatze gegebenen Ausführungen bieten hinreichend Anhaltspunkte, um in dem nordwest-böhmischen Braunkohlenbecken die infolge des Abbaues

eintretende Größe der Terraineinkungstiefe annäherungsweise vorbestimmen zu können.

(Schluss folgt.)

Der sogenannte Rotbruch des Frischeisens und seine Ursachen.

Von G. A. Forsberg.

Wenn bei schwacher Rotglut einem Stück Frischeisen genügende Kraft und Zähigkeit fehlt, um gewissen äußeren Angriffen erfolgreich zu widerstehen, und es — wie beim Lochen an den Kanten einer Platte oder bei jähen Biegungen — zerbricht, so soll das vom Eisenrotbruch herrühren; rotbruchfrei soll dagegen ein Eisen sein, wenn es unter denselben Verhältnissen vollständig ganz bleibt. Über die Ursachen dieses vermeintlichen Rotbruches hat man sich viel die Köpfe zerbrochen; man sagte, er könne durchaus nicht in einem zu hohen Schwefelgehalt des Roheisens oder in dem Vorhandensein eines anderen schädlichen Stoffes im Eisen liegen, da das schwedische Roheisen fast rein sei; der Grund sei in ganz anderen Umständen zu suchen. Als solche wurden vorgebracht: 1. zu saure Hochofenbeschickung und hoher Siliziumgehalt des Roheisens; 2. zu heißer Wind und zu schneller Ofenbetrieb; 3. zu hoher Mangangehalt des Roheisens; 4. zu hohe Windwärme im Frischherd und 5. unvollständiges Frischen mit mechanischem Ausbrechen. So wurde im allgemeinen geraten, ohne beweisen zu können, ob dies oder jenes die Ursache war. Die Sprödigkeit des rotglühenden Schmiedeeisens ist meiner Ansicht nach doch in den Stoffen zu suchen, die schon von früherher als Rotbruch verursachend gelten. Um in dieser wichtigen Sache einige Unterstützung zu haben, gebe ich nachstehend mehrere Analysen von Roh- und Schmiedeeisen wieder.

	S	Cu	Mn	Si	P	As	C
1. Roheisen	Sp.	Sp.	0,25	—	—	—	—
2. "	0,005	0,015	0,49	0,30	0,037	—	—
3. "	0,016	0,025	—	—	—	—	—
4. "	0,008	0,008	—	—	—	—	—
5. "	0,010	Sp.	0,73	—	—	—	—
6. "	Sp.	"	—	—	—	—	—
7. "	"	"	0,25	0,186	0,057	—	—
8. Frischeisen	0,007	0,045	0,11	0,15	0,037	—	—
9. "	Sp.	0,042	0,06	0,021	0,029	—	—
10. "	0,004	0,040	—	—	—	—	—
11. "	0,010	0,025	—	0,02	—	—	—
12. Roheisen	0,011	Sp.	0,25	0,245	0,055	0,018	3,90
13. Frischeisen	0,007	"	0,06	0,015	0,016	0,016	0,09
14. "	0,017	0,035	0,15	0,16	—	—	—

Dazu sei folgendes bemerkt:

1. Roheisen in einem modernen Ofen aus sauren Erzen mit recht hoher Wärme und Windpressung erblasen, ergab im Frischherd mit 80—90° Windwärme ein vollständig rotbruchfreies Eisen.

2. Ein halbweißes Roheisen aus verhältnismäßig saurer Beschickung im mittelgroßen Ofen mit mittlerer Wärme und Pressung dargestellt, lieferte in demselben

Herd ein ganz rotbrüchiges Produkt, das nicht als exportfähig galt.

3. Ein halbiertes Roheisen, fast wie 2 erblasen, gab ein so rotbrüchiges Eisen, dass das alleinige Frischen dieses Roheisens durchaus nicht zu empfehlen war.

4. Halbiertes Roheisen, maschinell mit 90—100° Windwärme gefrischt, lieferte ein etwas brüchiges, aber vollkommen exportfähiges Produkt.

5. Mit viel Wärme und Druck erzeugtes Roheisen, maschinell bei 160—170° Windwärme gefrischt, zeigte sich bei der Schmiedprobe vollkommen rotbruchfrei.

6. Wie 5 erblasen, gab maschinell mit 165—170° Wärme ein ganz bruchfreies Material.

7. Halbiertes Roheisen gab bei zirka 100° Windwärme ein sehr rotbrüchiges Schmiedeeisen, das ungeachtet genauester Behandlung vom Markt oft beanstandet wurde.

8. Stabeisen aus dem Roheisen 7.

9.—11. Andere Schmiedeeisensorten.

12. Ein ganz halbiertes Roheisen mit der Hand bei 70—90° Windwärme gereinigt, war sehr rotbrüchig und verursachte viele Ausstellungen.

13. Das Stabeisen aus dem Roheisen 12.

14. Mehr als halbweißes Eisen, sorgfältig gefrischt; war bei Rotglut ungemein spröde.

Vorstehende Analysen und Proben ergaben, dass schwefel- und kupferfreies oder nur Spuren dieser Metalle und nur wenig Si und Mn enthaltendes Roheisen ein vollständig rotbruchfreies Eisen liefert, wenn es maschinell oder nicht mit Windwärme über 75° gefrischt wird. Rotbruch erscheint erst mäßig und ungefährlich mit 0,009 bis 0,010% S im Roheisen und nimmt mit demselben zu, besonders wenn zu diesen mäßigen Schwefelmengen noch Kupfer oder Arsen im Roheisen dazukommt. Der vermeintliche Rotbruch des Schmiedeeisens ist also nichts weiter als ein entweder durch S allein oder in Verbindung mit Cu und As bewirkter „Rotbruch“ und nicht, wie angenommen wird, durch Oxyde im Eisen hervorgerufen worden. Das ist auch nicht gut möglich, wenn man bedenkt, in wie direkter und inniger Berührung mit feinverteiltem Kohlenstoff das Eisen während des ganzen Prozesses sich im Herd befindet. Ich glaube, dass das As und Cu im Roheisen auf die Haltbarkeit des Schmiedeeisens in Rotbruchhitze viel schädlicher einwirkt als man gewöhnlich annahm und dass es deshalb, wenn man bei der Rotbruchprobe mit mäßigem Schwefelgehalte über den Ursprung des Rotbruches im Zweifel ist, am besten ist, die Mengen jener beiden Stoffe im Roheisen zu bestimmen. Jedenfalls wird sich dabei zeigen, dass ein Roheisen mit an sich nicht ge-

Über die Zulässigkeit der Auskohlung des Braunkohlenflötzes im Eisenbahnschutzpfeiler des nordwestböhmischen Beckens.

Von k. k. Bergrat **Karl Balling.**

(Schluss von S. 623.)

VI.

Bezüglich der über die Baugrenze und über die jeweilige Baufront sich erstreckenden Terrainziehungen, welche infolge des in einem Bauhorizont vor sich gehenden Kammerbruchbaues eintreten, ist aus den in der Abbaukarte verzeichneten Terrainsenkungskurven zu entnehmen, dass sie sich über die Baugrenze weniger weit erstrecken als über die jeweilige Baufront. Die infolge des Abbaues eintretende, sichtbare, äußerste Begrenzung der Terrainsenkung kann der Lage des äußersten, sichtbaren Bruchrisses gleichgestellt werden. Wird der Neigungswinkel, welchen mit der Horizontalen die geradlinige Verbindung eines längs der Baugrenze und in der Bausohle befindlichen Punktes mit dem korrespondierenden in der Begrenzung der Terrainsenkung gelegenen Punkt bildet, mit α bezeichnet, so berechnet sich die von der zu Tag projizierten Baugrenze aus stattfindende Erstreckung der Terrainziehung aus der Relation $E=H \cotang \alpha$, in welcher E die Erstreckung der Senkung und H die Tieflage der Bausohle, beide Maße in Metern, bezeichnen.

Insbesondere fand die größte Erstreckung der längs der Baugrenze beobachteten Terrainziehung im südlichen Teil des Johann-Nordfeldes anlässlich des in den Jahren 1892, 1893 und 1894 bewirkten Abbaues in der Nähe des *km* 52,2 der Staatsbahnteilstrecke Bodenbach-Komotau statt, wobei sich auf Grund der gepflogenen Erhebungen der Neigungswinkel α mit 72° berechnen läßt. Längs der Baufront trat infolge des in den Jahren 1896 bis 1901 bewirkten Abbaues die größte Erstreckung der Terrainziehung nordöstlich des *km* 0,8 der Wilhelmschleppbahn ein. Der Neigungswinkel α resultiert hier mit 68° .

Bei dem Vorhandensein gleicher Ablagerungsverhältnisse des Flötzes und bei gleichartiger Beschaffenheit des Dachgebirges (Flötzeinfallen etwa 8° , Überlagerung desselben: Letten und 6—10 Diluvium) ist daher die Annahme zulässig, dass bei einem Ausbringen von etwa $5 m^3$ Kohle per m^2 Grubenfeldfläche und begonnen von etwa 300 m Tieflage der Bausohle aufwärts, die infolge Abbaues eintretenden Terrainziehungen sich in gleicher Art, wie vorstehend in *km* 52,2 B. K. und in *km* 0,8 W. Sch. dargestellt vollziehen werden, weshalb behufs Ermittlung der Erstreckung der Terrainziehung der Neigungswinkel α ab Baugrenze mit 72° und ab Baufront mit 68° angenommen werden kann.

Die größte infolge Terrainziehung eingetretene Senkung wurde laut Absatz III, längs der Wilhelmschleppbahn in 30, beziehungsweise 45 m Entfernung von der Baufront mit rund 1,1 m Tiefe ermittelt. Es ist daher die Annahme zulässig, dass bei gleichartigen Ablagerungs- und Abbauverhältnissen, wie solche in der Um-

gebung der Wilhelmschleppbahn bestehen, infolge Terrainziehungen gleiche Terrainsenkungen eintreten werden.

Mit dem zunehmenden Ausbringen an Kohle muss sich auch die Größe der anlässlich Terrainziehung eintretenden Terrainsenkung steigern und umgekehrt.

Die Größe der Terrainsenkungstiefen, welche an verschiedenen Stellen innerhalb der Erstreckung der Terrainziehung eintreten, sind selbstredend kleiner als längs der Baugrenze oder längs der Baufront. Sie sind nicht vorbestimmbar; auch lässt sich für deren Gestaltung eine allgemein geltende Norm nicht ableiten.

VII.

Obzwar im Bahnkörper der Wilhelm- und Moritzschleppbahn bisher der Eintritt plötzlicher Pingenbildung nicht beobachtet wurde, so erscheint es dennoch geboten, zu erörtern, ob und unter welchen Bedingungen eine solche einzutreten vermag. Wie bereits in der Abhandlung über die erforderliche Schutzpfeilerbreite („Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw.“, Jahrg 1902, Nr. 36) angeführt, ähnelt bei kreisförmiger oder auch bei quadratförmiger Basis beziehungsweise Abbaufirste der oberhalb abgebauter Teile des Flötzes im festeren Hangendletten eintretende Aufbruch der Gestalt eines Umdrehungsparaboloides, in welchem die Länge der Achse im Verhältnis zu der Länge des Durchmessers der Basis um ein so Bedeutendes größer ist, dass die Begrenzungsfläche des Aufbruches als nahezu eben angenommen werden kann. Der auf solche Art gebildete Dossierungswinkel β des Lettens wurde bei dem Eintritt normaler (selbständiger), bis in den Rasen reichender, rasenabwärts auf mehrere Meter Teufe unausgefüllt gebliebener Aufbrüche, je nach der größeren oder geringeren Festigkeit des Lettens, als zwischen 83 bis 87° gelegen ermittelt. Solche normale Aufbrüche sind in Abbaufeldern in der Umgebung von Dux bei 55 m und in der Umgebung von Brüx bei über 90 m Flötzüberlagerung vorgekommen; teils in dem ringsum vor 11 Jahren abgebauten Felde, zum Teile auch längs der Baugrenze. Derartige Aufbrüche sind allerdings vereinzelt vorgekommen, und es kann auf Grund der Erhebungen angenommen werden, dass von mehr als 500 Abbaukammern bloß eine normal aufgebrochen war. Es erscheint daher nicht ganz ausgeschlossen, dass derartige Aufbrüche auch bei einer größeren Überlagerung eintreten können. Bei einer großen Flötzüberlagerung ist der Eintritt eines solchen Aufbruches möglich, wenn die Verbindung mehrerer Abbaukammern infolge des Verbrauches der zwischen befindlichen Sicherheitspfeiler eintritt und jene Sicherheitspfeiler, von welchen diese Abbaukammern umgeben sind, intakt verbleiben; doch müssen die Abbaukammern so aneinandergereiht sein, dass die Gestalt ihrer

Basis der Quadratform ähnelt. Ist nämlich die Dachgebirgsmächtigkeit verhältnismäßig groß, so tritt der Aufbruch einer jeden Abbaukammer bis zu einer von der Größe der Kammerbasis, der Bauhöhe und dem Dossierungswinkel nebst Vermehrungskoeffizienten des Lettens abhängigen Höhe aus dem Grunde ein, weil infolge der paraboloidähnlichen Gestaltung des Aufbruchsraumes die Widerstandsfähigkeit des den Aufbruchsraum umgebenden, festeren Lettens so groß wird, dass dessen selbsttätige, seitliche Erweiterung nicht stattfinden kann, weshalb die Aufbruchshöhe eine begrenzte ist. Auf solche Art vollzieht sich der Aufbruch in einer größeren Anzahl aneinandergereihter Abbaukammern. Erst in dem Momente, in welchem die Widerstandsfähigkeit der zwischen den aufgebrochenen Kammern befindlichen Pfeiler unzureichend wird, um das Gewicht des von diesen Pfeilern gestützten Hangendlettens zu tragen, werden die Pfeiler zerdrückt und es setzt sich innerhalb der ganzen von diesen Abbaukammern und von den zwischenstehenden, nunmehr zerdrückten Sicherheitspfeilern eingenommenen Abbaufeldfläche der Aufbruch weiter fort, welcher bis in die Diluvialschichten reichen und so im Terrain eine Pinge bewirken kann. Der Einfluss eines solchen Aufbruches auf die Erdoberfläche ist abhängig: von der Größe der Fläche der in ihren Aufbrüchen in Verbindung getretenen Abbaukammern zuzüglich der von den zwischenliegenden Sicherheitspfeilern eingenommenen Fläche, ferner von dem auf dieser Fläche bewirkten Ausbringen an Kohle, von der Größe des Dossierungswinkels β des Lettens, von der Mächtigkeit der Überlagerung oberhalb der Baufirste und von dem Vermehrungskoeffizienten des Aufbruchsmaterials. Je rascher der Abbau vorschreitet, desto kleiner wird die Gefahr für den Eintritt des durch den Hangendletten bis in die Diluvialschichten reichenden Aufbruches. Dies aus dem Grunde, weil in einem solchen Fall die Aufbruchfläche sich so rasch vergrößert, dass das Aufbruchsmoment, in welchem der kubische Inhalt der ausgekohlten Räume kleiner wird als der Wert von $\frac{0,7854 \times \left(\frac{S}{2}\right)^3 \times VC}{\cotang \beta}$, bereits in einem Zeitpunkte eintreten muss, da von dem Aufbruch die Kontaktfläche zwischen dem Hangendletten und dem Diluvium noch nicht erreicht ist. In der vorstehenden Relation bedeuten: S die kürzere Seite der rechteckförmigen Basis des Aufbruches in Metern, VC den Vermehrungskoeffizienten des Dachgebirgslottens in $\%$ und β dessen Dossierungswinkel.

Beispiel: a) Die Überlagerung der Kammerfirste bestehe aus 380 m festen, mit 86° dossierendem Letten, ferner aus 6 m Diluvialgebirge, der Vermehrungskoeffizient sei 3,15 $\%$; b) ferner ein Abbaufeld angenommen, in welchem die Gestalt der um die Basis der Abbaue umschriebenen Figur rechteckförmig ist, in welchem Rechteck die kürzere Seite 113,6 m misst; die kürzere Seite aus dem Grunde, weil in der Richtung der kürzeren Seite von den sich durchbiegenden Lettenschichten auf ihre Stützpunkte der

größere Druck ausgeübt wird, endlich c) das durchschnittliche Ausbringen per m² Grubonfläche mit 5,6 m³ Kohle. Die sub a) und c) beschriebenen Ablagerungs- und Abbauverhältnisse bestehen in dem Moritz-Westfeld der Brucher Kohlenwerke, in welchem sich auch die unterbauten Schlepfbahnen befinden. Nach beendeter Auskohlung der in diesem Abbaufeld befindlichen Abbaukammern können bezüglich des Aufbruches in den Kammerfirsten zwei Fälle eintreten. Entweder bricht eine jede Abbaukammer für sich allein auf und erst nach eingetretenem Aufbruch der letzt verbrochenen Kammer werden infolge des Gebirgsdruckes die zwischenbefindlichen Sicherheitspfeiler zerdrückt, oder aber die in diesem Abbaufeld befindlichen Kammern brechen partienweise auf und nach eingetretenem Aufbruch der letzt aufbrechenden Partie von Abbaukammern verbrechen infolge des Gebirgsdruckes die bis dahin intakt gebliebenen, zwischenbefindlichen Sicherheitspfeiler. In beiden Fällen bildet sich oberhalb der verbrochenen Kammern ein einziger großer Aufbruchsraum, in welchem sich der Aufbruch wegen der bestehenden großen Querschnittsfläche mit Beibehaltung des anfänglichen Dossierungswinkels des Lettens weiter fortsetzen muss. Dieser große Aufbruch kann die Diluvialschichten erreichen, wenn die kürzere Rechteckseite S der Aufbruchsbasis in Metern gleich oder unbedeutend größer ist als der Wert von $(4 h_2 \cotang \beta)$, in welcher Relation h_2 die Mächtigkeit der bis an die Diluvialschichten reichenden Überlagerung der Baufirste in Metern und β den Dossierungswinkel des Lettens bedeuten, und ferner wenn auf der Abbaufäche S² der kubische Inhalt der ausgekohlten Räume größer ist als $\frac{0,7854 \times \left(\frac{S}{2}\right)^3 \times VC}{\cotang \beta}$.

In dem gewählten Beispiel kann der Aufbruch im Letten die Diluvialschichten erreichen, weil: a der Wert von $4 h_2 \cotang \beta$ gleich $(4 \times 380 \times \cotang 86^\circ) = 106,28 m$ kleiner ist als die mit 113,6 m angenommene Länge der kürzeren Rechteckseite von der Abbaufäche und b weil der Wert von $\frac{0,7854 \times \left(\frac{S}{2}\right)^3 \times VC}{\cotang \beta} =$

$$\frac{0,7854 \times \left(\frac{113,6}{2}\right)^3 \times 3,15\%}{\cotang 86^\circ} \text{ gleich } 71847,4 m^3 \text{ kleiner ist}$$

als der kubische Inhalt derjenigen Kohlenmenge, welche aus dem der Berechnung unterliegenden Abbaufeld im Ausmaße von S² = 113,6 m × 113,6 m gleich 12882,25 m² gewonnen wurde. Diese Kohlenmenge umfasst $12882,25 m^2 \times 5,6 m^3 = 72140,6 m^3$.

Rechnungsgemäß enthält der in dem Aufbruche unausgefüllt gebliebene Hohlraum $72140,6 m^3$ — $71847,4 m^3 = 293,2 m^3$ in dem Momente, in welchem die Diluvialschichten von dem Aufbruch erreicht werden. Von den leicht verbrechenden Diluvialschichten wird der Hohlraum ausgefüllt und im Terrain muss sich eine Pinge bilden, deren Umfang und größte Tiefe abhängig sind von der Größe des Böschungswinkels und Vermehrungskoeffizienten des Diluvialgebirges, sowie von

dem kubischen Inhalt des in der Umgebung des Aufbruchsscheitels infolge des Gewichtes des auflagernden Diluvialgebirges abgedrückten, daselbst in der Regel kurzklüftigen Lettens. Günstigstenfalls kann von dem Volumen des abgedrückten, unter dem Diluvium anstehenden Lettens und von dem Volumen der verbrechenden Diluvialschichten dieser verhältnismäßig kleine Hohlraum derart ausgefüllt werden, dass sich im Terrain bloß eine langsam vollziehende Pinge mit kleiner Pingentiefe bildet.

Es ist nicht ganz unmöglich, dass selbst bei 380 m Überlagerung die infolge eines wie vorstehend beschriebenen Aufbruches eintretende, wenn auch kleinere, in ihrem tiefsten Punkte wenige Zehntel Meter betragende Terrainsenkung sich plötzlich vollziehen kann. Jedoch mit Berufung darauf, dass von den Bahnorganen der Eintritt einer plötzlichen Terrainsenkung nicht beobachtet wurde, ist die Annahme gerechtfertigt, dass diese Terrainsenkung sich aus dem Grunde sehr langsam vollziehen dürfte, weil es nicht unmöglich ist, dass sie sich erst infolge der langsam erfolgenden Setzung des Aufbruchmaterials bildet.

Aus der beigezeichneten Situationsskizze, in welcher die Senkungskurven der in dem Moritz-Westfeld eingetretenen Terrainsenkungen verzeichnet sind, ist zu ersehen, dass daselbst Aufbrüche wie der beschriebene vorgekommen sind, und zwar östlicherseits des km 0,05 und in km 0,1 der Moritz-Schleppbahn, ferner in der Nähe der westlichen Markscheide in dem Abbaufeld des Plutoschachtes. Ähnliche Terrainsenkungen sind auch in dem Johann Ost- und Nordrevier eingetreten. Die bereits erwähnten, auf der beigezeichneten Situation verzeichneten und als die Folge eines wie vorstehend behandelten Aufbruches erachteten Terrainsenkungen sind vorhanden, das Resultat der Berechnung in dem gewählten, mit den Ablagerungs- und Abbauverhältnissen im Moritz-Westfeld übereinstimmenden Beispiel stimmt mit den daselbst infolge des Kohlenabbaues im Terrain eingetretenen Veränderungen überein. Es ist daher die Annahme gerechtfertigt, dass die dieser Berechnung zugrunde gelegten Faktoren richtig sind, und dass in dem Moritz-Westfeld der Dossierungswinkel des Dachgebirgslettens 86° und der Vermehrungs-Koeffizient des Lettens 3,5%, wie im Beispiel angenommen, tatsächlich betragen. Wäre letzteres nicht der Fall, dann könnten innerhalb der ausgedehnten Terrainsenkungen entweder keine partiellen, tiefsten und eine verhältnismäßig sehr kleine Fläche einnehmenden Terrainsenkungen vorhanden sein, oder aber es müssten plötzlich eintretende, größere und tiefe Pingen bildende Terrainsenkungen vorkommen.

Sowohl die Größe des Dossierungswinkels des Lettens als auch jene des Vermehrungs-Koeffizienten des Verbruchmaterials sind von dem Festigkeitsgrade des Lettens abhängig. Erfahrungsgemäß ist der Festigkeitsgrad des Lettens in gleich großen und in den 100 m übersteigenden Tiefen stets derselbe. Es ist daher die Annahme gerechtfertigt, dass sowohl der

Dossierungswinkel des Lettens im Aufbruch als auch der Vermehrungs-Koeffizient des Verbruchmaterials bei 200 m und bei größerer Mächtigkeit des Hangendlettens dieselben sein werden, wie sie bei 380 m Mächtigkeit des Hangendlettens in dem gewählten Beispiel angenommen und mit den im Moritz-Westfeld tatsächlich obwaltenden Verhältnissen übereinstimmend befunden wurden.

Sollen infolge des Aufbruches oberhalb ausgekohlter Kammern im Terrain keine Pingenbildungen eintreten, so muss das Verhältnis zwischen der per m² Grubenfeldfläche gewonnenen Kohlenmenge und der bis an die Diluvialschichten reichenden Dachgebirgsmächtigkeit ein dementsprechendes sein. In dem gewählten Beispiel kann die Pingenbildung im Terrain nicht eintreten, wenn anstatt 5,6 m³ bloß 5,6 m³ — $\frac{293,2 \text{ m}^3}{12882,25 \text{ m}^2} =$

5,577 m³ Kohle per m² Grubenfeldfläche gewonnen werden. Da die Mächtigkeit der Überlagerung daselbst oberhalb der Baufrste bis an die Diluvialschichten 380 m beträgt, so stellt sich dieses Verhältnis auf 5,577 : 380 oder wie 1 : 68,11. Wird auf gleiche Art wie in dem gewählten Beispiel dieses Verhältnis für verschiedene große bis an die Diluvialschichten reichende Überlagerungen der Baufrste angewendet, so resultiert, dass, wenn infolge des in einem Bauhorizont bewirkten Kammerbruchbaues im Terrain keine Pingenbildung erfolgen soll, per m² Grubenfeldfläche

bei 200 m Überlagerung	bloß	2,83 m ³
„ 250 m	„	3,87 m ³
„ 300 m	„	4,4 m ³
„ 350 m	„	5,13 m ³
„ 380 m	„	5,577 m ³
„ 400 m	„	5,87 m ³

Kohle gewonnen werden dürfen.

In dem gewählten Beispiel, beziehungsweise bei der Zugrundelegung derselben Ablagerungs- und Abbauverhältnisse, wie sie im Moritz-Westfeld bestehen, resultiert rechnungsgemäß, dass die Grenze, bis zu welcher der normale Aufbruch ohne sichtbare Pingenbildung eintreten kann, dann besteht, wenn der Vermehrungs-Koeffizient des Aufbruchmaterials 3,75% beträgt; hingegen ist ein normaler Aufbruch überhaupt unmöglich bei 3,755% des Vermehrungs-Koeffizienten, gleichviel ob der Dossierungswinkel des Lettens 83° oder mehr bis 87° beträgt.

Wie bereits erwähnt, sind innerhalb der Senkungen in dem Moritz-Westfeld, wenn auch mit einer verhältnismäßig kleinen, nämlich 0,2—0,4 m großen Pingentiefe partielle, tiefere Terrainsenkungen vorgekommen. Es muss daher der Vermehrungs-Koeffizient des Aufbruchmaterials kleiner sein als 3,75%, was für die möglichst angenäherte Richtigkeit des mit 3,5% der Berechnung zugrunde gelegten Vermehrungs-Koeffizienten spricht.

Auf Grund der bei dem Kammerbruchbau vorkommenden Bauhöhen kann eine Folgerung über die Ein-

wirkung des Abbaues auf das Terrain aus dem Grunde nicht aufgestellt werden, weil erfahrungsgemäß das Ausbringen an Kohle selbst bei gleich großer Bauhöhe, Kammerbasis und Sicherheitspfeilerbreite nicht nur in einer jeden Abbaukammer verschieden groß ist, sondern auch hinsichtlich des Ausbringens in den verschiedenen gleich großen Partien der abgebauten Grubenfeldflächen wesentlichere Abweichungen bestehen.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen kann daher die in einem Bauhorizont bewirkte kammerbruchbaumäßige Auskohlung des Flötzes im Schutzpfeiler und unterhalb des Bahnkörpers dann als zulässig erkannt werden, wenn das Ausbringen an Kohle in Kubikmetern per m^2 Grubenfeldfläche nicht mehr beträgt als $\frac{1}{68,1}$ von der Mächtigkeit der bis an

die Diluvialschichten reichenden Überlagerung der Baufriste in Metern, weil in einem solchen Falle die infolge des Abbaues eintretenden Terrainsenkungen sich nur langsam und allmählich vollziehen werden und der Eintritt plötzlicher Pingenbildung ausgeschlossen ist.

VIII.

Wird erwogen, dass die durchschnittliche Flözmächtigkeit 20 m beträgt, von welcher bei dem Abbau der im Eisenbahnschutzpfeiler enthaltenen Kohle behufs Verhütung plötzlicher Pingenbildung kammerbruchbaumäßig in einem Bauhorizont, beispielsweise bei 380 m Überlagerung bloß $5,777 m^3$ oder $27,88\%$ per m^2 Grubenfeldfläche gewonnen werden dürfen, dass ferner bei dem bisher üblichen Kammerbruchbau bestenfalls $6 m^3$ Kohle per m^2 Grubenfeldfläche gewonnen werden, so erscheint es aus volkswirtschaftlichen Gründen geboten, ein größeres Ausbringen anzustreben. Bei einer gegenüber dem Ausbringen an Kohle verhältnismäßig großen Mächtigkeit der Überlagerung können bis an die Oberfläche reichende und daselbst eine Pinge bildende Aufbrüche dann nicht vorkommen, wenn der Abbau verhältnismäßig rascher vorschreitet, als es bei dem Kammerbruchbau der Fall ist und wenn zwischen aufgebrochenen Abbaukammern keine Stützpunkte des Hangendgebirges vorhanden sind, durch welche einzig und allein der bis in das Terrain reichende Aufbruch ermöglicht wird.

Diese Stützpunkte kommen in den Abbaufeldern, in welchen die Kohle vollständig gewonnen wird, nicht vor, weil daselbst die einzelnen Abtriebe (Kammern), ohne Zwischenpfeiler stehen zu lassen, aneinander gereiht werden, weshalb ein selbständiger (normaler) Aufbruch mit Pingenbildung im Terrain unmöglich wird. Langsam und allmählich werden sich diese Terrainsenkungen insoweit vollziehen müssen, insoweit oberhalb des Aufbruches noch ein größerer Teil des Dachgebirges unaufgebrochen verbleibt. (Siehe Absatz V.)

Um die Auskohlung eines jeden Bauhorizontes vermittels des reinen Abtriebes möglichst rasch zu bewirken, wird es sich empfehlen, die Bauhöhen nicht

zu groß zu wählen. Wird beispielsweise die Überlagerung der Baufriste mit 326 m, die Bauhöhe des ersten Bauhorizontes mit 3 m und der Vermehrungs-Koeffizient des Aufbruchmaterials mit $3,15\%$ angenommen, so wird der Aufbruch oberhalb der ausgekohlten Abtriebe 85,7 m hoch reichen, in welcher Höhenlage sich das unverbrochen gebliebene Dachgebirge befindet. Infolge des Gebirgsdruckes wird das Verbruchmaterial zusammengedrückt; dessen Vermehrungs-Koeffizient sinkt; rechnungsgemäß auf $2,702\%$ herab und das unverbrochen gebliebene Dachgebirge muss sich nachsenken. Im vorliegenden Falle wird diese sich langsam vollziehende Senkung rechnungsgemäß $0,081 m$ betragen. Wird die Kohle in dem ersten Bauhorizont vollständig gewonnen und ist die entsprechend große Dachgebirgsmächtigkeit vorhanden, so muss auch in diesem Fall die infolge des Kohlenabbaues eintretende Terrainsenkung sich bloß langsam und allmählich vollziehen. Das Aufbruchmaterial besteht nämlich aus lose angehäuften, trockenen, festen, in einem sehr geringen Grade elastischen Lettentrümmern und reicht bis an die unverbrochen gebliebenen Lettenschichten. Infolge des Durchbiegens dieser Lettenschichten werden einzelne Trümmer des Verbruchmaterials zerdrückt; der auf solche Art entstandene Detritus liefert das Ausfüllungsmaterial für die in dem Verbruchmaterial befindlichen Hohlräume, infolgedessen die ursprüngliche Lagerungshöhe des Verbruchmaterials kleiner wird. Mit der allmählich zunehmenden Größe der ausgekohlten Fläche wird naturgemäß auch der von dem unverbrochen gebliebenen Dachgebirge auf das Verbruchmaterial ausgeübte Druck allmählich größer, die Deformation der Trümmer und die Verschiebung in die zwischen befindlichen Hohlräume schreiten weiter vor, weshalb die Lagerungshöhe bis zu demjenigen Momente kleiner werden muss, in welchem die Widerstandsfähigkeit des angehäuften Verbruchmaterials ebenso groß ist, wie der von dem Dachgebirge darauf ausgeübte Druck. Da sich jedoch die ganze Intensität des von dem unverbrochen gebliebenen Dachgebirge auf das Verbruchmaterial ausgeübten Druckes nicht plötzlich, sondern bloß nach und nach äußern kann, so wird auch die Komprimierung des Verbruchmaterials, mithin auch die Senkung des unverbrochen gebliebenen Dachgebirges sich nur langsam und allmählich vollziehen können.

Nach der vermittelst des reinen Abtriebes bewirkten Auskohlung des ersten 3 m hohen Bauhorizontes lagert das komprimierte Verbruchmaterial, innerhalb dessen sich keine Pfeiler befinden, auf der Bausohle. Die infolge der Auskohlung eintretende Terrainsenkung kann bloß langsam und allmählich stattfinden; der Eintritt der Pingenbildung ist vollständig ausgeschlossen. Es unterliegt daher keinem Anstand, im Schutzpfeiler und unterhalb des Bahnkörpers den ersten Bauhorizont vermittels der Anwendung des reinen Abtriebes auszukohlen, wenn die entsprechend große Dachgebirgsmächtigkeit vorhanden ist. Das oberhalb der Bausohle des ersten Bauhorizontes befindliche komprimierte Ver-

bruchmaterial bildet keine kompakte Masse, sondern besteht aus dicht aneinander gelagerten Trümmern, auf welchen der Gebirgsdruck lastet. Wird dieses komprimierte Verbruchmaterial anlässlich der reinen Auskohlung des zweiten 3 m hohen Bauhorizontes unterhöhlt, so muss es in die Abtriebe derart herabfallen, dass gleichzeitig mit den unmittelbar oberhalb des Hohlraumes befindlichen auch die seitlich lagernden Trümmer herabrollen. Das herabrollende Verbruchmaterial wird sich lose anhäufen und wieder den gleich großen, vor seiner Komprimierung ausgefüllten Raum einnehmen, reicht jedoch nicht bis an das nach Auskohlung des ersten Bauhorizontes unverbrochen gebliebene Dachgebirge. Auf solche Art werden sich in der höchsten Lage des vor Abbau des zweiten Bauhorizontes komprimiert gewesenen Verbruchmaterials Satten bilden, deren Fläche entsprechend dem Vorschreiten der Abtriebe größer werden muss.

Erfahrungsgemäß bricht der unterhöhlte feste Letten bereits auf, wenn die Spannweite der freigelegten Lettenschicht 8 m überschreitet; häufig genügt hierzu auch eine kleinere Spannweite. Infolge des Vorhandenseins der von dem komprimiert verbliebenen Verbruchmaterial begrenzten, einen Hohlraum bildenden Sutte, welche nach beendeter Auskohlung zweier Abtriebe mindestens 8 m Spannweite besitzt, müssen die auf solche Art freigelegten, bisher unverbrochenen und bloß durchgebogenen Lettenschichten aufbrechen. Dieser Aufbruch muss sich gleichzeitig mit der infolge Vorschreitens der Auskohlung der Abtriebe eintretenden Erweiterung der Sutte gleichfalls erweitern und nach aufwärts so lange fortsetzen, bis infolge der Anhäufung des neu aufgebrochenen Verbruchmaterials die unverbrochen verbleibenden und bloß durchgebogenen Lettenschichten erreicht werden. Der Gebirgsdruck auf das neuerlich gebildete und indirekt auch auf das unterlagernde ältere wieder gelockerte Verbruchmaterial tritt jedoch erst dann ein, wenn die Querschnittsfläche des neuerdings eingetretenen Aufbruchraumes infolge des Vorschreitens der Abtriebe die hierzu erforderliche Größe besitzt. Mit der zunehmenden Größe der Querschnittsfläche des neu gebildeten Aufbruchraumes steigert sich auch die Größe des Gebirgsdruckes. Der Gebirgsdruck wird daher auch in diesem Falle sich bloß sukzessive bis zu seiner ganzen Intensität steigernd äußern, weshalb die Komprimierung des Verbruchmaterials, mithin auch die aus diesem Anlasse eintretende Terrainsenkung nicht plötzlich eintreten kann, sondern sich langsam und allmählich vollziehen muss. Der bis in das Terrain reichende, daselbst eine Pinge bildende Aufbruch ist hier, wie sich solches aus der Sachlage ergibt, gleichfalls ausgeschlossen.

Da nach der Auskohlung des ersten Bauhorizontes die lineare Komprimierung des Verbruchmaterials rechnungsgemäß $0,684 m$ beträgt und infolge des Herabrollens des Verbruchmaterials in dem ausgekohlten zweiten, gleichfalls mit 3 m Bauhöhe angenommenen Bauhorizont das vor der Auskohlung des zweiten Bau-

horizontes komprimiert gewesene Verbruchmaterial wieder gelockert sich aufhäuft, so wird nach Ausfüllung des ausgekohlten zweiten Bauhorizontes durch das im ersten Bauhorizonte vorhandene Verbruchmaterial, zwischen letzterem und den unverbrochenen Hangendschichten ein $2,316 m$ hoher Hohlraum vorhanden sein und der Aufbruch sich fortsetzen müssen. Wird der Vermehrungs-Koeffizient des Aufbruchmaterials mit $3,75\%$ beibehalten, so resultiert, dass infolge der Auskohlung des zweiten Bauhorizontes das Dachgebirge um weitere $66,1 m$ aufbrechen wird und dass die neuerliche, sich langsam vollziehende Terrainsenkung $0,878 m$ beträgt, weil rechnungsgemäß bei

$$(326 m - [85,7 m + 66,1 m]) = 174,2 m$$

Mächtigkeit des auflagernden Hangendgebirges der Vermehrungs-Koeffizient des komprimierten Aufbruchmaterials $2,9219\%$ beträgt. Die Pingenbildung ist ausgeschlossen.

Nach Auskohlung des ersten und zweiten je 3 m hohen Bauhorizontes wird daher der Aufbruch im Hangendletten $151,8 m$ hoch reichen und es wird nach eingetretener Komprimierung des Aufbruchmaterials die sich langsam vollziehende Terrainsenkung

$$(0,684 m + 0,878 m) = 1,562 m$$

betragen.

Wird beispielsweise noch ein dritter, 3 m hoher Bauhorizont vermittelt des reinen Abtriebes ausgekohlt, so treten gleichartige Aufbruch- und Komprimierungs-Verhältnisse ein, wie sie bei der Auskohlung des zweiten Bauhorizontes bestehen. Auf gleiche Art berechnet, wird nach Auskohlung des dritten Bauhorizontes der Aufbruch im Hangendletten um weitere $32,1 m$ höher reichen; unverbrochen werden bleiben $142,1 m$ Dachgebirge, der Vermehrungs-Koeffizient des komprimierten Verbruchmaterials wird $3,70284\%$ betragen und die langsam vor sich gehende Terrainsenkung um $0,3807 m$ größer werden. Die Pingenbildung ist auch hier ausgeschlossen. Infolge der Auskohlung der drei je 3 m hohen Bauhorizonte wird daher der Aufbruch im Hangendletten $183,9 m$ hoch reichen und nach eingetretener Komprimierung des Verbruchmaterials die sich langsam vollziehende Terrainsenkung $2,429 m$ Tiefe erreichen.

Würden bei den gleichen Ablagerungsverhältnissen und bei demselben Vermehrungs-Koeffizienten des Aufbruchmaterials per m^2 Grubenfeldfläche kammerbruchbaumäßig in einem Bauhorizont $9 m^3$ Kohle gewonnen, so würden resultieren: die Aufbruchhöhe mit $257,1 m$, der unverbrochen bleibende Teil von der Dachgebirgsmächtigkeit mit $68,9 m$, der Vermehrungs-Koeffizient des komprimierten Verbruchmaterials mit $3,1271\%$, daher die Tiefe der Terrainsenkung mit bloß $0,591 m$.

Bei gleich großem Ausbringen, sowohl im Kammerbruchbau mit einem Bauhorizont als auch bei dem in mehreren Etagen ausgeführten reinen Abtrieb der Kohle, werden daher bei der kammerbruchbaumäßigen Auskohlung die Terrainsenkungen stets bedeutend kleiner

sein. Sie werden sich sowohl bei der in einem Bauhorizont bewirkten kammerbruchbaumäßigen, als auch bei der reinen, etagenbaumäßigen Auskohlung bloß langsam und allmählich vollziehen, wenn nach beendeter Auskohlung 80 m Mächtigkeit des Dachgebirgslittens unaufgebrochen verbleiben. Wahrscheinlich ist es, dass die infolge des in mehreren Bauhorizonten ausgeführten reinen Abtriebes der Kohle eintretenden Terrainsenkungen in einer verhältnismäßig kürzeren Zeit vor sich gehen dürften, als bei der kammerbruchbaumäßigen Auskohlung; jedoch plötzlich stattfindende Terrainsenkungen können bloß dann eintreten, wenn der Aufbruch im Hangendletten die Diluvialschichten erreicht, was aber das Vorhandensein einer, gegenüber der ausgekohlten Flötmächtigkeit verhältnismäßig kleinen Überlagerung der Baufirste bedingt.

Infolge der sich langsam vollziehenden Terrainsenkungen, welche anlässlich des in einem Bauhorizont ausgeführten kammerbruchbaumäßigen Abbaues der Kohle im Eisenbahnschutzpfeiler der Wilhelm- und Moritz-Schleppbahn eingetreten sind, wurde der Bahnbetrieb nicht gefährdet. Da nun in diesem Aufsätze der theoretische Nachweis erbracht ist, dass auch infolge des etagenbaumäßigen reinen Abtriebes der Kohle bei Vorhandensein der in dieser Abhandlung angeführten Prämissen die Terrainsenkungen bloß langsam vorschreiten, empfiehlt es sich, auch in dieser Richtung Abbauversuche unterhalb Eisenbahnen auszuführen; dies um so eher, als hiedurch nicht nur das allgemeine öffentliche, sondern auch das Interesse des Bergwerksbesitzers gefördert wird.

Mansfelder Kupferwerk Eisleben.

Dieses Werk verhüttet seit sehr langer Zeit Kupferschiefer, dessen Gewinnung und Zugutmachung im Mansfeld-Eislebener Bergreviere bei 20 000 Berg- und Hüttenleute beschäftigt; der dortige Kupferschiefer, in welchem das unbewaffnete Auge nur zuweilen geringe Partien Kupferkies, Kupferglanz, zuweilen auch Buntkupfererz, meistens aber kein metallhaltendes Erz zu erkennen vermag, liefert, bei einem Bitumengehalte von 8 bis 20%, 2 bis 3% Kupfer und einen geringeren Prozentsatz an Silber — gewöhnlich erzielt man bei seiner Zugutmachung aus 3600 kg durchschnittlich 100 kg Kupfer und 0,5 kg Silber.

Die Austreibung des Bitumens aus den Schiefnern erfolgt durch Röstung in freien Haufen, die über einer Holzschicht hoch aufgehäuft, von deren Flamme entzündet weiter brennen und auf diese Weise allmählich ihres Ölgehaltes entledigt werden; vorkommendes Schieferklein wird vor der Röstung brikettiert.

Die gerösteten und entölten Schiefer werden in der Rohhütte in 8 m hohen und 2 m weiten Schachtofen mit Koks geschmolzen, in welche durch mit Wasser gekühlte Kupferformen der nötige Verbrennungswind zugeführt wird. Jeder Schachtofen ist mit 6 solchen Formen versehen und besitzt 2 einander diametral entgegengesetzte Abstiche, die in gleicher Höhe mit der Oberkante zweier rechteckigen Vorherde aus Gusseisen, mit feuerfesten Ziegeln ausgekleidet, disponiert sind. Die Abstiche der geschmolzenen Masse erfolgen wechselweise nach dem einen beziehungsweise dem anderen Vorherd, von denen jeder nach völliger Füllung eine Zeitlang sich selbst überlassen bleibt, damit die schwerere, kupferreichere Schmelzmasse — der Kupferstein — sich allmählich zu Boden senkt und durch ein in diesem angebrachtes Abstichloch abgelassen werden kann, nachdem die Deckschlacke durch einen höher oben gelegenen Abstich abgelaufen ist. Während dieser Vorgänge füllt sich der andere Vorherd u. s. w. Vorhandener Gichtverschluss sorgt für die Entnahme überschüssiger Gase zur Beheizung der Dampfkessel, deren Dampf die vorhandenen Gebläsemaschinen

in Betrieb erhält; letztere liefern ungewärmten Wind von einer Atmosphärenpressung.

In jedem Schachtofen werden täglich gegen 100 t gerösteter Schiefer durchgesetzt, wozu 170 bis 200 kg Koks pro Tonne Schiefer verbraucht werden; die dabei fallende Schlacke wird zu Schlackenziegeln verarbeitet, wobei sie in Formen aus dünnem Eisenblech gefüllt wird, in welchen die Ziegel, mit einem Gemenge von Sand und Kohlenstaub überdeckt, langsam erkalten müssen; nach Verlauf von zwei Tagen resultieren außerordentlich harte und feste Ziegel.

Der von den Schachtofen gewonnene Kupferstein hält gewöhnlich 25 bis 30%, ausnahmsweise aber auch bis zu 40% Kupfer; er wird einer Röstung in Öfen unterworfen, wobei die abgehenden SO₂-Gase zur Fabrikation von Schwefelsäure Verwendung finden.

Der geröstete Kupferstein, welcher noch 10% Schwefel enthält, wird hienach in der Spürhütte zu Spürstein in Flammöfen umgeschmolzen, die mit Steinkohlen auf Treppenrosten befeuert werden; jeder dieser Öfen hat im Gewölbe zwei Trichter, durch welche der Einsatz erfolgt; an einer der Längsseiten befindet sich der Abstich, an der vorderen Schmalseite eine Öffnung zum Umrühren des geschmolzenen Inhalts und an der entgegengesetzten, bei der Feuerbrücke, eine ebensolche zur Ermöglichung nötiger Reparaturen; das Ofenfutter besteht aus Quarz. Drei Tonnen Kupferstein bilden eine Charge, deren Verlauf sechs Stunden in Anspruch nimmt.

Drei Stunden nach erfolgtem Einsatz beginnt erstmaliges Umrühren des geschmolzenen Inhalts mit dem Scharreisen und von da an wird eifrig damit fortgefahren bis zur völligen Oxydation des noch darin enthaltenen Schwefels.

Die Belegschaft jedes Ofens besteht in der Schicht aus zwei Mann; sie wechseln dreimal in 24 Stunden und werden nach dem Gewichte des ausgebrachten Spürsteins entlohnt; letzterer wird auf Eisenplatten abgestochen, während man die Schlacke in konische Schlackentöpfe laufen lässt. Die Schlacke enthält noch verhältnis-