

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 44

2. November 1940

76. Jahrg.

PREISAUSSCHREIBEN

zur Förderung der maschinellen Kohlegewinnung im Ruhrbezirk.

In dem Bestreben, die Arbeit des Bergmannes zu erleichtern, seine Leistungsfähigkeit zu steigern und die maschinelle Kohlegewinnung zu fördern, hat der Bergbau-Verein in Essen beschlossen, folgendes Preisausschreiben bekanntzugeben:

1. Zu entwickeln und bis zum vollbetriebsfähigen Zustand durchzubilden sind neue Bauarten von Gewinnungs- und Lademaschinen zum Einsatz bei den im Ruhrbergbau üblichen Abbauverfahren der flachen oder mittelsteilen Lagerung.

Der Bewährungsnachweis ist bis zum 31. Dezember 1941 in einem mindestens 2 Monate währenden Dauerbetrieb zu erbringen, wobei gleichzeitig nachzuweisen ist, daß durch Einsatz der neuartigen Gewinnungs- und Lademaschinen gegenüber dem heutigen Stande der Technik mindestens 3 Schichten je 100 t gewonnener Kohle eingespart werden.

Ausgesetzt werden 5 Preise, und zwar je selbständige Lösung ein Preis von 60000 RM, der mit 50000 RM an die ausführende Maschinenfabrik entfällt, die in angemessener Weise ihren Konstrukteur zu berücksichtigen hat, während die restlichen 10000 RM unter die Angestellten und Arbeiter verteilt werden, die an den Einsatzversuchen der Maschine wesentlich beteiligt waren, unter bevorzugter Berücksichtigung derjenigen, die mit Erfolg Verbesserungen an der Maschine oder an ihrem Betriebseinsatz vorgeschlagen haben.

Erbringen weniger als 5 selbständige Lösungen den Leistungsnachweis, so behält sich der Bergbau-Verein vor, entwicklungsfähige Vorschläge, die eine Ersparnis von mehr als 1,5 Schichten je 100 t gewonnener Kohle nachweisen, im Rahmen der nicht zur Verteilung kommenden Preise nach Maßgabe der Leistungen in angemessener Höhe anzuerkennen.

2. Der Bergbau-Verein behält sich daneben noch vor, durch einen Sonderpreis, der bis zu 25000 RM betragen kann, durchgeführte Vorschläge auf dem Gebiet des Ausbaues anzuerkennen, wenn sie eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der unter 1 genannten Maschinen darstellen. Dieser Preis wird auf Vorschlag der in Betracht kommenden Zechenverwaltung nach Anhören des bergtechnischen Ausschusses des Bergbau-Vereins verteilt.
3. Außer den unter 1 und 2 genannten Preisen setzt der Bergbau-Verein einen Fonds von insgesamt 300000 RM aus zur Gewährung von Unterstützungen, um Gewinnungs- und Lademaschinen bauen und praktisch untersuchen zu können.

Die fertigen Konstruktionspläne sind von den Konstrukteuren oder Bergwerksmaschinenfabriken dem Bergbau-Verein unmittelbar, von Angestellten und Arbeitern aus dem Bergbau auf dem Wege über ihre Zechenverwaltung dem Bergbau-Verein vorzulegen.

Aus diesem Fonds werden für jede einzelne Bauart die einzeln nachzuweisenden Kosten bis zu einer Gesamthöhe von 50000 *R.M.* ersetzt. Konstruktionen, die auf Grund dieser Unterstützung ausgeführt werden, scheiden für das Preisausschreiben nach Ziffer 1 aus, mit Ausnahme der 10000 *R.M.* für die beteiligten Angestellten und Arbeiter, die im Falle des Nachweises der Leistungssteigerung zur Verteilung kommen.

4. Die Feststellung darüber, ob die Bewerbung im Sinne der Ziffer 1 rechtzeitig eingegangen ist, ob und welche der Bewerbungen den zuvor aufgeführten Voraussetzungen entspricht bzw. welche der Bewerbungen den Vorzug verdient, trifft ausschließlich der Bergbau-Verein. Seine Entscheidung ist bindend und endgültig. Erbringt eine größere Anzahl von Bewerbungen, als Preise ausgesetzt sind, die in Ziffer 1 genannten Voraussetzungen, so sind nach der endgültigen und ausschließlichen Entscheidung des Bergbau-Vereins für die Preiszuteilung die nach dessen Ansicht bessere Leistung und größere Zuverlässigkeit im Betriebe maßgebend. Auch über die Verteilung der im Absatz 3 der Ziffer 1 bezeichneten 10000 *R.M.* entscheidet, und zwar auf Vorschlag der Direktion der Zeche, auf der die Maschine ihren Leistungsnachweis erbracht hat, endgültig und ausschließlich der Bergbau-Verein.

Über die Gewährung des Preises nach Ziffer 2 dieses Preisausschreibens entscheidet auf Vorschlag der in Betracht kommenden Zechenverwaltung nach Anhören des bergtechnischen Ausschusses des Bergbau-Vereins ebenfalls endgültig und ausschließlich der Bergbau-Verein. Sollten mehrere Vorschläge, für die der Sonderpreis bis zu 25000 *R.M.* in Aussicht gestellt ist, vorliegen, so entscheidet der Bergbau-Verein unter Berücksichtigung der Frage, ob der Vorschlag eine bessere Leistung und eine größere Zuverlässigkeit im Betriebe ergibt, endgültig und ausschließlich darüber, ob der Preis auf einen oder mehrere Vorschläge entfallen soll. Sollten mehrere Personen bei dem Vorschlage mitgewirkt haben, so spricht der Bergbau-Verein endgültig und ausschließlich einem oder mehreren den Sonderpreis bis zu 25000 *R.M.* zu. Bei mehreren erfolgt die Verteilung des Sonderpreises ebenfalls endgültig und ausschließlich durch den Bergbau-Verein.

In gleicher Weise entscheidet der Bergbau-Verein endgültig und ausschließlich über die Gewährung von Unterstützungen nach Ziffer 3. Er berücksichtigt hierbei, ob nach Ansicht des bergtechnischen Ausschusses des Bergbau-Vereins die vorgelegten Pläne Aussichten auf Erfolg bieten oder die Konstruktionen für die weitere Entwicklung der einschlägigen Bergwerksmaschinen von Bedeutung sein können.

5. Erfolgversprechende Vorschläge, die dem Bergbau-Verein aus den Angestellten- und Arbeiterkreisen des Bergbaues über die jeweiligen Zechenverwaltungen zugehen, ihren Niederschlag aber noch nicht in fertigen Konstruktionsplänen gefunden haben, werden mit Preisen anerkannt, über deren Höhe der Bergbau-Verein von Fall zu Fall entscheiden wird, und zwar ausschließlich und endgültig.
6. Die Preise bzw. Unterstützungen werden ohne Beeinträchtigung der Patent- oder sonstigen Schutzrechte gewährt, die dem Inhaber verbleiben.

Zur Schlagwetterfrage.

Von Bergassessor Dr.-Ing. R. Forstmann, Essen.

(Mitteilung aus dem Arbeitsgebiet der Arbeitsgemeinschaft zur Untersuchung von Schlagwetterfragen.)

Die Schlagwetterfrage ist eine Aufgabe, mit der sich der Steinkohlenbergbau schon seit langer Zeit lebhaft beschäftigt hat. Bergbehörde, Wissenschaft und Betrieb haben sich in der Vergangenheit bemüht, eine Aufklärung über das Auftreten der Schlagwetter und ihre Bekämpfung herbeizuführen. Seit dem Frühjahr 1939 arbeiten das Oberbergamt Dortmund, die Westfälische Berggewerkschaftskasse in Bochum und der Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen an der Lösung dieser Fragen in einer Arbeitsgemeinschaft, der sich im Laufe des Jahres 1940 das Oberbergamt Bonn und der Saarbergbau angeschlossen haben.

Die Untersuchungen erstrecken sich nicht nur auf das Auftreten der Grubengase und ihre Bekämpfung, sondern auch auf ihre Entstehung, auf die Art ihrer Bindung an Kohle und Gestein sowie deren Gasgehalt, Gasdurchlässigkeit und Entgasungsgeschwindigkeit. Da die umfangreichen Arbeiten lange Zeit in Anspruch nehmen, erscheint es zweckmäßig, schon jetzt über einige der bisher durchgeführten Untersuchungen und Erkenntnisse im folgenden zu berichten.

Grundsätzliche Betrachtungen.

Die Beobachtungen, die der praktische Bergmann über die Menge der auftretenden Schlagwetter macht, sind vielfach sehr widerspruchsvoll. Der Gasgehalt ist nicht nur in den einzelnen Flözgruppen und in den Flözen derselben Gruppe verschieden, sondern es tritt auch unter scheinbar gleichen Verhältnissen in ein und demselben Flöz in dem einen Fall viel, in dem anderen Fall wenig Grubengas auf. Das ist selbst in einer Bauabteilung beim Verhieb nach verschiedenen Richtungen zu beobachten. In anderen Fällen ändert sich in Strecken oder Abbaubetrieben die austretende Gasmenge ohne sofort sichtbaren Grund bald plötzlich, bald allmählich. Es erscheint daher richtig, bevor man zur Besprechung von Einzelfällen schreitet, aus der Fülle von Veröffentlichungen und Arbeiten über die gesamte Frage und aus den Ergebnissen, die die bisherigen Untersuchungen erbracht haben, die heutigen Anschauungen und Erkenntnisse über einige grundsätzliche Gesichtspunkte voranzustellen.

Als Quellen des beim Grubenbetrieb freiwerdenden Grubengases kommen folgende in Betracht: 1. die Kohle, 2. das Gestein, 3. tektonische Hohlräume aller Art (Risse, Spalten usw.).

In der Kohle hat sich das Gas beim Inkohlungs-vorgang gebildet, wobei zweifellos Gebirgsdruck und Temperatur sowie tektonische Bewegungen einen Einfluß ausgeübt haben. Bode¹ nimmt freilich an, daß nur die Temperatur maßgebend gewesen ist. Im allgemeinen rechnet man damit, daß die Inkohlung und damit auch die Gasbildung noch anhält. Über die Art der Bindung des Gases an die Kohle stimmen die Ansichten nicht überein. Ursprünglich dachte man nur an eine einfache Gasausfüllung der Poren in der Kohle. Später trat dann, namentlich auf Grund physikalisch-chemischer Untersuchungen, eine andere Ansicht in den Vordergrund, und zwar die, daß das Gas in der Kohle gelöst bzw. mit ihr eine pseudochemische Bindung eingegangen ist. Diese Auffassung wird namentlich von Ruff² sowie von Peters und Warnecke³ vertreten. Ruff hat hierüber sehr eingehende Versuche angestellt, die zwar in der Hauptsache mit Kohlensäure vorgenommen worden sind, deren Ergebnisse aber auch für Methan gelten, wie einige Parallelversuche ergeben haben. Nach seinen Untersuchungen ist die Hauptmenge der Gase in der Kohle gelöst und nur ein kleiner Teil in

ihren Poren enthalten. Coppens¹ bestreitet dagegen die Möglichkeit, daß das Gas in der Kohle, also einem festen Körper, gelöst sein könnte. Er vertritt auf Grund seiner Versuche die Auffassung, daß es durch Adhäsion an die Kohle gebunden ist. Es wird Aufgabe weiterer Forschung sein, die Frage durch Untersuchungen zu klären.

Die Größe des Gasgehaltes der Kohle schwankt auch in ein und demselben Flöz sehr stark. Er dürfte teils von dem Inkohlungsgrad, teils von der petrographischen Beschaffenheit abhängig sein, teils aber auch davon, wie weit das Flöz tektonisch beeinflusst ist und in welchem Maß es Gelegenheit hatte, auszugasen. Über den Einfluß der beiden ersten Faktoren ist von Peters und Warnecke sowie Hoffmann² eingehend berichtet worden. Die Fragen bedürfen jedoch weiterer eingehender chemischer, petrographischer und geologischer Untersuchungen.

Auch im Gestein kann das Gas von Haus aus, d. h. also primär vorhanden sein. Wie Kukuk in einem Gutachten ausgeführt hat, enthält das Gestein zuweilen Pflanzenreste, die bei ihrer Inkohlung Gas abgeben. Außerdem kann das Methan in einem gewissen Umfang schon bei der Ablagerung der das Kohlenmoor überflutenden Sand- und Tonschichten, also bei ihrer Bildung, in diese Schichten eingedrungen sein. Beide Herkunftsarten dürften aber nur eine sehr geringe Bedeutung haben. Die Hauptmenge des im Gestein auftretenden Gases ist im Laufe der Zeit, vornehmlich in den Perioden der Gebirgsbewegung, aus den Flözen in das Gestein eingedrungen. Die in den Gesteinsschichten enthaltene Gasmenge ist somit vom Porenvolumen und dem bestehenden Gasdruck abhängig. Über ihr Verhältnis zum Gasgehalt der Kohle sind Untersuchungen im Gange.

Die Hohlräume aller Art, die sich bei den tektonischen Bewegungen im Gestein gebildet haben, sind nicht luftleer geblieben, sondern haben sich, abgesehen von Wasserdampf, entweder bei der Entstehung selbst oder im Laufe der Zeit mit Gas aus der Kohle gefüllt. Das Gas steht in ihnen unter Druck, dessen Größe im wesentlichen vom Gasdruck in der Kohle sowie davon abhängig ist, wie weit die Hohlräume nach ihrer Gasaufnahme zusammengedrückt worden sind. Über die Gasaufnahme der Hohlräume (Vakuurräume) hat Weber sehr eingehend berichtet³. Rüland⁴ sieht in der Gasführung der tektonisch entstandenen Vakuurräume für den holländischen Bergbau eine Hauptquelle der Ausgasung im Abbau.

Die Gasabgabe dieser 3 Quellen ist sehr verschiedenartig. Aus den Hohlräumen entweicht das Gas in Form von Bläsern. Dieser Vorgang ist jedem Bergmann geläufig, obgleich nur die leicht mit den Sinnen wahrzunehmenden Bläser Beachtung finden. Darüber hinaus dürfte aber Gas in feiner Verteilung an vielen Stellen unbeachtet aus Haarrissen usw. in den Wetterstrom austreten, vor allem in dem Alten Mann.

Die Gasabgabe des festen Gesteins erfolgt nur in Form einer langsamen Gasexhalation bzw. Diffusion. Die Menge des hierbei freiwerdenden Gases hängt von der Oberfläche und der Diffusionsgeschwindigkeit ab. Welche Rolle dieser Vorgang für den Gasgehalt im Abbau spielt, wird zur Zeit durch Messungen untertage und Laboratoriumsversuche untersucht.

Die Kohle gibt, wie Praxis und Wissenschaft übereinstimmend festgestellt haben, Methan durch Ausgasung ab, deren Stärke je nach der Beschaffenheit der Kohle sehr

¹ Ann. Mines Belg. 37 (1936) S. 173.

² Beihefte zu den Zeitschriften des Vereins Deutscher Chemiker, 1936, Nr. 24.

³ Glückauf 52 (1916) S. 1025, 1053.

⁴ Dissertation Aachen 1936.

¹ Glückauf 75 (1939) S. 400.

² Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 75 (1927) S. B 294; 78 (1930) S. B 22.

³ Glückauf 69 (1933) S. 1181, 1210.

verschieden ist. Die Ausgasung in die Grubenräume beginnt, sobald ein Kohlenstoß freigelegt wird. Zum Teil wird in dem Druck auf die Kohle oder der hierdurch erzeugten Wärme die Ursache der Ausgasung erblickt. Wie weit diese Auffassung zutrifft, bedarf noch der Untersuchung. Der Grund für die Ausgasung kann schon darin liegen, daß das im Kohlenstoß unter Druck enthaltene Gas Gelegenheit erhält, sich in die Grubenbaue zu entspannen. Wenn diese Ansicht richtig ist, muß in der festen Kohle ein Gasstrom nach dem freigelegten Kohlenstoß entstehen. Die Ausgasung wird so lange anhalten, als das Gefälle des Gasdruckes in der Kohle (in Richtung auf den Kohlenstoß) noch ausreicht, den Widerstand zu überwinden, der beim Durchfluß des Gases in der Kohle und bei seinem Austritt ins Freie entsteht. Bei fester Kohle wird dieser Widerstand größer und damit die Ausgasung geringer sein als bei weicher Kohle. Sobald sich auf den Kohlenstoß Druck einstellt, der ihn zermürbt, wächst die entweichende Gasmenge stark an, weil sich im Kohlenstoß Risse bilden, wobei Gas frei und die Ausgasungsoberfläche vergrößert wird. Außerdem öffnen sich die Schichten im Innern des Kohlenstoßes, und es entstehen in ihm Risse, die zunächst noch keine Verbindung mit den Grubenbauen haben. Es sind also Hohlräume (Vakuumräume), die sich begierig voll Gas saugen.

Wird der Kohlenstoß hereingewonnen, so nimmt die Gasentwicklung noch zu, teils weil die Kohle weiter zerkleinert und eine größere Oberfläche für die Ausgasung geschaffen wird, teils weil die erwähnten Lösen und Risse dabei Verbindung mit dem Grubenraum erhalten.

Nach Hoffmann hat die Kohle den größten Teil ihres Gasgehaltes schon in früherer Zeit abgegeben. Das wird wesentlich durch tektonische Einflüsse erleichtert worden sein, die nicht nur die Kohle infolge des auf sie ausgeübten Druckes in ihrem Gefüge änderten und dabei Gas frei machten, sondern gleichzeitig Spalten, Risse usw. im Gestein entstehen ließen. Diese saugten sich, wie oben ausgeführt wurde, voll Gas¹. Setzten die Risse bis zur Erdoberfläche durch oder bestand irgendwelche Verbindung dorthin, dann konnte das Gas entweichen. Im besonderen wird diese Ausgasung dort eingetreten sein, wo ein Deckgebirge nicht oder noch nicht vorhanden war, oder wo es später abgetragen worden ist.

Ähnliche Vorgänge, wenn auch in geringeren Ausmaßen, spielen sich nun, wie Weber eingehend schildert, beim Abbau ab. Der bei der Hereingewinnung eines Flözes ausgelöste Gebirgsdruck zerdrückt den Kohlenstoß, wobei Gas frei wird. Gleichzeitig entstehen durch die Bewegung des Hangenden zum Versatz hin sowie durch seine Senkung in den Hangendschichten Risse und Schichten und zwischen den einzelnen Gesteinslagen Lösen. Auch die durch tektonische Bewegungen entstandenen Sprünge usw. werden sich hierbei öffnen. Alle diese Hohlräume (Vakuumräume) saugen sich voll Gas.

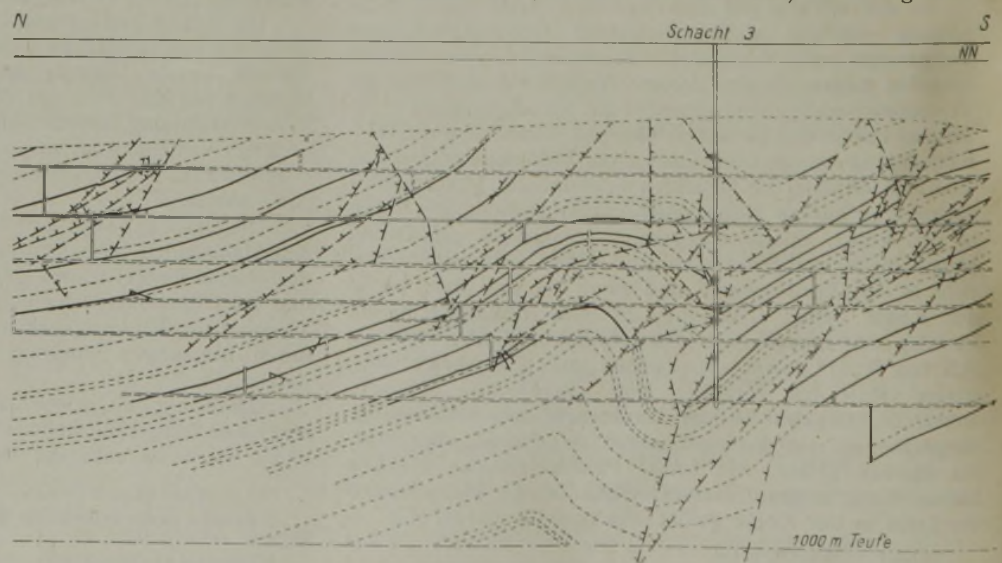
Damit aber nicht genug. Der Abbau eines bestimmten Flözes löst nicht nur in diesem Flöz selbst Druck aus, der das Gas frei macht und Risse entstehen läßt, sondern die durch den Abbau hervorgerufenen Gebirgsbewegungen beeinflussen auch höherliegende Flöze und Flözchen, in denen sich ebenfalls Risse bilden. Auch in ihrem Liegenden und Hangenden können Risse und Lösen entstehen und die

Schichten aufblättern. Eine ähnliche Wirkung wird sich bis zu einer gewissen, wenn auch geringen Teufe sogar auf liegende Flöze ausdehnen. Durch sorgfältige Messungen sind nämlich wiederholt im Liegenden von Flözen Gebirgsbewegungen einwandfrei ermittelt worden.

Die genannten Hohlräume (Lösen, Risse und Rißchen) saugen sich voll Gas, unterstützt von dem in den Rissen und Schichten der Kohle herrschenden Gasdruck. Die Gase haben zunächst das Bestreben, in dem feinen Rißsystem aufwärts zu steigen. Sie werden es so lange tun, bis sie in offene Grubenbaue entweichen können oder an eine Stauchschicht gelangen, d. h. an eine Schicht, in die sich die Risse nicht fortsetzen oder in der sie sich rasch schließen, beispielsweise an Mergel oder Tonschieferschichten. Der ununterbrochen wirkende Gebirgsdruck preßt die Hohlräume aber wieder zusammen. Das darin enthaltene Gas kommt dadurch unter Druck und sucht irgendwie zu entweichen. Wenn ein Entweichen in alte Grubenbaue nicht möglich ist, wird es durch die infolge des weiter fortschreitenden Abbaues neu entstehenden Risse nach unten in den Bereich des Abbaues (Strebraum oder Alten Mann) hinabgedrückt. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß durch den Abbau eines Flözes auch aus anderen in der Nähe befindlichen Flözen Gas ausgetrieben wird, das je nach der Art des Gebirges (Sandstein oder Tonschiefer) in das im Bau befindliche Flöz gelangen oder nach höheren Schichten aufsteigen kann. Die im Bereich des Abbaues auftretenden Gase brauchen also nicht ausschließlich aus dem Flöz selbst zu stammen, sondern können auch aus anderen Flözen oder den erwähnten tektonischen Hohlräumen kommen. Ob derartige Verhältnisse vorliegen, läßt sich nur im Einzelfall durch Untersuchungen feststellen.

Ferner kann das in den Grubenbauen zusitzende Gas aus dem festen Gestein (seinen Poren) stammen. Hierüber besteht grundsätzlich keine Meinungsverschiedenheit. Umstritten ist nur die Frage, welche Gasmenge diese Quelle zu liefern vermag. Das hängt zweifellos von dem Porengehalt des Gesteins, dem darin herrschenden Gasdruck und der Ausgasungsgeschwindigkeit (Diffusionsgeschwindigkeit) ab. Hierüber sind, wie schon erwähnt, Untersuchungen im Gange.

Schließlich sei noch auf folgendes hingewiesen. Die Abbaurisse im Hangenden eines Flözes sind in der Regel zunächst ziemlich fein. Erst dort, wo der Ausbau oder der Versatz das Hangende nicht genügend tragen, entstehen im Hangenden Absätze, und die Risse klaffen weiter auf. Wie weit diese Wirkung ins Hangende hinaufreicht, wird von der Größe seiner Senkung und seiner Beschaffenheit (Sandstein oder Tonschiefer) abhängig sein. Beim Bruchbau ist der letzte Umstand besonders wichtig. Beobachtungsbaue (Strecken und Gesenke) im Hangenden



¹ Vgl. Weber a. a. O.

Abb. 1. Schnitt durch die Hauptabteilung der Zeche Hannibal.

von Flözen, die mit Bruchbau abgebaut waren, lassen aber darauf schließen, daß stärkere Risse in der Regel nur wenige Meter hoch durchsetzen. Im besonderen wird bei einem rasch voranschreitenden Verbieh das Hangende wenig Zeit haben zu brechen, sondern sich im wesentlichen durchbiegen. Dadurch wird die Gasmenge, die in der geschilderten Weise aus höherliegenden Flözen in den Alten Mann dringen kann, verringert. Anders werden sich jedoch Gebirgsrisse verhalten, die durch tektonische Wirkungen entstanden sind, sowie solche, die sich nicht über dem fortschreitenden Abbau bilden, sondern an den feststehenden Rändern des Abbaufeldes aufreißen, d. h. an dem Aufhauen, von dem aus der Abbau angesetzt wurde, sowie parallel zur Grund- und Kopfstrecke. Hier bleibt die eine Seite der Begrenzungslinie stehen, während die andere Seite sich um das Maß der Abbausenkung setzt. Parallel zu diesen Linien werden sich wahrscheinlich stärkere Risse, man kann wohl sagen Bruchkanten, bilden, die wesentlich weiter in das Hangende hinaufreichen als die Schlechten und Risse über dem Abbau und dem Alten Mann. Dann müssen aber diese Risse bzw. Bruchkanten nach den obigen Darlegungen in besonderem Maße Zubringer von Schlagwettern sein. Das ist tatsächlich auch beobachtet worden, denn man hat an solchen Stellen einen monatelang anhaltenden Gaszustrom festgestellt. Die Bedeutung der Bruchkante für den Zufluß von Schlagwettern hängt wiederum von der Beschaffenheit des Hangenden ab. Bei Sandstein werden die Risse stärker aufklaffen und längere Zeit, wenn nicht dauernd, offen bleiben, während sie sich bei Tonschiefer bald ganz oder wenigstens teilweise schließen.

Dafür, daß in tektonisch stark beeinflussten Gebieten beim Abbau oft ein erhebliches Auftreten von CH_4 beobachtet werden kann, hat Weber¹ schon eine Reihe von Fällen angeführt. Die Abb. 1-3 geben Beispiele aus neuerer Zeit wieder. Es handelt sich in allen 3 Fällen um Profile von Gruben, die durch erhebliche CH_4 -Entwicklung bekannt sind. Man sieht starke Faltung sowie zahlreiche Überschiebungen und Sprünge, auf denen freier werdendes Methan entweder aufwärts steigen und abgeführt werden oder, wenn eine Möglichkeit des Entweichens nach oben nicht vorhanden ist, in den Strebraum bzw. in die Strecken austreten kann.

In tektonisch beeinflussten Gebieten scheint, abgesehen von der Gasführung der Klüfte, auch die Beschaffenheit der Kohle das Austreten größerer Gasmengen zu erleichtern. Mehrfach hat man festgestellt, daß in solchen

Gebieten die Gasaufnahme des Wetterstroms im Streb selbst (nicht in der Kopfstrecke) besonders hoch war. Dies läßt darauf schließen, daß die tektonische Beanspruchung die Kohle in Mitleidenschaft gezogen hat, so daß das Gas gewissermaßen aufgelockert worden ist. Wenn irgendwelche Störungsklüfte eine Gelegenheit zum Entweichen boten, zeigen solche Flözteile beim Abbau eine

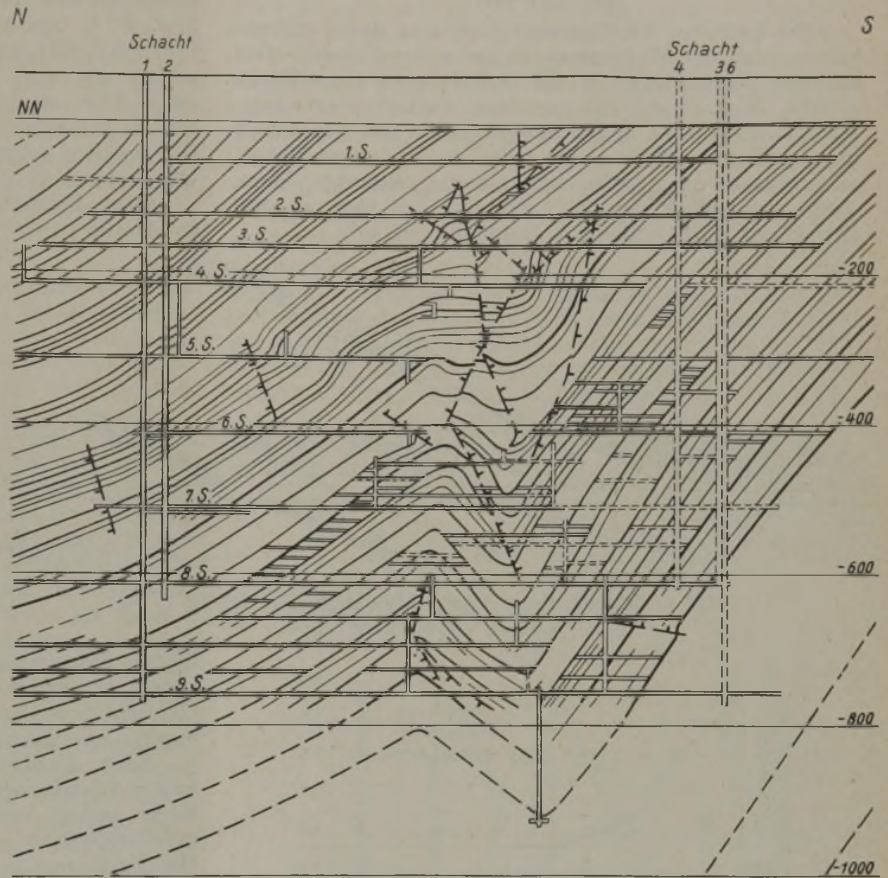


Abb. 2. Schnitt durch die Hauptabteilung der Zeche Holland.

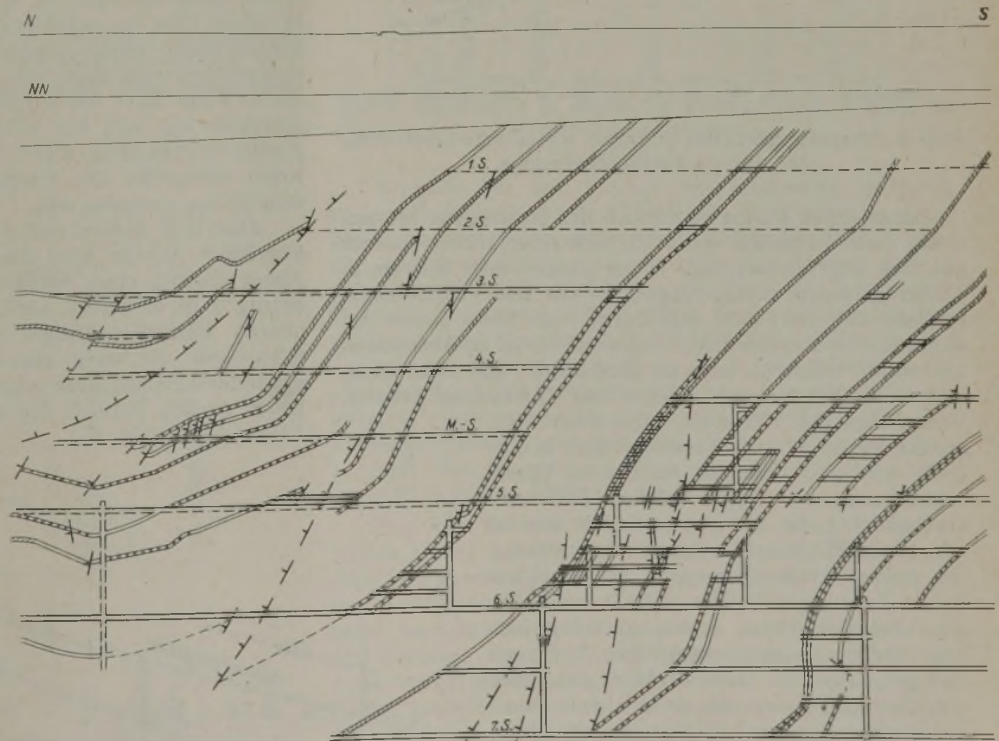


Abb. 3. Schnitt durch die 3. westliche Bauabteilung der Zeche Hannibal.

¹ Glückauf 53 (1917) S. 1, 25, 49, 65, 89, 105.

geringe Gasentwicklung. Falls aber ein frühzeitiges Ausgasen des Kohlenflözes nicht möglich war, bleibt das Gas im Flöz, jedoch in einem aufgelockerten Zustand, so daß es beim Abbau leichter entweicht. Hierüber müssen jedoch noch weitere Beobachtungen angestellt werden.

Die Gasaufnahme in Querschlägen, Grundstrecken, Aufhauen usw.

Bei normalen Verhältnissen wird man damit rechnen können, daß der Wetterstrom so gut wie schlagwetterfrei aus den Querschlägen in die Grundstrecke eines Strebes eintritt. Zwar kann Grubengas beim Auffahren der Querschläge aus Rissen und Sprüngen sowie aus den Poren des anstehenden Gesteins oder den durchfahrenen Flözen in größerem oder geringerem Umfang austreten; diese Ausgasung nimmt aber im Laufe der Zeit stark ab und hört in der Regel schließlich praktisch ganz auf.

nähere Untersuchung ergab, daß die Gase sowohl aus den beiden liegenden nichtabgebauten Flözen als auch aus dem im Abbau stehenden Flöz A austraten. Abb. 5 gibt die Beobachtung in 2 Kurven wieder. Die eine Kurve zeigt den Zeitpunkt, als der Strebstoß 9 m, die andere den Zeitpunkt, als er rd. 45 m vom Querschlag entfernt war. Bei der ersten Kurve hat der Wetterstrom aus dem liegendsten und mittleren Flöz rd. 0,35% bzw. 0,2% und aus dem hangenden im Abbau stehenden Flöz 0,5% CH₄ aufgenommen. Die Gasaufnahme im Querschlag aus dem im Abbau stehenden Flöz A begann schon 55 m im Liegenden des Flözes. Bei der 2. Kurve hat die Gasaufnahme aus Flöz A vollkommen aufgehört. Die aus dem liegendsten Flöz hat sich um 0,1% ermäßigt, während sich die des mittleren Flözes wenig verändert hat.

Diese Beobachtungen zeigen, daß die Gase aus einem im Abbau stehenden Flöz auf den sich bildenden feinen Haarrissen weit in das Liegende dringen können. Durch Einzelmessungen wurde festgestellt, daß die Gaszunahme im Querschlag in der Kohlschicht wesentlich größer war als in der Versatzschicht. Die Gase bewegten sich also auf den Rissen der Gesteinsschichten sehr rasch nach dem Querschlag zu, wohin sie vermutlich durch den starken Wetterzug angesaugt wurden. Weiterhin ist nachgewiesen worden, daß die im Liegenden von Flöz A in den Querschlag eintretende Gasmenge tatsächlich aus diesem Flöz stammte; denn die im Streb zuzitende Gasmenge verringerte sich während dieser Zeit um die im Querschlag austretende Gasmenge, so daß die Gesamtmenge aus Querschlag und Streb stets dieselbe blieb.

Beim Auffahren von Flözstrecken und Aufhauen in unverritztem Gebirge ist die Gaszunahme in der Regel gering, namentlich dann, wenn beide schmal aufgefahren werden, so daß die Stöße nicht in Druck kommen. Die Ausgasung aus den freigelegten Stößen ist dann bei guter Beschaffenheit der Kohle so schwach, daß fast nur die Gasabgabe der vor Ort gewonnenen Kohle eine Rolle spielt. Beispielsweise hat man folgenden Fall beobachtet: In einem Flöz der mittleren Fettkohlengruppe wurde eine Sohlenstrecke ohne nennenswerte Entgasung 500 m weit aufgefahren und dann ein Aufhauen im Flöz angesetzt. Als es schon über 100 m hoch war, wurde festgestellt, daß innerhalb von 24 h nur 172 m³ Gas aus Grundstrecke und Aufhauen entwichen, was 2,3 m³/t der vor Ort gewonnenen Kohle entspricht. Die Ausgasung der Stöße kann also nur sehr gering gewesen sein.

Das Bild ändert sich sofort, wenn die im Auffahren begriffene Strecke oder das Aufhauen in den Bereich der Abbauwirkung eines vorher gebauten Flözes kommen. So betrug z. B. in einem Aufhauen in Flöz Gretchen in der oberen Fettkohlengruppe der Gasehalt zunächst nur 0,3 m³/min. Er stieg aber trotz sehr erheblich zurückgehender Leistung sehr rasch auf 2,2 m³/min, als das Aufhauen in den Bereich der Abbauwirkung eines liegenden Flözes kam (Abb. 6).

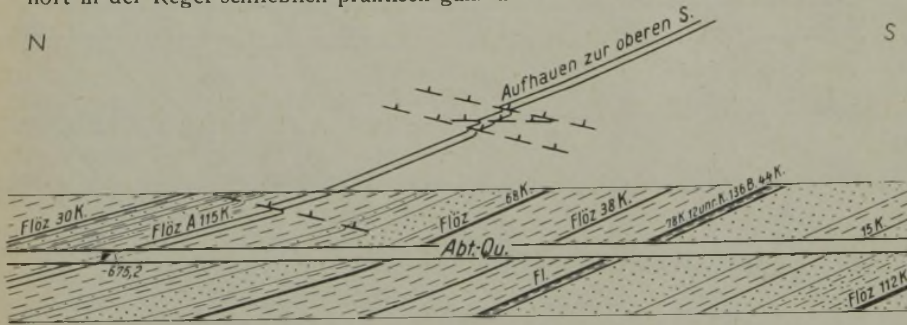


Abb. 4. Schnitt durch einen Abteilungs-Querschlag in der oberen Fettkohlengruppe.

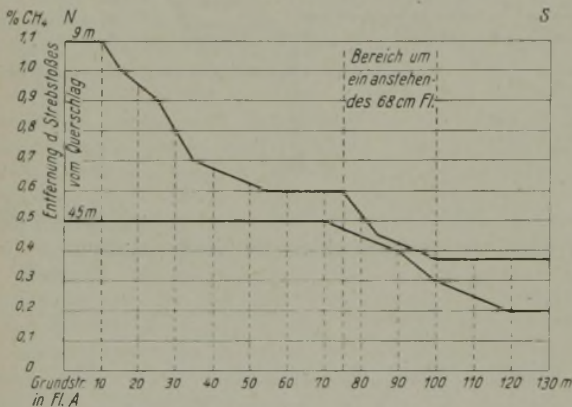


Abb. 5. Ausgasungskurven in einem Abteilungs-Querschlag der oberen Fettkohlengruppe.

In manchen Fällen ist freilich der einziehende Wetterstrom beim Eintreten in die Grundstrecke schon dadurch mit Gas angereichert, daß er im ganzen oder mit einem Teilstrom andere Abbau- oder auch Aus- und Vorrichtungsbetriebe bewettert hat. Außerdem sind Fälle beobachtet worden, in denen sich der Frischwetterstrom im Abteilungsquerschlag erheblich mit Gas anreicherte, und zwar dann, wenn der Abbau eines Flözes den Querschlag kreuzte. Unter Umständen können dann auch noch andere hangende oder liegende Flöze beeinflusst sein und ebenfalls nach dem Querschlag ausgasen. Einen solchen Fall veranschaulichen die Abb. 4 und 5. Die drei in dem Profil Abb. 4 dargestellten Flöze gehören der oberen Fettkohlengruppe an. Zunächst wurde das hangende Flöz mit 115 cm Kohle abgebaut. Der Abbau begann an einem östlich des Querschlags hergestellten Aufhauen und ging zunächst nach Westen, also über den Querschlag weg. Als er sich dem Querschlag näherte, wurde in diesem eine erhebliche Schlagwetterzunahme festgestellt. Die

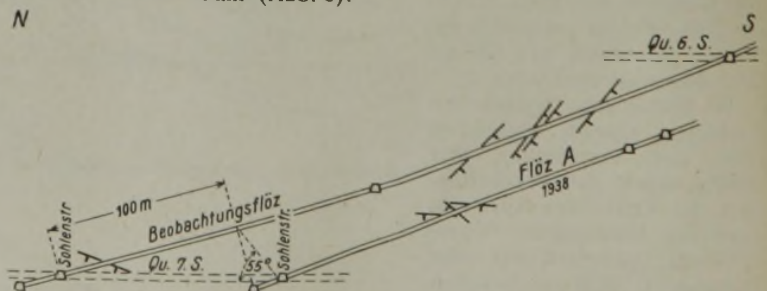


Abb. 6. Querschnitt eines Aufhauens im Flöz Gretchen.

Der einen Abbaubetrieb bewetternde Strom nimmt in der Grundstrecke in der Regel nur Spuren von Gas auf, da es sich ja lediglich um die Gasabgabe aus dem Kohlenstoß handelt. Etwas größer kann die Gasaufnahme dann sein, wenn die Grundstrecke mit Damm aufgefahren wird, da hierdurch ein größerer Druck auf den Kohlenstoß entstehen kann. Aber auch in solchen Fällen haben die Untersuchungen im Einziehstrom des Strebs selten mehr als etwa 0,2 % Gas ermittelt.

Vor Ort der Grundstrecke ist die Gasaufnahme von der Menge der hereingewonnenen Kohle, ihrem Gasgehalt sowie ihrer Zerkleinerung bei der Hereingewinnung abhängig. Da der Kohlenstoß in der Regel nicht unter besonderem Druck steht, kann sie im allgemeinen nur dann größer sein, wenn die Strecke mit Damm aufgefahren wird oder schon durch einen anderen Abbau beeinflusst ist.

Die Gasaufnahme im Streb.

Im Streb findet nicht nur eine Gasabgabe aus dem Kohlenstoß statt, sondern weit größer ist die Gasentwicklung durch den Abbaudruck und die Zerkleinerung der Kohle bei ihrer Gewinnung. Die bei den Gewinnungsarbeiten freiwerdenden Gase dürften restlos von dem Wetterstrom aufgenommen werden, die durch den Abbaudruck in der Kohle freiwerdenden Gase dagegen nur zum Teil. Der Abbaudruck wirkt sich nämlich tief in den Kohlenstoß hinein aus. Gleichzeitig findet, wie markscheiderische Untersuchungen gezeigt haben, ein Wandern des Kohlenstoßes auf den Alten Mann zu statt. Hierbei öffnen sich im Kohlenstoß Schlechten, Drucklagen usw., wobei Kohle fein zerrieben wird und entgast. Diese Schlechten, Drucklagen und Risse saugen sich voll Gas. Soweit sie noch keine Verbindung zum Strebraum haben, können sie ihr Gas nicht in ihn abgeben, sondern entgasen nach dem Hangenden und dem Liegenden. Die erwähnten Bewegungen erstrecken sich nämlich nicht nur auf den Kohlenstoß, sondern auch auf das Hangende und Liegende, die sich ebenfalls auf den Alten Mann zu bewegen. Hierbei entstehen, wie schon in den einleitenden Betrachtungen geschildert, Risse und Spalten im Gestein. Außerdem setzt sich das Hangende, wobei seine Schichten aufblättern, so daß dazwischen Lösen entstehen. Alle diese Hohlräume nehmen aus den Spalten des Kohlenstoßes Gas auf, da sich die Risse schon bilden, während noch der Kohlenstoß darunter bzw. darüber ansteht.

Zum Teil mag dieses Gas, wie eingangs erwähnt, in den Spalten nach höheren Schichten aufwärts steigen, zum Teil wird es aber in den Spalten und Lösen verbleiben.

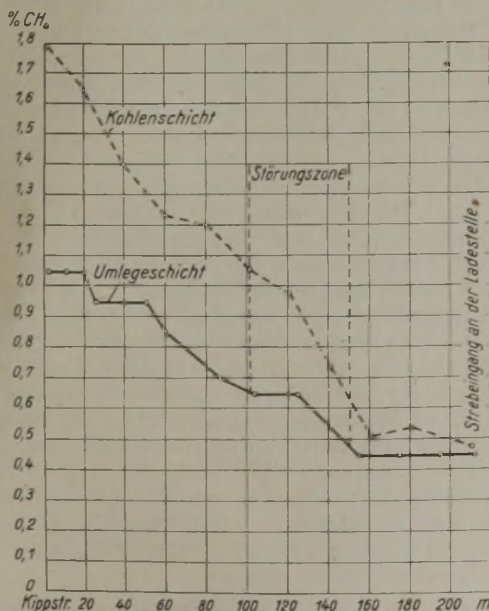


Abb. 7. Messungen in einem Handversatzstreb der oberen Fettkohlengruppe.

Beim fortschreitenden Verbieh kommen diese Spalten in den Bereich des Strebs und schließlich in den des Alten Mannes. Ein Teil des Gases wird hierbei in den Streb austreten, ein Teil zieht in den Spalten strebaufwärts bis zur Kopfstrecke, und der Rest tritt schließlich im Alten Mann aus.

Die Menge des in den Strebraum austretenden Gases ist von dem Gasgehalt und der Beschaffenheit der Kohle sowie von dem Druck auf den Kohlenstoß und der Zerkleinerung der Kohle bei ihrer Gewinnung abhängig. Der Gasgehalt des Wetterstroms überschreitet, wie zahlreiche Untersuchungen ergeben haben, auch in hohen Streben im allgemeinen nicht die bergpolizeilich festgesetzte Grenze von 1%. Fälle der Überschreitung dieses Maßes sind bisher nur bei sehr weicher, leicht staubender Kohle beobachtet worden.

Die Gaszunahme im Streb erfolgt im allgemeinen gleichmäßig, soweit nicht Störungen eine örtliche Änderung verursachen. Nur in den obersten Metern des Strebs konnte häufig eine auffallend starke Zunahme festgestellt werden. Das scheint immer dann der Fall zu sein, wenn zum Schutze der Kopfstrecke ein Bergedamm mitgeführt wird, an dem sich die aus dem Alten Mann zur Kopfstrecke aufwärtsziehenden Wetter stauen. Deshalb empfiehlt es sich, für den nötigen Wetterdurchlaß durch den Damm zu sorgen, z. B. dadurch, daß man in gewissen Entfernungen Röschen im Damm offen läßt.

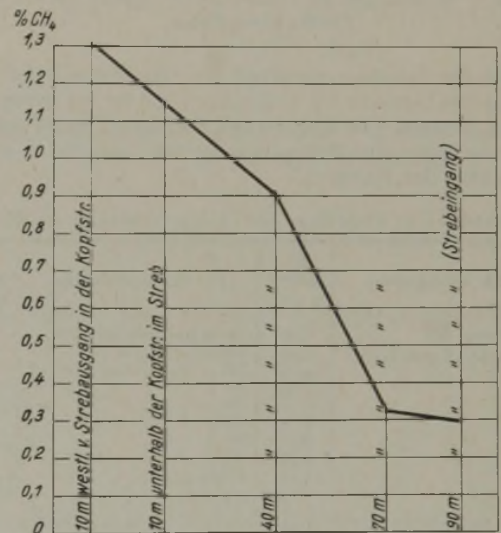


Abb. 8. Messungen in einem Handversatzstreb der oberen Fettkohlengruppe.

Beispiele für den Verlauf der Entgasung im Streb zeigen die Abb. 7-9. Abb. 7 stellt die Entgasung in einem Streb des zur oberen Fettkohle gehörenden Flözes Anna dar, und zwar mit je einer Kurve in der Kohlen- und in der Umlegesicht. Das ungewöhnlich stark entgasende Flöz wurde in einem 200 m hohen Streb mit Handversatz abgebaut. Die Gasaufnahme während des Kohlens war, wie aus den Kurven hervorgeht, um 0,75 % höher als die während der Umlegesicht und überschritt damit die behördlich zugelassene Grenze. Auf Grund eines von der Zechenverwaltung gestellten Antrages wurde vom Oberbergamt eine Ausnahmegenehmigung von der Vorschrift des § 90 B.P.V. bewilligt.

Der Abb. 8 liegen Beobachtungen in einem Streb des Flözes Albert 1 zugrunde, das ebenfalls mit Handversatz abgebaut wurde. Die starke Gaszunahme in dem Streb ist um so auffallender, als er nur eine flache Höhe von 90 m hatte. Auch in diesem Fall wurde am Kopfende des Strebs die zulässige Grenze häufig überschritten, so daß eine Ausnahmegenehmigung erforderlich war. In diesen beiden Fällen handelte es sich um Abbaubetriebe, in denen sehr viel Feinkohle anfiel und die Kohle stark staubte. Die betreffende Abteilung war tektonisch erheblich beeinflusst.

Abb. 9 betrifft ebenfalls einen Streb eines Fettkohlenflözes, der eine flache Bauhöhe von 250 m hatte. Die Aufnahme zeigt die Wirkung eines Sprunges im Gebirge. Die starke Zunahme etwa in der Mitte des Strebs wird nämlich durch einen streichend verlaufenden Sprung veranlaßt, an dem dauernd Grubengase austraten.

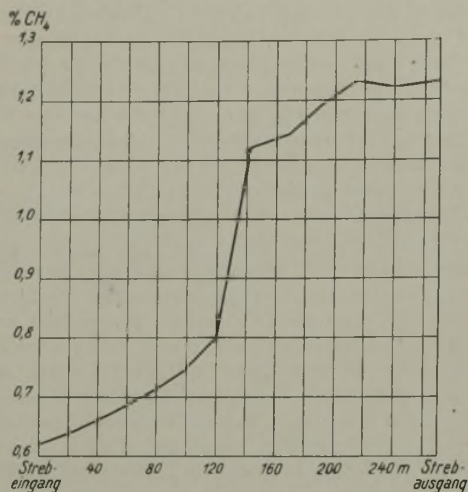


Abb. 9. Messungen in einem 250 m hohen Streb der Fettkohlengruppe.

Daß die Zunahme am Kopf des Strebs durch die Stauwirkung des Dammes oft besonders groß ist, ist schon oben erwähnt worden. Die Zahlentafel 1 erläutert einen solchen Fall. Hier lagen die Meßpunkte bei 300 und 320 m in der Einwirkung des Dammes.

Zahlentafel 1. Ergebnis der Wetteranalysen in Flöz R.

Ort der Probenahme	Ergebnis % CH ₄	Ort der Probenahme	Ergebnis % CH ₄
Streb eingang	0,06	180 m im Streb aufwärts . .	0,23
20 m im Streb aufwärts . .	0,07	200 „ „ „ „	0,29
40 „ „ „ „	0,07	220 „ „ „ „	0,24
60 „ „ „ „	0,09	240 „ „ „ „	0,29
80 „ „ „ „	0,11	260 „ „ „ „	0,31
100 „ „ „ „	0,16	280 „ „ „ „	0,30
120 „ „ „ „	0,23	300 „ „ „ „	0,33
140 „ „ „ „	0,13	320 „ „ „ „	0,51
160 „ „ „ „	0,15	Strebausgang	0,54

Da der Gebirgsdruck auf die Entgasung von großem Einfluß ist, muß diese bei Erhöhung des Abbaudruckes zunehmen, dagegen abnehmen, wenn der Druck auf den Kohlenstoß durch einen gut tragenden Versatz oder besser noch einen möglichst starren Ausbau verringert wird. Bei zwei beobachteten Fällen ist tatsächlich auf diese Weise ein günstiges Ergebnis erreicht worden. In dem einen Fall wurde in einem Strebbruchbau durch Verstärkung des Ausbaues durch Einführung eiserner Stempel und eiserner Pfeiler statt des früheren Holzbaus eine Abnahme der Gasmenge um etwa ein Drittel erzielt. In einem anderen Fall wurde der Streb, der zunächst mit Handversatz betrieben wurde, wobei die Entgasung sehr stark war, auf Bruchbau umgestellt und gleichzeitig unter Weglassen der hölzernen Quetschhölzer der eiserne Ausbau starrer gestaltet. Hierbei ging die Gasaufnahme im Streb um fast ein Drittel zurück. Allerdings stieg die Zunahme in der Kopfstrecke etwas an, jedoch nur um rd. 10%, so daß im ganzen eine Abnahme festzustellen war.

Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Entgasung im Streb bei Bruchbau mit möglichst starrem Ausbau geringer sein wird als bei Hand- oder Blasversatz, und zwar aus folgenden Gründen: Unter der Voraussetzung, daß der Bruch gut kommt und der Ausbau starr genug ist, wird der Druck auf den Kohlenstoß bei Bruchbau geringer sein als bei den genannten Versatzverfahren. Dadurch wird die Kohle weniger zerkleinert und entgast weniger. Außerdem können in diesem Fall im Hangenden

weniger Risse und Spalten entstehen, und die Schichten werden weniger stark aufblättern als bei einem nachgiebigen Ausbau. Infolgedessen muß man annehmen, daß auch weniger Gas aus dem Kohlenstoß in das Gebirge und in den Alten Mann gelangt.

Die Verteilung des Gasgehaltes auf die einzelnen Felder des Strebs ist verschieden, wenn auch die Unterschiede meistens nur gering sind. Bei den beiden oben erwähnten Beispielen, in denen der Kohlenstoß infolge der weichen Kohle sehr stark ausgaste, konnte beobachtet werden, daß der Wetterstrom während der Kohlenschicht im ersten Feld am Kohlenstoß die höchste Gasmenge enthielt. In anderen Fällen war dagegen der Zustand zwar im untersten Teil des Strebs so wie vorstehend geschildert, weiter oben dagegen war der Gasgehalt in dem am Versatzstoß liegenden Feld höher. Allerdings pflegen die Unterschiede in der Regel gering zu sein, falls nicht besondere Verhältnisse vorliegen. Im allgemeinen wird der Unterschied in den obersten Metern des Strebs größer sein, wenn unter der Kopfstrecke ein Damm mitgeführt wird. Die Zahlentafel 2 zeigt die Verteilung des Grubengasgehaltes des Wetterstroms in den einzelnen Feldern eines rd. 220 m hohen Strebs, in dem 2 Monate lang an 10 Meßstellen, die je 20 m voneinander entfernt waren, in jedem Strebefeld täglich Messungen vorgenommen wurden.

Zahlentafel 2. Häufigkeitszahlen des Schlagwetterhöchstgehaltes im Wetterstrom der einzelnen Strebefelder.

Meßstelle	Februar			März		
	Im ersten Feld am Kohlenstoß	In einem Zwischenfeld	Im letzten Feld am Versatz	Im ersten Feld am Kohlenstoß	In einem Zwischenfeld	Im letzten Feld am Versatz
1	14	3	6	7	—	8
2	13	3	5	5	3	6
3	4	5	7	5	1	11
4	3	1	18	8	1	7
5	3	1	17	10	1	2
6	—	—	22	3	—	14
7	—	1	21	4	1	11
8	—	3	18	3	1	13
9	—	1	20	2	2	13
10	—	—	22	1	3	12

Wichtig ist auch die Klärung der Frage, wie stark die Gasentwicklung im Innern des Kohlenstoßes ist, in welcher Entfernung vom Streb sie beginnt und ob tatsächlich Gas aus dem Kohlenstoß in Risse und Spalten des Nebengesteins eindringt. Um diese Fragen zu untersuchen, hat man zahlreiche Beobachtungen von Bohrlöchern durchgeführt, die sowohl in die Kohle als auch in das Hangende und Liegende gestoßen wurden. Gleichzeitig fanden Messungen von Gebirgsbewegung und Gebirgsdruck statt. Die Untersuchungen wurden teils beim Streckenvortrieb, teils im Streb vorgenommen. Anfangs verfuhr man in der Weise, daß die Bohrlöcher einfach in den Strecken- oder Strebstoß gebohrt wurden. Bald erkannte man jedoch, daß es nötig war, den Entgasungsraum tiefer in den Kohlenstoß hinein zu verlegen. Deshalb wurden im Streb Einbrüche von einigen Metern Tiefe hergestellt, von denen aus man die Bohrlöcher ansetzte. Dadurch gewann man auch eine längere Beobachtungszeit. Schließlich stellte man, um die Wirkung des Abbaudruckes auf die Entgasung noch tiefer im Streb beobachten zu können, von weit vorgetriebenen Grund- oder Kopfstrecken aus kurze Auf- bzw. Abhauen her. Auf diese Weise bot sich die Möglichkeit, die Gasabgabe der Bohrlöcher tage- oder wochenlang zu beobachten. Die Abdichtung der Bohrlöcher erfolgte anfänglich durch einen Hohlkörper aus vulkanisiertem Gummi, der mit Preßluft aufgeblasen wurde, später im wesentlichen mit Kitt, der zum Teil mit Gesteinstaub gemischt war. Ein durch die Abdichtung geführtes Rohr gab dem Gas die Möglichkeit zu entweichen. Seine Menge ließ sich an einer Gasuhr ablesen.

Aus den zahlreichen Untersuchungen sollen hier nur zwei kennzeichnende Fälle mitgeteilt werden. In einem Flöz der oberen Gaskohlengruppe wurde im Streb, etwa 40 m

oberhalb der Ladestrecke, ein 6 m tiefer Einbruch hergestellt, von dem aus man 2 Bohrlöcher in die Kohle sowie je eins in das Hangende und Liegende stieß. Die Lage und Anordnung der Bohrlöcher, der Kurvenverlauf der ermittelten Ausgasung sowie die Mächtigkeitsverringerung sind aus der Abb. 10 zu ersehen. Die Ausgasung der Kohlenbohrlöcher war in diesem Fall besonders groß. Dies mag damit zusammenhängen, daß auch die Mächtigkeitsverringerung des etwa 1 m mächtigen Flözes auffallend große Beträge erreichte. Sie stieg über 20 bis fast 30%. Der Druck auf den Kohlenstoß war also ungewöhnlich groß.

Bei Betrachtung der Kurven fällt sofort auf, daß jedesmal während des Kohlens die Mächtigkeitsverringerung stark zunimmt und daß in demselben Augenblick die Entgasung der Bohrlöcher steil ansteigt. In erster Linie gilt das von den Kohlenbohrlöchern; es ist aber auch bei dem Hangend- und Liegendbohrloch festzustellen, wenn auch in geringerem Grad. Sobald die Kohlenschicht vorbei war und damit der Druck nachließ, ging die Ausgasung zurück. In den beiden Kohlenstoßbohrlöchern war schon bei Beginn des Versuches eine Gasabgabe zu beobachten, bei den Gesteinsbohrlöchern setzte sie erst etwas später

ein. Die Zunahme der Ausgasung gleichzeitig mit dem Abbaudruck während des Kohlens und das anschließende Absinken beim Nachlassen des Druckes nach dem Kohlen konnten bei sämtlichen Bohrlochuntersuchungen beobachtet werden. Allerdings trat diese Tatsache nicht immer so klar in Erscheinung wie in diesem Fall, und auch der Kurvenverlauf, im besonderen die Größe der Ausgasung, war sehr mannigfaltig. Durch die Bohrlochbeobachtungen ist aber der Zusammenhang zwischen Gebirgsdruck und Flözausgasung erneut einwandfrei bestätigt worden. In dem hier beschriebenen Fall betrug die Höchstaugung im

Kohlenbohrloch 1	rd. 500 l/h
Kohlenbohrloch 2	rd. 600 l/h
Hangendbohrloch	rd. 200 l/h
Liegendbohrloch	rd. 90 l/h.

Im Durchschnitt der Ausgasungszeit der einzelnen Bohrlöcher stellte sich die Ausgasung im

Kohlenbohrloch 1 auf	rd. 240 l/h
Kohlenbohrloch 2	„ „ 144 l/h
Hangendbohrloch	„ „ 53 l/h
Liegendbohrloch	„ „ 28 l/h.

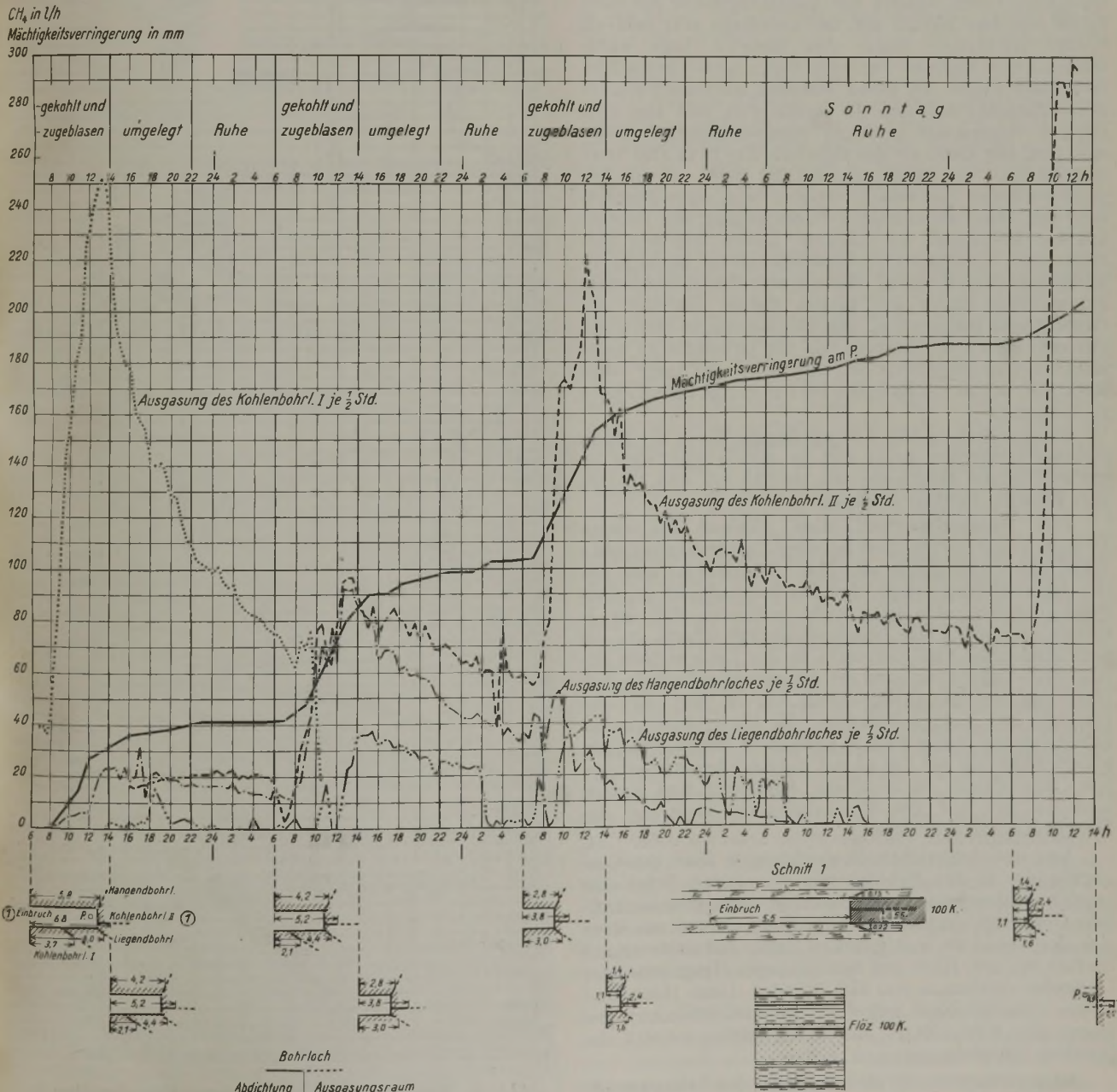


Abb. 10. Bohrlochausgasung in einem Flöz der oberen Gaskohlengruppe.

Die in Abb. 11 dargestellten Meßergebnisse entstammen Untersuchungen in einem Flöz der oberen Fettkohle. Die Sohlenstrecke des Strebs war weit vorgetrieben worden, so daß es möglich war, die Bohrlöcher rd. 30 m vor dem Streb anzusetzen, und zwar am Kopf eines zu diesem Zweck hergestellten 13 m hohen Aufhauens. Während bei den früheren Untersuchungen die Beobachtung der Bohrlöcher erst in einer Entfernung von etwa 7 bis 8 m von dem Strebstoß begann und hierbei oft der Eindruck entstand, daß die Gasabgabe aus den Bohrlöchern erst in dieser Entfernung langsam einsetzte, zeigt die Kurve der Abb. 7 ein ganz anderes Bild. Bei Beginn der Beobachtung stand das Kohlenbohrloch 29,40 m vor dem Streb. Gleichwohl wurde sofort eine lebhaft Gasabgabe von durchschnittlich 200 l/h festgestellt. Ebenso ließ sich eine allerdings kaum meßbare Mächtigkeitsverringering des Flözes nachweisen. Die Gasabgabe des Bohrloches hielt sich unter Schwankungen 3 Tage lang auf dieser Höhe. Dann nahm sie im Verlauf von weiteren 5 Tagen auf etwa 10–20 l/h ab. Der Streb war inzwischen auf rd. 16 m herangerückt. In den nächsten Tagen blieb die Gasabgabe so gering, sank zeitweilig sogar auf 0. Erst als der Abstand des Strebs vom Bohrloch weniger als 7 m betrug, setzte in einer Kohlen-schicht ein plötzlicher steiler Anstieg der Entgasungskurve mit einer Spitze von fast 340 l/h ein, der allerdings sehr bald ein starkes Nachlassen folgte. Am nächsten Tage wurde während des Kohlens eine neue Gaszunahme beobachtet, an die sich wieder eine starke Abnahme mit Undichtwerden des Bohrloches anschloß. In diesem Fall sind also zwei deutlich voneinander getrennte Ausgasungsperioden festzustellen. Die erste, als das Bohrloch 30–16 m vom Streb entfernt war, die zweite, als sich der Streb auf rd. 7 m genähert hatte. Man könnte versucht sein, diese Beobachtung mit einer wellenartigen Fortbewegung des Druckes auf den Kohlenstoß zu erklären. Leider läßt sich aber bisher noch nicht sagen, ob es sich bei dieser Beobachtung wirklich um den Regelfall oder um eine Ausnahme handelt, die vielleicht durch den breiten Damm unterhalb der Grundstrecke bedingt war. Ähnliche Messungen lassen sich nur sehr selten durchführen, da die Grundstrecke meist nicht so weit vorgeschoben ist oder schon so lange offen steht, daß der Stoß Zeit hatte, bis tief in das Innere hinein zu entgasen.

Die ebenfalls in Abb. 11 eingetragene Kurve der Mächtigkeitsverringering deckt sich in diesem Fall nicht so gut mit der der Gasabgabe wie im Fall der Abb. 10, läßt aber dieselbe Tendenz erkennen.

Das Hangendbohrloch blieb während der ersten 13 Tage völlig gasfrei. Erst bei einer Entfernung von etwa 7,5 m vom Streb wurde auch das Hangende so weit von der Abbauwirkung erfaßt, daß das Bohrloch mit der Entgasung begann. Man kann wohl annehmen, daß sich in diesem Augenblick eine Hangendschlechte öffnete, der aus dem Kohlenstoß Gas zuströmte. In der Kohlen-schicht des folgenden Tages stieg dann die Ausgasung außerordentlich stark und erreichte in der Spitze 642 l/h, also etwa das Doppelte des Kohlenbohrloches. Sie blieb unter starken Schwankungen, wenn auch in geringerer Menge, bestehen, bis der Strebstoß auf 1 m an das Bohrloch herangekommen war. (Die Zahlen im Kopf der Abbildung sind andere, weil sie sich auf das Kohlenbohrloch, nicht auf das Hangendbohrloch beziehen.)

Aus den zahlreichen Beobachtungen über die Gasabgabe der in das Nebengestein gestoßenen Bohrlöcher ergab sich übereinstimmend, daß diese zunächst keine meßbare Gasmenge abgaben. Eine Änderung trat erst ein, wenn sich der Abbau so weit genähert hatte, daß unter seinem Einfluß Spalten, Risse und Schlechten im Hangenden oder Liegenden entstanden und sich öffneten. Diese Hohlräume füllten sich, wie oben ausgeführt, aus den Schlechten und Rissen des Kohlenflözes mit Schlagwettern, so daß das Bohrloch nunmehr entgasen konnte.

Im vorstehenden ist mehrfach von der Bewegung der Gase auf den Rissen, Klüften und Lösen des Hangenden

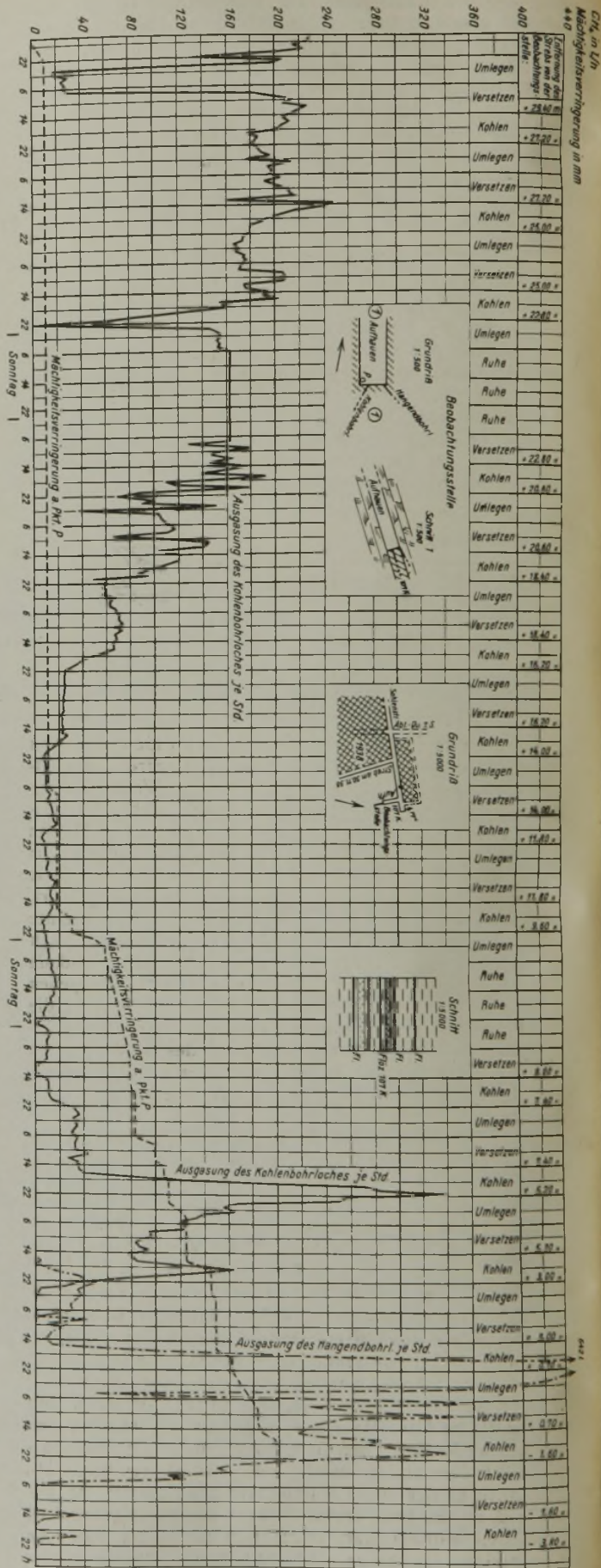


Abb. 11. Bohrlochausgasung in einem Flöz der oberen Fettkohlengruppe.

gesprochen und dabei ausgeführt worden, daß das Gas in den Rissen strebaufrwärts bis zur Kopfstrecke zieht, andererseits aber in den Alten Mann gelangen und ebenso in höhere Schichten aufsteigen kann. Um für diese Bewegungen der Gase im Gebirge einen eindeutigen Nachweis zu erbringen, stellte man verschiedene Versuche an. Mit Hilfe von Bohrlöchern wurde stark riechendes Gas (Ammoniak) in das Hangende eingeblasen und sein Verbleib beobachtet.

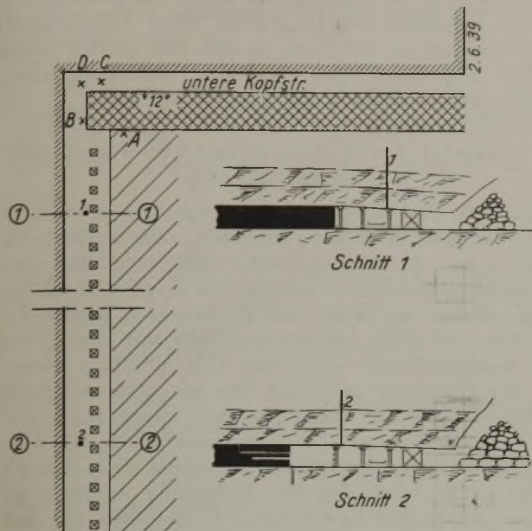


Abb. 12. Bohrlochuntersuchungen im Hangenden eines stillgelegten Strebs.

Die ersten Versuche fanden in einem Flöz der oberen Fettkohlengruppe statt, und zwar in einem Streb, der zeitweilig stillgelegt worden war, aber für Wetterführung und Förderung aufrechterhalten wurde (Abb. 12). Zunächst stieß man im Rutschenfeld das Bohrloch 1 14,30 m unterhalb der Kopfstrecke senkrecht in das Hangende. Das etwa 4 m tiefe Bohrloch wurde in etwa 1 m Höhe gut abgedichtet und durch die Abdichtung ein Rohr geführt. Das Ammoniak (es handelte sich um etwa 2 kg) strömte ohne weiteres restlos in das Bohrloch ein, ohne daß sich in der Nähe Ammoniakgeruch bemerkbar machte. Alsdann wurde geprüft, ob und wo Ammoniak austrat. Abgesehen von dem Geruchssinn benutzte man hierzu Lämpchen, die mit Phenolphthalein getränkt waren. Die Beobachtung erstreckte sich besonders auf den Rand des Alten Mannes und soweit als möglich in ihn hinein sowie auf die Kopfstrecke. Auf diese Weise gelang es, an den in der Abb. 12 angegebenen 3 Stellen A, B und C den Austritt von Ammoniak zu ermitteln. An der am Alten Mann unmittelbar unter dem Damm etwa 1–1½ m über dem Flöz liegenden Austrittsstelle A wurde nur sehr wenig Ammoniak beobachtet, obgleich an dieser Stelle früher ständig Grubengasansammlungen festgestellt worden waren. Weit aus die größte Menge trat an der Stelle B am Versatzdamm unter der Firste her aus. Die 3. Stelle C befand sich in der Firste der Strecke; sie lieferte eine etwas geringere Gasmenge.

Der Versuch wurde daraufhin mit dem Bohrloch 2 wiederholt, das etwa 60 m unterhalb der Kopfstrecke ebenfalls im Rutschenfeld senkrecht in das Hangende gestoßen worden war. Auch hier strömte das Ammoniak ohne weiteres in das Bohrloch ein. Die alsdann im Streb und am Rande des Alten Mannes durchgeführten Beobachtungen ergaben weder durch den Geruch noch durch die Reaktionsprobe mit Phenolphthalein irgendwelche Spuren von NH_3 , auch nicht an der Stelle A unterhalb des Dammes. An der Stelle B, an der beim ersten Versuch der Hauptgasaustritt beobachtet worden war, zeigte sich in diesem Fall nur eine geringe Gasmenge. Die Hauptmenge wurde in der Kopfstrecke an der Stelle D festgestellt, wo sie aus einem Riß in der Firste austrat. Das Gas benötigte, um bis hierher zu gelangen, eine Stunde. An dieser Stelle war

übrigens früher stets ein starker Schlagwetteraustritt beobachtet worden.

Durch diese Untersuchungen ist der Nachweis erbracht, daß das Gas auf den Rissen und Sprüngen des Hangenden strebaufrwärts zieht. Ob es auch nach dem Alten Mann zu entweicht, ist dagegen nicht eindeutig erwiesen. Die Beobachtung an der Stelle A läßt es jedoch vermuten.

Ein weiterer Versuch gleicher Art wurde in einem Flöz der mittleren Fettkohlengruppe durchgeführt. Auf der betreffenden Grube standen zwei in einem Abstand von rd. 45 m übereinanderliegende Flöze gleichzeitig in Abbau, wobei das liegende Flöz dem hangenden in etwa 70–100 m Abstand folgte. Obgleich Bohrlochuntersuchungen ergeben hatten, daß die Kohle des liegenden Flözes wesentlich gasreicher war, und obgleich die Förderung im liegenden Flöz größer war, betrug der Gasgehalt seines Wetterstroms doch nur etwa ein Viertel von dem im oberen Flöz. Man kann ohne weiteres annehmen, daß die im liegenden Flöz freiwerdenden Gase durch die im Gebirge entstehenden Abbaurisse usw. zu dem oberen Flöz aufstiegen und hier in den Wetterstrom gelangten. Um, wenn möglich, einen Nachweis hierfür zu erbringen, stieß man in dem unteren Flöz, etwa 14 m unterhalb einer Mittelstrecke ein Bohrloch in das Hangende und blies Ammoniak ein. Leider konnte aber nicht ermittelt werden, wo es blieb; nur schwache Spuren wurden im Bruchfeld unmittelbar unter dem Damm der Mittelstrecke festgestellt. Deshalb führte man einen zweiten Versuch mit einer etwas größeren Ammoniakmenge durch. Das Bohrloch wurde in diesem Fall 11 m unter der Mittelstrecke in das Hangende gestoßen, und zwar etwa in der Mitte zwischen Kohlenstoß und Versatz. Es war etwa 3,35 m tief. Die Abdichtung erfolgte bei 0,95 m, die Ammoniakmenge betrug 20 kg. Sie strömte zunächst rasch in das Bohrloch ein, allmählich aber infolge der eintretenden Vereisung langsamer, und es dauerte einige Stunden, bis alles Gas von dem Bohrloch aufgenommen worden war. Auch in diesem Fall konnte in der Umgebung des Bohrloches kein Ammoniakgeruch festgestellt werden. Ebenso versuchte man vergeblich zu ermitteln, ob etwa Gas nach dem Alten Mann zu abströmte, obgleich mit Lappen, die mit Phenolphthalein getränkt waren, 1–1,50 m hoch in das Bruchfeld hinein abgesucht wurde. Auch in den in der Nähe liegenden Strecken der beiden Flöze ließ sich trotz sorgfältiger Prüfung kein Ammoniak nachweisen. Die am nächsten Tage in der Morgenschicht wiederholten Untersuchungen blieben zunächst ebenfalls erfolglos. Erst als in dieser Schicht das Hangende der Mittelstrecke 2 m hoch nachgerissen wurde, trat in einem etwa 1–2 mm klaffenden Ablösen zwischen 2 Gesteinspacken Ammoniak aus. Die Austrittsstelle lag am liegenden Streckenstoß. Obgleich das Ablösen sich in der Strecke weiter rückwärts fortsetzte, war hier kein Ammoniakaustritt zu bemerken. Überhaupt war die austretende Gasmenge nicht bedeutend. Zwei Tage später wurde aber an einer anderen Stelle eine wesentlich größere Ammoniakmenge ermittelt. Innerhalb der angegebenen Zeit war das Bohrloch in den Bereich des Bruchfeldes gelangt und das Hangende hereingebrochen. Hierbei wurde eine sehr ansehnliche Ammoniakmenge frei. Das Gas war also durch das Bohrloch in ein Lösen des Hangenden eingeblasen worden. Ein großer Teil war an Ort und Stelle verblieben und wurde erst frei, als die hangenden Schichten im Bereich des Alten Mannes hereingebrochen. Diese Beobachtung bestätigt die Auffassung, daß Gas aus dem Kohlenstoß in den Alten Mann gelangt. Ein Beweis dafür, daß das Gas durch die Risse des Gebirges in höhere Schichten aufsteigt, konnte aber auch bei diesem Versuch leider nicht erbracht werden. Gleichwohl kann man mit Sicherheit damit rechnen.

Die Gasaufnahme in der Kopfstrecke.

In der Kopfstrecke findet eine weitere Gasanreicherung des Wetterstroms statt. Hierüber haben Gaßmann und Mommertz¹ sehr eingehend berichtet. Diese Zunahme ist

¹ Glückauf 75 (1939) S. 511.

aber anderer Art als im Streb, da das Gas hier nicht unmittelbar aus dem Kohlenstoß kommt, sondern aus dem Alten Mann. Auch erstreckt sich die Gaszunahme nicht auf die ganze Länge der Kopfstrecke, sondern im wesentlichen nur auf eine gewisse Zone.

Die Länge dieser Entgasungszone hat sich bei den Untersuchungen als wechselnd herausgestellt. Zum Teil war sie 50–60 m lang, zum Teil aber auch 75–100 m. Darüber hinaus ist nur ausnahmsweise eine meist geringe Zunahme beobachtet worden. Die Länge der Entgasungszone dürfte von der Art des Hangenden (Sandstein oder Schiefer) beeinflusst werden. Sie wandert mit dem Streb mit; wird er eingestellt, dann verkürzt sie sich. In einem Fall wurde nach Einstellung des Strebs im Laufe eines Monats eine Verkürzung von 80 auf 50 m beobachtet. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Tatsache mit dem Druckgewölbe und seiner Spannweite in Zusammenhang bringt. Dort, wo sich der volle Gebirgsdruck auf das Hangende legt und seine Schichten damit das Widerlager des Druckgewölbes bilden, werden sie so weit zusammengedrückt, daß sich die Risse und Spalten schließen und dem Gas keinen genügenden Durchtritt gestatten, so daß meßbare Mengen nicht mehr festgestellt werden können. Da das Sinken der Gebirgsschichten eine gewisse Zeit erfordert, während andererseits der Streb durch den Abbau immer weiter vorrückt, ist es natürlich, wenn das Druckgewölbe sich während des Abbaues weiter spannt und die normale Spannweite erst nach Stillsetzen des Abbaues erreicht.

Das aus dem Alten Mann in die Kopfstrecke eintretende Gas ist namentlich in Fällen starker Entgasung zunächst noch nicht mit dem Wetterstrom vermischt. Man kann vielmehr immer wieder feststellen, daß die Gasmenge über der Sohle geringer, dicht unter der Firste dagegen größer, zum Teil sogar erheblich größer ist als in der Mitte der Strecke. Der Endpunkt der CH_4 -Zunahme liegt in der Regel kurz vor der Stelle, an der die Durchmischung beendet ist. Abb. 13 zeigt ein kennzeichnendes Beispiel einer solchen Entwicklung. Ähnliche Beobachtungen und Kurven sind häufig ermittelt worden.

Bei den Untersuchungen hat man weiterhin die Feststellung gemacht, daß Wetterproben, die zwischen dem Streb und der Stelle, an der die Durchmischung des Wetterstroms beendet war, aus dem Unter- oder Oberstoß ge-

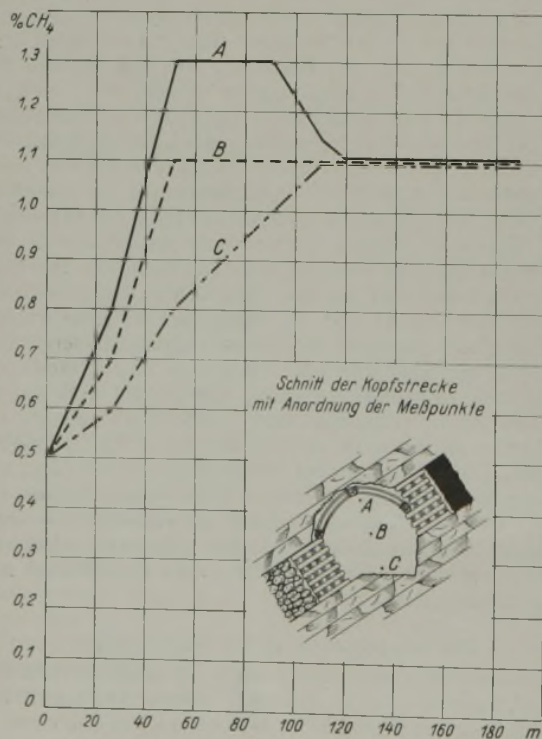


Abb. 13. Messungen in der Kopfstrecke eines Strebs.

nommen wurden, meist einen recht hohen CH_4 -Gehalt aufwiesen. Bei größerer Entfernung vom Streb nahm der Gasgehalt im Unter- und Oberstoß dagegen in der Regel ab und entsprach etwa dem des Wetterstroms.

Die Größe der Zunahme in der Kopfstrecke eines Betriebspunktes ist nicht in allen Schichten gleich. Sie ist ebenso wie im Streb von dem Arbeitsvorgang abhängig. Während aber im Streb die höchste Ausgasung meist in der Kohlschicht liegt, ist sie in der Kopfstrecke in den anderen Schichten häufig größer. Beim Bruchbau konnte z. B. mehrfach in der Zeit, in der die Pfeiler umgesetzt wurden und damit das Hangende nachbrach, eine verstärkte Gasausströmung festgestellt werden.

Vergleich der Ausgasung von Streb und Kopfstrecke.

Daß die absolute Größe der Gasaufnahme in der Kopfstrecke in den einzelnen Betrieben sehr verschieden ist, bedarf keiner Erwähnung. Sehr auffallend sind aber die außerordentlich hohen Unterschiede in dem Verhältnis der Gasaufnahme von Streb und Kopfstrecke. In der Zahlentafel 3 sind 19 Fälle zusammengestellt, von denen einwandfreie Beobachtungen vorliegen. Die einzelnen Fälle sind nach der Flözfolge geordnet. Die geringste Ausgasung in der Kopfstrecke im Verhältnis zum Streb zeigt das Beispiel 18. Hier ist das Ausgasungsverhältnis rd. 4:1. Ein ungefähr ähnliches Verhältnis zeigen die Fälle 8 und 9. Im ganzen ist in 10 Fällen die Ausgasung im Streb größer gewesen als in der Kopfstrecke. In 2 Fällen (13 und 16) war die Ausgasung etwa gleich groß. In den restlichen 7 Fällen dagegen übertraf die Ausgasung in der Kopfstrecke die im Streb zum Teil sehr erheblich. So war sie z. B. im Fall 10 ungefähr dreimal und im Fall 19 sogar viermal so groß. In dem letztgenannten Fall ist freilich die Gasaufnahme einer Mittelstrecke und eine Gasmenge mit eingerechnet worden, die aus dem Alten Mann durch eine besondere Rohrleitung abgesaugt wurde.

Zahlentafel 3. Vergleich der Ausgasungsmenge von Streb und Kopfstrecke.

Lfd. Nr.	Flöz	Mächtigkeit m	Ausgasung im Mittel während der Beobachtungszeit			
			Streb		Kopfstrecke	
			m^3/min	%	m^3/min	%
1	10 (H)	1,00	3,28	64,0	1,82	36,0
2	11	1,08	5,49	53,7	4,73	46,3
3	Zollverein 2	1,60–1,85	3,98	53,8	3,41	46,2
4	Zollverein 2	1,60–1,85	3,17	62,2	1,92	37,8
5	Gustav 1	1,13	0,91	34,2	1,75	65,8
6	Gretchen	0,90	2,75	42,3	3,76	57,7
7	Anna	1,07	7,60	62,7	4,50	37,3
8	Anna-West	1,00	10,00	74,6	3,40	25,4
9	Anna-Ost	1,07	12,00	70,5	5,00	29,5
10	Hugo	1,20–1,30	2,70	21,4	9,90	78,6
11	Hugo-Ost	0,93	0,61	46,1	0,71	53,9
12	Hugo-West	0,84	1,21	60,2	0,80	39,8
13	Albert I	1,00	8,91	50,8	8,61	49,2
14	Albert I	1,00	6,43	39,4	9,90	60,6
15	Albert III.	0,80	16,80	62,2	10,20	37,8
16	Albert III.	0,80	1,60	49,0	1,65	51,0
17	Wellington	1,00–1,30	1,60	36,3	2,80	63,7
18	Karl	2,46	13,84	79,7	3,51	20,3
19	Röttgersbank	0,95	5,17	19,8	20,92	80,2

Einen näheren Einblick in die Ausgasung in Streb und Kopfstrecke geben die Abb. 14–16. Abb. 14 enthält Messungen über die Ausgasung eines Abbaubetriebes in einem Flöz der mittleren Fettkohlengruppe beim Abbau mit Handversatz. Die Messungen wurden 24 Stunden lang in der Kohlschicht alle 2 Stunden, im übrigen alle 3 Stunden ausgeführt. Die Kohle war sehr weich und staubte stark. Die Ausgasung im Streb war daher sehr erheblich und entsprechend auch die Wettermenge groß bemessen. Die

geringste Ausgasung zeigt die Versatzschicht. In der darauf folgenden Kohlenschicht schnell die Gasmenge steil in die Höhe, um in der zweiten Hälfte der Schicht und der anschließenden Umlegeschicht wieder abzunehmen.

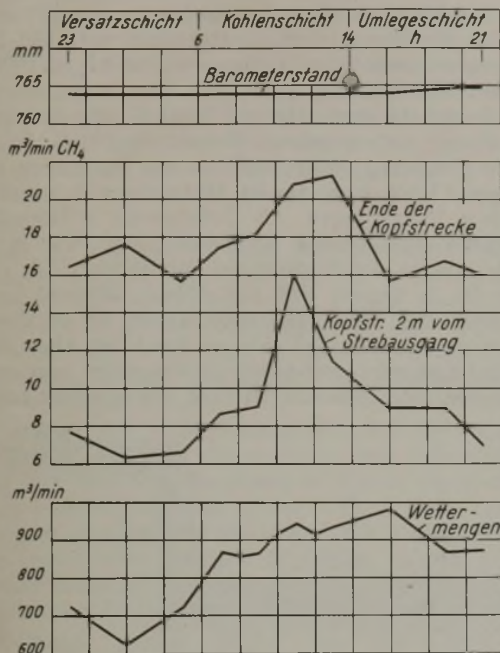


Abb. 14. Ausgasungsbeobachtungen in einem Streb mit Handversatz.

man auf einen möglichst starren Ausbau achtete. Etwa 5 Wochen nach der Umstellung wurde eine neue Dauer-messung 48 Stunden lang durchgeführt. Das Ergebnis veranschaulicht die Abb. 15. Im Streb selbst findet auch jetzt die stärkste Ausgasung in der Kohlenschicht statt. Der Unterschied zwischen Kohlenschicht und den beiden anderen Schichten ist aber nicht so kraß wie bei der früheren Messung. Auch ist bei den beiden anderen Schichten kein deutlicher Unterschied in der Ausgasung festzustellen. Am meisten fällt auf, daß die Ausgasung im Streb fast um ein Drittel zurückgegangen ist. Gleichzeitig hatte der Feinkohlenanfall erheblich abgenommen und sich der Zustand des Hangenden gebessert. Dieser Erfolg ist zweifellos darauf zurückzuführen, daß infolge Einführung des Bruchbaues und des starren Ausbaues das Hangende besser gehalten wurde und der Druck auf den Kohlenstoß abgenommen hatte.

In der Kopfstrecke lag die Hauptentgasung ebenfalls in der Kohlenschicht. Auch hier waren die Schwankungen nicht so groß wie bei der früheren Messung bei Abbau mit Handversatz. Die durchschnittliche Menge der Ausgasung hatte sich aber um reichlich 10% erhöht. Die Gesamtausgasung aus Streb und Kopfstrecke war jetzt um über 10% zurückgegangen. Durch Umstellung von Handversatz auf Bruchbau ist also in diesem Fall die Ausgasung im Streb um fast 30% und die des Gesamtbetriebes um über 10% verringert worden. In der Kopfstrecke allein betrachtet, hat sie sich allerdings um reichlich 10% erhöht. Die Verringerung ist eingetreten, obgleich während der Messung der Barometerstand um 20 mm fiel. Die Frage nach der Herkunft der Gase soll weiter unten besprochen werden.

Herkunft der Gase in der Kopfstrecke.

Die Beobachtungen zeigen immer wieder, daß das Gas aus dem Bereich des Alten Mannes in die Kopfstrecke strömt. Im ersten Abschnitt sind bereits grundsätzliche Ausführungen darüber enthalten, wie das Gas aus dem Kohlenstoß in Risse und Spalten des Hangenden eindringt und über den Strebraum hinweg in den Alten Mann gelangt. Der weiter unten beschriebene Versuch, bei dem Ammoniak in das Hangende eingeblasen wurde, bringt ein praktisches Beispiel für die Richtigkeit dieser Ausführungen.

Der Zustrom aus dem Streb kann aber keinesfalls die einzige Gasquelle des Alten Mannes und der Kopfstrecke sein. Darauf deutet schon der Umstand hin, daß das Verhältnis der Gasaufnahme im Streb und in der Kopfstrecke so verschiedenartig ist, ebenso aber auch andere Beobachtungen und Erwägungen. Wie in der Einleitung ausgeführt, wird durch den Abbau eine Bewegung im Gebirgskörper ausgelöst, und es entstehen im Hangenden und Liegenden Spalten und Risse. Befinden sich in der Nähe des im Abbau stehenden Flözes andere liegende und vor allen Dingen hangende Flöze, so werden sie beeinflusst. Es wird in ihnen Gas frei, das auf den Rissen und Spalten des Gesteins in den Bereich des Abbaues gelangen kann, und zwar hauptsächlich in den Alten Mann, wohl nur selten in den Streb. Die Entfernung der Flöze, bis zu der ein Gasübertritt stattfinden kann, ebenso wie die Menge des übertretenden Gases ist, abgesehen von dem Gasgehalt des oder der in Frage kommenden Nachbarflöze, vor allem von der Art des Gebirges abhängig. Besteht es aus Sandstein oder Sandschiefer, dann klaffen die Risse stärker auf und bleiben länger offen, als wenn es sich aus weichen, tonigen Schichten zusammensetzt, in denen sich jeder Riß rasch schließt.

Die im Hangenden des Alten Mannes auftretenden Risse verlaufen etwa parallel zum Strebstoß. Solange der Abbau fortschreitet und damit immer neue Partien des Hangenden an der Senkung teilnehmen, werden die Risse durch die neu nachsinkenden Hangendteile wieder zusammengedrückt

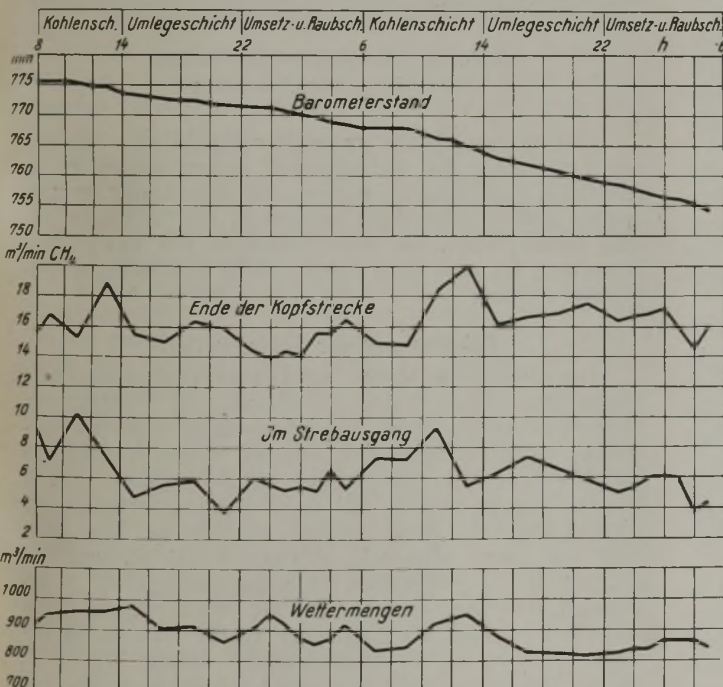


Abb. 15. Ausgasungsbeobachtungen in demselben Streb bei Bruchbau.

In der Kopfstrecke verläuft die Ausgasung ähnlich, jedoch ist der Unterschied zwischen Kohlenschicht und den beiden anderen Schichten nicht so groß wie im Streb. Auch besteht zwischen Umlege- und Versatzschicht kein Unterschied in der Ausgasung. Im Durchschnitt der 24 Stunden war die Ausgasung in Streb und Kopfstrecke gleich groß.

Wegen der starken Gasentwicklung und einer gewissen Knappheit an Versatzgut wurde der Streb kurze Zeit später von Handversatz auf Bruchbau umgestellt, wobei

und sich mehr oder weniger schließen. Anders ist es mit den Rissen, die an den Rändern des Abbaues parallel zum Abbaurand auftreten. Hier sinkt das Gebirge nur auf der einen Seite des Risses ab, während es auf der anderen Seite stehenbleibt. Es ist naheliegend, daß diese Risse stärker aufklaffen als die Schlechten und Risse über dem Abbau und im Alten Mann und daß sie auch höher in das Hangende hinaufsetzen. Daher müssen diese »stehenden Risse«, wie man sie vielleicht nennen kann, in besonderem Maße Zubringer von Grubengas aus höheren Flözen oder Gebirgsschichten sein. Man darf wohl annehmen, daß die sehr großen Gasmengen, die in einzelnen Fällen der Kopfstrecke zuströmen, zum Teil hiermit zusammenhängen.

In mehreren Fällen ist tatsächlich an solchen Abbaurändern ein monatelang anhaltender Gasstrom festgestellt worden. So konnte beispielsweise in einem durch eine Mittelstrecke unterteilten Streb beobachtet werden, daß der Wetterstrom sowohl in der Mittelstrecke als auch in der Kopfstrecke in der Gegend des Aufhauens, von dem aus der Streb angesetzt worden war, dauernd eine gewisse Gasmenge aufnahm. In der Mittelstrecke betrug die Gasaufnahme im Zeitraum von 8 Monaten rd. 500000 m³, in der Kopfstrecke fast das Doppelte. Die nächstliegende Erklärung für die Herkunft dieser großen Gasmengen ist die, daß das Gas auf dem längs des Aufhauens entstandenen stärkeren Riß (Bruchkante) aus höheren Schichten herabgedrückt wurde, und zwar in diesem Fall vom Mergel, der nur 20 m über der Kopfstrecke anstand. Beim Abbau dicht unter dem Mergel ist nicht nur auf dieser, sondern ebenso auch auf anderen Gruben wiederholt das Auftreten großer Schlagwettermengen beobachtet worden. Man muß annehmen, daß das durch den Abbau freigewordene Gas durch die Gebirgsschichten aufwärts steigt bis zum Mergel und sich hier an einem Ablösen zwischen Mergel und Kohlengebirge sammelt, da sich die Risse in der Regel durch den Mergel nicht weiter fortpflanzen. Durch den Gebirgsdruck wird das Gas zusammengepreßt, sucht nach einem Ausweg und tritt beim Abbau darunter anstehender Flöze durch die neu aufreißenden Gebirgsschichten in den Bereich dieses Abbaues.

Da das Gas vom Mergel her zuströmte, erklärt sich auch, weshalb im vorliegenden Fall der Gaszutritt in der Kopfstrecke größer war als in der Teilstrecke. Der Grund ist der, daß die Kopfstrecke dem Mergel näher lag und das Gas leichter durch die Gebirgsschichten hierher gelangen konnte.

Um einen Nachweis für das Zuströmen des Gases vom Mergel her zu erbringen, stieß man von der Kopfstrecke aus ein Bohrloch bis zum Mergel hoch. Leider gelang es nicht, das Bohrloch dicht zu bekommen, da die vielen Risse und Lösen im Hangenden des abgebauten Flözes zahlreiche Verbindungen des Bohrloches mit der Kopfstrecke und dem Alten Mann herstellten. Gleichwohl konnte man beobachten, daß dem Bohrloch lange Zeit, und zwar bis zum Abwerfen des Strebs, unter leichtem Druck Gas mit 97–99 % CH₄ entströmte.

Ergänzend sei erwähnt, daß auf derselben Grube in einem zweiten Fall, in dem die Kopfstrecke eines anderen Flözes nur rd. 30 m unter dem Mergel lag und auffallend viel CO₂ führte, ein gleichfalls zum Mergel gestoßenes Bohrloch ebenfalls Gas brachte. Auch hier konnte das Bohrloch nicht gedichtet werden, so daß sich die Menge des Zustroms nicht ermitteln ließ. Es bestand aber gegen den vorerwähnten Fall der Unterschied, daß das Gas weniger CH₄ und dafür viel CO₂ enthielt. Diese beiden Untersuchungen sowie einige andere später vorgenommene Bohrungen zum Mergel bestätigen, daß vom Mergel her Gas in die Grubenbaue gelangen kann.

Ein Beispiel dafür, daß Gas an einem Riß längs der Kopfstrecke aus höheren Schichten eingedrungen sein dürfte, zeigt die schematische Darstellung eines Strebs in Abb. 16. In dem sehr stark gasenden Flöz hatte man zunächst den unteren Streb mit 90 m flacher Bauhöhe fast

bis an die Abbaugrenze vorgetrieben. Alsdann holte man den oberen Streb nach, wobei der untere zur Wetterführung und Förderung offen blieb. Im unteren Streb selbst hörte die Ausgasung nach etwa einer Woche praktisch auf. In der Kopfstrecke hielt sie jedoch unter schwacher Abnahme etwa 2½ Monate lang weiter an, und zwar bis der obere Streb herangerückt war. Die in den 2½ Monaten zusitzende Gasmenge wurde mit rd. 600000 m³ ermittelt. Wie Beobachtungen und Berechnungen ergeben haben, konnte sie dem unteren Strebstoß nicht entstammen, dem oberen nur zu einem kleinen Bruchteil. So bleibt nur die Erklärung übrig, daß sie aus hangenden unbauwürdigen Flözen kam, die im Abstand von 6,9 und 15 m über dem Abbau lagen. Als Zufuhrwege müssen die im Hangenden entstandenen Abbaurisse, und zwar in erster Linie der längs der Kopfstrecke entstandene Riß, gedient haben. Da in diesem Fall der Abbau stillstand und der Streb sorgfältig aufrechterhalten wurde, ist es allerdings nicht ausgeschlossen, daß sich am Rand des Alten Mannes längs der Eisenpfeiler ebenfalls ein besonders ausgeprägter Riß bildete, der ebenfalls stärkere Schlagwetter zuführte.

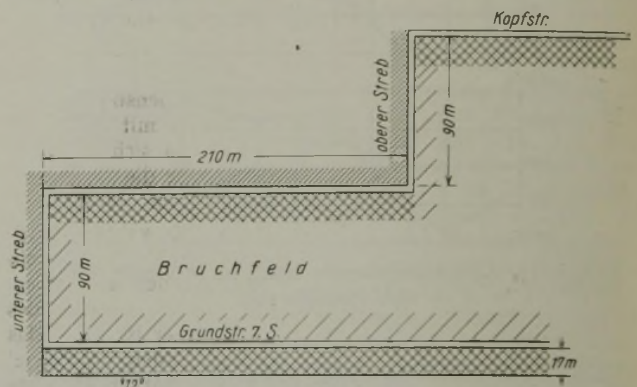


Abb. 16. Schematische Darstellung eines Abbaubetriebspunktes.

Eine weitere Quelle der in der Kopfstrecke zusitzenden Gase kann das Nebengestein bilden, dessen Poren zweifellos Gas enthalten können. Die beim Abbau im Hangenden auftretenden Risse erleichtern die Gasabgabe aus dem Nebengestein. Ob diese Gasquelle von wesentlicher Bedeutung ist, muß noch durch genaue Ermittlungen festgestellt werden.

Bekämpfung der Schlagwetter.

Das altbekannte Mittel, Schlagwetteransammlungen zu bekämpfen, besteht in einer Verstärkung des Wetterstroms. So wertvoll dieses Mittel auch ist, erscheint es doch zweckmäßig, außerdem noch nach anderen Wegen Umschau zu halten und zu einer Verdünnung der Schlagwetter erst in letzter Linie zu greifen. Bei der Verschiedenartigkeit der tektonischen und bergbaulichen Verhältnisse kann man nicht mit einem allgemein gültigen Mittel rechnen, das geeignet ist, in jedem Fall die Schlagwettergefahr zu beseitigen. Man wird vielmehr auf die verschiedenste Weise versuchen müssen, die Gasmenge einzuschränken. In Betracht kommen hierfür hauptsächlich folgende Wege:

1. die Ausgasung der Kohlenflöze möglichst gering zu halten,
2. das Eindringen von CH₄ in die Grubenbaue tunlichst zu verhindern und
3. als in der Praxis oft wichtigstes Mittel die weitgehende Verdünnung der in die Grubenbaue ausgetretenen Schlagwetter.

1. Die Größe der Ausgasung der im Abbau stehenden Flöze ist aus den eingangs dargelegten Gründen von dem Druck auf den Kohlenstoß abhängig, die Größe der Ausgasung anderer nichtgebauter oder erst später zu bauender Flöze von der Beeinflussung durch die im Abbau befindlichen Flöze oder, genauer ausgedrückt, von Zahl und

Stärke der Risse, die in ihnen und ihrem Nebengestein durch den betreffenden Abbau entstehen. Es fragt sich, in welchem Grade der Abbaudruck bzw. die Abbaubeeinflussung verringert werden können.

Um den Druck auf den Kohlenstoß zu verringern, muß man die Senkung des Hangenden durch möglichst starren Ausbau so weit beschränken, wie es im Hinblick auf den leichten Gang der Kohle tragbar ist. Dadurch wird gleichzeitig der Entstehung von Rissen und Spalten im Hangenden und dem Eindringen von Gas in das Hangende wirksam begegnet. Auf diese Weise nimmt also der Gasgehalt im Strebraum ab, ebenso wie diejenige Gasmenge, die aus dem Kohlenstoß über das Hangende in den Alten Mann gelangt.

Daß es sich hierbei nicht nur um theoretische Erwägungen handelt, beweisen die im vorstehenden besprochenen Untersuchungen sowie manche aus der Praxis bekannten Beispiele, bei denen durch besseres Anbauen eines hangenden Packens, der das im Abbau stehende Flöz von einem nichtgebauten hangenden Flöz trennte, die Gasmenge verringert wurde.

Um den Einfluß des Abbaues anderer Flöze möglichst fernzuhalten, muß man sich bemühen, den Abbau tunlichst flüssig und ohne Unterbrechung zu führen, damit die Ribildung parallel zum Streb gering bleibt. Ebenso empfiehlt es sich, in gasreichen Flözen den Abbau mit möglichst wenig streichenden Strecken zu führen, da sich an ihnen Bruchkanten bilden und diese Strecken, wie die Erfahrung lehrt, dadurch Schlagwetterzubringer werden.

Weiterhin gehört hierher die altbewährte bergmännische Regel, die Flöze, soweit es betrieblich durchführbar ist, vom Hangenden zum Liegenden abzubauen. Es bedarf keiner Begründung dafür, daß die Wirkung des Abbaues in das Hangende wesentlich stärker ist als in das Liegende. Daher werden auch die hangenden Flöze viel stärker beeinflusst und gasen erheblich stärker in Risse und Lösen des Gebirges aus als die liegenden. Durch den Abbau der Flöze von oben nach unten wird daher weniger Gas frei als bei Vorwegnahme eines liegenden Flözes. Auch hat das freiwerdende Gas zunächst das Bestreben, aufwärts zu steigen und nach höheren Grubenräumen zu entweichen. In Sonderfällen kann abweichend hiervon der Abbau eines gasarmen liegenden Flözes empfehlenswert sein, um ein gasreiches hangendes Flöz zu vorzeitiger Ausgasung zu veranlassen.

2. Die genannten Maßnahmen werden nicht in jedem Fall anwendbar sein und können vielfach nur einen geringen praktischen Erfolg haben. Eine größere Wirkung wird sich erzielen lassen, wenn es gelingt, das freigeordnete Methan, das in den Klüften, Rissen und Lösen des Gebirges zusitzt, möglichst von den Grubenbauen fernzuhalten. Man muß sich darüber klar sein, daß das einmal freigeordnete Gas sich nicht einfach absperren läßt und daß es in den erwähnten Hohlräumen nicht dauernd verbleibt. Das ist schon deswegen nicht möglich, weil der Gebirgsdruck auf den Hohlräumen lastet und sie wieder zu schließen sucht. Das Gas wird also, wo immer sich ein Ausweg findet, herausgepreßt. Man sollte daher nach Mitteln suchen, die Gase vor ihrem Eintritt in den Wetterstrom abzufangen und unschädlich abzuleiten.

Solche Wege hat man in der Praxis bereits eingeschlagen, so z. B., um Gas aus Störungsklüften zu entfernen, ferner um es von tieferen Sohlen abzusaugen, wenn aus besonderen Gründen hier zuerst abgebaut worden war, und schließlich zur Ableitung von Gas aus dem Alten Mann unterhalb der Kopfstrecke eines Strebs.

Aus einer Störungskluft ist z. B. in früherer Zeit mehrere Jahre hindurch auf der Grube Frankenholz im Saarrevier Gas abgesaugt worden. Die Menge war so erheblich, daß sie in einer Rohrleitung zutage geleitet und zur Beheizung eines Dampfkessels benutzt werden konnte. Ebenso hat man auf verschiedenen anderen Gruben, z. B. König und Gneisenau, Bläser abgefangen, um die in der Nähe liegende Versuchsstrecke mit Grubengas zu ver-

sorgen. Es ist durchaus möglich, daß man auf ähnliche Weise auch in anderen Fällen Grubengas im voraus absaugen und damit dem späteren Abbau fernhalten kann.

Auch das Absaugen von Gas von der Fördersohle ist gelegentlich erfolgreich. In einem Fall hat man dem Einziehstrom dauernd etwa $3 \text{ m}^3/\text{min}$ CH_4 dadurch ferngehalten, daß die Verbindung zu älteren, unterhalb der betreffenden Sohle geführten Bauen abgesperrt und das Gas mit einem Luttenstrang abgesaugt wurde.

Das Absaugen von Grubengas mit Luttenstrang oder besser mit widerstandsfähigeren Rohrleitungen aus dem Alten Mann unterhalb der Kopfstrecke bei Anwendung von Strebruchbau ist schon mehrfach durchgeführt worden, um den Abbau stark gasführender wertvoller Flöze zu ermöglichen. In einem Fall konnte hierdurch dem Wetterstrom der Kopfstrecke auf diese Weise ständig über $0,5\%$ CH_4 ferngehalten werden. Gegen dieses Verfahren bestehen jedoch Bedenken, da sich in der Lutte bzw. Rohrleitung in fast allen Fällen ein Gasgemisch eingestellt hat, das der explosionsgefährlichen Grenze nahekam oder sie sogar erreichte.

Wie oben erwähnt, ist verschiedentlich beobachtet worden, daß aus stillgelegten Streben erstaunlich große Methanmengen entwichen. Deshalb ist es ratsam, stillgelegte Streben in stark ausgasenden Flözen nicht alsbald gänzlich zu schließen, sondern sie erst hinreichend ausgasen zu lassen. Auch dieses Vorgehen ist nicht immer möglich; so verbietet es sich z. B. bei Brandgefahr im Streb.

3. Eine hinreichende Verdünnung des Methans durch Erhöhung der Wettermenge ist in den heutigen Großbetrieben häufig praktisch nicht möglich, da einmal die hierfür erforderlichen Wettermengen nicht zur Verfügung stehen, zum anderen aber auch, falls hinreichende Mengen verfügbar sind, die Wettergeschwindigkeit — im besonderen in den Streben — ein übergroßes Maß erreichen würde. Um letzteres zu vermeiden, hat man verschiedentlich zu dem Mittel gegriffen, in der Mitte oder am Kopf des Strebs einen besonderen Wetterstrom zuzuführen. Hierdurch wird wenigstens erreicht, daß im unteren Teil der Streben keine zu großen Wettergeschwindigkeiten auftreten. In anderen Fällen hat man unterhalb der Kopfstrecke eine Dammstrecke mitgeführt, auf der die Schlagwetter in der Hauptsache abgeleitet wurden.

Das letztgenannte Verfahren ist einfach und hat den Vorteil, daß die Kopfstrecke von dem aus dem Alten Mann zusitzenden Gas freigehalten wird, wenigstens bis zu der Stelle, an der die Dammstrecke bzw. Rösche in sie einmündet.

Das Verfahren, die Wetter im Streb durch Diagonal- und Teilstrecken aufzufrischen, hat sich verschiedentlich nicht bewährt. Es konnte mehrfach beobachtet werden, daß der auf der Teilstrecke zugeführte Wetterstrom in ihr so viel CH_4 aufnahm, daß sein Gasgehalt nicht geringer, sondern zum Teil sogar höher war als der des Hauptstroms im Streb. In einem Fall mußte eine nachträglich zur Verbesserung der Wetterführung angelegte Teilstrecke nach einigen Monaten wieder abgeworfen werden, weil sie in den Streb mehr CH_4 brachte, als der Wetterstrom im Streb enthielt. Die Erklärung hierfür liegt darin, daß die Teilstrecke in derselben Weise wie die Kopfstrecke aus dem Alten Mann Gas aufnahm.

Von größerer Bedeutung ist die Zufuhr frischer Wetter am Kopf des Strebs, wobei in verschiedener Weise verfahren werden kann. So hat man in der Kopfstrecke einen Luttenstrang verlegt und Frischwetter vor Ort der Kopfstrecke austreten lassen. Der hierbei erzielte Nutzen war aber nur gering, da einmal nicht genügend große Frischwettermengen zur Verfügung standen, zum anderen aber auch nicht die erforderlichen starken Antriebsmittel zum Blasen der Frischluft, zumal über weite Entfernungen bis vor Ort, eingebaut werden konnten. Im übrigen hatten diesem Verfahren die Mängel jeder Sonderwetterung an.

Am bekanntesten ist das im holländischen Bergbau entwickelte Verfahren, vor Beginn des Abbaues eine Verbindung mit einer Nachbarabteilung herzustellen und von

hier aus frische Wetter zuzuführen oder die verbrauchten Wetter dorthin abzuleiten. Dieses Verfahren erfordert die Durchführung einer weitvorausschauenden Aus- und Vorrichtung.

Da das Grubengas, wie schon mehrfach bemerkt, aus allen Hohlräumen untertage früher oder später in die Grubenräume gedrängt wird, empfiehlt es sich, für eine möglichst gute Entlüftung des Alten Mannes Sorge zu tragen. Bei Abbau mit Bergeversatz aller Art ist das praktisch schwer möglich. Bei Bruchbau läßt es sich aber dadurch erreichen, daß man im Unterdamm der Kopfstrecke in gewissem Abstand Röschen ausspart. Hierdurch wird der Alte Mann wenigstens zum Teil mit bewettert, und die Gase werden nach der Kopfstrecke hin ausgespült. Dieses Verfahren, das sich wiederholt als recht zweckmäßig erwiesen hat, hat noch den Vorteil, daß das obere Ende des Strebs und das Ort der Kopfstrecke dadurch entlastet werden.

Zusammenfassung.

Nach Hinweis auf die Gründung einer Arbeitsgemeinschaft zur Untersuchung von Schlagwetterfragen schildert

Vergleich des Materialbedarfs in der Kraftwirtschaft bei Druckluft- und elektrischem Antrieb untertage¹.

Von Dr.-Ing. B. Passmann, Essen.

Die bereits vorher durch die Aufrüstung bedingte und jetzt durch den Krieg verschärfte Einschränkung im Verbrauch von Metallen aller Art verlangt im Interesse der wehrtechnischen und -wirtschaftlichen Aufgaben auch vom Bergbau eine entsprechende Sparsamkeit, die zweckmäßige Verteilung und Anwendung der zur Verfügung stehenden Mengen und Sorten sowie, wo es geboten und möglich ist, die Umstellung des bisherigen Betriebes auf eine metallsparende Betriebsweise. Demgemäß sind auf dem Gebiete der allgemeinen Bergtechnik bereits Maßnahmen verschiedenster Art getroffen worden, die nach Beendigung des Krieges in bestimmtem Umfang ganz oder teilweise aufrechterhalten bleiben müssen, um Deutschland künftig stets eine gewisse Unabhängigkeit vom Ausland zu gewährleisten.

Da unter diesem Gesichtspunkt auch die Kraftwirtschaft besondere Beachtung hinsichtlich der Möglichkeit von metallsparenden Umstellungen verdient, soll nachstehend eine Untersuchung des Materialbedarfs bei Druckluft- und elektrischem Antrieb untertage durchgeführt werden.

Materialbedarf einer Schachtanlage bei reinem Druckluftbetrieb.

Betriebsmittel untertage.

Als Unterlagen für die Untersuchungen dienen die entsprechenden Angaben, die Fritzsche in seiner Arbeit »Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Preßluft und Elektrizität im Ruhrkohlenbergbau«² niedergelegt hat. Danach sind auf einer Großschachtanlage (Kombination von Anlage C und D des genannten Aufsatzes) bei flacher Lagerung mit 6000 t Tagesförderung, 21 betriebenen Streben, 15 Blindschächten, Kohलगewinnung durch Abbauhämmer, Strebförderung durch Schüttelrutschen, Kohlenstreckenförderung durch Bänder, die in der Zahlentafel 1 angeführten Maschinen mit Zubehör erforderlich.

Dieser Berechnungsgrundlage könnte nun entgegengehalten werden, daß die Verhältnisse inzwischen durch die Weiterentwicklung des bergtechnischen Zuschnittes überholt sind und daher auch der Maschinenpark in dieser Form nicht mehr zutrifft, weswegen weitere Überlegungen

der Aufsatz den heutigen Stand der Anschauungen und Erkenntnisse über die Entstehung des Grubengases, seine Bindung an die Kohle, die Quellen der im Grubenbetriebe auftretenden Gase sowie ihre Fortbewegung auf natürlichen oder durch den Abbau entstandenen Gebirgsrissen. Darauf wird an Hand von Beispielen die Gasaufnahme des Wetterstroms in den Einziehstrecken, im Streb und in der Kopfstrecke besprochen. Hierbei wird die Ausgasung von Bohrlöchern, die in der Kohle sowie im Liegenden und Hangenden des Kohlenstoßes hergestellt worden waren, an mehreren Beispielen erklärt und gezeigt, in welchem Maße die Ausgasung von dem beim Kohlen entstehenden Abbaudruck abhängig ist. Es folgen die Ergebnisse von Versuchen, die Bewegung der Gase durch in Bohrlöcher eingeblasenes Ammoniak nachzuweisen. Weiterhin wird die Ausgasung im Streb und in der Kopfstrecke miteinander verglichen und die Herkunft der Gase in der Kopfstrecke erörtert. Schließlich wendet sich der Aufsatz der Bekämpfung der Schlagwetter zu, wofür sich drei Wege bieten, nämlich: Einschränkung der Ausgasung der Kohlenflöze, Verhinderung des Eindringens von CH₄ in die Baue und Verdünnung der in die Grubenbaue ausgetretenen Gase.

Zahlentafel 1. Maschinenpark und Kraftverbrauch einer Schachtanlage mit reinem Druckluftbetrieb.

Betriebsmittel	Anzahl	Einzel-Nennleistung kW	Jahres-Druckluftverbrauch m ³ a. L.
Große Haspel	15	64,00	36 828 000
Kleine Haspel	21	9,00	2 458 500
Verschiebehassel	11	5,00	1 732 500
Bandmotoren	21	20,00	44 415 000
Rutschenmotoren			
mit Gegenzylinder	26	15,00	52 650 000
ohne Gegenzylinder	27	11,00	35 025 000
Pumpen	7	6,00	1 680 000
Luffenventilatoren	46	0,50	29 700 000
Gehäuseventilatoren	6	1,50	10 512 000
Bohrhämmer	339	0,75	7 017 300
Abbauhämmer	940	0,55	28 200 000
Undichtigkeitsverluste (0,27 m ³ /m ² Rohroberfl.)			37 887 000
Gesamter Luftverbrauch			288 105 300
Rohrleitungen	22 300 m	mit 229 mm errechn. mittl. Dmr.	
Anschlußschläuche	13 055 "	25 "	" "
Schieber u. Ventile	193 "	155 "	" "

nicht für den jetzigen Betriebszustand ausgewertet werden können. Hierauf ist zu erwidern, daß selbst unter Berücksichtigung dieses Einwandes die später gezogenen Schlußfolgerungen zu vergleichsweise richtigen Ergebnissen führen; denn wenn die Anzahl der Streben tatsächlich geringer ist, so sind bei gleicher Tagesförderung die flache Bauhöhe und damit die Anzahl der je Streb eingesetzten Betriebsmittel bzw. auch ihre Nennleistung größer. Ebenso sind die das Rechnungsergebnis erheblich beeinflussenden großen Haspel (Blindschachthassel) wohl zahlenmäßig geringer, aber leistungsmäßig größer. Unterstellt man ferner ihren Ersatz durch neuzeitliche Fördermittel (Schräg- und Seigerförderer, Wendelrutschen usw.), dann wirkt sich dies im gleichen Maße auf den Druckluft- wie auch den elektrischen Betrieb aus. In annähernd gleichem Verhältnis stehen sich ebenfalls die übrigen Arbeitsmaschinen in der alten und neuzeitlichen Planung gegenüber. Schließlich kann das Rohrleitungsnetz längenmäßig wohl kleiner ausfallen, dann wählt man aber folgerichtig nach den vorstehenden Darlegungen den Rohrquerschnitt wieder größer, um bei dem

¹ Vortrag, gehalten am 25. September 1940 im Arbeitskreis zur Untersuchung der Fragen der Kraftwirtschaft untertage beim Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen.

² Glückauf 66 (1930) S.1381.

erhöhten Luftverbrauch der einzelnen Arbeitsmaschinen bzw. Betriebspunkte einen zu starken Druckabfall zu vermeiden. Im übrigen ist die vorliegende Luftverbrauchszahl von 160 m³/t ohnehin als äußerst günstig anzusehen. Sie dürfte in dem erwähnten neuzeitlichen Betrieb erheblich höher liegen, wie die Praxis beweist. Aus alledem ergibt sich also eindeutig, daß, wie auch immer die Rechnung aufgemacht wird, letzten Endes das Schlußergebnis praktisch stets zu annähernd denselben verhältnismäßigen Zahlen kommt.

Energieerzeugung.

Aus dem ermittelten Jahresdruckluftverbrauch errechnet sich weiterhin die erforderliche Kompressorgröße unter Berücksichtigung des in den Hauptförderzeiten auftretenden höheren Bedarfs zu etwa $\frac{288\ 105\ 300}{300 \times 20} = 48\ 000$ m³ a. L./h. Demgemäß kommt ein Turbokompressor von 50 000 m³ a. L./h und ein weiterer von etwa 40 000 m³ als Aushilfe zur Aufstellung, was rechnerisch einer üblichen jährlichen Benutzungsdauer der Kompressoranlage von $\frac{288\ 105\ 300}{90\ 000} = 3\ 200$ Betriebs-Jahresstunden entspricht.

Da mit einem Aufwand von 1 kW an der Kompressorwelle im Ruhrgebietsdurchschnitt bei den genannten Dampfturbokompressoren 10,6 m³ a. L./h auf 6 atü verdichtet werden, ist für die Kompressoren eine Antriebsleistung von rd. 4725 und 3775 kW erforderlich.

Bei dem vorliegenden Ausnutzungsgrad des in Betrieb befindlichen Kompressors von etwa $\frac{288\ 105\ 300}{50\ 000 \times 24 \times 365} = 0,66$ liegt der Dampfverbrauch für die Druckluftherzeugung unter Einschluß sämtlicher Verluste bei etwa 0,8 kg/m³ a. L. (Annahme: Durchschnittsdampf von 15 atü bei 325° Überhitzung). Mithin ergibt sich bei einer mittleren Verdampfungsziffer von etwa 6 die erforderliche Kesselheizfläche zu $\frac{0,8 \times 48\ 000}{30} = 1\ 280$ m² und die erforderliche Rostfläche zu $\frac{0,8 \times 48\ 000}{6 \times 100} = 64$ m².

Materialbedarf.

Der Materialbedarf des reinen Druckluftbetriebes ohne Berücksichtigung des mechanischen Teiles (außer bei den Bohr- und Abbauhämmern) der Arbeitsmaschinen untertage, der für Druckluft- und elektrischen Antrieb — mit wenigen Ausnahmen, wie später gezeigt wird — gleichgesetzt werden kann, ist in der Zahlentafel 2 ersichtlich.

Hierzu sei erklärend bemerkt, daß, soweit die befragten Firmen unterschiedliche Angaben über die Materialmengen gemacht haben, entsprechende Mittelwerte gebildet worden sind. Ferner wurde bei Luttenventilatoren der einfache Düsenantrieb ohne eigentlichen Motor berücksichtigt und daher anteilmäßig nur der Materialwert eingesetzt, der auf diesen Antrieb entfällt. Schließlich sind der einfacheren Rechnung halber zur Bestimmung der Materialmenge für Rohrleitungen Flanschrohre mit errechnetem mittlerem Durchmesser zugrunde gelegt worden, obwohl die praktisch ebenfalls in Betracht kommenden Patentrohre bei gleichem Durchmesser größere Materialmengen erfordern; so beträgt z. B. der Materialbedarf eines Patentrohres von 100 mm Dmr. 16–18 kg/m, eines Flanschrohres dagegen rd. 11 kg/m. Der Materialbedarf für Bohr- und Abbauhämmer ist unter »Eisen« aufgeführt, obwohl es sich im ersten Fall um 25 und im zweiten Fall um 93 Hunderteile legierten Eisens (z. B. Chrom-Molybdänstahl) handelt. Da beide Maschinenarten in gleicher Anzahl im elektrifizierten Betrieb wiederkehren, spielt diese ungenaue Einstufung keine Rolle. Auch in anderen Fällen habe ich keine Einzelunterteilung innerhalb der Eisensorten vorgenommen, weil dies zu weit führen und die Rechnung unübersichtlich machen würde, ohne damit einen praktischen Wert zu erzielen. Für Pumpen- und Gehäuseventilatoren-Antriebe konnten die Werte — mit hinreichender Genauigkeit — nur geschätzt werden, da von den Firmen keine eindeutigen Unterlagen zu erhalten waren. Die Materialmengen für die Kraftherzeugeranlagen einschließlich Zubehör wurden zusammengefaßt, da es besondere Schwierigkeiten bereitet, hier eine Unterteilung nach Kompressoren bzw. Kesselanlage und zugehörigem Gebäude vorzunehmen. Anhaltsweise läßt sich sagen, daß von der Eisenmenge (legiertes und unlegiertes Eisen) etwa je 25% auf die Kompressoren und das Kompressorenhaus, 30% auf die Kesselanlage und 20% auf

Zahlentafel 2. Materialbedarf einer Schachanlage mit reinem Druckluftbetrieb.

Betriebsmittel	Anzahl	Materialbedarf je Stück					Materialbedarf insges.				
		Eisen kg	Kupfer u. Legie- rungen kg	Zinn kg	Nickel kg	Gummi kg	Eisen t	Kupfer u. Legie- rungen t	Zinn t	Nickel t	Gummi t
I. Arbeitsmaschinen:											
Große Haspel	15	8000	—	—	—	—	120,00	—	—	—	—
Kleine Haspel	21	200	—	—	—	—	4,20	—	—	—	—
Verchiebehassel	11	135	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—
Bandmotoren	21	755	1 (Rotguß)	—	—	—	15,85	0,002	—	—	—
Rutschenmotoren mit Gegenzylinder	26	1047	9 (Rotguß)	—	—	—	27,20	0,234	—	—	—
ohne Gegenzylinder	27	656	18 (Rotguß)	—	—	—	17,67	0,500	—	—	—
Pumpen	7	100 (geschätzt)	—	—	—	—	0,70	—	—	—	—
Luttenventilatoren	46	2	3 (Rotguß)	—	—	—	0,09	0,138	—	—	—
Gehäuseventilatoren	6	50 (geschätzt)	—	—	—	—	0,30	—	—	—	—
Bohrhämmer	339	45	—	—	—	—	15,25	—	—	—	—
Abbauhämmer	940	32	—	—	—	—	30,00	—	—	—	—
Summe I	—	—	—	—	—	—	232,76	0,847	—	—	—
II. Fortleitung:											
Rohrleitungen	22 300 m	38/m	—	—	—	—	848,00	—	—	—	—
Anschlußschläuche	13 055 m	—	—	—	—	0,9/m	—	—	—	—	11,75
Schieber und Ventile	193	50	—	—	—	—	11,65	—	—	—	—
Summe II	—	—	—	—	—	—	859,65	—	—	—	11,75
Summe I + II	—	—	—	—	—	—	1092,41	0,847	—	—	11,75
III. Kraftherzeugung:											
Kompressoren, Kesselanlage u. Gebäude zus. (Summe III)	—	—	—	—	—	—	1500,00	12,500	0,6	0,3	—
Summe I + II + III	—	—	—	—	—	—	2592,41	13,347	0,6	0,3	11,75

das eigentliche Kesselhaus entfallen, während die NE-Metallmengen fast gänzlich für die Maschinen gebraucht werden.

Nach der Zahlentafel 2 stellt sich also der Materialbedarf (Einsatzgewicht) der Arbeitsmaschinen und Werkzeuge untertage auf rd. 233 t Eisen (Gußeisen, Walzmaterial und legiertes Eisen) und 0,9 t Rotguß. Für Rohrleitungen und Zubehör untertage ist mit einer Materialmenge von rd. 860 t Eisen und etwa 12 t Gummi zu rechnen. Mithin beträgt der Materialbedarf des Untertagebetriebes für den eingesetzten Druckluft-Maschinenpark insgesamt annähernd 1100 t Eisen und 12 t Gummi. Unter Einbeziehung der Krafterzeugeranlage übertage, bestehend aus der Druckluftherzeugung und der zugehörigen Kesselanlage in dem vorher errechneten Ausmaße (einschließlich Rohrleitungen, Armaturen aller Art und Gebäuden), ergibt sich der gesamte Materialbedarf der Schachtanlage mit reinem Druckluftbetrieb zu rd. 2590 t Eisen, 13 t Kupfer und Legierungen, 0,3 t Nickel, 0,6 t Zinn und 12 t Gummi, wozu noch 0,4 t Chrom für die Druckluft-Erzeugeranlage kommen.

In welchem Verhältnis die benötigten Eisenmengen (in abgerundeten Zahlen) zueinander stehen, verdeutlicht noch besonders die Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3. Eisenbedarf einer Schachtanlage mit reinem Druckluftbetrieb.

Bedarfsstelle	Eisen	
	t	%
Arbeitsmaschinen	188	7,2
Werkzeuge	45	1,7
Fortleitung	860	33,2
Krafterzeugung		
a) Kompressoren und Gebäude . . .	750	28,9
b) Kesselanlage und Gebäude	750	28,9
zus.	2593	100,0

Mithin sind die elektrifizierbaren Arbeitsmaschinen mit rd. 7%, die Druckluftwerkzeuge mit 2%, die Fortleitung sogar mit 33% und die gesamte Krafterzeugung mit 58% an der erforderlichen Gesamt-Materialmenge beteiligt.

Umstellungsmöglichkeiten.

Einige weitere kurze Berechnungen sollen noch klären, ob und in welchem Ausmaß eine Verringerung der Bedarfsmengen bei Ersatz der vorgesehenen Arbeitsmaschinen durch andere, neuzeitliche Maschinenarten mit Druckluftantrieb eintritt, wodurch gleichzeitig auch anderweitige Betriebsverhältnisse berücksichtigt werden.

Bei Betrachtung der vorhandenen Rutschenmotoren z. B. ergibt sich folgendes Bild: Es sind im Streb 26 Rutschenmotoren zu 15 kW und 16 Motoren zu 11 kW eingesetzt. (Die restlichen 11 Motoren laufen in Vorrichtungsbetrieben und werden zweckmäßigerweise unberücksichtigt gelassen.) Die Länge jedes Rutschenstranges im Streb beträgt 80 m je Motor und die flache Bauhöhe der Streben 160 m. Mithin sind je 2 Rutschenmotoren durch 1 Bandmotor oder 1 Bandrolle ersetzbar, und zwar mit Rücksicht auf die vorhandenen Typenleistungen durch 11- und 18-kW-Antriebe. Der Eisenbedarf je Bandmotor bzw. -rolle stellt sich einschließlich Getriebeteil auf etwa

	11 kW	18 kW
Bandmotor	1350 kg	1950 kg
Bandrolle	860 kg	1420 kg.

Der mechanische Teil (das Getriebe) muß bei diesem Vergleich ausnahmsweise mitberücksichtigt werden, weil er einen notwendigen Bestandteil des Antriebes darstellt, wenn ein dem Rutschenmotor fördertechnisch gleichwertiger Ersatz in Erwägung gezogen wird. Aus dem gleichen Grund muß zu diesen Eisenmengen das Gewicht des Gestells der Antriebsstation sowie der vollständigen Kehrstation noch hinzugeschlagen werden, welches bei Bandmotorantrieb insgesamt rd. 2200 kg und bei Bandrollenantrieb etwa 2000 kg (Einsatzgewicht) beträgt.

Nach Auswertung der in Frage kommenden Zahlen ergibt sich für die Gummibandanlage mit Bandmotor ein

Mehrbedarf von rd. 44600 kg und mit Bandrolle von etwa 29600 kg gegenüber einer Rutschenanlage. Mithin lassen sich durch eine derartige Umstellung materialtechnisch keine Vorteile erzielen. Bemerkenswert ist aber dabei der erheblich geringere Mehrbedarf der Bandrollenanlage, weswegen es sich lohnt, grundsätzlich bei Betriebsplanungen die Frage der Verwendung von Bandrollen statt Bandmotoren auch vom Standpunkt der Materialwirtschaft aus besonders eingehend zu prüfen.

Hinsichtlich des Materialbedarfs für die Rutschenbleche einerseits und das Bandgestänge andererseits ist praktisch kein Unterschied zu machen, wie an Hand von Betriebszahlen festgestellt werden konnte, wenn sich auch bezüglich des Erneuerungsbedarfs, der hier nicht zur Erörterung steht, die Rutschenförderung infolge größeren Verschleißes erheblich ungünstiger stellt.

Zu bemerken ist noch, daß sowohl bei Rutschenbetrieb als auch bei Bandbetrieb die Förderlängen in Wirklichkeit höher angesetzt werden können, als veranschlagt wurde, daß eine derartige Verschiebung der technischen Verhältnisse aber keinen nennenswerten Einfluß auf das errechnete Ergebnis hat, weswegen es praktisch für alle Fälle Allgemeingültigkeit besitzt. Hinsichtlich der übrigen Materialposten tritt bei der genannten Umstellung keine nennenswerte Veränderung ein, so daß auf eine weitere Durchrechnung in bezug auf Materialersparnis verzichtet werden kann.

Ein Ersatz von Ventilatoren durch Düsen kann, abgesehen von den höheren Druckluftkosten, auch vom rein materialseitigen Standpunkt aus nicht in Erwägung gezogen werden, weil der höhere Luftverbrauch ebenfalls Fortleitung und Erzeugung materialmäßig ungünstig beeinflusst. Die Frage des Ersatzes der Blindschachthassel durch neuzeitliche Fördermittel kann in diesem Zusammenhang unberücksichtigt bleiben, da ein derartiger Ersatz auf die nachfolgende, vergleichsweise durchgeführte Umstellungsberechnung für die verschiedenen Antriebskräfte ohne nennenswerten Einfluß ist.

Materialbedarf einer Schachtanlage bei gemischtem Betrieb.

Betriebsmittel untertage.

Bei der Umstellung der Arbeitsmaschinen, mit Ausnahme der Bohr- und Abbauhämmer, von Druckluft- auf elektrischen Antrieb einschließlich des erforderlichen Schalter- und Leitungszubehörs in VDE-mäßiger, schlagwettergeschützter Ausführung ergeben sich unter Berücksichtigung der für den reinen Druckluftbetrieb gemäß Zahlentafel 1 gemachten Angaben bei einer Betriebsspannung von 380 oder 500 V statt von 220 V¹, die aus der Zahlentafel 4 ersichtlichen Verhältnisse.

Zu der Zahlentafel ist noch zu bemerken, daß die Rutschenmotoren bewußt in die Umstellung mit hineinbezogen worden sind, weil das letzte Wort über den elektrischen Antrieb zur Zeit noch nicht gesprochen ist, weil ferner ein rechnerischer Ersatz der Rutschenantriebe durch Bandantriebe einen Vergleich mit den früheren Betrachtungen ermöglicht und außerdem dabei auch anderweitig jeweils eine den vorliegenden verschiedenen Verhältnissen angepaßte Umrechnung vorgenommen werden kann.

Die gewählten Leitungsquerschnitte sind bei 500 V zum Teil reichlich bemessen, und zwar hauptsächlich mit Rücksicht auf die mechanische Festigkeit. Der geringere Druckluftverbrauch bedingt einen kleineren Rohrleitungsquerschnitt; die Länge ist beibehalten worden, da sie sich praktisch kaum ändert. Das Niederspannungs-Kabel- und Leitungsnetz wurde wahlweise für 380 und 500 V ausgelegt, weil jede Spannung einen anderen Querschnitt und damit einen anderen Materialbedarf erfordert. In gewissem Umfang trifft dieser Unterschied auch für das Schalterzubehör und die Armaturen zu. Jedoch wird dies in den Berechnungen nicht berücksichtigt, da, wie noch später erwähnt wird, dann zu viele Gesichtspunkte zu erörtern wären, was die Rechnung zu undurchsichtig gestaltet.

¹ S. a. Elektr. im Bergb. 9 (1934) S 40.

Zahlentafel 4. Maschinenpark und Kraftverbrauch einer Schachanlage mit gemischtem Betrieb.

Betriebsmittel	Anzahl	Einzel-Nennleistung kW	Jahres-Kraftverbrauch kWh od. m³ a. L.
Große Haspel	15	64,00	449 262
Kleine Haspel	21	9,00	27 390
Verschiebehassel	11	5,00	19 800
Bandmotoren	21	20,00	444 150
Rutschenmotoren mit Gegenzylinder	26	15,00	642 330
ohne Gegenzylinder	27	11,00	439 860
Pumpen	7	6,00	18 900
Luttenventilatoren	46	0,50	161 184
Gehäuseventilatoren	6	1,50	63 072
Bohrhämmer	339	0,75	7 017 300
Abbauhämmer	940	0,55	28 200 000
Undichtigkeitsverluste (0,22 m³/m² Rohroberfl.)			11 198 801
Stromverluste (10%)			251 772
Gesamter Kraftverbrauch kWh			2 517 720
		m³ a. L.	46 416 101

Rohrleitungen . . . 22 300 m mit 105 mm errechn. mittl. Dmr.
 Anschlußschläuche 12 790 m " 25 " " " "
 Schieber u. Ventile 193 " 70 " " " " "
 Hochspannungskabelnetz 10 500 m 3×16 mm² (5 kV)
 Niederspannungskabelnetz { 5 800 m { 3×50 mm² (380 V)
 { 3×35 mm² (500 V)
 { 9 200 m { 3×25 mm² (380 V)
 { 3×16 mm² (500 V)
 Gummischlauchleitungen . . . 5 000 m { 4×16 mm² (380 V)
 { 4×10 mm² (500 V)
 Hochspannungsverteilungen 3
 Hochspannungsarmaturen . 30
 Umspannstationen, vollständig 4 { 3×320 kVA
 { 1×250 kVA
 Niederspannungsverteilungen und Schalter insges. rd. 80 Felder
 Niederspannungsarmaturen (einschl. Steckvorrichtungen) 260

Energieerzeugung.

Die nunmehr erforderliche Energieerzeugungsanlage bestimmt sich in Anlehnung an die Berechnung für den reinen Druckluftbetrieb wie folgt.

Zahlentafel 5. Materialbedarf einer Schachanlage mit gemischtem Betrieb.

Betriebsmittel	Anzahl	Materialbedarf je Stück						Materialbedarf insges.					
		Eisen kg	Kupfer u. Legierungen kg	Zinn kg	Blei kg	Gummi kg	Aluminium kg	Eisen t	Kupfer u. Legierungen t	Zinn t	Blei t	Gummi t	Aluminium t
I. Arbeitsmaschinen:													
Große Haspel	15	1 326	103	1,37	—	—	—	19,89	1,55	0,0200	—	—	—
Kleine Haspel	21	296	20	0,10	—	—	—	6,22	0,42	0,0020	—	—	—
Verschiebehassel	11	167	10	0,03	—	—	—	1,84	0,11	0,0003	—	—	—
Bandmotoren	21	500	32	0,10	—	—	—	10,50	0,67	0,0021	—	—	—
Rutschenmotoren mit Gegenzylinder	26	900	29	0,10	—	—	—	23,40	0,75	0,0026	—	—	—
ohne Gegenzylinder	27	800	20	0,10	—	—	—	21,60	0,54	0,0127	—	—	—
Pumpen	7	200	11	0,03	—	—	—	1,40	0,08	0,0002	—	—	—
Luttenventilatoren	46	60	2	0,02	—	—	—	2,76	0,09	0,0009	—	—	—
Gehäuseventilatoren	6	91	5	0,02	—	—	—	0,55	0,03	0,0001	—	—	—
Bohrhämmer	339	45	—	—	—	—	—	15,25	—	—	—	—	—
Abbauhämmer	940	32	—	—	—	—	—	30,00	—	—	—	—	—
Summe I	—	—	—	—	—	—	—	133,41	4,24	0,0309	—	—	—
II. Fortleitung, Druckluftteil:													
je 1000 m bzw. Stück													
Rohrleitungen	22 300 m	10 500	—	—	—	—	—	234,50	—	—	—	—	—
Schläuche	12 790 m	—	—	—	—	900	—	—	—	—	11,50	—	—
Schieber und Ventile	193	23	—	—	—	—	—	4,45	—	—	—	—	—
Summe II	—	—	—	—	—	—	—	238,95	—	—	—	11,50	—
III. Fortleitung, elektrischer Teil:													
je 1000 m													
H-Kabelnetz	10 500 m	1 459	480	—	1040	—	—	15,35	5,04	—	10,93	—	—
N-Kabelnetz für 380 V	5 800 m	1 416	1500	—	990	—	—	8,25	8,70	—	5,73	—	—
" 500 V	5 800 m	1 100	1050	—	750	—	—	6,38	6,08	—	4,35	—	—
" 380 V	9 200 m	1 012	750	—	660	—	—	9,30	6,89	—	6,07	—	—
" 500 V	9 200 m	863	480	—	560	—	—	7,93	4,42	—	5,14	—	—
N-Leitung für 380 V	5 000 m	—	640	4,00	6	220	—	—	3,20	0,0200	0,03	1,10	—
" 500 V	5 000 m	—	400	2,60	3,9	180	—	—	2,00	0,0130	0,02	0,90	—
Umspannungs-, Schalt- u. Verteilungsanlagen, Armaturen zus.	—	—	—	—	—	—	—	41,17	4,36	0,0164	0,14	—	75
Summe III für 380 V	—	—	—	—	—	—	—	74,07	28,19	0,0364	22,90	1,10	75
" 500 V	—	—	—	—	—	—	—	70,83	21,90	0,0294	20,58	0,90	
Summe I + II + III für 380 V	—	—	—	—	—	—	—	446,43	32,43	0,0673	22,90	12,60	75
" 500 V	—	—	—	—	—	—	—	443,19	26,14	0,0603	20,58	12,40	
IV. Krafterzeugung:													
Kompressoren, Generatoren, Kesselanlage und Gebäude zus. (Summe IV)	—	—	—	—	—	—	—	600,00	2,50	0,4000	—	—	—
Summe I + II + III + IV für 380 V	—	—	—	—	—	—	—	1046,43	34,93	0,4673	22,90	12,60	75
" 500 V	—	—	—	—	—	—	—	1043,19	28,64	0,4603	20,58	12,40	

Druckluftzerzeugung.

Die in Betracht kommende Kompressorgröße stellt sich zu $\frac{46416101}{300 \times 20} = \text{rd. } 7730 \text{ m}^3 \text{ a. L./h}$; es ist also ein Kolben-Kompressor von $8000 \text{ m}^3 \text{ a. L./h}$ und ein weiterer von etwa 5000 m^3 als Aushilfe erforderlich, deren Antriebsleistungen $\frac{8000}{12,6} = \text{rd. } 640 \text{ kW}$ und $\frac{5000}{12,6} = 400 \text{ kW}$ betragen, wenn man entsprechend den hier vorliegenden Verhältnissen die Energieumwandlungszahl zu $1 \text{ kW} = 12,6 \text{ m}^3 \text{ a. L./h}$ einsetzt.

Da bei diesen kleinen Einheiten mit einem Dampfverbrauch einschließlich der Verluste von etwa $1,5 \text{ kg/m}^3 \text{ a. L.}$ zu rechnen ist, ergibt sich bei einer Verdampfungsziffer von wiederum 6 die erforderliche Kesselheizfläche zu $\frac{1,5 \times 7730}{30} = \text{rd. } 366 \text{ m}^2$ und die Rostfläche zu $\frac{1,5 \times 7730}{6 \times 100} = \text{rd. } 19 \text{ m}^2$.

Stromerzeugung.

Die benötigte Generatorgröße (Dampfturbinenantrieb im Frischdampf-Kondensationsbetrieb) errechnet sich zu $\frac{2517720}{300 \times 20} = \text{rd. } 420 \text{ kW}$, wozu ein Reservesatz von 300 kW kommt. Hierfür kann unter Einschluß sämtlicher Verluste im Mittel mit einem Dampfverbrauch von $8,5 \text{ kg/kWh}$ gerechnet werden, so daß sich bei einer Verdampfungsziffer von etwa 6 die notwendige Kesselheizfläche auf $\frac{2517720 \times 8,5}{300 \times 20 \times 30} = \text{rd. } 120 \text{ m}^2$ beläuft. Die Rostfläche hierzu muß demnach eine Größe von $\frac{2517720 \times 8,5}{300 \times 20 \times 6 \times 100} = \text{rd. } 8 \text{ m}^2$ haben.

Kesselhaus für die Energieerzeugung.

Somit ist zur Erzeugung von Druckluft und Strom für den Untertagebetrieb mit gemischter Antriebskraft eine gesamte Kesselheizfläche von $366 + 120 = \text{rd. } 500 \text{ m}^2$ nötig, was eine gesamte Rostfläche von $19 + 8 = \text{rd. } 30 \text{ m}^2$ bedingt.

Materialbedarf.

Der Materialbedarf des gemischten Betriebes unter Ausschluß des mechanischen Teils der Arbeitsmaschinen untertage (außer Rutschenmotoren), unterteilt nach 380 V und 500 V Betriebsspannung, geht aus der Zahlentafel 5 hervor.

Bei Feststellung der Materialbedarfsmengen ist folgendes berücksichtigt worden: Die Mengenangaben für Rutschenmotoren enthalten ausnahmsweise auch den Getriebeanteil in Höhe von rd. 500 kg Einsatzgewicht, der in diesem Fall hinzugerechnet werden muß, weil sonst ein Vergleich mit Druckluft-Rutschenantrieben nicht einwandfrei ist. Daraus ergibt sich der gegenüber anderen Motoren unverhältnismäßig hohe Eisenanteil. Die Berechnung des Druckluft-Leitungsnetzes erfolgte nach den für den reinen Druckluftbetrieb festgelegten Gesichtspunkten. Die Schalt- und Verteilungsanlagen wurden für 380 und 500 V Betriebsspannung, im Gegensatz zum Kabel- und Leitungsnetz, unverändert beibehalten, da einmal hier nur geringe Unterschiede bestehen und in der Praxis aus betrieblichen Erwägungen möglichst wenige und daher zum Teil überbemessene Größen eingesetzt werden. Zum anderen würde dabei die Rechnung zu sehr ins einzelne gehen müssen, weil u. a. dann wieder die Frage nach der Zweckmäßigkeit des Einsatzes von Selbstschaltern, Schützen oder Sicherungsschaltern und nach der Ausführung ihrer Gehäuse in Guß- oder Schmiedeeisen oder Leichtmetall zu berücksichtigen wäre. Aus dem gleichen Grunde wurde der von Fritzsche berechnete Schaltanlagenumfang praktisch unverändert übernommen, obwohl infolge der Weiterentwicklung der Elektrotechnik in den letzten 10 Jahren und außerdem im

Hinblick auf die damalige Auslegung der Geräte für nur 220 V Betriebsspannung statt jetzt 380 und 500 V auch hier zweifelsohne materialmäßige Einsparungen möglich sind. Überschläglich läßt sich nach den bereits hierüber vorliegenden Unterlagen¹ und auf Grund eigener Nachprüfungen eine Materialersparnis von rd. 10% bei Verwendung von 380 gegenüber 220 V und von etwa 20% bei Verwendung von 500 statt 220 V im Hinblick auf die Niederspannungs-Schalt- und Verteilungsanlagen einschließlich Armaturen erzielen. Demgemäß würde der Minderbedarf wie folgt sein:

Spannungsverhältnis	Minderverbrauch an		
	Eisen t	Kupfer und Legierungen t	Zinn t
380 : 220 V	2,5	0,2	0,002
500 : 220 V	5,0	0,4	0,004

Diese Ersparnis ist aber in dem weiteren Rechnungsgang wegen ihrer Geringfügigkeit im Verhältnis zu den in Frage kommenden Gesamtmengen unberücksichtigt geblieben.

Die Krafterzeugungsanlage in dem vorstehend berechnetem Umfang ist hinsichtlich der Materialmengen wieder zusammengefaßt eingesetzt worden. Zum Vergleich kann darauf hingewiesen werden, daß von der genannten Eisenmenge rd. 40% auf den Maschinenteil, 20% auf das Maschinenhaus, 25% auf die Kesselanlage und 15% auf das zugehörige Gebäude entfallen. Die angegebenen NE-Metalle werden wieder hauptsächlich von den Maschinen beansprucht. Dabei ist noch zu erwähnen, daß hierfür außerdem zusätzlich $0,2 \text{ t}$ Nickel und $0,2 \text{ t}$ Chrom in Betracht kommen.

Eine Gegenüberstellung der einzelnen erforderlichen Eisenmengen in abgerundeten Zahlen (bei gemeinsamem Mittelwert für 380 und 500 V Spannung) findet sich in Zahlentafel 6.

Zahlentafel 6. Eisenbedarf einer Schachtanlage mit gemischtem Betrieb.

Bedarfsstelle	Eisen	
	t	%
Arbeitsmaschinen	88	8,4
Werkzeuge	45	4,3
Fortleitung	312	29,9
Krafterzeugung		
a) Maschinenanlage und Gebäude	360	34,4
b) Kesselanlage und Gebäude	240	23,0
	1045	100,0

Ein Vergleich der Zahlentafeln 2 und 5 bzw. 3 und 6 läßt erkennen, daß beim elektrischen Betrieb der Eisenbedarf untertage ganz erheblich kleiner ist als beim reinen Druckluftbetrieb, und zwar um rd. $660 \text{ t} = 60\%$, wobei sowohl auf die Maschinen als auch auf die Fortleitung vergleichsweise je ein Minderanteil von rd. 60% entfällt. Daraus geht hervor, daß die Elektrifizierung sowohl die Maschinen als auch die Fortleitung materialmengenmäßig in gleicher Weise entlastet. Auf der anderen Seite ist jedoch untertage ein Mehrbedarf an NE-Metallen festzustellen, der je nach der benutzten Spannung von 380 oder 500 V bei Kupfer und Legierungen zwischen 26 und 32 t, bei Blei zwischen 20 und 23 t liegt und bei Aluminium 75 t beträgt. Trotzdem dürften diese Mengen nicht so groß sein, daß allein aus diesem Grunde die erstrebenswerten Elektrifizierung zurückgestellt werden müßte.

Die genannten Zahlen verlieren in Wirklichkeit noch dadurch erheblich an Bedeutung, weil praktisch aus betriebstechnischen Gründen ein derartig weitgehender Einsatz von elektrischen Maschinen, wie er berechnet wurde, bei einer Schachtanlage nie auf einmal erfolgen kann, sondern immer nur schrittweise vor sich geht, gleichgültig,

¹ Elektr. im Bergb. 9 (1934) S. 40; Glückauf 76 (1940) S. 541.

ob es sich um die Umstellung einer bestehenden Anlage oder die Errichtung einer neuen Schachanlage handelt. Selbst in dem ungünstigsten Fall, daß mehrere Schachanlagen gleichzeitig zur Elektrifizierung eines ganzen Reviers übergehen, wird ihr Gesamt-NE-Bedarf, wie die Praxis lehrt, die vorstehend errechneten Metallmengen meist nicht übersteigen, vor allem, wenn man berücksichtigt, daß die berechnete Anlage eine Tagesförderung von 6000 t besitzt. Daher dürften von der NE-Metallseite her Materialschwierigkeiten kaum zu erwarten sein. Im übrigen ist der Umfang des Schalterzubehörs, wie bereits betont, sehr reichlich gewählt, weil einmal der der Anlage vor rd. 10 Jahren zugrunde gelegte Elektrifizierungsplan nach den heutigen Erkenntnissen verbesserungsfähig ist und damit einfacher und hinsichtlich des aufzuwendenden Materials günstiger gestaltet werden kann, zum anderen aber auch, weil die Gerätegröße für eine Betriebsspannung von nur 220 V ausgelegt worden ist. Was Gummi anbelangt, so ist der Mehrbedarf nur geringfügig.

Wichtig ist aber noch in allen Fällen der erneute Beweis für die materialwirtschaftlichen Vorteile, die eine Betriebsspannung von 500 V gegenüber 380 V bietet, ob-

gleich in vorliegender Rechnung noch nicht alle Ersparnismöglichkeiten (Schalterzubehör u. dgl.) erfaßt worden sind.

Aus den vorstehenden Überlegungen geht bereits eindeutig hervor, daß mit Rücksicht auf den geringeren Materialbedarf (im besonderen hinsichtlich Eisen) die bisherige Aufwärtsentwicklung der Elektrifizierung unter allen Umständen zu fördern ist. Diese Erkenntnis wird noch zwingender, wenn man auch den Materialbedarf der Kraft-erzeugeranlage übertage in Betracht zieht, wie die Gegenüberstellung in der Zahlentafel 7 beweist, bei der ebenfalls für 380 und 500 V Betriebsspannung ein gemeinsamer Mittelwert eingesetzt worden ist. Danach ergibt sich, auf die Gesamtanlage bezogen, ein Minderbedarf an Eisen von wieder rd. 60%, an Zinn von 23%, an Nickel von 33% und an Chrom von 50%. Demgegenüber steht ein Mehrbedarf an Kupfer von rd. 18 t, an Blei von 22 t, an Aluminium von 75 t und an Gummi von annähernd 1 t. Die Kupferlage hat sich also wesentlich gebessert. Für Blei und Aluminium gilt weiterhin das vorstehend Gesagte. Bei den besonders sparpflichtigen und devisenbelasteten NE-Metallen Zinn, Nickel und Chrom ist dagegen ein erfreulicher Minderbedarf zu verzeichnen.

Zahlentafel 7. Gegenüberstellung des Materialbedarfs einer Schachanlage mit reinem Druckluft- und gemischtem Betrieb.

Bedarfsstelle	Materialbedarf für Schachanlage I mit reinem Druckluftbetrieb und Schachanlage II mit gemischtem Betrieb																
	Eisen		Kupfer		Zinn		Nickel		Chrom		Blei		Aluminium		Gummi		
	I t	II t	I t	II t	I t	II t	I t	II t	I t	II t	I t	II t	I t	II t	I t	II t	
Arbeitsmaschinen u. Werkzeuge	233	133	0,9	4,2	—	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fortleitung	860	312	—	25,0	—	0,03	—	—	—	—	—	21,8	—	75	11,8	12,5	
Krafterzeugung:																	
Maschinen und Gebäude . .	750	360	12,5	2,5	0,6	0,40	0,3	0,2	0,4	0,2	—	—	—	—	—	—	—
Kesselanlage und Gebäude .	750	240	—	—													
zus.	2593	1045	13,4	31,7	0,6	0,46	0,3	0,2	0,4	0,2	—	21,8	—	75	11,8	12,5	
Unterschied II gegen I	—	1548	+ 18,3	—	—	0,14	—	—	—	—	—	+ 21,8	—	+ 75	—	+ 0,7	

Zur weiteren Verdeutlichung der Wichtigkeit der durch die Elektrifizierung des Untertagebetriebes gegebenen Einsparungsmöglichkeit an Metallen aller Art soll noch die kostenmäßige Belastung für die beiden gegenübergestellten Fälle der Zahlentafel 7 an Hand der Zahlentafel 8 untersucht werden.

Zahlentafel 8. Gegenüberstellung der Materialkosten einer Schachanlage mit reinem Druckluft- (I) und gemischtem Betrieb (II).

Werkstoff	Materialpreis RM/1000 kg	Gesamtbedarf			
		Anlage I		Anlage II	
		1000 t	1000 RM	1000 t	1000 RM
Grobbleche	150	1610,0	241,5	612,0	91,9
Feinbleche	190	375,0	71,2	126,0	23,9
Grauguß . .	800	608,0	486,4	306,0	244,8
Kupfer . . .	740	13,4	9,9	31,8	23,5
Zinn	3100	0,6	1,9	0,5	1,6
Nickel . . .	3910	0,3	1,2	0,2	0,8
Chrom . . .	1200	0,4	0,5	0,2	0,2
Blei	230	—	—	21,7	5,0
Aluminium .	1450	—	—	75,0	108,5
Gummi . . .	988	11,8	11,7	12,5	12,4
Summe	—	2619,5	824,3	1185,9	512,6
Unterschied I gegen II	—	+ 1433,6	+ 311,7	—	—

Dieser Vergleich unterstreicht ebenfalls ganz eindeutig das bereits zugunsten der Elektrifizierung Gesagte. Der Gesamt-Metallverbrauch der Anlage I (Volldruckluftbetrieb) ist alles in allem gewichtsmäßig gesehen um rd. 1434 t = 120% und kostenmäßig betrachtet um etwa 312000 RM = 60% größer als der der Anlage II (ge-

mischter Betrieb), was sowohl in bezug auf die Auslandsabhängigkeit in bestimmten Rohstoffen wehr- und wirtschaftspolitisch als auch hinsichtlich der erwünschten Ausfuhr an Halb- und Fertigfabrikaten von ganz besonderer Bedeutung ist.

Nun ist praktisch bei weiterem Einsatz von Druckluftmaschinen innerhalb einer bestehenden Anlage nicht immer eine Vergrößerung der Kesselanlage erforderlich, wie auch tatsächlich auf der anderen Seite die Untertage-Elektrifizierung eines vorhandenen Betriebes weder eine Vergrößerung der Kesselanlage notwendig macht — im Gegenteil wird diese sogar entlastet — noch in der Regel eine Vergrößerung der Generatorleistung oder Schaltanlage übertage bedingt. Sehr oft aber verlangt ein vermehrter Einsatz von Druckluftmaschinen eine Vergrößerung der Kompressoranlage, da bekanntlich die jetzt zur Verfügung stehende Leistung den derzeitigen Bedarf in vielen Fällen nur knapp deckt. Selbst bei weitgehend elektrifizierten Anlagen konnte anlässlich einer anderweitigen Erhebung, trotz teilweise erheblicher Reservebeschaffung in letzter Zeit, bereits im Mittel von 20 Schachanlagen ein Belastungsgrad von rd. 70% festgestellt werden, woraus hervorgeht, daß im Volldruckluftbetrieb die Kompressoren an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit stehen würden.

Unter diesem Gesichtspunkt muß aber eine weitere und umfangreichere Elektrifizierung des Untertagebetriebes geradezu gefordert werden; denn allein eine neue Kompressoranlage in der zur Zeit üblichen Größenordnung von 40000–60000 m³ a. L./h benötigt, wie aus der Zahlentafel 9 einwandfrei hervorgeht, gegenüber einem restlos elektrifizierten Betrieb (von Bohr- und Abbauhämmern abgesehen), wie er bei bestehenden Schachanlagen sowie Neuanlagen nur auf weite Sicht erreicht

werden kann, ein Mehrfaches an Eisen, Zinn, Nickel und Chrom, als die gesamte Elektrifizierung untertage überhaupt erfordert (gemeinsamer Mittelwert für 380 und 500 V Spannung eingesetzt). Dazu kommt, was besonders beachtlich ist, daß diese Menge bei der »Druckluftzeche« für ein einziges Aggregat auf einmal benötigt wird, was also eine zweckmäßige Verteilung der Bedarfsmengen über einen längeren und den materialwirtschaftlichen Verhält-

nissen besser angepaßten Zeitraum ausschließt. Demgegenüber findet bei der Untertage-Elektrifizierung eine Materialverteilung über einen längeren Zeitraum statt, der meist mehrere Jahre, unter Umständen ein Jahrzehnt und noch länger beträgt, weswegen auch der im einzelnen erforderliche Mehrbedarf bei der Elektrifizierung hinsichtlich Kupfer, Blei und Aluminium als wenig bedeutungsvoll anzusehen ist.

Zahlentafel 9. Gegenüberstellung des Materialbedarfs einer Kompressoranlage und des elektrifizierten Maschinenparks einer Schachanlage.

Gegenstand	Gesamter Materialbedarf						
	Eisen t	Kupfer t	Zinn t	Blei t	Aluminium t	Nickel t	Chrom t
I Kompressor für 40000 – 60000 m ³ (ohne Gebäude)	375	12,5	0,60	—	—	0,3	0,4
II Elektrifizierung untertage ohne Druckluftteil	161	29,2	0,06	21,8	75	—	—
Unterschied I gegen II	+ 214	– 16,7	+ 0,54	– 21,8	– 75	+ 0,3	+ 0,4

Ein erhöhter Kraftbedarf infolge verstärkten Einsatzes von Arbeitsmaschinen wegen Änderung des bergtechnischen Zuschnittes der Anlage oder wegen Steigerung der Förderleistung in verhältnismäßig kurzer Zeit läßt sich daher sowohl von der Material- als auch von der Lieferzeitseite her in der gewünschten Weise nur durch Elektrifizierung befriedigend auffangen. Wenn also die Frage der Beschaffung eines neuen Kompressors ernstlich erwogen werden muß, dann sollte unter allen Umständen auch die Verwendungsmöglichkeit von elektrischen Arbeitsmaschinen eingehend geprüft werden, bevor man sich endgültig zum Kauf des Verdichters entschließt.

Umstellungsmöglichkeiten.

Wie beim reinen Druckluftantrieb sei auch für den gemischten Betrieb die Materialersparnis durch Verwendung anderer Maschinenarten untersucht, und zwar wieder bei weitgehendem Ersatz der Rutschenmotoren durch Bandmotoren bzw. Bandrollen. Der Materialbedarf der drei Maschinenarten in kg je Stück einschließlich des zugehörigen mechanischen Teils in dem früher erwähnten Umfang stellt sich bei den in Frage kommenden Leistungen von 11 und 15 kW etwa wie folgt:

Material	11 kW			15 kW		
	Rutschenmotor kg	Bandmotor kg	Bandrolle kg	Rutschenmotor kg	Bandmotor kg	Bandrolle kg
Eisen . .	800	3500	3000	900	4000	3200
Kupfer . .	20	20	20	29	29	29
Zinn . .	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Da wieder je 2 Streb-Rutschenmotoren durch 1 Bandmotor oder 1 Bandrolle zu ersetzen sind, ergibt sich ein Eisenbedarf bei einer Anlage mit

Rutschenmotoren	Bandmotoren	Bandrollen
von 36 200 kg	80 000 kg	65 600 kg
oder ein Mehrbedarf gegenüber Rutschenmotoren		
von —	43 800 kg	29 400 kg

Demnach ist auch hier wie beim reinen Druckluftbetrieb die Rutschenmotoranlage eisenmengenmäßig günstiger, jedoch auf der anderen Seite wieder mit einer erheblich geringeren Eisenmenge zu rechnen, wenn die Rutschenmotoren statt durch Bandmotoren durch Bandrollen (Elektrotrommeln) ersetzt werden. Hinsichtlich der NE-Metalle ist bei dem Ersatz durch Bandrollen sogar eine

Ersparnis zu verzeichnen, die sich auf 160 und 377 kg Kupfer und 0,8 und 1,3 kg Zinn für die 11- und 15-kW-Rollen stellt. Man muß daher im Hinblick auf die Metallersparnis bei der Elektrifizierung auch diesem Punkt Beachtung schenken.

Zusammenfassung.

Die vorstehenden Berechnungen und Überlegungen beweisen, daß die Elektrifizierung des Untertagebetriebes auch in materialwirtschaftlichem Sinne bemerkenswerte Vorteile bietet, vor allem auf der Eisenseite. Diese Vorteile ergeben sich sowohl hinsichtlich des untertage eingesetzten Maschinenparks mit Zubehör als auch bezüglich der Auswirkungen auf die Krafterzeugungsanlagen übertage. Der verhältnismäßig geringe Mehrverbrauch an einzelnen NE-Metallen spielt wegen der kleinen Menge und ihrer Bedarfsverteilung auf einen sehr langen Zeitraum sowie der meist vorhandenen befriedigenden Beschaffungsmöglichkeit keine Rolle. Der Mehrbedarf des reinen Druckluftbetriebes einschließlich der Übertageanlagen an anderen NE-Metallen sowie an Eisen dagegen ist deshalb besonders beachtenswert, weil er bei Beschaffung der Anlage sofort in Erscheinung tritt und daher in jedem Fall zu einer unerwünschten und plötzlichen Belastung des Metallmarktes führt. Mithin ist eine kraftwirtschaftliche Umstellung selbst in heutiger Zeit vom material- und devisenmäßigen Gesichtspunkt aus durchaus berechtigt und sogar zu begrüßen, wenn die Krafterzeugung den Anforderungen des untertägigen Druckluftbetriebes nicht mehr genügt. Unter demselben Gesichtspunkt betrachtet, ist aber andererseits jede Umstellung, für die keine zwingende Notwendigkeit besteht, zur Zeit abzulehnen, z. B., wenn bei ausreichender Druckluftversorgung und Fortleitungsmöglichkeit eine Umstellung lediglich mit Rücksicht auf die Unwirtschaftlichkeit des Druckluftbetriebes im Vergleich zum elektrischen Betrieb erwogen wird.

Eine bemerkenswerte Ersparnismöglichkeit ist im elektrifizierten Betrieb noch durch die Wahl einer Betriebsspannung von 500 V statt 380 V gegeben.

Abschließend sei erwähnt, daß die Verwendung von geschweißten stählernen Motoren und Schaltern statt Gußausführungen hinsichtlich der in jedem Falle erforderlichen Einsatzgewichte, von der Materialbeschaffungsseite aus betrachtet, keine nennenswerten Einsparungen ermöglicht, daß jedoch die Verwendung von Leichtmetall für Schalter- und Getriebegehäuse die Eisenseite weiterhin sehr beträchtlich zu entlasten vermag, wenn das erforderliche Leichtmetall wieder in genügenden Mengen zur Verfügung steht.

UMSCHAU

Vortragsveranstaltung des Vereins für die bergbaulichen Interessen in Essen.

Am Mittwoch, dem 30. Oktober, fand im Städtischen Saalbau in Essen eine Tagung der Hauptausschüsse für Forschungswesen statt, in der folgende Vorträge gehalten wurden:

Eröffnungsansprache des Vorsitzenden, Generaldirektor Bergassessor Buskühl, Dortmund.

Dr.-Ing. W. Vogel, Essen: Feststellungen über den zeitlichen Aufwand der Arbeitsvorgänge bei der Gewinnung und Schlußfolgerungen für die Betriebsgestaltung und Mechanisierung.

Bergassessor Dr.-Ing. G. Wilde, Essen: Der Einsatz von Schrämmaschinen.

Professor Dr. Dr.-Ing. C. H. Fritzsche, Aachen: Stand der Entwicklung von Gewinnungs- und Lademaschinen und bisherige Erfahrungen bei ihrem Einsatz.

Dr.-Ing. H. Koch, Essen: Kritische Betrachtung der untätigen Haupttrecken-Diesel- und -Akkumulatoren-Lokomotivförderung in wirtschaftlicher und betrieblicher Hinsicht.

Bergassessor Dr.-Ing. R. Forstmann, Essen: Auftreten und Bekämpfung von Schlagwettern im Abbau.

Dr.-Ing. W. Reerink, Essen: Überblick über verschiedene Arbeiten aus dem Gebiet der Kohleveredlung.

Dr.-Ing. W. Gumz, Essen: Stand und Entwicklungsaussichten der Vergasung von Steinkohlen.

Bergassessor Dr.-Ing. F. L. Kühlwein, Essen: Untersuchungen über die Gewinnung von aschearmen Aufbereitungserzeugnissen.

Der Vortrag von Dr. Forstmann ist in diesem Heft wiedergegeben. Die übrigen Vorträge werden demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht.

Verschleißfeste Einlagen aus Schmelzbasalt in Wendelrutschen.

Von Maschinenfahrsteiger Ingenieur W. Steinkopf, Gelsenkirchen-Buer.

Für die fließende Abwärtsförderung von Kohle und Bergen in Blind- und Hauptschächten hat die Wendelrutsche im Untertagebetrieb mehr und mehr Eingang gefunden, da sie bei Fortfall jeglicher Antriebskraft eine gleichmäßige Förderung mit weitgehender Speichermöglichkeit vereinigt. Eine Frage, die eine befriedigende Lösung bisher noch nicht gefunden hat, ist die des Verschleißes der Wendelbleche. Sie ist besonders bedeutsam bei hohen Wendelrutschen, die ohne Umsetzen lange in Betrieb bleiben und eine Kohlendurchsatzmenge von 1 Mill. t und darüber hinaus bewältigen müssen. Eine noch größere Rolle spielt der Verschleiß, wenn auch Berge durch die Wendel gefördert werden sollen. Es leuchtet ein, daß man bei so großen Durchsatzmengen für die Wendelbleche bzw. deren Belag nur einen äußerst widerstandsfähigen Werkstoff verwenden darf. Dies empfiehlt sich schon deshalb, weil das Auswechseln verschlissener Wendelbleche und des bisher üblichen Verschleißschutzes schwierig, zeitraubend und unter Umständen sehr kostspielig sein kann, wenn die Schachtwendel in einen zutage ausgehenden Schacht größeren Querschnittes eingebaut ist. Mit erhöhter Unfallgefahr ist namentlich die Auswechslung ganzer Wendelschüsse verbunden.

Da sich der Werkstoff »Schmelzbasalt« im Bergbau an vielen Stellen, so in Koksruutschen, Bunkern, Wirblern,

Blasversatzrohren u. dgl., als außerordentlich verschleißfest bewährt hat, lag der Gedanke nahe, ihn auch für die Auskleidung von Wendelrutschen zu erproben. Auf der Schachtanlage Hugo-Ost ist eine solche Auskleidung (Abb. 1) an einer Schachtwendel vorgenommen worden, die in dem für zwei Förderungen vorgesehenen Schacht seit Anfang März 1940 in Betrieb steht. Es handelt sich um eine Schachtwendel von 1050 mm Dmr. und 650 mm Schußhöhe der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia in Lünen. Je 2 Schuß entsprechen einem Wendelgang.

Die Wendelbleche wurden an der Innenkante entsprechend dem Wendelgang mit an kleinen Winkelleisen befestigten schmalen Flacheisen versehen, die das Einbringen der Schmelzbasalt-Einlagen erleichtern und diesen einen sicheren Halt verleihen. Die Einlagen erstrecken sich fast über die ganze Breite des Wendelbleches und laufen in einen hochgezogenen Kragen aus, der den Mantel der Schachtwendel vor Verschleiß schützen soll (Abb. 1). Auf einen Schuß entfallen je 6 Einlagen, die zusammen ein Gewicht von etwa 55 kg besitzen.

Das Einbringen der Schmelzbasalt-Einlagen erfolgte in der Nachtschicht nach beendeter Seilfahrt der Mittagschicht, da der der Schachtwendel am nächsten befindliche Förderkorb für die Beförderung des für den Einbau erforderlichen Materials zur Verfügung stehen mußte. Ausgekleidet wurde eine Schachtwendel von 130 m Höhe, die die Kohlenförderung von der 2. Sohle (480 m) zur 4. Sohle (615 m) leitet. Über die ganze Höhe der Schachtwendel verteilt, sind im Schacht etwa alle 6 m Bedienungsbühnen mit Schutzgeländer angeordnet, auf welchen man die einzubauenden Schmelzbasalt-Einlagen lagerte. Von unten beginnend, wurden die Einlagen eingebracht und in Zementmörtel eingebettet, so daß sich eine glatte Oberfläche ergab (Abb. 2 und 3). Zur Verwendung gelangte eine Zementmörtelmischung 1:3, wobei auf 1 Teil Wasser 1 Teil Rapitolith zugesetzt wurde. In der Wendel arbeitete 1 Maurer, dem 2 Hilfsarbeiter von den Arbeitsbühnen aus die Einlagen und den Mörtel durch die Mannlöcher zu-reichten. Der Maurer stand auf einer kleinen Bühne, die

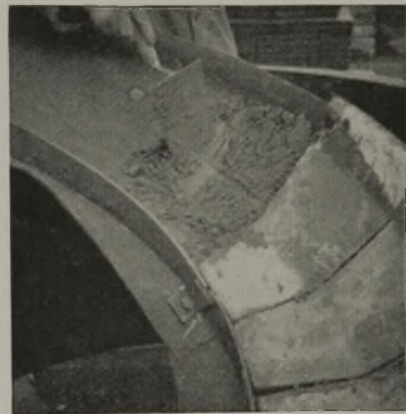


Abb. 2. Einbettung der Einlagen in Zementmörtel.

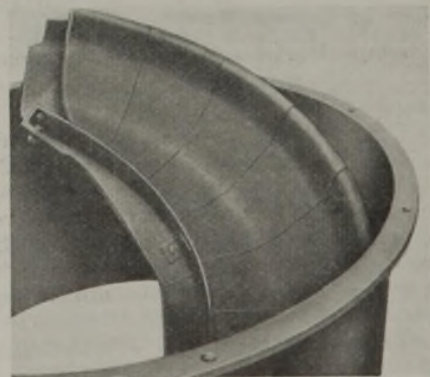


Abb. 3. Fertiggestellte Schmelzbasalt-Auskleidung.



Abb. 1. Einlage aus Schmelzbasalt.

sich innerhalb der Wendel an den Mannlochöffnungen leicht aufhängen und schnell umlegen ließ. Selbstredend steht nichts im Wege, an mehreren Stellen der Wendel gleichzeitig die Einbauarbeiten vorzunehmen. Dies wird besonders dann zu empfehlen sein, wenn es sich um sehr hohe Schachtwendeln handelt und nur wenig Zeit für den Einbau zur Verfügung steht. Für das Abbinden des Zementmörtels nach Beendigung der Arbeit müssen mindestens noch 4 Tage gerechnet werden.

Bei dem Einbau auf der Schachtanlage Hugo-Ost wurden durchschnittlich etwa 8 Schuß je Schicht ausgekleidet, jedoch läßt sich diese Leistung ohne weiteres steigern, wenn man die nötigen Kräfte einsetzt. Da es sich hier um die erste Auskleidung einer Schachtwendel mit Schmelzbasalt-Einlagen handelte, wurden naturgemäß noch keine Bestzeiten erreicht. Wegen des höheren Gewichtes einer mit Schmelzbasalt-Einlagen ausgekleideten Schachtwendel muß ihrer Aufhängung besondere Beachtung geschenkt werden. Im Falle Hugo-Ost erfolgte die Aufhängung alle 6 m an den Unterzügen der Arbeitsbühnen, so daß sich die gesamte Last gleichmäßig auf den Schachtausbau verteilt. Zusätzlich stützte man die Wendel am Fuße mit einer eisernen Säule ab.

Die Schmelzbasalt-Auskleidung der Wendelrutsche hat sich im Dauerbetrieb bestens bewährt und zu Beanstandungen bis jetzt keinen Anlaß gegeben. Den in der Wendel auftretenden Beanspruchungen, sei es durch Abrieb oder Schlag, hat sich der Werkstoff durchaus als gewachsen gezeigt. Der Rutschwinkel der Einlagen gewährleistet ein einwandfreies Gleiten der Kohlen und der Berge. Nachdem bisher etwa 135000 t durch die Wendel durchgesetzt worden sind, ist von irgendwelchem Verschleiß an den Schmelzbasalt-Einlagen noch nichts zu merken; Riefen oder kleine Erhebungen, die vom Gießvorgang herrühren, sind noch an keiner Stelle abgeschliffen.

Mithin läßt sich auf Grund der auf der Schachtanlage Hugo-Ost gewonnenen Erfahrungen schon heute sagen, daß in den Schmelzbasalt-Einlagen ein Mittel gefunden worden ist, den Wendelrutschen ohne Inanspruchnahme des Eisenkontingents eine sehr lange Lebensdauer zu verleihen und lästige Ausbesserungsarbeiten und Betriebsstörungen zu vermeiden. Keine der bekannten Vorteile der Wendelrutschen erfährt durch die Anwendung der Schmelzbasalt-Einlagen irgendeine Einschränkung. Im Gegenteil bewirkt der günstige Reibungskoeffizient eine gute Ausnutzung der Anlage.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 17. Oktober 1940.

5d, 1492128. Hoesch AG., Dortmund. Futterstück für Blasversatzrohre und -krümmer. 26.8.38.

81e, 1492108. Beumer Maschinenfabrik, Beckum (Westf.). Förderbandrolle mit säure- und verschleißfestem Rollenmantel. 18.9.40.

81e, 1492300. Klöckner-Humboldt-Deutz AG., Köln. Bandförderer mit Abdeckung des Untergurtes. 21.8.40.

Patent-Anmeldungen¹,

die vom 17. Oktober 1940 an drei Monate lang in der Ausbeilage des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 6. H. 153669. Erfinder, zugleich Anmelder: Ernst Haardt, Wesel. Vorrichtung zur Ausscheidung feiner Anteile aus Sand. 16.11.37. Österreich.

1a, 12/10. H. 154621. Carl Haver & Ed. Boecker, Oelde (Westf.). Maschine zur Behandlung, besonders zum Waschen, von Sand, Kies, Gestein und ähnlichem Gut; Zus. z. Pat. 628551. 3.2.38.

1a, 18. K. 149638. Erfinder: Dr.-Ing. Walter Vogel, Essen. Anmelder: Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau. Verfahren und Vorrichtung zum Entwässern von körnigem Gut durch einen ununterbrochenen Schleudervorgang. 19.2.38. Österreich.

1a, 28/10. M. 134820. Metallgesellschaft AG., Frankfurt (Main). Verfahren zur Mitgewinnung der Phosphorite bei der Aufbereitung armer oolithischer und Konglomerat-Eisenerze. 13.6.36.

1b, 6. M. 143883. Erfinder: Dr.-Ing. Alfred Stieler, Frankfurt (Main). Anmelder: Metallgesellschaft AG., Frankfurt (Main). Elektrostatischer Scheider für Erze und sonstige Stoffe; Zus. z. Pat. 687595. 9.1.39.

5b, 17. F. 85902. C. & E. Fein, Stuttgart. Spannsäule für Gesteinsbohrmaschinen. 21.11.38.

10a, 5/15. K. 149247. Erfinder: Bernard J. C. van der Hoeven, Pittsburgh (Pa., V.St.A.). Anmelder: Koppers Company, a Delaware Corporation, Pittsburgh (Pa., V.St.A.). Einrichtung zur Zuführung von Heizgas zu Regenerativ-Unterbrennerkoksofen. 19.1.38. V.St.A. 19.1.37.

10a, 22/01. F. 82289. Erfinder, zugleich Anmelder: Pierre Eugène Henri Forsans, Paris. Koksofentür. 9.1.37. Frankreich 13.1.36.

10a, 22/05. K. 148976. Erfinder: Herbert Gruber, Essen. Anmelder: Heinrich Koppers GmbH., Essen. Einrichtung zum Beschieben von Verkokungsöfen mit flüssigem, verkokbarem Gut. 22.12.37. Österreich.

10b, 1. R. 99000. Erfinder, zugleich Anmelder: Simon Rohrlisch, Berlin. Herstellung von Briketts ohne Bindemittel; Zus. z. Pat. 640732. 30.3.37. Österreich.

10b, 15. G. 101814. Erfinder: Ing. Karl Heuduk, Wien. Anmelder: Gauwerke Niederdonau AG., Wien. Verfahren und Vorrichtung zum Anzünden von Brennstoff. 6.6.40.

81e, 5. B. 179797. Erfinder: Arno Koth, Leipzig. Anmelder: Bleichert-Transportanlagen GmbH., Leipzig. Fördervorrichtung. 3.9.37. Österreich.

81e, 42. K. 152863. Erfinder: Willi Stein, Essen-Haarzopf. Anmelder: Fried. Krupp AG., Essen. Förderkette, besonders für Munitionsaufzüge. 22.12.38.

81e, 45. M. 141226. F. W. Moll Söhne, Witten (Ruhr). Schüttrinne für den Grubenbetrieb. 5.4.38. Österreich.

81e, 53. E. 53100. Erfinder: Dr.-Ing. Arno Rodehüser, Bochum. Anmelder: Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Auf Laufwerken schüttelbewegliche Rutsche. 2.11.39.

Deutsche Patente.

(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentes bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

5c (9₁₀). 696937, vom 18. 5. 39. Erteilung bekanntgemacht am 5. 9. 40. F. W. Moll Söhne, Maschinenfabrik in Witten (Ruhr). *Eiserner Streckenausbau*.

¹In den Patentanmeldungen, die am Schluß mit dem Zusatz »Österreich« versehen sind, ist die Erklärung abgegeben, daß der Schutz sich auf das Land Österreich erstrecken soll.

Bei dem für größere Spannweiten bestimmten Streckenausbau ist, wie bekannt, zwischen die Stoßbögen ein flaches Firstenstück eingeschaltet, das mit einer über ihm liegenden parallelen Verstärkungskappe verbunden ist. Die Erfindung besteht darin, daß die Stoßbögen mit dem Firstenstück durch Gelenke verbunden sind und die Verstärkungskappe an ihren über die Gelenke hinausragenden freien Enden mit Tragbügel versehen ist, an denen die Stoßbögen aufgehängt sind. Die Tragbügel können lose auf die Enden der Verstärkungskappe aufgelegt werden, so daß sich die Kappe gegenüber den Bügeln und damit auch gegenüber den Stoßbögen seitlich verschieben kann. Dadurch wird eine Versteifung erzielt und eine übermäßige, zu einem Durchnicken und damit zu einem Zusammenfallen des Ausbaues führende Bewegung in den Gelenken verhindert. Das Firstenstück kann durch ein etwas gebogenes Profileisen gebildet werden, das an beiden Enden mit schalenartigen Bewehrungen für ein das Gelenk bildendes Quetschholz versehen ist. Das Firstenstück kann auch aus zwei einen Winkel miteinander bildenden hölzernen Streben bestehen, die sich im Scheitel und an den Enden gegen die Stege von Profileisen abstützen. In diesem Fall wird mindestens das im Scheitel liegende Profileisen an der Verstärkungskappe mit Hilfe eines Bügels aufgehängt. Das Firstenstück kann ferner durch eine mit einer schalenartigen Bewehrung für ein Quetschholz versehene Rippe aus Flacheisen o.dgl. gebildet werden, die mit der Verstärkungskappe z. B. durch Verschweißung verbunden ist. Die Höhe der Rippe kann dabei nach dem Scheitel des Firstenstückes zu abnehmen.

PERSÖNLICHES

Dem Generaldirektor Bergassessor Buskühl ist am 20. Oktober im Rahmen einer Hochschulfeyer »in Anerkennung seiner hohen Verdienste um die Förderung bergbaulicher Forschung, um deren auf das Gemeinwohl gerichteten Zielsetzung sowie um die Ausbildung des bergakademischen Nachwuchses« die Würde eines Ehrenbürgers der Technischen Hochschule Aachen verliehen worden.

Der Geschäftsführer der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum, Oberbergrat a. D. Keyser, z. Z. im Felde, ist zum Kriegsverwaltungs-Abteilungschef befördert worden.

Der Bergassessor Dicke vom Bergrevier Waldenburg-Süd ist an das Bergrevier Königshütte versetzt worden.

Überwiesen worden sind:

der Bergassessor Wolfgang Schulte dem Oberbergamt Bonn, der Bergassessor Böker dem Bergrevier Hannover.