

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 33

20. August 1938

74. Jahrg.

Untersuchungen zur Erkenntnis des Gebirgsdrucks.

Von Bergingenieur R. Fenner, Santiago de Chile.

(Schluß.)

Waagrechte Tunnel oder Stollen.

Nunmehr sei ein zylindrischer Hohlraum untersucht, der waagrecht bei einer Teufe h in ein plastisches homogenes Medium getrieben worden ist. Wie beim vorigen Beispiel soll der Ausbau Schlitz haben oder nachgiebig sein, damit eine Entspannung des Mediums, das den Stollen umgibt, möglich wird. Um den räumlichen Spannungszustand auf einen ebenen zurückzuführen, betrachte man eine zur Tunnelachse normal und von den Endpunkten des Tunnels genügend weit entfernt liegende Scheibe und denke sich in diesen Querschnitt ein Polarkoordinatensystem gelegt (Abb. 25), so daß der Ursprung mit der Projektion der Tunnelachse zusammenfällt und der Winkel φ von der Senkrechten aus gemessen wird. Aus Abb. 25 erhält man die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r + r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau}{\partial \varphi} - \sigma_t &= -r\gamma \cos \varphi \\ 2\tau + r \frac{\partial \tau}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_t}{\partial \varphi} &= r\gamma \sin \varphi \end{aligned} \right\} \dots \dots 79.$$

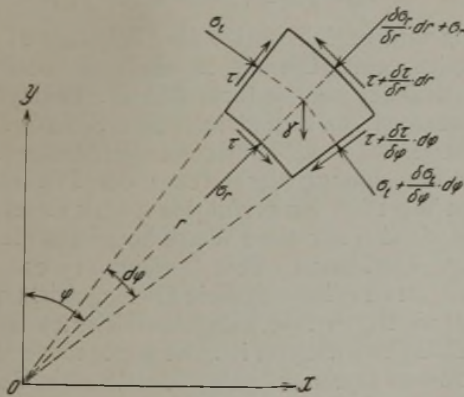


Abb. 25.

Führt man eine Spannungsfunktion F ein, so lassen sich die Spannungen, wie man sich durch Differenzieren überzeugen kann, wie folgt darstellen:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial r} - \frac{2}{3} r\gamma \cos \varphi \\ \sigma_t &= \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} \\ \tau &= -\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial \varphi} \right) + \frac{1}{3} r\gamma \sin \varphi \end{aligned} \right\} \dots \dots 80.$$

Genügen die Spannungen der Gleichung

$$\sigma_r + \sigma_t = \frac{K}{\sqrt{K-1}} \sqrt{\sigma_r \cdot \sigma_t - \tau^2} \dots \dots 81$$

und den Randbedingungen, so kann die Aufgabe als gelöst betrachtet werden.

Führt man die Funktion

$$F = r^K \sum A_n \cos n\varphi \dots \dots \dots 82$$

ein, wobei die Koeffizienten A_n Parameter darstellen, die von den Randbedingungen abhängen, so kann man in bestimmten Fällen¹ eine Näherungslösung finden. Für den betrachteten Fall ist es jedoch schwierig, die Bedingungen für die Grenze der Fließzone festzustellen, weil ihre Form unbekannt ist. Immerhin ist die Annahme berechtigt, daß diese äußere Grenze der Fließzone eine Ellipse ist, wie aus folgender Überlegung hervorgeht.

Bezeichnet man mit AB (Abb. 26) eine aus einandergereihten Sandkörnern gebildete Kurve, in der also keine Zugkräfte übertragen werden können und die dem äußern Druck widerstehen soll, ferner mit T und $T + dT$ die tangentialen Kräfte, die in dem so gebildeten Gewölbe auftreten, mit P und P' zwei unendlich benachbarte Punkte der Kurve AB , mit ds ein unendlich kleines Bogenstück derselben und schließlich mit σ_r und τ die angreifenden Spannungen, die in diesem Fall durch die erste und dritte Gleichung der Formelgruppe 21 gekennzeichnet werden, so erhält man mit Tangente und Radius des Punktes P als Projektionsachsen:

$$\begin{aligned} (T + dT) \cos d\varphi - T + \tau ds &= 0 \\ (T + dT) \sin d\varphi - \sigma_r ds &= 0. \end{aligned}$$

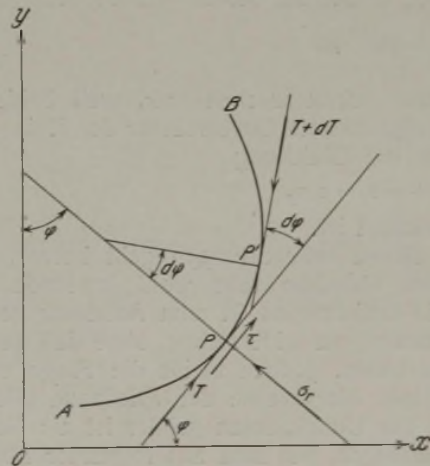


Abb. 26.

Setzt man nun in diese Gleichungen die sich aus den Formeln ergebenden Werte für τ und σ_r ein und läßt die unendlich kleinen Werte zweiter

¹ Johnson: Calculation of the stability of earth dams, Second congress on large dams, Washington 1936.

Ordnung unberücksichtigt, so erhält man die beiden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} dT &= \frac{p}{2} \frac{K-2}{K-1} ds \sin 2\varphi \\ Td\varphi &= \frac{p}{2(K-1)} ds [K + (K-2) \cos \varphi] \end{aligned} \right\} \dots 83.$$

Nach Elimination von ds ergibt sich die Gleichung:

$$\frac{dT}{T} = \frac{1-2(K-2) \sin 2\varphi d\varphi}{K + (K-2) \cos 2\varphi},$$

deren Integralgleichung lautet:

$$T = \frac{C}{\sqrt{K + (K-2) \cos 2\varphi}},$$

woraus man die Integrationskonstante C auf Grund der Überlegung ermittelt, daß T = pa sein muß, wenn man $\varphi = \frac{\pi}{2}$ setzt, wobei p die senkrechte Hauptspannung und a den horizontalen Halbmesser der geschlossenen Kurve darstellt; denn aus Gründen der Symmetrie muß jeder Ast der Kurve die Hälfte des Druckes aushalten, also:

$$T = \frac{pa \sqrt{2}}{\sqrt{[K + (K-2) \cos 2\varphi]^3}},$$

setzt man diesen Wert in die zweite Gleichung der Gruppe 83 ein, so erhält man:

$$ds = \frac{2a(K-1) \sqrt{2} d\varphi}{\sqrt{[K + (K-2) \cos 2\varphi]^3}},$$

woraus man unter Berücksichtigung, daß

$$ds = \rho d\varphi$$

ist, die Gleichung:

$$\rho = \frac{2(K-1)a \sqrt{2}}{\sqrt{[K + (K-2) \cos 2\varphi]^3}}$$

erhält, die bekanntlich den Krümmungsradius der Ellipse:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{(K-1)a^2} = 1$$

bezeichnet, in der die beiden Achsen den Quotienten

$$\frac{b}{a} = \sqrt{K-1}$$

bilden, was vorauszusehen war, weil beide Resultierende zugeordnete Durchmesser der Ellipse bilden, die durch die Gleichung

$$x^2\sigma_y + y^2\sigma_x = \sigma_x\sigma_y$$

gekennzeichnet ist.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß ein elliptisches Gewölbe sehr wohl imstande ist, der durch die Gleichungen 21 zum Ausdruck gebrachten Beanspruchung zu widerstehen, ohne daß dabei Zugkräfte auftreten. Jedoch bleibt die Frage offen, ob diese Ellipse die Grenze der Fließzone bildet, weil die Zahl der Unbekannten größer ist als die Anzahl der Gleichungen, wie man aus folgender Überlegung ersieht.

Unter Benutzung der Formeln 36, 37, 38, 39 und 40 erhält man, wenn man für F die Funktion:

$$F = \frac{pc^2}{4} \{ 2 \operatorname{Cof} 2\xi_0 \xi + e^{-2\xi} + \cos 2\eta \} \dots 84$$

einsetzt, die Spannungen um einen elliptischen Hohlraum, der sich unter dem innern gleichmäßigen

Druck p befindet, wie folgt:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_\xi &= p - p \frac{\operatorname{Cof} 2\xi - \operatorname{Cof} 2\xi_0}{(\operatorname{Cof} 2\xi - \cos 2\eta)^2} \operatorname{Sin} 2\xi \\ \sigma_\eta &= p - p \frac{\operatorname{Sin} 2\xi}{\operatorname{Cof} 2\xi - \cos 2\eta} \left(1 + \frac{\operatorname{Cof} 2\xi_0 - \cos 2\eta}{\operatorname{Cof} 2\xi - \cos 2\eta} \right) \\ \tau &= p \frac{\operatorname{Cof} 2\xi - \operatorname{Cof} 2\xi_0}{(\operatorname{Cof} 2\xi - \cos 2\eta)^2} \operatorname{Sin} 2\eta \end{aligned} \right\} 84a.$$

Setzt man nun für $\xi = \xi_0$ ein, so erhalten diese Gleichungen die Form:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\xi\xi = \xi_0} &= p \\ \sigma_{\eta\xi = \xi_0} &= p - 2p \frac{\operatorname{Sin} 2\xi_0}{\operatorname{Cof} 2\xi_0 - \cos 2\eta} \\ \tau_{\xi = \xi_0} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots 84b$$

und für $\xi \rightarrow \infty$ lauten die Werte:

$$\sigma_{\xi\xi \rightarrow \infty} = 0; \quad \sigma_{\eta\xi \rightarrow \infty} = 0; \quad \tau_{\xi \rightarrow \infty} = 0.$$

Bezeichnet man mit p_i den innern gleichförmigen Druck (Spannungskreis) und mit p die im Unendlichen wirkende größere Hauptspannung, so ergibt sich durch Superposition der Spannungen mit Hilfe der Formel 50 und der zweiten Gleichung der Gruppe 84b folgende Gleichung:

$$\sigma_{\eta\xi = \xi_0} = \frac{p}{m-1} \frac{m \operatorname{Sin} 2\xi_0 + (m-2)(1 - e^{2\xi_0} \cos 2\eta)}{\operatorname{Cof} 2\xi_0 - \cos 2\eta} - p_i \frac{2 \operatorname{Sin} 2\xi_0}{\operatorname{Cof} 2\xi_0 - \cos 2\eta} p_i \dots \dots 84c.$$

Da aber ξ_0 und p_i unbekannte Größen sind und keine weiteren Gleichungen zur Verfügung stehen, ist die Lösung der Aufgabe unmöglich, es sei denn, daß man für ξ_0 einen willkürlichen Wert annimmt oder ihn auf folgende Weise bestimmt. Führt man den Ansatz

$$\sum_0^\infty A_n(r) \cos n\varphi; \quad (n = 1, 2, 3 \dots)$$

in 80 ein und berücksichtigt die Gleichung 81, so ist es möglich, eine Lösung in Reihendarstellung zu finden. Bedenkt man jedoch, daß die Bedingung 81 nicht linear ist, so kommt man zum Schluß, daß der angegebene Weg zu mühevollen Rechnungen führt.

Die Bestimmung der Grenze der Fließzone hat geringen Wert für den verfolgten Zweck dieser Untersuchung, da sich auf diese Weise höchstens die Raumdehnung bestimmen ließe, während es darauf ankommt, zu beweisen, daß ein Gleichgewichtszustand für den niedrigsten Reibungskoeffizienten auch für diesen Fall gewährleistet ist. Die angegebene Methode weiter zu verfolgen, erscheint deshalb nicht der Mühe wert, und der Zweck der Untersuchung läßt sich durch eine viel einfachere Überlegung erreichen, wenn man ausschließlich die Grenzen der Fließzone auf der Symmetrieachse und somit ihre äußersten Werte genau bestimmt.

Da beide Spannungen auf der Symmetrieachse äußerste Werte besitzen, müssen für $\varphi = 0$ die ersten Ableitungen

$$\frac{\partial \tau}{\partial \varphi} = \frac{\partial \sigma_t}{\partial \varphi} = 0$$

verschwinden, so daß die Gleichungen 79 einfach durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$\sigma_R + r \frac{\partial \sigma_R}{\partial r} - \sigma_T + r\gamma = 0 \dots \dots \dots 85.$$

(Dieselbe Gleichung hätte man als Gleichgewichtsbedingung am Element für $\varphi = 0$ erhalten können.)

Führt man eine Spannungsfunktion F ein, so erhalten die Spannungen folgende Werte, wie man sich durch Differentiieren leicht überzeugen kann.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_R &= \frac{1}{r} \frac{\partial F}{\partial r} - \frac{\gamma r}{2} \\ \sigma_T &= \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} \\ \tau &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 85 a.$$

Die Bedingung 81 erlaubt schließlich die Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 F}{\partial r^2} - \frac{K-1}{r} \frac{\partial F}{\partial r} + \frac{K-1}{2} \gamma r = 0$$

aufzustellen. Nach zweimaliger Integration gelangt man zu der Gleichung:

$$F = \frac{C}{K} r^K + \frac{K-1}{6(K-3)} \cdot \gamma r^3,$$

womit die Spannungen bestimmt werden können. Wenn man für $r = a$ $\sigma_R = \sigma_{Ra}$ setzt, so lauten diese wie folgt:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_R &= \sigma_{Ra} \left(\frac{r}{a} \right)^{K-2} - \frac{\gamma a}{K-3} \left(\frac{r}{a} \right)^{K-2} + \frac{\gamma r}{K-3} \\ \sigma_T &= (K-1) \sigma_{Ra} \left(\frac{r}{a} \right)^{K-2} - (K-1) \frac{\gamma a}{K-3} \left(\frac{r}{a} \right)^{K-2} + \\ &+ (K-1) \frac{\gamma r}{K-3} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 85 b.$$

Dieselbe Lösung hätte man, ohne eine Spannungsfunktion einzuführen, finden können, wenn in Gleichung 85 $\sigma_T = (K-1) \sigma_R$ gesetzt und σ_R durch Integration festgelegt worden wäre.

Für den niedrigsten Reibungskoeffizienten $\mu = 0,35354$ erhält man (s. Formel 72)

$$\sigma_R = \frac{r}{a} \left(\sigma_{Ra} - \gamma a \ln \frac{r}{a} \right) \dots \dots \dots 85 c.$$

Für $\varphi = \pi$ ändern die Glieder, die γ enthalten, ihr Vorzeichen, so daß sich σ_R für irgendeinen Winkel φ zwischen

$$\sigma_R = \frac{r}{a} \left(\sigma_{Ra} \mp \gamma a \ln \frac{r}{a} \right) \dots \dots \dots 85 d$$

befinden muß, wobei das obere Zeichen für $\varphi = 0$, das untere Zeichen für $\varphi = \pi$ gilt.

Nun muß, wie aus den Gleichungen 79 zu ersehen ist, für

$$\frac{\partial \tau}{\partial \varphi} = -r\gamma \cos \varphi; \quad \frac{\partial \tau}{\partial r} = \gamma \sin \varphi,$$

d. h. für $\tau = -r\gamma \sin \varphi + r\gamma \sin \varphi = 0$ der Einfluß von γ in der Formel 85 b verschwinden, und σ_R erhält dann den durch Formel 58 gegebenen Wert, woraus sich entnehmen läßt, daß dieser Wert des Winkels φ eine Haupttrichtung darstellt. Dieses Ergebnis sowie die gefundenen Bedingungen auf der y-Achse beweisen, daß die Funktion 82 viele Parameter enthalten muß, damit man eine brauchbare Näherungslösung findet.

Bedenkt man nun, daß nach Formel 85 c der maßgebende Wert der Fließzone senkrecht oberhalb des betrachteten Stollens oder Tunnels zu finden ist, so kommt man zu dem Schluß, daß Formel 85 c den kleinsten Wert von σ_{Ra} zu bestimmen erlaubt, der überhaupt Gleichgewicht herbeizuführen vermag.

Die Summe der beiden Hauptspannungen

$$\sigma_R + \sigma_T = 3 \frac{r}{a} \left(\sigma_{Ra} - \gamma a \ln \frac{r}{a} \right)$$

muß an der Grenze der Fließzone gleich der Summe der beiden ursprünglichen Hauptspannungen sein, d. h.

$$\frac{r}{a} \left(\sigma_{Ra} - \gamma a \ln \frac{r}{a} \right) = \frac{h-r}{2} \gamma,$$

und somit wird

$$\sigma_{Ra} = \frac{ha\gamma}{2r} - \frac{\gamma a}{2} + a\gamma \ln \frac{r}{a}.$$

Damit das zweite Glied den Höchstwert erreicht, muß $r = \frac{h}{2}$ sein, und die Spannung erhält den Wert

$$\sigma_{Ra} = a\gamma \left(\frac{1}{2} + \ln \frac{h}{2a} \right).$$

Mit andern Worten: Damit überhaupt noch Gleichgewicht eintritt, darf σ_{Ra} nicht kleiner als der oben angegebene Wert werden.

Für $a = 3$ m, $\gamma = 2,5$ und $h = 1000$ m wird

$$\sigma_{Ra} = 4,215 \text{ kg/cm}^2.$$

Damit wäre der Beweis erbracht, daß auch in diesem Falle Gleichgewicht eintreten kann, wenn nur der Druck auf den Ausbau bei einer Teufe von 1000 m und $a = 3$ m, $\gamma = 2,5$ größer oder gleich $4,215 \text{ kg/cm}^2$ gewählt wird.

Für den allgemeinen Fall wird der kleinste Wert von σ_{Ra} gleich

$$\sigma_{Ra \text{ min}} = \frac{\gamma a}{K-3} - \frac{K^2 - 5K + 7}{(K-1)(K-3)} \gamma h \left[\frac{2a}{(K-2)h} \right]^{K-2}$$

Die Fließzone erreicht damit die Höhe

$$r = \frac{K-2}{2} h.$$

Für $K = 4$ erhält man

$$\sigma_{Ra \text{ min}} = \gamma a \left(1 - \frac{a}{h} \right).$$

In Abb. 27 sind links die Fließzonen für $\mu = 0,35354$, $a = 3$ m, $\gamma = 2,5$, $h = 1000$ m und folgende Werte von σ_{Ra} : $4,215 \text{ kg/cm}^2$, $4,5 \text{ kg/cm}^2$, 6 kg/cm^2 , 10 kg/cm^2 und 30 kg/cm^2 schaubildlich dargestellt. Die berechneten Scheitelhöhen sind $\frac{1}{2} h$, $\frac{1}{5} h$, $\frac{1}{10} h$, $\frac{1}{22} h$ und $\frac{1}{100} h$ (abgerundete Zahlen). Rechts sind die Hauptspannungssummen dargestellt. Man sieht, daß σ_{Ra} nicht kleiner als $4,215 \text{ kg/cm}^2$ sein kann, weil sonst die Fließzone eine offene Kurve sein müßte, denn $3\sigma_R$ kann niemals die ursprüngliche Hauptspannungssumme erreichen. Da für $\sigma_{Ra} = \gamma h$ die Fließzone mit dem Ringausbau übereinstimmt, also ein Kreis ist, und für

$$a\gamma \left(\frac{1}{2} + \ln \frac{h}{2a} \right) < \sigma_{Ra} < \gamma h$$

dieselbe eine geschlossene Kurve darstellt, während für

$$\sigma_{Ra} < a\gamma \left(\frac{1}{2} + \ln \frac{h}{2a} \right)$$

die Fließzone offen sein muß, so liegt es auf der Hand, mangels genauerer Kenntnis ihrer Gestalt die Fließzone näherungsweise als eine Ellipse zu betrachten und den Stollen in den untern Brennpunkt zu legen.

Unter dieser Annahme sind in Abb. 27 die Fließzonen gezeichnet worden, wobei man für die numerische Exzentrizität und für den Parameter p, wenn man mit A und B die durch Formel 85c gegebenen äußersten Werte bezeichnet, folgende Gleichungen gesetzt hat:

$$\epsilon = \frac{A - B}{A + B} \quad p = \frac{2 AB}{A + B}$$

Die Gleichung der Ellipse wird dann durch folgende Formel bestimmt:

$$b = \frac{2 AB}{A + B - (A - B) \cos \varphi} \quad \dots \dots \dots 86.$$

Hierbei stellt b den vom Ursprung aus gemessenen Leitstrahl dar.

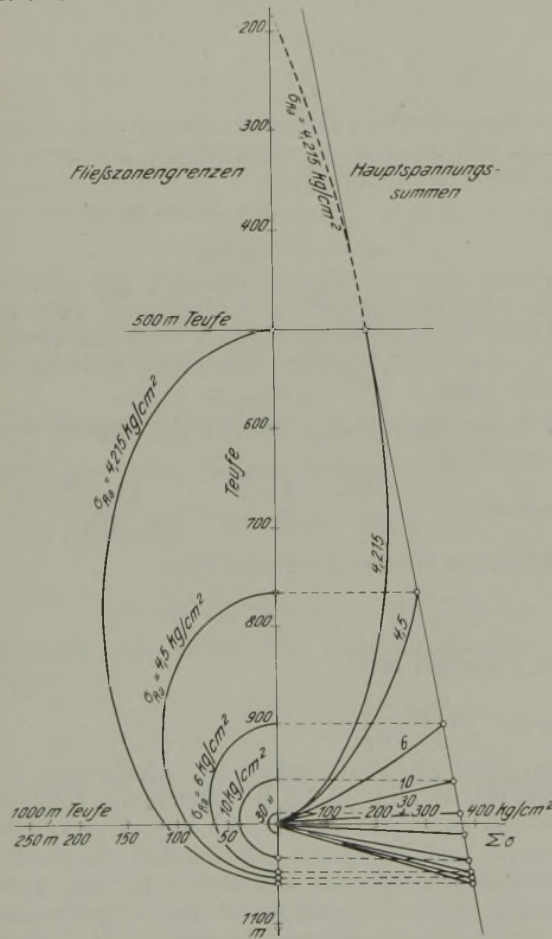


Abb. 27.

In rechtwinkligen Koordinaten ausgedrückt, lautet die Gleichung

$$\frac{4 \xi^2}{(A + B)^2} + \frac{\eta^2}{AB} = 1 \quad \dots \dots \dots 86 a.$$

Aus Abb. 27 ist ersichtlich, daß eine kleine Änderung von σ_{Ra} einen ungeheuer starken Einfluß auf die Abmessungen der Fließzone ausübt. Dieser Umstand zeigt unmittelbar, daß die genaue Bestimmung der Form der Fließzone zwecklos ist, denn der Spannungszustand in der nächsten Umgebung des Stollens ist von ihr unabhängig und wird nur durch die Spannung σ_{Ra} sowie durch die Gleichungen 79 bestimmt, deren äußerste Werte bekannt sind.

Handelt es sich um ein Medium mit Kohäsion, so gelten selbstverständlich sämtliche ausgeführten Berechnungen, wenn man statt der Reaktion σ_{Ra} des

Ringausbaus die elastische Reaktion des Mediums nach erfolgter Wölbung (wenn es nicht zertrümmert wurde) setzt. In diesem Falle muß man mit drei Zonen rechnen, nämlich 1. der elastischen Zone außerhalb der Fließzone, 2. der Fließzone, 3. der elastischen Zone am Stoß. Wahrscheinlich muß man in der Praxis mit vier Zonen rechnen. Die Zone am Stoß selbst kann man als Zertrümmerungszone bezeichnen, da infolge der Unregelmäßigkeit der Streckenform diejenigen Gebirgsteile, die innerhalb der durch Formel 51 bestimmten Ellipse liegen, entspannt und zertrümmert werden. Weiterhin kann man mit einer Zone rechnen, die sich anfänglich im plastischen Zustand befindet, sich jedoch durch das Vordringen soweit entspannt, daß die Schubspannungen geringer als die Bruchschubspannung werden und die somit (soweit sie nicht zertrümmert wurde) einen bestimmten Widerstand zu leisten imstande ist. Dieser Widerstand kann mit σ_{Ra} bezeichnet werden. Außerhalb dieser Zone befindet sich nun die eigentliche Fließzone, d. h. eine Zone, in der die Spannungen mit der Entfernung zunehmen. Schließlich müßte sich noch außerhalb der Fließzone die elastische Zone befinden, in der die tangentielle Spannung mit zunehmender Entfernung abnimmt.

Man kann annehmen, daß sich ein ringförmiger nachgiebiger Ausbau bei Medien mit Kohäsion glänzend bewähren muß, da er die Entspannung erlaubt und doch eine Zertrümmerung vermeidet, so daß die eigenartige Spannungsverteilung, die in diesem Kapitel eingehend untersucht worden ist, zustande kommen und somit in kurzer Zeit Gleichgewicht eintreten kann. Sollte es sich aber um Tunnelbauten handeln, die in Ton getrieben, sich mehrere 1000 m unterhalb der Oberfläche befinden, so wird es wohl zweckmäßig sein, eine Wandung zu bauen, die 40 oder 50 kg/cm² Druck aushält, und den Außendruck durch Anbringen von Schlitzen so zu regeln, daß er die vorher bestimmte Grenze nicht überschreitet. Bei 3000 m Teufe wird die ursprüngliche Summe zweier Hauptspannungen wahrscheinlich nicht kleiner als 1000 bis 1200 kg/cm² sein.

Es wäre unklug, einen dichten Ringausbau aufzuführen, weil dann die Druckverhältnisse sehr ungünstig ausfallen würden. Läßt man den Druck auf 40 kg/cm² sinken, so erreicht die Fließzone bei a=3 m (eingleisiger Tunnel), $\gamma=2,8$, h=3000 m, $\mu=0,35354$ einen Durchmesser von rd. 60 m. Die Materialmenge, die entfernt werden muß, kann auf 5 m³ geschätzt werden, also kaum 1/6 der anfänglich entfernten Menge. Andererseits muß man aber bedenken, daß die Tunnelwandungen eine geringere Mächtigkeit haben können, also von Anfang an weniger Material zu entfernen ist.

Spannungszustand im geschichteten Gebirge.

Im Kohlenbergbau treffen die im vorigen Abschnitt gemachten Annahmen (homogenes Gebirge) nicht zu, weil die verschiedenen Schichten, die in verschiedenen Zeiten zur Ablagerung gelangt sind, nicht notwendigerweise dieselbe Zusammensetzung aufzuweisen brauchen. Da sie sich unter wechselnden Strömungsverhältnissen abgelagert haben und aus verschiedenen Gegenden stammen können, müssen sie sich vielmehr physikalisch in bezug auf Korngröße, Zement sowie elastische und plastische Eigenschaften merklich unterscheiden.

Vom Standpunkte dieser Untersuchungen aus betrachtet, kann ein Kohlenflöz nicht dieselben Eigenschaften wie ein Sandstein besitzen, und dieser wiederum wird sich erheblich von einer Tonbank unterscheiden. Zur Fortsetzung der Untersuchungen ist es daher notwendig, mit begrenzten Medien zu arbeiten, damit die Annahmen wenigstens angenähert den wirklichen Verhältnissen entsprechen.

Bekanntlich lagern sich die verschiedenen Schichten (in begrenzter Ausdehnung) so, daß ihre Grenzflächen als parallel angesehen werden dürfen. Im folgenden soll angenommen werden, daß die verschiedenen Schichten von streng parallelen Ebenen begrenzt werden, so daß die Mächtigkeit der zu behandelnden Schicht im ganzen Felde eine Konstante ist. Andererseits soll vorausgesetzt werden, daß die für den verfolgten Zweck in Betracht kommenden Eigenschaften (μ , E , m) innerhalb der festgelegten Grenzen konstant sind und erst an den Grenzen selbst sprunghaft andere Werte annehmen, die wiederum innerhalb eines bestimmten Bereiches als konstant anzusehen sind.

Um den Spannungszustand festzulegen, gehe man von der Annahme aus, daß eine waagrechte Strecke in eine waagrechte Tonschicht getrieben wurde, deren Mächtigkeit etwas geringer als die Höhe der Strecke ist (s. Abb. 28). Ferner sei angenommen, daß die Strecke einen gewöhnlichen Türstockausbau besitzt, so daß der Ton Gelegenheit hat, in die Strecke zu fließen und sich auf diese Weise zu entspannen. Die oben und unten anstehenden Schichten sollen Sandsteinschichten mit hoher Kohäsion und großer Mächtigkeit sein, so daß sie bei gleicher Hauptspannungssumme als starr gegenüber der Tonschicht angesehen werden dürfen.

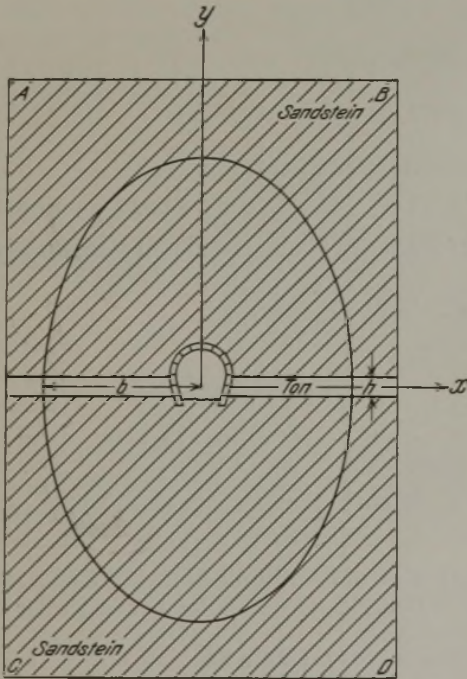


Abb. 28.

Da sich die Schichten in bezug auf die Abmessungen des Hohlraumes sehr weit erstrecken, ist es zulässig, sie in horizontaler Richtung als unendlich ausgedehnt zu betrachten, so daß eine normal zur

Stollenachse gelegene senkrechte Scheibe die Aufgabe auf eine solche in zwei Dimensionen zurückführt und somit vereinfacht. Selbstverständlich müssen aus Symmetriegründen rechtwinklige Koordinaten eingeführt werden, und zwar so, daß die x-Achse in der Symmetrieebene der Tonschicht und die y-Achse in der senkrechten Symmetrieebene des Stollens zu liegen kommt. Da die Mächtigkeit der Tonschicht, verglichen mit der Teufe, sehr gering ist, kann man ohne weiteres das Eigengewicht vernachlässigen, wodurch alle Glieder, die γ enthalten, verschwinden müssen.

Der bis jetzt verfolgte Weg, die Spannungen mit Hilfe der Spannungsfunktion F zu ermitteln, ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, da die Bedingung 81 eine Differentialgleichung zweiter Ordnung, zweiten Grades darstellt, deren Lösung sich nur schwer bestimmen läßt.

Zweckmäßiger ist es, den von Hartmann¹ eingeschlagenen Weg zu verfolgen, um die Lösung, die er angibt, zu erhalten. Setzt man in die Formeln 28 für z die Veränderliche y und für y die Veränderliche x ein, wodurch erreicht wird, daß φ den Winkel der Hauptdruckrichtung (Richtung der größten Spannung) mit der x-Achse darstellt, weil jetzt die x-Achse die Symmetrieachse ist, und führt diese Formeln in die Grundgleichungen

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 87$$

ein, so erhält man, wenn man für σ die neue Veränderliche z durch den Ansatz

$$\sigma = ce^{z \cdot \lg e}$$

ersetzt, folgende Gleichungen

$$\begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial x} + \sin \rho \cos 2 \varphi \frac{\partial z}{\partial x} - 2 \cos \rho \sin 2 \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ + \sin \rho \sin 2 \varphi \frac{\partial z}{\partial y} + 2 \cos \rho \cos 2 \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial z}{\partial y} - \sin \rho \cos 2 \varphi \frac{\partial z}{\partial y} + 2 \cos \rho \sin 2 \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ + \sin \rho \sin 2 \varphi \frac{\partial z}{\partial x} + 2 \cos \rho \cos 2 \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= 0. \end{aligned}$$

Damit φ in beiden Gleichungen nur von einer Veränderlichen abhängig wird, vervielfältigt man die erste der Gleichungen mit $\cos 2\varphi$, die zweite mit $\sin 2\varphi$. Zählt man beide Gleichungen zusammen, so erhält man die erste und in entsprechender Weise die zweite der folgenden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial x} \cos 2 \varphi + \frac{\partial z}{\partial y} \sin 2 \varphi + \sin \rho \frac{\partial z}{\partial x} + 2 \cos \rho \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= 0 \\ - \frac{\partial z}{\partial x} \sin 2 \varphi + \frac{\partial z}{\partial y} \cos 2 \varphi - \sin \rho \frac{\partial z}{\partial y} + 2 \cos \rho \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \right\} 88.$$

Um den Spannungszustand für den gegebenen Fall zu bestimmen, bedenke man, daß die zwei Grenzflächen parallel zur x-Achse verlaufen. Die Hauptspannungen müssen die Winkel $\pm \left(\frac{\pi}{4} \pm \frac{\rho}{2} \right)$ in irgendeinem Punkte mit denselben bilden, da die Grenz-

¹ Hartmann: Über die Integration der Differentialgleichungen des ebenen Gleichgewichtszustandes für den allgemeinplastischen Körper (s. Nadai, Handbuch der Physik, VI).

flächen Gleitflächen darstellen; mit andern Worten, der Winkel φ , den die Spannungstrajektorie mit der x-Achse bildet, muß unabhängig von x, also ausschließlich eine Funktion von y sein.

Für diesen Fall, $\varphi = f(y)$, ergibt sich aus den Gleichungen 88

$$\left. \begin{aligned} Cy &= 2\varphi \sin \rho - \sin 2\varphi + C_2 \\ z \cos \rho &= \cos 2\varphi + Cx + C_1 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 89,$$

und die Spannungen erhalten die Werte

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= ce^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} (\cos 2\varphi + Cx + C_1)} (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) - c_1 \\ \sigma_y &= ce^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} (\cos 2\varphi + Cx + C_1)} (1 - \sin \rho \cos 2\varphi) - c_1 \\ \tau &= ce^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} (\cos 2\varphi + Cx + C_1)} \sin \rho \sin 2\varphi \end{aligned} \right\} 90.$$

Um die Konstanten zu bestimmen, ziehe man in Betracht, daß die Spannung am Stoß bei kohäsionslosem Medium gleich σ_a gesetzt worden ist. Besitzt das Medium Kohäsion, so wird σ_a durch diesen Wert dargestellt, solange der Widerstand des Ringausbaus geringer als die Kohäsion ist, weil dann die Grenze zwischen dem elastischen und dem plastischen Medium durch den Wert der Kohäsion bestimmt wird.

Man bedenke jedoch, daß der Widerstand am Stoß keine Konstante sein kann, sondern daß

Widerstand $= \sigma_a (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \cos 2\varphi}$
sein muß; somit müßte $C_1 = -Ca$ sein, und man erhält

$$\sigma_x = \sigma_a (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} [\cos 2\varphi + C(x-a)]}.$$

Zur Bestimmung des Wertes der Konstanten C sei daran erinnert, daß in den Gleichungen 89 die Mächtigkeit der Tonschicht nicht vorkommt, ein Umstand, der ahnen läßt, daß C eine Funktion von h sein wird. Da die erste der Gleichungen 89 eine der Gleichungen der Spannungstrajektorie darstellt, so kann man schließen, daß mit Hilfe der Spannungstrajektorien die Konstante C bestimmt werden kann. Wie bereits gesagt, stellt φ die Hauptdruckrichtung dar; es muß also folgende Beziehung gelten:

$$\frac{dy}{d\varphi} : \frac{dx}{d\varphi} = \text{tg } \varphi$$

$$\text{oder auch } \frac{dx}{d\varphi} = \frac{2(\sin \rho - \cos 2\varphi)}{\text{tg } \varphi} \cdot \frac{1}{C}.$$

Die Integration liefert

$$Cx = (\sin \rho - 1) \ln \sin^2 \varphi - 2 \cos^2 \varphi + \text{Konst.}$$

Eine der Spannungstrajektorien in Parameterdarstellung lautet somit:

$$\left. \begin{aligned} Cy &= 2\varphi \sin \rho - \sin 2\varphi + C_2 \\ Cx &= 2(\sin \rho - 1) \ln \sin \varphi - \cos 2\varphi + \text{Konst.} \end{aligned} \right\} \dots \dots 91.$$

Da nun die x-Achse eine Symmetrieachse ist, so muß, je nachdem die größere oder kleinere Hauptspannung mit der x-Achse übereinstimmt, für $y=0$ $\varphi = 0$ bzw. $\varphi = \frac{\pi}{2}$ sein, was aber nur dann möglich ist, wenn

$$C_2' = 0, \text{ bzw. } C_2'' = -\pi \sin \rho$$

ist.

Somit wird es notwendig sein, gleichzeitig die zwei Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} C'y &= 2\varphi \sin \rho - \sin 2\varphi \\ C''y &= (2\varphi - \pi) \sin \rho - \sin 2\varphi \end{aligned} \right\} \dots \dots 91a$$

in Betracht zu ziehen.

Um den Wert von C zu bestimmen, bedenke man, daß für $y = -h$ bzw. $y = +h$, d. h. an den Wänden, die Hauptspannung den Winkel $\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}\right)$ oder auch $-\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}\right)$ mit der x-Achse bilden muß. Läßt man den ersten Winkel $\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}\right)$ stetig wachsen, so muß er nach einer Drehung um $\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\rho}{2}\right)$ den Wert $\frac{\pi}{2}$ erreichen, womit bewiesen wäre, daß dieser Wert für $C_2'' = -\pi \sin \rho$ gilt, und man erhält

$$C'' = \frac{(\pi + 2\rho) \sin \rho + 2 \cos \rho}{2h}$$

Läßt man nun den zweiten Winkel $-\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}\right)$ stetig wachsen, so erhält man nach einer Drehung um $\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}\right)$ den Wert Null. Dieser Wert ist in die erste Gleichung einzusetzen, und man erhält

$$C' = \frac{(2\rho - \pi) \sin \rho + 2 \cos \rho}{2h}.$$

Damit wäre der Wert sämtlicher Konstanten bestimmt.

Um die zweite Spannungstrajektorie zu erhalten, muß die Beziehung

$$\frac{dy}{d\varphi} : \frac{dx}{d\varphi} = -\text{ctg } \varphi$$

gesetzt werden, oder

$$C \frac{dx}{d\varphi} = 2 \text{tg } \varphi (\sin \rho - \cos 2\varphi)$$

und nach erfolgter Integration

$$Cx = 2(1 + \sin \rho) \ln \cos \varphi - \cos 2\varphi + \text{Konst.}$$

Die Gleitlinien können bestimmt werden, wenn man

$$\frac{dy}{d\varphi} : \frac{dx}{d\varphi} = \text{tg} \left[\varphi \pm \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} \right) \right]$$

setzt. Da aber

$$\text{tg} \left[\frac{\pi}{4} + \varphi - \frac{\rho}{2} \right] = \frac{1 + \sin (2\varphi - \rho)}{\cos (2\varphi - \rho)}$$

ist, so erhält man

$$C \frac{dx}{d\varphi} = \frac{2(\sin \rho - \cos 2\varphi) \cos (2\varphi - \rho)}{1 + \sin (2\varphi - \rho)}.$$

Führt man die Multiplikation im Zähler aus und teilt durch den Nenner, so kommt man zu der Formel

$$C \frac{dx}{d\varphi} = -2 \cos \rho + 2 \sin 2\varphi.$$

Durch Integration erhält man

$$Cx = -2\varphi \cos \rho - \cos 2\varphi + \text{Konst.}$$

Für die andere Gleitlinie ergibt sich

$$Cx = 2\varphi \cos \rho - \cos 2\varphi + \text{Konst.}$$

Zusammenfassend würden die Spannungstrajektorien

und Gleitlinien für den Fall, daß die größere Hauptspannung den Winkel $\frac{\pi}{2}$ mit der x-Achse bildet, folgenden Gleichungen entsprechen:

$$\left. \begin{aligned} y_{1234} &= 2 \frac{(2\varphi - \pi) \sin \rho - \sin 2\varphi}{(\pi + 2\rho) \sin \rho + 2 \cos \rho} h \\ x_1 &= 2 \frac{(\sin \rho - 1) \ln \sin \varphi - \cos 2\varphi}{(\pi + 2\rho) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \\ x_2 &= 2 \frac{(\sin \rho + 1) \ln \cos \varphi - \cos 2\varphi}{(\pi + 2\rho) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \\ x_{34} &= 2 \frac{\mp 2\varphi \cos \rho - \cos 2\varphi}{(\pi + 2\rho) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \end{aligned} \right\} 92$$

und für den Fall, daß die größere Hauptspannung mit der x-Achse übereinstimmt

$$\left. \begin{aligned} y_{1234} &= 2 \frac{2\varphi \sin \rho - \sin 2\varphi}{(2\rho - \pi) \sin \rho + 2 \cos \rho} h \\ x_1 &= 2 \frac{(\sin \rho - 1) \ln \sin^2 \varphi - \cos 2\varphi}{(2\rho - \pi) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \\ x_2 &= 2 \frac{(1 + \sin \rho) \ln \cos \varphi - \cos 2\varphi}{(2\rho - \pi) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \\ x_{34} &= 2 \frac{\mp 2\varphi \cos \rho - \cos 2\varphi}{(2\rho - \pi) \sin \rho + 2 \cos \rho} h + \text{Konst.} \end{aligned} \right\} 92 a.$$

Die Indices 1 und 2 stellen Spannungstrajektorien und die Indices 3 und 4 Gleitlinien¹ dar. Die Gleichungen 92 haben Gültigkeit für die Werte

$$\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} < \varphi < \frac{3\pi}{4} + \frac{\rho}{2}$$

und die Gleichungen 92a gelten für die Werte

$$-\frac{\pi}{4} + \frac{\rho}{2} < \varphi < \frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}.$$

In Abb. 29 sind die Spannungstrajektorien (gestrichelt) und die Gleitlinien (voll ausgezogen) für den ersten Fall und in Abb. 30 für den zweiten Fall für $\rho = 30^\circ$ graphisch dargestellt.

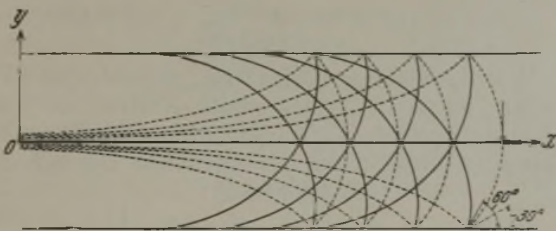


Abb. 29.

Um nun den für den Bergbau in Betracht kommenden Wert C_3 zu bestimmen, gehe man von folgender Überlegung aus. Da die Schicht horizontal liegt, muß die größere der Hauptspannungen senkrecht dazu verlaufen, also den Winkel $\frac{\pi}{2}$ mit der x-Achse bilden.

Wird nun ein Stollen in die Tonbank getrieben, so sinkt σ_x auf einen Mindestwert am Stoß selbst; zwangsläufig muß dann auch σ_y sinken, so daß sich eine teilweise entspannte Zone um den Stollen bildet, die im Hangenden und Liegenden innerhalb der durch Formel 51 gegebenen Ellipse sogar zu Ribbildungen führen kann.

¹ Diese Formeln sind von Nadai im Handbuch der Physik, Band VI veröffentlicht worden, jedoch enthalten sie leider mehrere Druckfehler.

Andererseits war aus den Formeln 53 zu ersehen, daß σ_η für $\eta = \frac{\pi}{2}$ den Höchstwert erreichte, der jetzt durch den Wert von σ_y bestimmt wird. Wenn also der Ton einen neuen Gleichgewichtszustand erreicht hat, so muß die größere Hauptspannung den Winkel $\frac{\pi}{2}$ mit der x-Achse bilden, wodurch bewiesen wäre, daß ausschließlich die Gleichungen 92 in Betracht kommen und die Spannungen folgende Form erhalten

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_a (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) \cdot e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \left[\cos 2\varphi + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{2} \frac{x-a}{h} \right]} \\ \sigma_y &= \sigma_a (1 - \sin \rho \cos 2\varphi) \cdot e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \left[\cos 2\varphi + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{2} \frac{x-a}{h} \right]} \\ \tau &= \sigma_a \sin \rho \sin 2\varphi \cdot e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \left[\cos 2\varphi + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{2} \frac{x-a}{h} \right]} \end{aligned} \right\} 93.$$

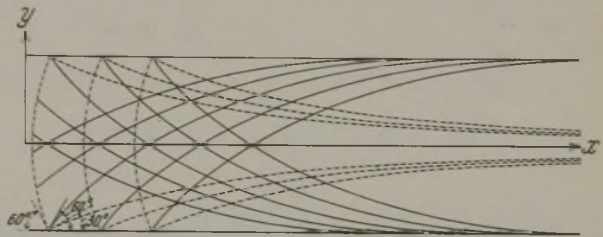


Abb. 30.

Um ein Bild über den Spannungszustand zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Spannung in zwei Faktoren zu zerlegen:

$$\sigma_x = \sigma_a (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \cos 2\varphi} \cdot e^{\frac{\text{tg } \varrho}{\cos \varrho} \left[\frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{2} \frac{x-a}{h} \right]}$$

Der erste Faktor hängt ausschließlich vom Winkel φ ab und somit von y , während der zweite eine Funktion von x ist. Setzt man $x=a$ so wird der zweite Faktor gleich eins, und die Spannungen erhalten für den ungünstigsten Fall, also $K=3$ oder $\rho = 19^\circ 30'$, folgende Werte:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_a (1 + 0,334 \cos 2\varphi) e^{0,376 \cos 2\varphi}, \\ \sigma_y &= \sigma_a (1 - 0,334 \cos 2\varphi) e^{0,376 \cos 2\varphi}, \\ \tau &= 0,334 \sigma_a \sin 2\varphi e^{0,376 \cos 2\varphi}. \end{aligned}$$

In Abb. 31 sind die Werte dieser Spannungen eingetragen (σ_x punktiert, τ gestrichelt und σ_y voll aus-

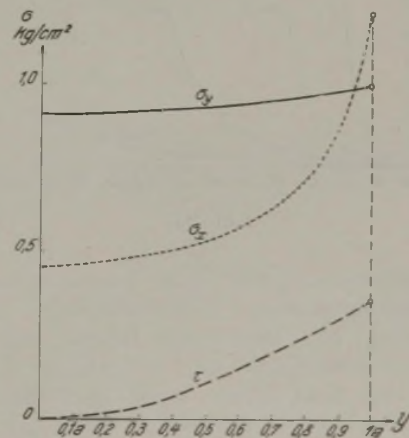


Abb. 31.

gezogen). Man sieht sofort, daß der Höchstwert sämtlicher Komponenten bei $y = a$ oder $\varphi = 35^\circ 15'$ zu finden ist.

Wie bereits gesagt, hängt die Fließzone von der Hauptspannungssumme ab. Diese lautet für $\mu = 0,35354, \left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$

$$\Sigma \sigma = 2 \sigma_a \cdot e^{0,59 \frac{x-a}{h} - 0,376}$$

In Abb. 32 sind die Werte der Hauptspannungssumme beim Grenzzustand für $a=h$ schaubildlich dargestellt.

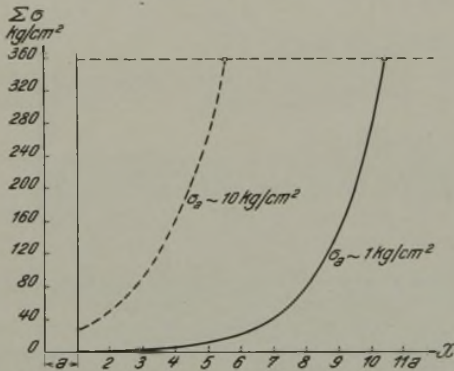


Abb. 32.

Bei 1000 m Teufe und $\gamma = 2,4$ hatte die ursprüngliche Hauptspannungssumme den Wert 360 kg/cm^2 , so daß sich die Fließzone (für den ungünstigsten Fall $\mu = 0,35354$, wobei $h=a$ gesetzt wurde) in der Tonbank bis zu einer Entfernung von nahezu $10,5 a$ erstreckt. Für $\sigma_a = 10 \text{ kg/cm}^2$ reicht sie bis zu rd. $5,5 a$, ein Umstand, der wiederum den Beweis liefert, daß der Widerstand am Stoß oder, was dasselbe ist, die dem Medium zugehörige Kohäsion von maßgebender Bedeutung ist. Andererseits übt aber auch die Mächtigkeit der Tonschicht einen großen Einfluß auf den Spannungszustand aus, da sie im Exponenten auftritt. In Abb. 33 sind die Spannungszustände für verschiedene Mächtigkeiten der Tonschicht schaubildlich wiedergegeben.

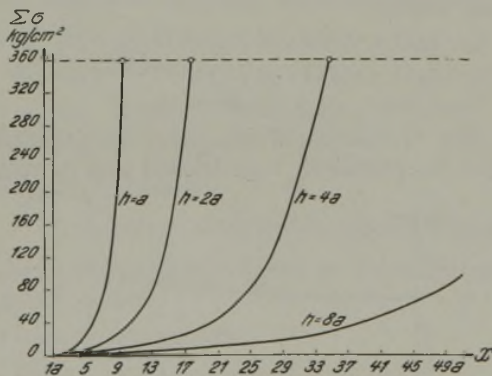


Abb. 33.

Man sieht sofort, daß für $h=8a$ die ursprüngliche Hauptspannungssumme außerhalb der Abbildung erreicht wird; dies liefert den Beweis, daß bei zunehmender Mächtigkeit der Tonschicht der Spannungszustand sich immer mehr dem des vorigen Kapitels nähert, bis er schließlich allein durch die im vorigen Abschnitt gefundenen Gesetze dargestellt

wird. In Abb. 34 sind die Werte der Hauptspannungen (σ_{\max} »oben« und σ_{\min} »unten«) für $\rho = 19^\circ 30'$ graphisch dargestellt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß auch die geringste Tonschicht einen maßgebenden Einfluß auf den Spannungszustand ausübt, weil sie infolge ihrer geringen Kohäsion und hohen Plastizität zunächst Entspannung an den Stößen verursacht, die eine teilweise entspannte Trompetersche Zone mit sich führt, so daß bei gleichem Wert der Poissonschen Konstanten die Zertrümmerungszone in First und Sohle viel größer als im rein elastischen Gebirge wird. Dieser Umstand erklärt den scheinbaren Widerspruch der Berechnungen bei mächtigen Kohlenflözen, die dünne Tonschichten enthalten. Die Zertrümmerungszone wird bei weitem größer, als diejenige, die durch Formel 51 bestimmt wird. In Abb. 28 ist die Zertrümmerungszone graphisch dargestellt.

Spannungszustand im gestörten Gebirge.

Der Spannungszustand im ungestörten Gebirge wird durch die Formel 1, welche die größte Hauptspannung darstellte, festgelegt. Im gestörten Gebirge kann die größte Hauptspannung in einem Punkte auch Funktion der Poissonschen Konstanten oder des Reibungskoeffizienten sein, wie aus folgender Überlegung hervorgeht.

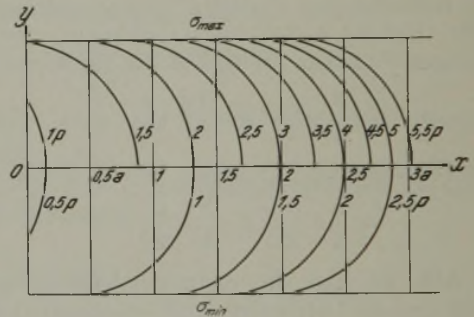


Abb. 34.

Spannungszustand bei waagrechter Oberfläche.

War das Gebirge horizontalen tektonischen Druckkräften ausgesetzt (tangente Kräfte), so konnte die ursprüngliche waagrechte Hauptspannung einen Wert p_h erreichen, der im elastischen Gebirge durch die Gleichung:

$$p_h = (m - 1) p_s$$

ausgedrückt werden kann, worin p_s die ursprüngliche senkrechte Hauptspannung bezeichnet. Für plastische Medien gilt dieselbe Formel, wenn man an Stelle von m K einsetzt (Formel 54). Die Gleichungen 10 und 28 können ebenfalls für diesen Fall unverändert angewendet werden, wenn man an Stelle von p den Wert p_h einsetzt. Selbstverständlich braucht p_h nicht eine streng horizontale Richtung zu besitzen, sondern kann je nach der Richtung der tektonischen Kräfte eine beliebige Neigung haben.

Die Druckverhältnisse um einen Hohlraum im elastischen Gebirge werden günstiger, weil die span-



Abb. 35.

nungsfreie Zone (s. Abb. 35) statt senkrecht auf dem Ausbau zu lasten, seitlich vom Gebirge getragen wird. In plastischen Medien ist die Wirkung ungünstiger, weil die Fließzone höhere Werte annimmt, da man mit höhern Spannungen zu rechnen hat, so daß für gleiche Bauzeiten höhere Drücke auf den Ausbau zu erwarten sind. Im geschichteten Gebirge können gewisse Schichten mit niedrigen Reibungskoeffizienten, wie z. B. Ton oder Kohle, die während der Wirkung der tektonischen Kräfte zum Fließen kamen, unter hohem Druck stehen, so daß beim Anfahren derselben besondere Vorsichtsmaßregeln getroffen werden müssen. War das Gebirge Torsionskräften unterworfen, so kann eine der horizontalen Hauptspannungen gleich Null sein, weil die Torsion bekanntlich Zugspannungen erzeugt, welche die ursprüngliche Druckspannung zum Verschwinden bringen können.

Wird eine Strecke normal zu der Hauptspannung aufgefahren, deren Wert gleich Null ist, so nimmt die zweite Gleichung der Gruppe 40 die Form:

$$\sigma_n = \frac{\sin 2 \xi_0 + 1 - e^{2 \xi_0} \cos 2 \eta}{\cos 2 \xi_0 - \cos 2 \eta}$$

an, d. h., die Zugkräfte in den Hauptscheiteln verschwinden nur, wenn $\xi_0 = 0$ ist, so daß sich die im Hangenden der Strecke auftretenden Brüche theoretisch bis ins Unendliche fortpflanzen müssen, ein Umstand, welcher die beim Anfahren einer Verwerfung beobachteten Schwierigkeiten erklärt.

Bei den angestellten Betrachtungen wurde die Oberfläche stets als waagrecht angenommen, weil in großen Tiefen ihre Neigung gegen die Horizontale vernachlässigt werden kann.

Spannungszustand bei geneigter Oberfläche.

In geringen Tiefen können im geschichteten Gebirge durch das Auffahren einer Strecke in tonigen Schichten besonders gefährliche Spannungen ausgelöst werden, wie aus folgender Überlegung hervorgeht.

Bezeichnet man mit σ_x die horizontale Spannung in der Tonschicht (s. Abb. 36), mit σ_y die senkrechte Spannung, mit h die Mächtigkeit der Tonschicht und mit y die senkrechte Entfernung zwischen der Oberfläche und einem Punkte in der Tonschicht, dessen Abszisse gleich x ist, wobei der Koordinatenursprung am Ausbiß des Tones gewählt wird, so kann der senkrecht auf die Tonschicht wirkende Druck durch die Gleichung

$$\sigma_y = \gamma y$$

gekennzeichnet werden.

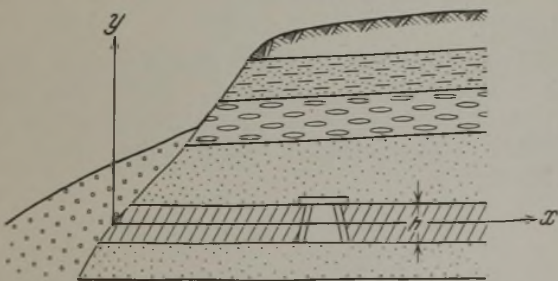


Abb. 36.

Da der Abhang durch Erosion der Schichten entstanden ist, stellte σ_y während der Ablagerung dieser Schichten die größere Hauptspannung in der Ton-

schicht dar, und somit war die kleinere Hauptspannung

$$\sigma_x = \frac{\gamma y}{K - 1}$$

Sobald nun die Tonschicht durch die Erosion freigelegt wurde, fing der Ton im Ausbiß an zu fließen, so daß der Spannungszustand in dieser Tonschicht grundlegend verändert wurde.

Zur Ermittlung der Gleichgewichtsbedingungen muß man den Wert von σ_y aus Gleichung 93 für $\varphi = \left(\frac{3\pi}{4} + \frac{\rho}{2}\right)$ entnehmen. Er lautet:

$$\sigma_y = \sigma_a \cos^2 \rho e^{tg^2 \varphi} \cdot e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x-a}{2h}}$$

Da nun der Koordinatenursprung am Ausbiß liegt, setze man für $x = 0$ $\sigma_y = \sigma_b$, und man erhält

$$\sigma_y = \sigma_b \cdot e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x}{2h}} \dots \dots \dots 94,$$

wobei σ_b die Belastung der Schutthalde darstellt, oder, wenn das Medium Kohäsion besitzt, die Summe beider Widerstände.

Man sieht, daß der Spannungszustand durch zwei Gleichungen bestimmt wird, und zwar durch

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1y} &= \gamma y \\ \sigma_{2y} &= \sigma_b \cdot e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x}{2h}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 95.$$

Um diese Zweideutigkeit zu beheben, stelle man folgende Überlegung an. Die erste Gleichung 95 wird durch die Böschung der Schutthalde und durch die Steilwand bestimmt, während die zweite von dem Spannungszustand in der Tonschicht abhängt. Solange $\sigma_{1y} < \sigma_{2y}$ ist, gilt die zweite Gleichung nicht, weil dann der Spannungszustand in der Tonschicht keinen Grenzzustand aufweist. Wird aber $\sigma_{1y} > \sigma_{2y}$, so vermag die Tonschicht diesen Druck nicht auszuhalten, und der Ton setzt sich nach dem Ausbiß zu in Bewegung. Die an der obren Sandsteinschicht entstehende Schubspannung verursacht eine nach auswärts gerichtete Kraft, deren Wert folgendermaßen bestimmt werden kann:

$$\text{Kraft} = tg \rho \sigma_b \int_0^x e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x}{2h}} dx$$

oder

$$F = \frac{2h \sigma_b}{(2\rho + \pi) tg \rho + 2} \left[e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x}{2h}} \right]_0^x \dots \dots \dots 96.$$

Diese Kraft ruft Zugspannungen in den im Hangenden der Tonschicht liegenden Sandschichten hervor, die durch die Formel

$$\sigma_{\text{Zug}} = \frac{2h \sigma_b}{y [(2\rho + \pi) tg \rho + 2]} \left[e^{tg \varphi [(2 \varphi + \pi) tg \varphi + 2] \frac{x}{2h}} \right]_0^x \dots \dots \dots 97$$

bestimmt werden.

Wird diese Spannung größer als die Zugfestigkeit des Gesteins, so entsteht im Hangenden ein Reiß, der den Spannungszustand grundsätzlich ändern muß, wie aus folgender Überlegung hervorgeht.

Die Formeln 93 sind nur dann gültig, wenn die Sandsteinbänke der erzeugten Schubspannung Widerstand leisten können. Wird die hangende Schicht mitgeschleppt, so verschwindet die Schubspannung an der obren Grenze der Tonschicht, und der Spannungszustand entspricht dem ursprünglichen Spannungszustand, der in der untern Hälfte der Tonschicht herrschte. Somit wird der neue Spannungszustand

durch die Formeln 93 dargestellt, wenn man nur die Werte von φ zwischen $\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2}$ und $\frac{\pi}{2}$ in Betracht zieht und für h den doppelten Wert nimmt. Man erhält unmittelbar

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_b (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) \cdot \frac{\operatorname{tg} \varrho}{e \cos \varrho} \left[\cos 2\varphi + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{4} \frac{x}{h} \right] \\ \sigma_y &= \sigma_b (1 - \sin \rho \cos 2\varphi) \cdot \frac{\operatorname{tg} \varrho}{e \cos \varrho} \left[\cos 2\varphi + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{4} \frac{x}{h} \right] \\ \tau &= \sigma_b \sin \rho \sin 2\varphi \cdot \frac{\operatorname{tg} \varrho}{e \cos \varrho} \left[\cos \varrho + \frac{(2\varrho + \pi) \sin \varrho + 2 \cos \varrho}{4} \frac{x}{h} \right] \end{aligned} \right\} 98.$$

Jetzt ist es auch möglich, σ_{3y} , d. h. den Wert der senkrechten Spannung an der oberen Grenze der Tonschicht nach erfolgtem Reiß der hangenden Schichten, zu bestimmen. Er lautet

$$\sigma_{3y} = \sigma_c e^{\operatorname{tg} \varrho [(2\varrho + \pi) \operatorname{tg} \varrho + 2] \frac{x}{4h}} \dots \dots \dots 99,$$

worin

$$\sigma_c = \sigma_b (1 + \sin \rho) e^{-\frac{\operatorname{tg} \varrho}{\cos \varrho}}$$

ist.

Bedenkt man jetzt, daß der Quotient der beiden Spannungen am Ausbiß

$$\frac{\sigma_b}{\sigma_c} = (1 - \sin \rho) e^{\frac{\sin \varrho}{1 - \sin \varrho}}$$

für Ton ($\mu = 0,35354$) sich wenig von der Einheit (1,1) unterscheidet, so kommt man zum Schluß, daß nach erfolgter Zerklüftung der hangenden Schichten die Oberfläche eine grundlegende Änderung erfahren muß, damit wieder Gleichgewicht eintritt.

In Abb. 37 sind für $\sigma_b \sim \sigma_c = 1 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 2$ und $h = 3 \text{ m}$ beide Gleichgewichtszustände schaubildlich wiedergegeben. A B C stellt die ursprüngliche Lage der Schutthalde und Steilwand dar, A D den ursprünglichen Spannungszustand des Tones und A E den Grenzzustand nach erfolgter Reißbildung. Man sieht sofort, daß der gestrichelte Teil abrutschen muß, damit die Zugspannungen im Hangenden verschwinden. Da die senkrechte Spannung in Meter Erde dargestellt wurde, so dürfte die Linie A E die natürliche Böschung der Oberfläche nach erfolgter Ruhe wiedergeben.

Entspringt oberhalb der Tonschicht eine Quelle, so sinkt die Kohäsion des Tones auf Bruchteile eines Kilogramms, so daß die Spannung am Ausbiß ausschließlich von der Mächtigkeit der Schutthalde abhängt.

Obige Überlegungen erklären die gewaltigen Berg-rutsche, die durch den Abbau an steilen Abhängen ver-

ursacht werden. Der Abbau zerklüftet die hangenden Schichten, so daß der Spannungszustand der Tonschichten eine grundlegende Veränderung erfährt und somit eine neue Böschung durch Erdrutsch geschaffen werden muß, damit die neuen Gleichgewichtsbedingungen erreicht werden. Sinngemäß lassen sich diese Überlegungen auch bei Erddämmen anwenden, wenn der Spannungszustand der hangenden Erdmassen durch die Rankineschen Formeln ausgedrückt wird, die man bekanntlich durch Einsetzen des Wertes

$$\sigma = \frac{\gamma}{\cos^2 \rho} [y (1 + \sin \rho \cos 2\varphi) - x \sin \rho \sin 2\varphi] \quad 100$$

in die Formeln 28 erhält (φ ist in diesem Falle eine Konstante, also unabhängig von x und y). Die Böschung des Erddammes ist eine logarithmische Kurve, die um so flacher sein muß, je geringer die Belastung am Fußdamm ($\sigma_b \sim \sigma_c$) und je kleiner der Wert des Reibungskoeffizienten der untersten Schicht wird.

Abb. 37 erklärt folgende beobachtete Tatsachen: 1. den niedrigen Böschungswinkel bei sumpfigem Untergrund, 2. die Zerstörung der Erddämme beim plötzlichen Entleeren eines Staubeckens, 3. die Unhaltbarkeit der Rankineschen Theorie bei Erddämmen mit veränderlichem Reibungskoeffizienten, 4. die gewaltigen Erdrutsche in Kohlenbergwerken, die nahe an einem Abhänge gebaut werden (z. B. Lebu in Chile), 5. die eigenartige Lage der Erdschollen nach einem Bergbruch und die niedrige Böschung nach erfolgter Ruhelage.

Schlußbetrachtungen.

Aus den vorstehenden Berechnungen geht hervor, daß die Schaffung eines Hohlraums im elastischen Gebirge bei Druckverhältnissen, die sich unterhalb der Elastizitätsgrenze befinden, eine eigenartige Veränderung des Spannungszustandes zur Folge hat. Diese ruft in bestimmten Zonen am Rande des Hohlraums beträchtliche Zugspannungen hervor, die das Gestein innerhalb einer bestimmten Grenze entspannen und die durch Beobachtung festgestellte spannungslose oder spannungsarme Zone schaffen.

Die elliptische, spannungslose Zone ist unabhängig von der Tiefe und der Form des in Betracht kommenden Hohlraumes, weil ihre Abmessungen ausschließlich von der Breite des Hohlraums und von der Poissonschen Konstante bestimmt werden. Bezeichnet man mit m die Poissonsche Konstante und mit b die Breite des Hohlraums, so wird die spannungslose Zone durch die Gleichung

$$\frac{4x^2}{(m-2)^2 b^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

festgelegt.

Die Spannungen in den Hauptscheiteln dieser Ellipse verschwinden vollständig; dafür aber haben die Druckspannungen an den Nebenscheiteln den höchsten vorkommenden Wert, der durch die Gleichung

$$\sigma_{1 \max} = \frac{m^2}{(m-2)(m-1)} p$$

ausgedrückt wird, worin p die größere ursprüngliche Hauptspannung darstellt.

In plastischen Medien entsteht durch die Schaffung des Hohlraums eine spannungsarme Zone, deren Radius von den Abmessungen und der Tiefe des Hohlraums sowie von dem Wert des Reibungskoeffizienten,

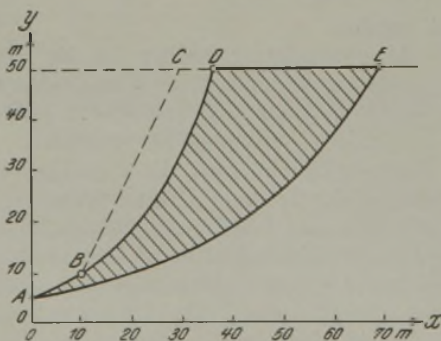


Abb. 37.

dem spezifischen Gewicht und dem Druck auf die Tunnelwandung abhängt.

Bei niedrigeren Werten des Reibungskoeffizienten ist der Druck auf die Tunnelwandung von der Tiefe des Hohlraums abhängig; sein Wert sinkt aber, wenn genügend Material in den Hohlraum geflossen ist, auf einen geringen Bruchteil des ursprünglichen Wertes und schwankt für die in der Praxis in Betracht kommenden Tiefen zwischen 2 und 5 kg/cm². Diese Zahlen setzen voraus, daß dem Medium Gelegenheit geboten wird, den eigenartigen Spannungszustand zu erreichen, der die Gewölbebildung gestattet, was nur dann möglich ist, wenn eine bestimmte Menge des umgebenden Mittels in den Hohlraum geflossen ist und somit die notwendige Entspannung des Gebirges eingetreten ist.

Der Verfasser konnte die Beobachtung machen, daß bei druckhaftem Gebirge der Druck anfänglich groß genug sein kann, um starke Tunnelwandungen zu zerstören, daß aber dieselbe mit Rissen durchsetzte Tunnelwandung, sobald die Gewölbebildung im Medium eingetreten ist und die Feuchtigkeit des Tones den dem Drucke entsprechenden Grad erreicht hat, dem Gebirgsdruck zu widerstehen vermag, ein Beweis, daß sich endgültig nur ein geringer Druck auf die Tunnelwandung einstellt.

Bei geschichtetem Gebirge entsteht ebenfalls eine spannungsarme Zone, deren Abmessungen von der Mächtigkeit der angeschnittenen Tonschicht, dem Reibungskoeffizienten des Tones und dem Druck auf die Tunnelwandung abhängen.

Bei geringen Tiefen und geneigtem Gelände vermag die Schaffung des Hohlraums grundlegende Veränderungen im Spannungszustand des geschichteten Gebirges hervorzurufen, welche gewaltige Bergrutsche zur Folge haben können und die niedrige Neigung der natürlichen Böschung nach erfolgter Ruhe erklären.

Der eigenartige Spannungszustand des geschichteten Gebirges bei geneigter Oberfläche erklärt die bei Erddämmen beobachteten Schwierigkeiten und erlaubt, Schlüsse für den Bau von Erddämmen zu ziehen.

Zusammenfassung.

Unter der Voraussetzung, daß in einem isotropen, homogenen und elastischen Medium die Dehnungen verhältnismäßig den Spannungen sind und in einem homogenen plastischen Medium der Höchstwert der Schubspannung durch das Produkt aus Reibungszahl und Normalspannung bestimmt wird, ist eine mathematische Theorie des Gebirgsdrucks aufgestellt worden, mit deren Hilfe sich die spannungslose Zone im elastischen und die spannungsarme Zone im plastischen Medium, die bei Schaffung eines Hohlraums um denselben entstehen, erklären und beweisen lassen.

Im geschichteten Gebirge werden unter denselben Voraussetzungen das Vorhandensein einer spannungsarmen Zone um einen Hohlraum sowie die Abhängigkeit der Oberflächenneigung vom Spannungszustand der Schichten mit niedrigen Reibungszahlen erörtert und nachgewiesen.

Die technische Gemeinschaftsarbeit im deutschen Metallerzbergbau und ihre praktischen Ergebnisse¹.

Von Bergassessor F. Seume, Goslar.

Zum Verständnis der Entwicklung des Deutschen Metallerzbergbaues muß man sich vergegenwärtigen, daß die Metallpreise in Deutschland andern Gesetzen unterliegen als die Preise anderer Bergwerkserzeugnisse und als die Metallpreise in andern Ländern. Sie sind bei uns in keiner Weise geschützt und nicht vom deutschen, sondern vom »internationalen« Markt abhängig. Die Metallpreisgestaltung und dementsprechend auch die Metallerzeugung und der Metallhandel tragen in vielen Ländern vorwiegend spekulativen Charakter. Überproduktion und Börsenspiel im Ausland hatten im Jahre 1929 einen scharfen Rückschlag der Metallpreise zur Folge. Der Metallweltmarkt machte einen tiefgreifenden Strukturwandel durch. Die Preise der drei Hauptmetalle, Blei, Zink und Kupfer, die Anfang 1929 noch im Mittel rd. 130 % des Vorkriegspreises (1913) betragen, sanken von da an ständig bis 1932 auf etwa 40 % des Preises von 1913. Dieser verhängnisvolle Preisrückgang hatte zur Folge, daß überall in der Welt sehr viele Metallerzgruben eingestellt wurden. Der deutsche Metallerzbergbau geriet dadurch in eine besonders schwierige Lage, daß sich der internationale Preissturz in einem solchen Schrittmaß und Ausmaß vollzog, daß ein Nachkommen mit den Erzeugungskosten durch verbesserte und verbilligte Produktionsmittel unmöglich war². Es wurden daher auch im deutschen Metall-

erzbergbau zahlreiche Gruben eingestellt. Im Bleizinkerzbergbau ging die Zahl der beschäftigten Personen 1932 auf 40 % derjenigen von 1928 zurück. In Betrieb blieben nur sehr wenige der besten Gruben und auch diese nur unter schweren Opfern und mit staatlicher Unterstützung.

Heute liegen die Metallpreise nur wenig über denen des Tiefstandes; sie haben die frühere Höhe lange nicht wieder erreicht und werden sie auch nicht wieder erreichen können. Das Reich zahlt bekanntlich den Metallerzbergwerken Prämien zum Ausgleich zwischen Selbstkosten und Erlösen und darüber hinaus Anlagezuschüsse für den Wiederaufbau der heruntergekommenen Werke. Es wird eine Ordnung des deutschen Marktes angestrebt, wobei man unter anderm auch die Einführung eines deutschen Preises erwägt, wie er bei der Steinkohle, dem Eisen und andern deutschen Erzeugnissen längst besteht.

Durch diese Umstände ist die technische Entwicklung lange Zeit sehr gehemmt gewesen, und Gemeinschaftsarbeit hat nur in geringem Umfang stattgefunden. Träger dieser Arbeit ist die Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute (GDMB) zusammen mit der Fachgruppe Metallerzbergbau.

Wenn man absieht von Aufgaben allgemeiner Art, die mehr oder weniger im ganzen Bergbau gleich sind, so besteht die dem Metallerzbergbau gestellte besondere Aufgabe im wesentlichen darin, mehr Metall zu erzeugen. Hiermit befassen sich auch in erster Linie meine Ausführungen. Die Durchführung dieser Auf-

¹ Vortrag, gehalten für die Fachgruppe Metallerzbergbau in Essen am 8. Februar 1938 in der ersten Sitzung des Technischen Ausschusses der Wirtschaftsgruppe Bergbau; vgl. Glückauf 74 (1938) S. 183.

² Vgl. L ö b, Vierjahresplan 2 (1938) S. 4.

gabe erfolgt in der Hauptsache auf 3 Wegen, nämlich durch 1. Verbreiterung der Erzbasis, 2. Steigerung der Erzeugung, 3. Verringerung der Metallverluste.

Diesen Aufgaben entspricht die Gliederung der Gemeinschaftsarbeit. Es bestehen vier Arbeitskreise, nämlich für Erzlagerstätten, Geophysik, Erzbergbau und Erzaufbereitung. Die beiden erstgenannten sind auf zwei verschiedenen Wegen auf das gleiche Ziel angesetzt: Sie sollen die bergmännische Aufschließung neuer Erzmittel erleichtern helfen. Im Arbeitskreis für Erzbergbau werden Aufgaben auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Wirtschaft vorwiegend in einzelnen Untergruppen bearbeitet, die je nach den vorliegenden Aufgaben zusammentreten; die gegenwärtige Arbeit liegt im wesentlichen auf dem Gebiet der Untersuchung und Abstellung der Abbauverluste, der Abbaufverfahren für mächtige Lagerstätten, der Begriffsbestimmung (und Übersetzung) von Fachausdrücken sowie der Betriebswirtschaft und Statistik. Der Arbeitskreis für Erzaufbereitung bearbeitet nach den gleichen Gesichtspunkten die Feststellung und Verminderung der Metallverluste bei der Erzaufbereitung, Untersuchungen über den günstigsten Anreicherungsgrad von Aufbereitungserzeugnissen, Fragen der Schlammeiche, Siebnormen und Begriffsbestimmungen.

Die bisherigen Ergebnisse und der gegenwärtige Stand der Gemeinschaftsarbeit werden im folgenden behandelt.

Verbreiterung der Erzbasis.

Ein im Jahre 1933 gebildeter Fachausschuß für bergmännische und geologische Arbeiten hat Untersuchungen über die Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Erzlagerstätten angestellt und mit einer Reihe von Aufsätzen in einem Sonderheft »Deutscher Erzbergbau« zum Abschluß gebracht. Die Berichte geben eine annähernd vollständige Übersicht über alle Maßnahmen, die zur Wiederbelebung des deutschen Erzbergbaues getroffen worden sind. Eine sehr große Zahl von Erzvorkommen, deren Einzelaufzählung hier zu weit führen würde, hat man nach mehr oder weniger langem Betriebsstillstand wieder in Förderung oder in Untersuchung genommen. Der genannte Ausschuß ist inzwischen, da sein Arbeitsgebiet zu umfangreich war, abgelöst worden durch die eingangs erwähnten Fachkreise für Erzlagerstätten und Erzbergbau. Dem erstgenannten liegt die Aufgabe ob, die Gesetzmäßigkeiten von Erzgängen zu bearbeiten. Es sollen für das Ausrichten von Erzgängen allgemeine Grundsätze aufgestellt werden, fußend auf bekannten und noch zu ermittelnden Gesetzmäßigkeiten der Erzausscheidung, wobei auch der Einfluß des Nebengesteins und der Tektonik zu berücksichtigen ist.

Bei der Unbeständigkeit der Erzführung auf Lagerstätten der Nichteisenmetalle hat die Geophysik von ihrem Anbeginn an für das Aufsuchen neuer Erzmittel eine große Rolle gespielt. Die Erfolge, die sie auf ausländischen Lagerstätten erzielt hat, veranlaßte den deutschen Erzbergbau schon früh zu Versuchen damit. Im Harz haben die Versuche kurz nach dem Kriege (1922) begonnen und sind seitdem ohne größere Unterbrechungen fortgesetzt worden. Die Erfolge sind bislang allerdings meist gering gewesen. Der Grund liegt darin, daß die geophysikalischen Verfahren den

schwierigen Verhältnissen des Gebirges zur Zeit noch nicht gewachsen sind, daß im besondern die richtige Deutung der Anzeigen noch Schwierigkeiten bereitet und daß die Fehlerquellen und -grenzen noch zu wenig bekannt sind. Gerade aus diesen Gründen werden aber die Versuche fortgesetzt, im Harz wie auch andernorts. Es besteht die Hoffnung, daß es gelingt, mit Hilfe der Geophysik das Auffinden neuer Erzmittel zu erleichtern und das Wagnis von Untersuchungsarbeiten zu verringern.

Bergmännische Untersuchungsarbeiten sind seit 1933 in immer größer werdendem Umfange im Gange. Abgesehen davon, daß die in Betrieb befindlichen Werke diese früher vernachlässigte Tätigkeit in großzügiger Weise wieder aufgenommen haben, bestehen gegenwärtig mehr als 20 reine Untersuchungsbetriebe.

In einigen Fällen sind bereits sehr erfreuliche Ergebnisse erzielt worden. Das Bleizinkervorkommen der Gewerkschaft Stein V in Hüls bei Recklinghausen hat sich als sehr wertvolle Lagerstätte erwiesen; es sind dort bereits ansehnliche Erzvorräte aufgeschlossen worden; die regelmäßige Förderung hat bereits begonnen. Die Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau hat in langwieriger planmäßiger Untersuchungsarbeit eine bauwürdige Fortsetzung des Mansfelder Kupferschiefers in Kurhessen bei Richelsdorf und Sontra aufgeschlossen; die Vorarbeiten für die Inbetriebnahme sind im Gange. Am Riesengebirge werden bei Haasel von der Berg- und Hütten AG. (Buhag) umfangreiche Aufschlußarbeiten in einem Kupfermergelvorkommen durchgeführt, die zu den besten Hoffnungen berechtigen. Der Bergbau am Schauinsland im Schwarzwald, der bereits als erloschen galt, wurde durch die Stolberger Gesellschaft zu neuem Leben erweckt. Daneben sind an zahlreichen andern Stellen gute Aufschlüsse gemacht worden oder Schürfarbeiten im Gange, z. B. in dem alten Bergbaugebiet des sächsischen Erzgebirges.

Der Kreis der abbaufähigen Metallerzlagerstätten ist bereits angewachsen und dürfte noch größer werden, nicht nur durch den Zwang, Metalle um jeden Preis zu erzeugen, sondern auch durch die Fortschritte der Technik. Neue leistungsfähige Abbaufverfahren, die große Massen zu bewältigen imstande sind, erlauben den Abbau auch armer Erze mit mäßigen Kosten. Außerdem gestattet das zu hoher Vollkommenheit entwickelte Schaumschwimmverfahren die Verarbeitung armer Erze mit niedrigen Kosten und hohem Metallausbringen. Somit bestehen durchaus gute Aussichten für den Erfolg bergmännischer Untersuchungsarbeiten.

Steigerung der Erzeugung.

Der einleitend gekennzeichnete Tiefstand des deutschen Metallerzbergbaus kann als überwunden gelten. Die Bleizinkertzförderung, die 1932 auf 63% der Förderung von 1928 gefallen war, hat im vergangenen Jahre 118% der Förderung von 1928 erreicht. Im Kupfererzbergbau wies die Roherzförderung im vorigen Jahre 124% des Standes von 1928 auf. Die Anzahl der beschäftigten Personen ist im Bleizinkertzbergbau von 40% (1932) wieder auf 118% (1937) des Standes von 1928 gestiegen. Insgesamt arbeiten im Metallerzbergbau zur Zeit rd. 25000 Gefolgschaftsmitglieder.

Die Förderung hat sich im Vergleich zu dem Tiefstand von 1928 beträchtlich erhöht. Die wenigen Gruben, welche die Zeit der Depression durchgehalten

hatten, haben ihre Förderung sehr erheblich gesteigert, und zwar sowohl durch stärkere Belegung als auch durch Erhöhung der Leistung. Außerdem ist eine große Zahl von stillgelegten Gruben wieder aufgemacht worden; sie stehen zum Teil schon jetzt in voller Förderung und sind im übrigen noch in der Entwicklung, so daß mit einer weitem Erhöhung der Fördermenge gerechnet werden kann.

Im Untertagebetrieb geht das Bestreben dahin, billigere und leistungsfähigere Abbaufverfahren zu entwickeln, im besondern durch Ausnutzung der Schwerkraft und Vereinfachung der Ladearbeit. In Verbindung hiermit wird gleichzeitig auf eine stärkere Zusammenfassung des Abbaus hingearbeitet. Dadurch werden solche Erze gewinnbar, die nach den alten Verfahren unbaufähig waren. So hat die Gewerkschaft Mechernicher Werke in einem Bruchfeld des Tiefbaubetriebes ein neues Abbaufverfahren entwickelt, das als »Zapfbetrieb« bezeichnet wird; es werden dort ansehnliche und wertvolle Erzmengen unter Verwendung von Förderbändern sehr billig gewonnen, und zwar Erze, die man früher bereits verloren gegeben hatte. Am Rammelsberg, wo die Fördermenge auf das 4–5fache der Vorkriegsmenge gesteigert wird, ist ein dort entwickeltes neues Abbaufverfahren eingeführt worden, der sogenannte »Fließbau«; dabei hat man ebenfalls durch Ausnutzung der Schwerkraft, aber ohne Anwendung mechanischer Fördermittel im Abbau eine Verdopplung der Hauerleistung und eine stärkere Betriebszusammenfassung erreicht. Beide Abbaufverfahren sind verschiedentlich beschrieben worden¹.

Die Versuche zur Einführung des Magazinbaus im Eisenerzbergbau werden vom Metallerzbergbau mit großer Aufmerksamkeit verfolgt, und es findet zwischen beiden ein reger Gedankenaustausch, hauptsächlich in abbautechnischen Fragen, statt. Im Firstenstoßbau herrscht das Bestreben, die Rollenabstände kürzer zu wählen, um die Belegung verstärken und die Schwerkraft — durch Trichterbildung über den Rollen — ausnutzen zu können. Über die Fragen der Abbaumethoden ist unter den Werken ein lebhafter Erfahrungsaustausch im Gange, und der Bergbauausschuß bearbeitet im besondern Abbaufverfahren für mächtige Lagerstätten, augenblicklich vorwiegend gemeinsam mit der Gewerkschaft Stein V.

Mechanische Fördermittel im Abbau sind nicht sehr verbreitet. Mit Schüttelrutschen, Schrappern und Bändern hat man zwar wiederholt Versuche angestellt, sie haben sich aber im allgemeinen nicht durchzusetzen vermocht, weil in der Regel die Mengen zu gering sind und außerdem der Verschleiß bei hartem Erz zu groß ist. Gleichwohl sind in neuster Zeit einige Schüttelrutschen- und Bandanlagen dort eingeführt worden, wo es durch Zusammenfassung größere Mengen zu bewältigen galt. Der Mechernicher Tagebau hat in der Erzgewinnung die Schrapper durch Bagger ersetzt.

Im Bohrbetrieb ist die Entwicklung vom handbedienten leichten Hammer zum schweren Hammer mit Bohrsäule und Vorschubschlitten gegangen. Gleichzeitig setzt sich das Bohren mit Wasserspülung durch den Bohrer immer mehr durch, und zwar nicht allein wegen des Wegfalls der Staubbelästigung und der Verringerung der Silikosegefahr, sondern auch

deshalb, weil bei guter und schneller Bohrstaubbeseitigung die Bohrleistungen steigen. Wo noch Handbohren in Gebrauch war, wird das maschinenmäßige Bohren eingeführt. Zahlreiche Versuche mit Hartmetallkronen beim schlagenden Bohren haben zwar bessere, aber noch keine befriedigenden Ergebnisse gebracht.

Die Fördereinrichtungen sind vielfach verbessert worden, im besondern wird die Hand- und Pferdeförderung immer mehr durch Lokomotivförderung ersetzt. Wo die Umstände es erlauben, hat man Diesel-Lokomotivförderung eingeführt. In einigen Fällen ist der Rauminhalt der Förderwagen vergrößert worden. Die Ausrüstung der Förderwagen mit Kegelrollenlagern breitet sich immer mehr aus.

Zur Verbesserung der Vortriebsleistungen beim Streckenauffahren sind versuchsweise Druckschaufellader eingesetzt worden.

Kunstharzpreßstoffe als Ersatz für Lagermetalle haben sich bei Lagern, die keiner nennenswerten Erwärmung unterliegen, sehr gut bewährt. Dazu gehören Walzwerke, Schüttelaufgaben, Mühlen, Trommelzapfen und Transmissionen. In einem Fall hat man an den Bremschaspeln luftgekühlte Bremsscheiben gewählt, die sich im Laufe von 7 Jahren als brauchbar erwiesen haben. In einem tonnlägigen Schacht sind Abteufpumpen mit schräggelagerter Welle eingebaut worden, die trotz anfänglicher Schwierigkeiten in ununterbrochenem Lauf fast 2 Jahre einwandfrei arbeiten. Zum Hartmachen hoher Stöße verwendet man mit Erfolg Rohre aus Leichtmetall an Stelle der sonst gebräuchlichen eisernen Stangen.

Verringerung der Metallverluste.

Da die größten Metallverluste, wie sich immer mehr zeigt, bei der naßmechanischen Aufbereitung entstehen, setzt sich das Schwimmverfahren, das mit sehr viel geringerem Verlust und dazu billiger arbeitet, immer mehr durch. Während in den ersten Jahren nach dem Kriege die Flotation in allen Aufbereitungen nur zur Verarbeitung der feinsten Sande und Schlämme diente, geht das Streben heute immer mehr dahin, die Allflotation einzuführen. Mehrere neue große Aufbereitungsanlagen arbeiten bereits ausschließlich nach dem Schwimmverfahren. Bei andern ist die Entwicklung in dieser Richtung noch im Gange. Die entscheidende Verbreitung hat die Flotation in Deutschland erst gefunden, seit sie aufgehört hat, ein Geheimnis im Besitz weniger zu sein. Das Studium des ausländischen, hauptsächlich des amerikanischen Schrifttums und die Beschäftigung mit Versuchen im Laboratorium und im Betriebe sowie ein reger Erfahrungsaustausch haben die Flotation, namentlich die Reagenzien, ihrer Geheimnisse entkleidet und gleichzeitig entscheidend verbessert. Die Trennschärfe ist größer, das Verfahren billiger geworden, und das Metallausbringen hat sich so erhöht, daß bei der Flotation nur noch ganz geringe Verluste entstehen. Das Schwimmverfahren ist also ein sehr wirksames Mittel zur Verringerung der immer noch sehr hohen Metallverluste in der Aufbereitung, und es sind daher umfangreiche Arbeiten in dieser Richtung auch jetzt noch im Gange. Außerdem sind durch das Schwimmverfahren in vielen Fällen alte Halden und Schlämme, hauptsächlich Abgänge der naßmechanischen Aufbereitung aus früherer Zeit, wieder verwertbar geworden, wodurch sich die Metalldecke vergrößert

¹ Met. u. Erz 34 (1937) S. 97; Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 83 (1935) S. B35; Met. u. Erz 34 (1937) S. 277.

hat. Neu eingeführt wurde die Schwimmaufbereitung für Zinn-Wolframerz und oxydisches Wismuterz. Mehrere Versuchsanlagen prüfen die Flotierbarkeit von armen Kupfererzen. Im allgemeinen eignet sich die Flotation bisher ausschließlich für sulfidische und nur selten für oxydische Erze. Für die letztern wird vielfach das Wälzverfahren herangezogen; auch die Verbindung von Flotation und Wälzverfahren bringt bei schwierigen Erzen ein recht gutes Metallausbringen mit sich.

Mit Untersuchungen über den günstigsten Anreicherungsgrad von Aufbereitungserzeugnissen ist der bereits erwähnte Aufbereitungsausschuß beauftragt worden. Ein Unterausschuß zur Bearbeitung der Fragen der Schlamnteiche und Schlammhalden beschäftigt sich damit, Richtlinien für den Bau und Betrieb von Schlammabsitzbecken aufzustellen. Ein seit mehreren Jahren bestehender Unterausschuß für Siebnormung hat die »Bezeichnung von Siebweben und Siebkornklassen« bearbeitet und hierüber eine Mitteilung veröffentlicht¹, die s. Z. für alle damals der GDMB angeschlossenen Werke als allein maßgebend bezeichnet worden ist. Er hat außerdem mit dem deutschen Normenausschuß gemeinschaftlich Siebnormen geschaffen.

Begriffsbestimmungen in der Erzaufbereitung werden von einem Unterausschuß des Erzaufbereitungsausschusses der GDMB seit Jahren bearbeitet. Er hat neue Formeln entwickelt für Gewichte und Metallgehalte, Reinerzgehalte, Gewichtsausbringen, Konzentrations- und Einengungsverhältnis, Metallausbringen, Bergeausbringen und Trennungsgrad². Ferner hat man die Herdbezeichnungen vereinheitlicht und einen Leistungsgrad für die Aufbereitungsvorgänge festgelegt³. Weiterhin sind Kennbilder für Maschinen und

¹ Met. u. Erz 28 (1931) S. 394.

² Met. u. Erz 25 (1928) S. 77.

³ Met. u. Erz 27 (1930) S. 637.

Geräte in der Zerkleinerung, Klassierung, Sortierung usw. entworfen und den Mitgliedern der GDMB zur einheitlichen Anwendung empfohlen worden¹.

Im Grubenbetrieb zwingt die Metallknappheit zur Vermeidung von Abbauverlusten. Man nimmt deshalb eher höhere Gewinnungskosten als größere Erzverluste in Kauf. Die in Gebrauch stehenden Abbaufverfahren arbeiten durchweg ohne nennenswerten Abbauverlust, und neue Verfahren gelten nur unter dieser Bedingung als gut.

Zusammenfassung.

Die Gemeinschaftsarbeit im Metallergbergbau, die in frühern Jahren mit vorbereitenden Arbeiten kleinern Umfangs eingesetzt hat, wird neuerdings planmäßig und auf breiter Front betrieben. Dabei werden nicht nur eigene Erfahrungen ausgetauscht, sondern auch ausländische Forschungsergebnisse nutzbar gemacht. Der ausländische hat den deutschen Metallergbergbau, der früher führend gewesen war, während des Krieges und in der Niedergangszeit nach dem Kriege überflügelt, und zwar nicht nur durch bessere Lagerstätten, sondern auch durch vorbildliche Gemeinschaftsarbeit, besonders bei der Entwicklung neuer Abbaufverfahren und auf dem Gebiete der Flotation. Wenn auch sehr vieles auf die deutschen Verhältnisse nicht übertragbar ist, so bleibt doch noch genug des Studiums wert. Inzwischen hat aber der deutsche Metallergbergbau seine arteigene Aufgabe erkannt und die Wege zu ihrer Lösung beschritten. Von hervorragender Bedeutung ist der Umstand, daß die Verbesserung der Technik nicht nur den in Betrieb befindlichen Werken zugute kommt, sondern gleichzeitig neue Lagerstätten abbaufähig machen kann, die nach der alten Technik unbauwürdig waren. Dadurch kann die heimische Erzgrundlage verbreitert werden.

¹ Met. u. Erz 29 (1932) S. 437.

U M S C H A U

Verbessertes Verfahren einer Kohlenvorratsberechnung.

Von Dr. H. Falke, Aachen.

Als Mitarbeiter von Professor Hahne habe ich mich in letzter Zeit am Geologischen Institut der Technischen Hochschule Aachen mit einer Neuaufstellung der im Aachener Bezirk vorhandenen Kohlenvorräte befaßt. Eine solche Schätzung ist besonders dringlich, weil sich die aus der etwa 25 Jahre zurückliegenden Berechnung ermittelte Zahl nach den Ergebnissen der inzwischen erfolgten Aufschlüsse und Untersuchungsarbeiten als überholt erwiesen hat und die heutigen wirtschaftlichen Verhältnisse unbedingt eine genauere Kenntnis der Vorräte erheischen. Zu diesem praktischen Zweck muß man eine neue Berechnung so durchführen, daß sie möglichst der Wirklichkeit entsprechende Werte liefert, was aber eine Verbesserung bzw. einen weitem Ausbau der bisher angewandten Verfahren voraussetzt.

Die Grundlage der Vorratsberechnungen bildeten die an dem genannten Institut seit langem planmäßig durchgeführten Untersuchungen über das Verhalten der einzelnen Flöze im Aachener Steinkohlengebirge. Ausgehend von den Aufschlüssen in den im Abbau befindlichen Feldern der einzelnen Zechen gelang es, auch in den unverritzten Feldern das Verhalten der Flöze aufzuklären und anzu-

geben, ob und wo sie kohlenmächtiger oder kohlenärmer, bergreicher oder bergärmer werden. Die auf diese Weise gewonnenen Unterlagen, deren Richtigkeit sich schon beim Auffahren neuer Strecken bestätigt und damit den Beweis für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens erbracht hat, sind auch für die nachfolgende Kohlenvorratsberechnung von größtem Wert gewesen. Mit ihrer Hilfe ließ sich das übliche Verfahren, wonach man den mittlern Wert eines einzigen Flözes annimmt oder die Kohlenmächtigkeiten einer bestimmten Flözgruppe zusammenfaßt, vermeiden und damit fehlerhafte Schätzungen der tatsächlich vorhandenen Kohlenmenge weitgehend ausschließen. Nach dem frühern Vorgehen müssen solche Fehler eintreten, weil die Kohlenmächtigkeit vieler Flöze, besonders im Aachener Bezirk, derartigen Schwankungen unterliegt, daß sich die Kohlenmenge eines Flözes häufig noch nicht einmal durch einen mittlern Wert richtig erfassen läßt. Dies bewies die Kohlenvorratsberechnung einiger im Abbau befindlicher Flöze im Vergleich mit den geförderten Mengen: Die Rechnung ergab meist viel zu hohe Werte, was die Unzulänglichkeit dieses Verfahrens bestätigt. Die Fehler müssen aber noch größer werden, wenn die Kohlenmächtigkeit des Flözes unter die Grenze der Bauwürdigkeit sinkt, ein Umstand, den man in manchen Feldern häufig beobachtet. (Hierbei ist selbstverständlich zu berücksichtigen, daß die Grenze der Bauwürdigkeit bei den

einzelnen Zechen je nach den wirtschaftlichen und betriebstechnischen Verhältnissen verschieden ist.) Durch genaue Prüfung des Verhaltens der Flöze konnten wir diese Gebiete festlegen und sie jeweils entsprechend berücksichtigen. Die Berechnung führten wir, soweit möglich, nach Streifen annähernd gleicher Kohlenmächtigkeit durch, womit sich zwangsläufig die Notwendigkeit ergab, die zu berechnende Fläche in viele kleinere Abschnitte einzuteilen. Mithin konnten die tektonischen Elemente (Störungen usw.) nicht immer, wie sonst vielfach üblich, als Grenzlinien dienen, wenn man sie auch andererseits für die gesamte Kohlenvorratsberechnung zuweilen als sehr verlustbringend berücksichtigen muß. Dazu treten noch Sicherheitspfeiler zum Deckgebirge, Schachtsicherheitspfeiler, Störungszonen, Gebirgsdruck, Wasserzuflüsse usw., welche die Kohlegewinnung erschweren bzw. unmöglich machen und damit die Menge der gewinnbaren Vorräte vermindern. Wie stark sich diese Umstände auswirken, hängt von der betriebstechnischen Vollkommenheit oder allgemein von dem Fortschritt der Technik ab.

Zuerst hatten wir geglaubt, unter Zusammenfassung aller bisher genannten Umstände einen Gütefaktor zur Berechnung der Kohlenmenge eines Flözes zu finden. Dies ist zwar nicht für den gesamten Aachener Bezirk, wohl aber für den Felderbesitz einzelner Zechen möglich; denn um Förderverluste möglichst zu vermeiden, hat jede Zeche jeweils nach ihren örtlichen Abbauverhältnissen, die durch die Tektonik usw. des Gebietes bedingt sind, und nach ihren wirtschaftlichen Belangen erfahrungsgemäß mehr oder weniger eigene Abbauverfahren entwickelt, was man ebenfalls bei einer wirtschaftlich verwertbaren Kohlenvorratsberechnung berücksichtigen muß. Deshalb setzten wir uns mit den einzelnen Gruben in Verbindung und vermochten so, z. B. für Störungszonen durch Abschätzen des Förderverlustes, einen Wert zu ermitteln, den wir von der berechneten Vorratsmenge des betreffenden Feldes absetzten. Dieser Wert läßt sich aber noch genauer bestimmen, wenn von den Zechen selbst z. B. für ein oder besser mehrere Feldesteile mit einer Störungszone, ohne diese zu berücksichtigen, ein Voranschlag gemacht wird, und die erhaltene Kohlenmenge später mit der tatsächlich geförderten verglichen wird. Dieses Verfahren hat schon eine Zeche im Aachener Revier in gewissem Umfang angewendet und wird es in Zukunft noch weiter ausbauen.

Den auf diese Weise gefundenen Wert kann man dann durchaus auch auf Störungszonen in dem noch unerschlossenen Gebiet anwenden. Sind diese Störungszonen in dem betreffenden Feldesteil noch nicht genau bekannt, so lassen sie sich durch ein genaues Studium der großräumigen Tektonik immerhin ungefähr feststellen und bei der Kohlenvorratsberechnung entsprechend berücksichtigen, wobei ebenfalls, wie sich erwiesen hat, eine enge Fühlungnahme mit der Betriebsführung sehr wichtig ist.

Bei einer derart durchgeführten Kohlenvorratsberechnung muß man den üblichen Begriffen »sichere, wahrscheinliche und mögliche Vorräte« einen andern Inhalt geben. Sie lassen sich nicht etwa von der Teufe abhängig machen. Wir verstehen, und damit kommt man wohl den tatsächlichen Verhältnissen am nächsten, unter sichern Vorräten solche, die in einem Feld liegen, wo zur Zeit Abbau umgeht. Als wahrscheinliche Vorräte bezeichnen wir die Kohlenmenge, die in den angrenzenden Feldesteilen vorhanden ist, in denen wir auf Grund unseres Untersuchungsverfahrens über das Flözverhalten annähernd genau die Beschaffenheit der Flöze beurteilen können. Unter die möglichen Vorräte fallen dann die verbleibenden Kohlenmengen, d. h. die Flöze aus dem bekannten Gesamtprofil, die in dem betreffenden Gebiet — im Aachener Revier in der betreffenden Scholle — noch nirgends oder nur in so geringem Umfang erschlossen sind, daß sich ihr Verhalten in diesem Abschnitt des Gebirges noch nicht beurteilen läßt.

Bei der steigenden wirtschaftlichen Bedeutung der Koks-kohle muß eine neuzeitliche Kohlenvorratsberechnung auch Aufschluß über die vorhandenen Vorräte an Eb- und Koks-kohle geben, was bisher für die sichern, aber noch nicht einwandfrei für die wahrscheinlichen Vorräte möglich ist. Um dies auch für die letztern durchführen zu können, muß man noch weitere Untersuchungen über das Verhalten des Gasgehaltes im einzelnen vornehmen, die im Aachener Gebiet zur Zeit im Gange sind.

Abgesehen von diesen Einschränkungen dürfte aber das von uns angewandte Verfahren zur Kohlenvorratsberechnung Werte ergeben, die, wie sich schon beim Aufschluß neuer Feldesteile herausgestellt hat, der Wirklichkeit weit mehr entsprechen als die Zahlen, die nach den bisher üblichen Verfahren errechnet worden sind.

WIRTSCHAFTLICHES

Durchschnittslöhne¹ je Schicht
im polnisch-oberschlesischen Steinkohlenbergbau²
(in Goldmark)³.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Kohlen- und Gesteinhauer			Gesamt- belegschaft		
	Lei- stungs- lohn	Bar- ver- dienst	Gesamt- ein- kommen	Lei- stungs- lohn	Bar- ver- dienst	Gesamt- ein- kommen
1933	4,96	5,30	5,66	3,80	4,08	4,37
1934	4,71	5,03	5,33	3,66	3,94	4,18
1935 ⁴	4,60	4,90	5,15	3,61	3,88	4,09
1936 ⁴	4,55	4,86	5,06	3,60	3,87	4,05
1937 ⁴	4,75	5,06	5,27	3,76	4,03	4,21
1938: Jan.	4,91	5,26	5,48	3,91	4,22	4,39
Febr.	4,93	5,24	5,46	3,91	4,19	4,39
März	4,95	5,25	5,47	3,91	4,18	4,36
April	4,95	5,25	5,46	3,92	4,19	4,39
Mai	4,98	5,28	5,47	3,93	4,22	4,39

Anteil der krankfeiernden Ruhrbergarbeiter
an der Gesamtarbeiterzahl und an der betreffenden
Familienstandsgruppe.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Es waren krank von 100							
	Ar- beitern der Gesamt- beleg- schaft	Ledi- gen	Verheirateten					
			ins- ges.	ohne Kind	mit			
			Kindern				4 und mehr	
1933	4,17	3,58	4,35	4,16	4,01	4,37	4,99	5,75
1934	4,07	3,73	4,15	3,96	3,86	4,22	4,84	5,34
1935	4,36	3,92	4,45	4,17	4,11	4,53	5,31	6,28
1936	4,50	4,10	4,56	4,32	4,16	4,66	5,50	6,63
1937	4,84	4,37	4,92	4,66	4,49	4,96	6,00	7,05
1938: Jan.	5,33	4,70	5,45	5,17	4,83	5,44	6,98	8,31
Febr.	5,93	5,28	6,09	5,72	5,44	6,18	7,57	9,32
März	6,53	5,94	6,62	6,25	5,92	6,82	8,25	9,55
April	5,97	5,28	6,12	5,85	5,45	6,36	7,57	8,53
Mai	5,37	4,77	5,52	5,27	4,99	5,67	6,72	7,75
Juni	5,59 ¹	4,96	5,78	5,38	5,27	5,94	7,28	8,19

¹ Der Leistungslohn und der Barverdienst sind auf 1 verfahrenre Schicht bezogen, das Gesamteinkommen jedoch auf 1 vergütete Schicht. — ² Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — ³ Umgerechnet nach den Devisennotierungen in Berlin. — ⁴ Errechnete Zahlen.

¹ Vorläufige Zahl.

Über-, Neben- und Feierschichten im Steinkohlenbergbau Polens¹ auf einen angelegten Arbeiter.

Monatsdurchschnitt bzw. Monat	Arbeitsstage	Ver-fahrene Schichten	Davon Über- und Neben-schichten	Gesamt-zahl der ent-gan-genen Schichten	Davon entfielen auf				
					Absatz-mangel	ent-schä-digten Urlaub	Aus-stände	Krank-heit	Fei-ern ²
1934	24,83	19,76	0,44	5,51	3,78	0,78	0,02	0,63	0,20
1935	25	19,56	0,45	5,89	3,72	1,03	0,19	0,63	0,22
1936	25,17	20,01	0,48	5,64	3,56	1,06	0,07	0,66	0,25
1937	24,91	22,30	0,67	3,28	1,23	0,93	0,09	0,70	0,29
1938:									
Jan.	24	23,28	1,20	1,92	0,41	0,56	—	0,67	0,24
Febr.	23	20,99	0,69	2,70	1,00	0,72	0,01	0,67	0,26
März	27	21,40	0,47	6,07	4,02	1,08	0,01	0,72	0,20
April	25	20,80	0,50	4,70	2,71	1,11	—	0,65	0,22
Mai	24	20,49	0,68	4,19	2,06	1,24	0,01	0,63	0,24

¹ Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — ² Entschuldigt sowie unentschuldigtes Feiern.

Gewinnung und Belegschaft des Aachener Steinkohlenbergbaus im Juni 1938¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlenförderung		Koks-erzeugung t	Preß-kohlen-herstellung t	Belegschaft (angelegte Arbeiter)
	insges. t	arbeits-tätig t			
1933	629 847	24 944	114 406	28 846	24 714
1934	627 317	24 927	106 541	23 505	24 339
1935	623 202	24 763	103 793	23 435	24 217
1936	636 146	25 111	104 457	25 500	24 253
1937	652 941	25 859	111 344	28 757	25 235
1938: Jan.	667 182	26 691	114 127	31 856	26 270
Febr.	622 651	27 072	106 205	22 938	26 309
März	703 130	26 042	114 061	18 620	26 340
April	628 577	26 191	116 302	14 507	26 234
Mai	656 659	26 266	124 798	21 673	26 554
Juni	596 938	24 872	123 189	23 127	26 536
Jan.-Juni	645 856	26 189	116 447	22 120	26 374

¹ Nach Angaben der Bezirksgruppe Aachen der Fachgruppe Steinkohlenbergbau.

Gewinnung und Belegschaft des niederschlesischen Steinkohlenbergbaus im Mai 1938¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlenförderung ²		Koks-erzeugung	Preß-kohlen-herstellung	Belegschaft (angelegte Arbeiter)		
	insges. t	arbeits-tätig t			Stein-kohlen-gruben	Koke-reien	Preß-kohlen-werke
1933	355	14	69	4	16 016	612	32
1934	357	14	72	6	15 832	667	47
1935	398	16	79	6	16 736	718	52
1936	420	17	93	6	17 319	841	52
1937	443	17	108	6	18 892	944	47
1938: Jan.	464	19	115	7	19 459	1018	55
Febr.	443	18	106	7	19 455	1042	53
März	493	18	117	7	19 535	1045	42
April	415	17	113	6	19 499	1041	40
Mai	442	18	117	6	19 479	1044	39
Jan.-Mai	451	18	114	7	19 485	1038	46

Gesamtabsatz (ohne Selbstverbrauch und Deputate)	Mai		Januar-Mai	
	Kohle t	Koks t	Kohle t	Koks t
innerhalb Deutschlands	378 241	118 800	1 969 247	454 715
nach dem Ausland . . .	19 813	9 089	107 251	51 071

¹ Nach Angaben der Bezirksgruppe Niederschlesien der Fachgruppe Steinkohlenbergbau in Waldenburg-Altwasser. — ² Seit 1935 einschl. Wenceslausgrube.

Gewinnung und Belegschaft des oberschlesischen Steinkohlenbergbaus im Juni 1938¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlen-förderung insges. t	arbeits-tätig	Koks-erzeugung	Preß-kohlen-herstellung	Belegschaft (angelegte Arbeiter)		
					Stein-kohlen-gruben	Koke-reien	Preß-kohlen-werke
1933	1303	52	72	23	36 096	957	225
1934	1449	58	83	21	37 603	1176	204
1935	1587	64	98	22	38 829	1227	207
1936	1755	70	130	22	39 633	1327	150
1937	2040	81	161	23	44 153	1581	158
1938: Jan.	2181	87	176	26	47 763	1669	173
Febr.	2097	87	159	20	48 291	1716	171
März	2317	86	176	20	48 603	1725	152
April	2036	85	166	16	49 350	1714	138
Mai	2160	86	170	17	49 745	1712	141
Juni	2077	87	163	18	50 155	1739	143
Jan.-Juni	2145	86	168	20	48 985	1713	153

Gesamtabsatz (ohne Selbstverbrauch und Deputate)	Juni		Januar-Juni	
	Kohle t	Koks t	Kohle t	Koks t
davon innerhalb Oberschles. nach dem übrigen Deutschland	1 938 303	139 824	12 020 717	875 992
nach dem Ausland	459 422	31 352	3 005 606	222 830
innerhalb Oberschles. nach dem übrigen Deutschland	1 267 449	101 484	7 769 194	599 626
nach dem Ausland	211 432	6 988	1 245 917	53 536

¹ Nach Angaben der Bezirksgruppe Oberschlesien der Fachgruppe Steinkohlenbergbau in Gleiwitz.

Kohlenversorgung der Schweiz im 1. Halbjahr 1938¹.

Herkunftsländer	1937	1938	± 1938
	t	t	gegen 1937 t
Steinkohle:			
Deutschland	411 570	375 067	— 36 503
Frankreich	164 795	176 970	+ 12 175
Belgien	34 308	30 834	— 3 474
Holland	128 708	73 754	— 54 954
Großbritannien	171 402	134 375	— 37 027
Polen	104 903	54 423	— 50 480
Rußland	13 376	10 330	— 3 046
Andere Länder	8 410	8 993	+ 583
zus.	1 037 472	864 746	— 172 726
Braunkohle	110	113	+ 3
Koks:			
Deutschland	290 356	237 431	— 52 925
Frankreich	63 804	54 302	— 9 502
Belgien	15 044	10 755	— 4 289
Holland	47 850	62 578	+ 14 728
Großbritannien	7 425	5 697	— 1 728
Polen	192	172	— 20
Andere Länder	8 111	8 381	+ 270
zus.	432 782	379 316	— 53 466
Preßkohle aus Steinkohle:			
Deutschland	30 895	84 822	+ 53 927
Frankreich	12 751	10 673	— 2 078
Belgien	3 715	3 542	— 173
Holland	28 791	25 453	— 3 338
Andere Länder	60	90	+ 30
zus.	76 212	124 580	+ 48 368
Preßkohle aus Braunkohle:			
Deutschland	115 091	95 369	— 19 722
Andere Länder	5 447	3 097	— 2 350
zus.	120 538	98 466	— 22 072

¹ Außenhandelsstatistik der Schweiz.

**Gliederung der Belegschaft im Ruhrbergbau
nach dem Familienstand im Juni 1938.**

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Von 100 angelegten Arbeitsorten waren		Von 100 verheirateten Arbeitern hatten				
	ledig	ver- heiratet	kein Kind	1	2	3	4 und mehr
1933 . . .	24,83	75,17	27,02	33,05	22,95	10,07	6,91
1934 . . .	24,09	75,91	28,20	33,54	22,56	9,48	6,22
1935 . . .	22,15	77,85	28,98	33,99	22,23	9,09	5,71
1936 . . .	21,44	78,56	29,59	34,50	21,92	8,72	5,27
1937 . . .	21,85	78,15	29,83	34,06	21,99	8,76	5,36
1938: Jan.	22,41	77,59	30,12	33,68	21,88	8,80	5,52
Febr.	22,49	77,51	30,17	33,62	21,88	8,80	5,53
März	22,41	77,59	30,15	33,58	21,89	8,82	5,56
April	22,53	77,47	30,75	33,59	21,61	8,65	5,40
Mai	22,64	77,36	30,91	33,59	21,54	8,61	5,35
Juni	22,65	77,35	31,09	33,56	21,47	8,59	5,29

Brennstoffaußenhandel Hollands im 1. Halbjahr 1938¹.

Herkunftsland bzw. Bestimmungsland	1. Halbjahr		
	1936 t	1937 t	1938 t
Steinkohle:	Einfuhr		
Deutschland	1 528 063	1 927 010	1 670 483
Großbritannien	537 824	407 264	302 737
Belgien-Luxemburg	129 965	141 154	242 202
Polen	33 492	105 803	93 378
Übrige Länder	9 263	12 393	733
zus.	2 238 607	2 593 624	2 309 533
Koks:			
Deutschland	144 919	207 061	159 541
Belgien-Luxemburg	18 360	19 586	12 138
Großbritannien	11 991	12 046	284
Übrige Länder	101	—	—
zus.	175 371	238 693	171 963
Preßsteinkohle:			
Deutschland	188 345	171 277	173 332
Belgien-Luxemburg	13 772	13 662	11 282
Übrige Länder	11	—	—
zus.	202 128	184 939	184 614
Braunkohle	58	11	65
Preßbraunkohle:			
Deutschland	83 493	82 036	81 752
Übrige Länder	458	61	152
zus.	83 951	82 097	81 904
Steinkohle:	Ausfuhr		
Belgien-Luxemburg	416 833	755 751	575 498
Frankreich	464 697	679 712	535 638
Deutschland	379 361	355 241	391 406
Schweiz	55 652	115 642	78 825
Italien	—	7 532	50 213
Argentinien	71 113	69 858	61 410
Übrige Länder	49 714	20 694	24 554
Bunkerkohle	112 266	93 331	68 276
zus.	1 549 636	2 097 761	1 785 820
Koks:			
Deutschland	216 440	149 279	201 429
Belgien-Luxemburg	271 828	255 645	216 985
Frankreich	216 962	341 102	342 677
Schweden	288 955	327 694	198 949
Norwegen	74 157	85 053	53 087
Finnland	8 790	8 646	8 987
Ver. Staaten	—	14 044	—
Schweiz	31 279	42 001	55 347
Italien	6 851	3 741	—
Übrige Länder	23 380	14 445	21 807
zus.	1 138 642	1 241 650	1 099 268
Preßsteinkohle:			
Belgien-Luxemburg	34 323	43 878	38 706
Frankreich	41 175	74 141	64 505
Deutschland	44 809	53 866	47 515
Schweiz	16 780	25 269	27 037
Übrige Länder	—	520	612
zus.	137 087	197 674	178 375
Preßbraunkohle	1 980	9 204	10 970

Brennstoffaußenhandel Frankreichs im 1. Halbjahr 1938¹.

Herkunfts- bzw. Bestimmungsland	1. Halbjahr		
	1936 t	1937 t	1938 t
Kohle:	Einfuhr		
Großbritannien	3 466 375	4 712 358	3 470 681
Belgien-Luxemburg	1 412 178	1 810 795	1 605 513
Indochina	89 856	156 167	81 050
Deutschland	2 894 256	4 073 797	3 244 177
Holland	463 971	908 073	595 155
Polen	521 429	850 266	789 937
Andere Länder	73 341	139 615	168 843
zus.	8 921 406	12 651 071	9 955 356
Koks:			
Großbritannien	6 333	10 505	15 516
Belgien-Luxemburg	266 060	282 233	322 794
Deutschland	778 127	1 191 826	679 907
Holland	204 994	347 081	342 012
Andere Länder	1 117	39 249	53 579
zus.	1 256 631	1 870 894	1 413 808
Preßkohle:			
Großbritannien	56 528	132 523	52 307
Belgien-Luxemburg	172 133	253 403	290 232
Deutschland	195 914	184 207	107 446
Holland	42 310	83 514	67 875
Andere Länder	425	579	—
zus.	467 310	654 226	517 860
Kohle:	Ausfuhr		
Belgien-Luxemburg	61 119	28 602	121 497
Schweiz	176 734	166 856	188 699
Italien	96 551	2 921	4 576
Deutschland	145 782	170 152	82 703
Spanien	308	1 911	18
Osterreich	620	3 135	4 240
Andere Länder	4 291	86	206
Bunkerverschiffungen	675	818	1 219
zus.	486 080	374 481	403 158
Koks:			
Schweiz	56 775	63 943	53 166
Italien	73 697	34 493	35 595
Deutschland	430	19	—
Belgien-Luxemburg	5 295	5 553	2 595
Andere Länder	2 272	4 685	11 664
Bunkerverschiffungen	31	53	53
zus.	138 500	108 746	103 073
Preßkohle:			
Schweiz	9 893	10 016	7 936
Franz. Besitzungen	64 615	23 352	13 616
Deutschland	1 537	1 181	2 027
Italien	—	736	—
Andere Länder	314	142	42
Bunkerverschiffungen	40	6	19
zus.	76 399	35 433	23 640

¹ Journ. Charbonnages.
**Deutschlands Außenhandel in Nebenerzeugnissen
der Steinkohle im 1. Halbjahr 1938¹.**

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1937	1938	1937	1938
	Menge in t			
Steinkohlenteer	381	354	2 224	745
Steinkohlenpech	—	—	62 699	55 617
Leichte Steinkohlenteeröle	20 782	20 590	723	763
Schwere „	476	789	32 479	36 580
Steinkohlenteerstoffe	1 215	781	9 925	7 131
Anilin, Anilinsalze	28	39	1 260	559
	Wert in 1000 M			
Steinkohlenteer	16	16	142	52
Steinkohlenpech	—	—	1 557	1 356
Leichte Steinkohlenteeröle	4 484	4 171	287	321
Schwere „	44	97	2 203	2 382
Steinkohlenteerstoffe	750	565	3 362	2 601
Anilin, Anilinsalze	9	21	579	384

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.¹ Holländische Außenhandelsstatistik.

Gewinnung und Belegschaft des belgischen Steinkohlenbergbaus im Juni 1938¹.

Monats- durch- schnitt bzw. Monat	Zahl der Fördertage	Kohlen- förderung		Koks- erzeu- gung t	Preß- kohlen- her- stellung t	Berg- män- nische Beleg- schaft
		insges. t	förder- tätlich t			
1934	22,74	2 199 099	96 727	383 496	112 794	125 705
1935	22,58	2 208 863	97 817	409 655	114 051	120 613
1936	23,23	2 322 274	99 951	437 697	129 991	121 159
1937	24,58	2 473 439	100 649	489 280	153 153	124 871
1938:						
Jan.	25,00	2 565 750	102 630	488 720	154 500	130 692
Febr.	23,70	2 463 290	103 936	424 080	148 380	131 482
März	26,30	2 701 440	102 716	429 050	164 410	131 105
April	24,60	2 500 610	101 651	373 420	154 530	130 892
Mai	24,30	2 462 960	101 356	367 360	143 600	130 233
Juni	23,80	2 404 790	101 042	362 400	140 050	130 336
Jan.-Juni	24,62	2 516 473	102 226	407 505	150 912	130 790

¹ Moniteur.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt in der am 12. August 1938 endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Im Laufe der vergangenen Woche konnte sich auf dem britischen Kohlenmarkt eine etwas bessere Stimmung durchsetzen. Angeregt durch den vorwöchigen Abschluß auf 10000 t Durham-Kesselkohle, gingen verschiedene neue Anfragen ein und lieferten den Beweis für ein in den Kreisen der skandinavischen Käufer aufkommendes erhöhtes Interesse. Heftige Klage wurde erneut über den starken ausländischen Wettbewerb geführt, der weiterhin alle britischen Kohlenpreise bedeutend unterbot. Die Folge davon war, daß ein Auftrag der Athener Gaswerke lautend auf 10000 t Gaskohle dem englischen Markt verlorenging. Soweit festgestellt werden konnte, sollen die polnischen Preise die britischen um 2 s je t unterschritten haben, auch die Ruhrkohlenpreise waren etwas tiefer als die englischen. Trotz mancherlei Widerstände wurden die Notierungen von den Verkaufsvereinigungen durchweg auf der Höhe der Vorwoche gehalten. Den Hauptnutzen aus der etwas gebesserten Absatzlage zog Kesselkohle, die sowohl im Ausland als auch bei der inländischen Industrie größere Beachtung fand. Gegen Ende der Woche lief eine Nachfrage der schwedischen Eisenbahnen nach 50000 bis 60000 t Kesselkohle um, die in den Monaten September bis Dezember verschifft werden sollen. Zu gleicher Zeit lag eine Nachfrage der finnischen Staatsbahnen vor, in

¹ Nach Colliery Guard. und Iron Coal Trad. Rev.

der bis Anfang September Preisangebote angefordert wurden für eine Lieferung von ebenfalls 50000 t, deren Verschiffung innerhalb des letzten Jahresviertels erfolgen soll. Für Gaskohle ergab sich keine Änderung der mißlichen Absatzlage. Das durch die Jahreszeit bedingte ruhige Inlandgeschäft ließ im Verein mit dem geringen ausländischen Interesse den Gaskohlenmarkt gänzlich vernachlässigt erscheinen, worunter vor allem die Durhamzechen noch weiterhin zu leiden haben werden. Auf dem Koks-kohlenmarkt machten sich trotz der noch verfügbaren reichlichen Lagerbestände leichte Anzeichen einer Besserung bemerkbar, die von der etwas gehobenen Beschäftigungslage der Eisenindustrie ausging und über den vermehrten Bedarf an Gießerei- und Hochofenkoks auch einen günstigen Einfluß auf die Koks-kohle ausübte. Bunker-kohle war unverändert schwach gefragt. Die Verkaufsvereinigungen beharrten auf den letzten Notierungen, obwohl die Reeder es für unmöglich hielten, diese Preise mit Rücksicht auf die Lebensfähigkeit der Schifffahrt anzulegen. Für Gießerei- und Hochofenkoks hat der Markt, wie bereits erwähnt, weiter angezogen, dagegen konnte sich die Absatzlage für Gaskoks immer noch nicht bessern.

2. Frachtenmarkt. In den Häfen von Südwesten lag der Kohlenchartermarkt ziemlich darnieder. Im Handel mit dem übrigen Europa zeigte sich keinerlei Besserung, etwas gehoben hat sich demgegenüber die Nachfrage nach Südamerika. In den nordöstlichen Häfen herrschte eine feste Stimmung im Geschäft mit Norwegen, wie überhaupt der gesamte skandinavische Handel günstigere Aussichten zeigte. Das Küstengeschäft verlief ruhig aber stetig, auch der Handel mit Frankreich war, wenn auch seinem Umfang nach ziemlich unbedeutend, so doch weniger unregelmäßig als bisher. Das Mittelmeergeschäft hielt sich in engen Grenzen und neigte zu weiteren Abschwächungen. Angelegt wurden für Cardiff-Alexandrien 6 s, -Rio de Janeiro 12 s und -Brest 3 s 7½ d.

Londoner Markt für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Teererzeugnisse ergab sich in der vergangenen Woche keine bemerkenswerte Änderung, auch die Preise blieben die gleichen wie in der Woche zuvor. Für Pech ist nichts Neues zu berichten. Das Geschäft lag fast völlig still; in festländischen Käuferkreisen zeigte sich eine Abneigung dagegen, sich vorderhand in Aufträgen festzulegen. Die Preise für Kreosot waren zwar niedrig, aber beständig. Die Festlandnachfrage hat in keiner Weise angezogen, auch die amerikanischen Herbstbestellungen sind bisher noch nicht zum Abschluß gekommen. Für Solventnaphtha sowie Motorenbenzol verlief der Markt im allgemeinen sehr ruhig und regelmäßig, doch machte sich für Motorenbenzol ähnlich wie auch für Rohnaphta ein erhöhtes Interesse bemerkbar.

¹ Nach Colliery Guard. und Iron Coal Trad. Rev.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlen- förderung t	Koks- er- zeugung t	Preß- kohlen- her- stellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preß- kohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasser- stand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m) m
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg- Ruhrorter ² t	Kanal- Zechen- H ä f e n t	private Rhein- t	insges. t	
August 7.	Sonntag	88 524	—	7 202	47	—	—	—	—	2,12
8.	406 309	88 524	13 158	23 614	4 984	44 117	46 841	15 074	106 032	2,14
9.	399 692	89 144	13 436	24 154	4 106	38 382	53 017	19 058	110 457	2,12
10.	398 506	89 030	13 087	24 736	3 689	36 610	54 142	14 867	105 619	2,14
11.	400 177	88 798	13 473	24 081	4 251	34 190	44 743	15 247	94 180	2,06
12.	405 535	88 929	13 858	25 241	3 337	33 340	50 903	13 816	98 059	2,08
13.	399 905	91 425	16 166	26 305	1 918	31 854	46 716	12 836	91 406	2,20
zus.	2 410 124	624 374	83 178	155 333	22 332	218 493	296 362	90 898	605 753	.
arbeitstägl.	407 687	89 196	13 863	25 889	3 722	36 416	49 394	15 150	100 959	.

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen.

PATENTBERICHT

Patent-Anmeldungen,

die vom 4. August 1938 an drei Monate lang in der Auslegehalle
des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 8. B. 172621. Dr.-Ing. Ernst Bierbrauer, Leoben
(Österreich). Verfahren und Vorrichtung zum Trennen von

körnigem Gut in Brei- oder Schlammform. Zus. z. Anm.
B. 165474. 21. 1. 36.

5b, 17. F. 81571. C. & E. Fein, Stuttgart. Gestein-
bohrvorrichtung für Loch-an-Loch-Bohren. 7. 8. 36.

10a, 19/01. D. 74727. Erfinder: Dr.-Ing. Kurt Baum
und Dr.-Ing. Georg Jahn, Berlin-Wilmersdorf. Anmelder:

Didier-Werke AG., Berlin-Wilmersdorf. Kammerofen zum Erzeugen von Gas und Koks. 27. 2. 37.

10a, 19 01. D. 74941. Erfinder: Dr.-Ing. Kurt Baum und Dr.-Ing. Georg Jahn, Berlin-Wilmersdorf. Anmelder: Didier-Werke AG., Berlin-Wilmersdorf. Kammerofen zum Erzeugen von Brennstoffen. 25. 3. 37. Österreich.

10a, 19 01. O. 22922. Erfinder: Dr. Walter Stäckel, Bochum. Anmelder: Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H., Bochum. Verfahren zum Betrieb waagrecht Kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks. Zus. z. Pat. 623940. 17. 4. 37. Österreich.

10a, 36 01. O. 22483. Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H., Bochum. Verfahren zum Schwelen von Brennstoffen in senkrechten, unterbrochen betriebenen Kammeröfen. 18. 7. 36.

10a, 36 01. O. 22821. Erfinder: Carl Lübben, Bochum, und Dr. Wilhelm Peter Radt, Bochum-Weitmar. Anmelder: Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H., Bochum. Senkrechter Schmelofen mit metallenen Einsätzen. Zus. z. Anm. O. 22483. 13. 2. 37.

20a, 14. B. 178653. Erfinder: Heinz Hielscher, Dortmund. Anmelder: »Bergbau« Gesellschaft für betriebstechnische Neuerungen m. b. H., Dortmund. Fördervorrichtung für Förderwagen im Grubenbetrieb. 2. 6. 37.

81e, 8. E. 47134. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Bandförderer. 4. 7. 35.

81e, 9. D. 69193. Demag AG., Duisburg. Förderbandantriebsstrommel. 22. 11. 34.

81e, 10. D. 73846. Erfinder: Wilhelm Holter und Anton Plempe, Duisburg. Anmelder: Demag AG., Duisburg. Lagerung für aus einer Schraubenfeder o. dgl. bestehende elastische Förderbandrollen. 4. 11. 36.

81e, 10. E. 47178. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Einrichtung zum Abdichten der Lagereinsätze für umlaufende Rollen, besonders Förderbandtragrollen, mit feststehender Achse. 16. 7. 35.

81e, 22. E. 48769. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Einrichtung zum seitlichen Austrag des Fördergutes bei Kratz- oder Bremsförderern mit endlosem umlaufenden Fördermittel. 18. 9. 36.

81e, 22. K. 147899. Erfinder: Alfred Wilke, Berlin-Pankow. Anmelder: Kohlscheidungs-Ges. m. b. H., Berlin. Mitnehmerkettenförderer für Schüttgut. 15. 9. 37.

Der Zusatz »Österreich« am Schluß einer Patentanmeldung bedeutet, daß der Schutz sich auch auf das Land Österreich erstreckt.

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.)

1c (1₀₁). 663151, vom 11. 11. 36. Erteilung bekanntgemacht am 7. 7. 38. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. *Verfahren zur Aufbereitung durch Schwerflüssigkeit mit magnetisch beeinflussbarem Schwebemittel*. Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Neumeister in Magdeburg.

Ein unmagnetisches Gut (z. B. Kohle) wird in fein vermahlenem Zustand in einer Magnetit enthaltenden Schwerflüssigkeit magnetisch gemacht und unter Verwendung bekannter Magnetscheider vom Schwebemittel durch ein Gleichstromfeld getrennt. Dabei bilden sich an jedem Teilchen des Schwebemittels zwei entgegengesetzte Pole, so daß sie sich gegenseitig anziehen, in zusammenhängender und zusammengeballter Form an Scheider haften und von diesem in Ballen oder Klümpchen in einem Wasserbehälter ausgetragen werden. Zu ihrer Auflösung werden sie durch ein Wechselstromfeld so entmagnetisiert, daß die Teilchen auseinanderfallen und in dem Wasser des Behälters eine Suspension bilden. Durch das Verfahren erzielt man einen geringen Verlust an Schwebemitteln und die Durchführung der Aufbereitung von körnigem Gut mit Hilfe einer Schwerflüssigkeit, die ein fein vermahlenes, magnetisch beeinflussbares Schwebemittel enthält. Im Anschluß an die magnetische Behandlung der Schwerflüssigkeit kann die noch Abrieb und Unterkorn enthaltende Trübe durch Klärvorrichtungen geleitet werden, deren Überlauf als Abbrausewasser oder zum Anrühren des mit dem Magnetabscheider wiedergewonnenen Schwebemittels dient.

5c (9₃₀). 663087, vom 17. 3. 35. Erteilung bekanntgemacht am 30. 6. 38. Berta Michels in Gelsenkirchen und Hüser & Weber in Sprockhövel. *Kappschuh*.

Der Kappschuh hat einen mit der Aufliegeplatte seitlich verstrehten hintern Haltehaken, der am oberen Ende in der Mitte mit einer den Steg der Kappschiene umfassenden Ausbuchtung versehen ist. Beiderseits der in der Ebene des Ausbaurahmens liegenden Mittellinie des Haltehakens sind in diesem über die Knickstelle hinausragende, wellenförmige Einbuchtungen eingedrückt. Diese können so tief sein, daß ihr äußerer, in Höhe der Aufliegeplatte liegender Punkt mit dem äußersten Punkt des oberen Randes der mittlern Ausbuchtung in einer Ebene liegt. Ferner können die Einbuchtungen nur am untern Teil des Haltehakens vorgesehen und derart oval oder rund geformt sein, daß sie teilweise an der Aufliegeplatte anliegen. Die Herstellung des Kappshuhes, der stärkstem Gebirgsdruck Widerstand leistet und eine große Nachgiebigkeit besitzt, ist einfach und billig.

10a (19₀₁). 663088, vom 13. 9. 34. Erteilung bekanntgemacht am 30. 6. 38. Didier-Werke AG. in Berlin-Wilmersdorf. *Koksöfen mit Gassammelkanal in der Kammerdecke*.

Die in der Trennwand zwischen der Koksammer und dem in der senkrechten Ebene der Kammermittellachse liegenden Gassammelkanal vorgesehenen Gasdurchtrittskanäle sind so geneigt, daß die gesamte Fläche ihrer Austrittöffnungen bei Aufsicht auf die Sohle des Gassammelkanals seitlich neben der gesamten Fläche der Eintrittöffnungen ihrer Gasdurchtrittskanäle liegt. Durch diese Ausbildung der Gasdurchtrittskanäle wird die in senkrechter oder annähernd senkrechter Richtung am stärksten wirkende Wärmeinstrahlung von der Koksammer in den Gassammelkanal vermieden. Werden die Durchtrittskanäle in üblicher Weise zum Gasableitungsrohr (Steigerrohr) angeordnet, so erzielt man gleichzeitig eine möglichst günstige Gasströmung und damit eine schnellere Gasableitung. Um die geradlinige Wärmeinstrahlung schräg in den Gassammelkanal zu verhindern, können die Gasdurchtrittskanäle ein oder mehrere Male geknickt werden.

10a (19₀₁). 663143, vom 25. 11. 33. Erteilung bekanntgemacht am 7. 7. 38. Concordia Bergbau-AG. in Oberhausen (Rhld.). *Verfahren zur Steigerung der Benzol-ausbeute bei der Kohleverkokung*. Erfinder: Dr. Louis Nettlebusch in Oberhausen (Rhld.).

Bei der Kohleverkokung in unterbrochen betriebenen waagrecht Kammeröfen sollen die entstehenden Destillationsgase vor ihrer Kühlung in einem für die jeweils zu verkokende Kohle durch Vorversuche ermittelten, zur Steigerung der Gesamtausbeute an Benzol geeigneten Zeitabschnitt durch eine von der Beheizung des Kammerinhalts unabhängige Beheizung überhitzt werden. In den übrigen Zeitabschnitten der Verkokung muß man die Destillationsgase in üblicher Weise durch den obern Gassammelraum oder durch besonders kühl gehaltene, in der Decke der Öfen vorgesehene Kanäle absaugen. Die Überhitzung erfolgt dadurch, daß man die Gase während ihres Hindurchreichens durch die Steigrohre oder durch die Absaugkanäle der Öfen auf Temperaturen erhitzt, die über denen im obern Gassammelraum vorhandenen liegen.

10b (2). 663062, vom 6. 8. 33. Erteilung bekanntgemacht am 30. 6. 38. Dr. Heinrich Hock in Clausthal-Zellerfeld und Dipl.-Ing. Herbert Fischer in Heinitz (Saar). *Verfahren zum Wetterbeständigmachen stark quellender Braunkohle*. Zus. z. Pat. 636997. Das Hauptpatent hat angefangen am 12. 7. 33.

Nach dem durch das Hauptpatent geschützten Verfahren wird die Rohkohle oder die getrocknete Kohle vor oder nach der Brikettierung mit reaktionsfähigen sauren Gasen oder diese enthaltenden Gasgemischen behandelt. Die Erfindung besteht darin, daß die Kohle vor oder nach der Brikettierung statt mit Gasen oder Gasgemischen mit Flüssigkeiten sauren Charakters, z. B. Abfallsäuren der Teer- oder Teerölsreinigung in solchen Mengen besprengt oder besprüht wird, daß ihre Quellfähigkeit aufgehoben oder erheblich herabgesetzt wird. Statt mit Flüssigkeiten der genannten Art kann man sie mit neutral reagierenden Stoffen behandeln, die durch Hydrolyse oder durch bei der Brikettierung auftretende thermische Einflüsse sauren Charakter annehmen oder saure Flüssigkeiten bilden.

ZEITSCHRIFTENSCHAU¹

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 23–26 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Le cobalt. Von More. (Schluß statt Forts.) Mines Carrières 17 (1938) Nr. 189, S. 5/7. Kurze Zusammenstellung der Vorkommen in verschiedenen Ländern.

Heliumlagerstätten. Von Wager. Kali 32 (1938) S. 159/64. Zusammenstellung und Besprechung des Schrifttums über Heliumvorkommen in den einzelnen Ländern. (Forts. f.)

Bergwesen.

Producing copper at Britannia Beach. Von Hutt. Engng. Min. J. 139 (1938) Nr. 7, S. 29/35*. Lagerungsverhältnisse, Abbauverfahren und Aufbereitung einer Kupfergrube in Britisch-Kolumbien. Schematische Darstellung des Aufbereitungsganges.

Die Entwicklung des Schaufelradbaggers im Laufe der letzten zehn Jahre. Von Wörner. (Schluß.) Fördertechn. 31 (1938) S. 293/97*. Beschreibung und Arbeitsweise des Verbundbaggers.

Betriebserfahrungen mit einer Schrapper-einrichtung auf dem Kohlenhangenden. Von Müller. Braunkohle 37 (1938) S. 517/21*. Beschreibung einer Schrapper-einrichtung zur Reinigung des Kohlenhangenden von Abraumverunreinigungen.

Where jigs replaced sluice boxes. Von Kennedy. Engng. Min. J. 139 (1938) Nr. 7, S. 50/55*. Aufbau und Arbeitsweise eines neuzeitlichen Schleppschaufelbaggers für den Abbau einer Goldlagerstätte in Idaho. Die Durchführung der Aufbereitung. Kostenangaben.

The spiral gummer. Colliery Guard. 157 (1938) S. 189/91* und Iron Coal Trad. Rev. 137 (1938) S. 176*. Beschreibung einer neuartigen Kettenschrammmaschine mit angebauter Förderschnecke zum Wegschaffen des Schramkleins.

Some dust-count data derived. Von Flinn und Miller. Engng. Min. J. 139 (1938) Nr. 7, S. 38/43*. Ergebnisse von Untersuchungen über die zweckmäßige Durchführung von Staubprüfungen bei verschiedenen Bohrverfahren. Richtlinien für die Ausführung der Arbeiten.

»Voortmann« safety stemming plug. Iron Coal Trad. Rev. 137 (1938) S. 171. Beschreibung und Anwendungsweise eines neuartigen Besatzpfropfens für das Hohlraumschießen. Versuchsergebnisse; Höhe der Sprengstoffersparnis.

Untersuchungen über zweckmäßige Formen von Schienenunterlagplatten und Gleisrücklaschen. Von Wöhlbier. (Schluß.) Braunkohle 37 (1938) S. 521/26*. Laboratoriums- und Betriebsversuche über Biegebeanspruchungen der Laschen.

Spannvorrichtungen bei Seilschwebbahnen. Von Frank. Fördertechn. 31 (1938) S. 287/91*. Einfluß des Seiles und seines Spangewichtes auf die Sicherheit einer Anlage. Verschiedene Vorschläge zur Beseitigung von Unsicherheiten in den Spannvorrichtungen.

Improvements in general mining practice. Von Horwood. (Forts.) Min. J. 202 (1938) S. 729/30. Das Sumpfen von Gruben mit Hilfe von Bohrpumpen. Aufbau, Betriebsverhalten und Vorzüge der Pomona-Pumpe. Rückblick auf die neuste technische Entwicklung der Wasserhaltungsmaschinen. (Forts. f.)

Improvements in light distribution from miners' electric cap lamps. Von McMillan und Holmes. (Schluß statt Forts.) Colliery Guard. 157 (1938) S. 196/98*. Weitere Angaben über die mit einem neuartigen Reflektor erzielten Ergebnisse.

Coal-mine accidents in the United States 1935. Von Adams, Geyer und Parry. Bull. Bur. Mines 409 (1938) 110 S. Statistische Übersicht über Zahl und Art der im Kohlenbergbau der Vereinigten Staaten während des Jahres 1935 eingetretenen Unfälle. Die verschiedenen Unfallursachen. Vergleich der Unfallzahlen mit denen anderer Jahre.

Sphalerite — a study. Von Fahrenwald und Newton. (Schluß statt Forts.) Engng. Min. J. 139 (1938) Nr. 7, S. 44/47*. Weitere Untersuchungen über das Absetzen von Zinkblende bei Verwendung verschiedener Schwimmmittel. Schlußfolgerungen.

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 M für das Vierteljahr zu beziehen.

Crushing and grinding. Von Groß. Bull. Bur. Mines 402 (1938) 143 S.*. Umfassende Erörterung der theoretischen Grundlagen der Zerkleinerung (Brechen und Mahlen) unter Berücksichtigung der jüngsten Forschungsergebnisse und Fortschritte. Betrachtung der verschiedenen Geräte vom theoretischen Standpunkt. Untersuchungen über die verschiedenen bei der Zerkleinerung mitwirkenden Umstände. Versuchsergebnisse; Schrifttum.

Hüttenwesen.

Neue Aufgaben bei der Eisenverhüttung und Verkokung. Von Röching. Z. VDI 82 (1938) S. 899/901*. Einführung eines stetigen Frischverfahrens. Anwendungsgrenzen stetiger Verfahren. Verbesserung der Kokseigenschaft durch Senkung des Aschengehaltes. Innenabsaugung bei Koksöfen.

Chemische Technologie.

Die Erzeugung von Ammoniumsulfat unter Nutzbarmachung des Gasschwefels. Von Klempt. Z. VDI 82 (1938) S. 909/10*. Entwicklung eines neuen nassen Eisenhydroxyd-Schwefeldioxyd-Verfahrens.

Determination of forms of sulfur in insoluble residues from hydrogenated coal. Von Abernethy, Cooper und Tarpley. Ind. Engng. Chem. 30 (1938) Analytical Edition, S. 389/90. Laboratoriumsvorschriften zur Bestimmung des Anteils der verschiedenen Formen, in denen der Schwefel in den unlöslichen Rückständen der Kohlenhydrierung vorliegt. Untersuchungsergebnisse; Schrifttum.

Die chemischen Möglichkeiten zur Erzeugung flüssiger Treibstoffe aus der Kohle. Von Galle. Montan. Rdsch. 30 (1938) Nr. 15, S. 1/8*. Das Verhalten von Kohlenwasserstoffen bei der Wärmebehandlung. Beschreibung der verschiedensten Verfahren. (Schluß f.)

Synthese und Hydrierung polyalkylierter Benzole. Von Koch und Steinbrink. Brennstoff-Chem. 19 (1938) S. 277/85. Versuche über die Äthylierung, Propylierung und Alkylierung des Benzols. Viskositätseigenschaften verschiedener Benzolarten.

Untersuchungen an Gasreinigungsmassen. Von Mantel und Backenköhler. Glückauf 74 (1938) S. 661/69*. Analyse der Gasreinigungsmassen. Das Verhalten von frischen und gebrauchten Massen, die höhern Temperaturen ausgesetzt waren, gegenüber schwefelwasserstoffhaltigen Gasen. Schrifttum.

Relation between volatile matter and hydrogen-carbon ratio of coal and its banded constituents. Von Fisher. Ind. Engng. Chem. 30 (1938) Analytical Edition, S. 374/78*. Untersuchungen über die Beziehung zwischen dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und dem Wasserstoff-Kohlenstoffverhältnis von Kohle unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Gefügebestandteile. Ergebnisse zeichnerischer Auswertungen. Ableitung von Gleichungen und Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten. Schrifttum.

Wirtschaft und Statistik.

Die bergbauliche Gewinnung des Ruhrbezirks im Jahre 1937. Von Meis. Glückauf 74 (1938) S. 669/73. Förderung und Belegschaft, Zahl der fördernden Schachtanlagen und Verbleib der Ruhrkohle. Überblick über die Wirtschaftseinheiten und den Felderbesitz. (Schluß f.)

Verschiedenes.

The problem of recruitment for the coal industry. Von Parry. Colliery Guard. 157 (1938) S. 192/93 und Iron Coal Trad. Rev. 137 (1938) S. 175. Erörterung der Gründe für das Abwandern der Bergleute aus den Gruben in andere Industrien und den Nachwuchsmangel an Bergjungleuten. Gegenmaßnahmen.

PERSÖNLICHES

Gestorben:

in Bad Kissingen der Geh. Bergrat Professor Dr. phil. Erwin Papperitz im Alter von 81 Jahren.