

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 39

1. Oktober 1938

74. Jahrg.

### Vergleich der Forschungsergebnisse Fenners über das Wesen des Gebirgsdrucks<sup>1</sup> mit den Beobachtungen im deutschen Bergbau.

Von Professor Dr.-Ing. G. Spackeler, Breslau.

Die Erforschung des Gebirgsdruckes litt bisher darunter, daß die Versuche, die Druckerscheinungen mathematisch zu erfassen, zu Ergebnissen führten, die mit der Beobachtung nicht übereinstimmten. Fenner gebührt das Verdienst, bei seinen theoretischen Untersuchungen von Beobachtungen ausgegangen zu sein, so daß er für die theoretische Erfassung der Spannungszustände in Grubenbauen auf zuverlässigen Unterlagen aufbauen konnte. Sein Aufsatz bringt m. E. zum erstenmal eine Erklärung der vom Bergmann beobachteten Vorgänge im Gebirge um einen Grubenbau, die sich nicht nur mit der Beobachtung deckt, sondern die auch bisher ungenügend erklärbare Vorgänge verständlich macht. Zugleich gibt sie zuverlässige Hinweise auf die Umstände, die den Spannungszustand um einen Hohlraum bestimmen, sowie auf das Größenverhältnis dieser Faktoren zueinander. Daher sollen im folgenden die Ausführungen Fenners auf ihre Übereinstimmung mit den bergmännischen Erfahrungen, besonders mit den im deutschen Schrifttum niedergelegten Druckbeobachtungen, geprüft werden.

Da der erste Teil der Fennerschen Arbeit mathematisch-mechanische Kenntnisse des Lesers voraussetzt, die nur bei Fachleuten auf diesem Gebiete zu erwarten sind, seien die Grundgedanken Fenners noch einmal leichtverständlich erläutert. Vorab ist darauf hinzuweisen, daß er sich lediglich mit dem Entspannungsvorgang um eine Strecke und einen Schacht beschäftigt, also nur die Wirkung des Grubenbaues auf seine eigene, unmittelbare Nachbarschaft betrachtet, daß er aber die Frage der sonst durch die Grubenbaue bewirkten Störungen in der Druckverteilung, z. B. der Einwirkung von Nachbarbauen, außer Betracht läßt, sich also auf die grundlegenden Fragen beschränkt.

Fenner geht davon aus, daß die bisherigen Versuche, die Spannungszustände im Gebirge um bergmännische Hohlräume durch Rechnung zu erfassen, deshalb zu Ergebnissen geführt haben, die mit der Beobachtung nicht übereinstimmen, weil sie alle auf der allgemeinen Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes aufbauen, wonach Spannungsänderung und Formänderung einander proportional sind. Ferner hat man Lösungen, die bei annähernd gleichem Werte der Zug- und Druckfestigkeit eines Materials gelten, verallgemeinert, ohne zu beachten, daß das Gebirge im Durchschnitt nur eine geringe Zugfestigkeit aufweist.

Diese Voraussetzungen bezeichnet er wenigstens in dieser Verallgemeinerung als unrichtig, und zwar aus dem einleuchtenden Gedanken heraus, daß im allseitig gepreßten Gebirge eine Grenze bestehen muß, an der das Hookesche Gesetz ungültig wird; jenseits

dieser Grenze muß die Elastizitätstheorie durch eine Plastizitätstheorie ersetzt werden, die mit den Beobachtungen nicht mehr in Widerspruch steht.

Die Ursache des Gebirgsdrucks im ungestörten Gebirge sucht Fenner allein im Gewicht der überlagernden Massen, behandelt aber im letzten Abschnitt »Spannungszustand im gestörten Gebirge« den Einfluß der aus der Gebirgsbildung hervorgegangenen Spannungen. Auch eine Expansivkraft des Gebirges im Sinne Trompeters, eine elastische Ausdehnung des Gebirges als Folge der aus der zunehmenden Überlagerung hervorgegangenen Zusammendrückung, wird von Fenner im elastischen Gebirge durch die Anwendung des Hookeschen Gesetzes im Grunde vorausgesetzt und im plastischen Gebirge derart beachtet, daß er die Materialmenge berechnet, die man entfernen muß, um den endgültigen Spannungszustand zu erreichen. Wäre der plastische Zustand nicht elastisch, so würde der endgültige Spannungszustand bei Einhaltung des von ihm berechneten niedrigsten Widerstandes des Ausbaus sofort erreicht, ohne daß die beobachteten Schwierigkeiten in Erscheinung träten.

Eine oft nicht genügend beachtete Kennziffer des Gesteins ist seine Scher- oder Schubfestigkeit, deren Bedeutung jüngst Kegel hervorgehoben hat<sup>1</sup>. Wasser hat keine Schubfestigkeit, so daß darin allseitig gleicher Druck herrscht. Im Gestein ist der waagrechte Druck kleiner als der senkrechte; er wird, solange die Schubspannung kleiner als die Schubfestigkeit des Gesteins ist, durch die Poissonsche Konstante bestimmt. Überschreitet die Schubspannung die Schubfestigkeit, so hängt der horizontale Druck im allgemeinen von der Reibung auf den entstehenden Gleitflächen, also von der Reibungszahl des Gesteins, ab.

Daraus ergeben sich für das ungestörte Gebirge vor dem Eindringen des Bergmanns folgende Überlegungen, die man kennen muß, wenn man die Störungen des Gleichgewichtes durch die Grubenbaue richtig beurteilen will. Um eine Berechnung des Spannungszustandes im plastischen Gebirge zu ermöglichen, geht Fenner von der auf der Erddrucklehre beruhenden Voraussetzung aus, daß die Scherfestigkeit, nachdem die Elastizitätsgrenze überschritten ist, proportional mit dem allseitigen Druck wächst. Er unterscheidet daher bei Betrachtung eines Massenteilchens eine erste Teufenzone, in der man das Gebirge als elastisch ansehen kann, weil die größte auftretende Schubspannung kleiner als die Schubfestigkeit des Gesteins ist und somit nirgends Bruch- oder Gleiterscheinungen vorkommen können. In diesem

<sup>1</sup> Glückauf 74 (1938) S. 681 und 705.

<sup>1</sup> Glückauf 74 (1938) S. 602.

Gebirge kann man Hohlräume herstellen, ohne daß sich die elastische Natur des Gesteins ändert. Bis hierhin ist auch das Hooke'sche Gesetz gültig. Es folgt eine zweite Zone, in der unter gewissen Umständen (Schaffung eines Hohlraumes) das Gebirge als plastisch angesehen wird, weil die Schubspannung größer als die Schubfestigkeit ist, und eine dritte Zone, in der auch bei ungestörtem Gebirge das Gestein als plastisch aufgefaßt werden muß, weil das Verhältnis von senkrechtem und waagrechtem Druck ausschließlich eine Funktion der Reibungszahl, d. h. des Tangens des natürlichen Böschungswinkels, ist.

Die Rechnungen über diese Vorgänge lassen sich am leichtesten durch Wiederholung eines Zahlenbeispiels verständlich machen, mit dem Fenner seine Betrachtungen über die Vorgänge im homogenen Gebirge abschließt. Bei einem sehr festen Gestein, für das er  $200 \text{ kg/cm}^2$  Schubfestigkeit, eine Reibungszahl des zertrümmerten Gesteins von 0,75, ein spezifisches Gewicht des überlagernden Gesteins von 2,7 und eine Poissonsche Konstante von dem für Gesteine üblichen Wert 5 annimmt, ergibt sich die Teufe, bei der die Schubfestigkeitsgrenze erreicht wird, zu 1975 oder rd. 2000 m. Bei einem mittelfesten Gestein, etwa Karbonsandstein oder Sandschiefer, für das er  $40 \text{ kg/cm}^2$  Schubfestigkeit, eine Reibungszahl von 0,75, ein spezifisches Gewicht von 2 und eine Poissonsche Konstante von 5 zugrunde legt, beträgt die Teufe, bei der die Schubfestigkeitsgrenze erreicht ist, nur 533 m. Der Reibungswiderstand auf einer unter  $45^\circ$  geneigten Gleitfläche berechnet sich in dieser Teufe zu  $68 \text{ kg/cm}^2$ . Bei 533 m Teufe tritt demnach Bruchbildung ein, die Reibung allein vermag aber noch die Bildung von Gleitflächen oder Rissen zu verhindern.

Mathematisch ausgedrückt kann man sagen, daß zwar eine Zertrümmerung des Gesteins eintritt, daß aber die Verschiebung auf den Bruchflächen unendlich klein bleibt, wenn sie auch größer als die elastisch mögliche Formänderung ist.

Betrachtet man größere Teufen, so wächst die Beanspruchung verhältnismäßig damit, bis schließlich bei 1200 m die einzelnen Körner sich längs der Gleitflächen bewegen, die einen Winkel von  $27^\circ 30'$  mit der Senkrechten bilden, und der relative Wert der Hauptspannungen einzig und allein von der Reibungszahl abhängt.

Bei Schaffung eines Hohlraumes muß die erste Grenze (533 m) in Betracht gezogen werden, weil der neu entstehende Spannungszustand hohe Schubspannungen ergibt. Dem Steinkohlenbergmann ist bekannt, daß bei etwa 600 m eine kritische Teufe liegt, in der sich das Verhalten des Gebirges erheblich ändert. Oberhalb dieser Teufe macht die Aufrechterhaltung von Strecken in gesundem, durch Abbauwirkungen nicht gestörtem Gebirge keine Schwierigkeiten. Unterhalb derselben ändert das Gebirge scheinbar seine Beschaffenheit. Die Sohle fängt an zu quellen, die Stöße schieben sich vor, der Ausbau muß erheblich verstärkt werden und wird trotzdem zusammengedrückt. Die von Fenner in seinem Beispiel mit 530 m Teufe berechnete Zonengrenze ist überschritten: Die Druckkräfte im Gebirge überwinden die Reibung des Gesteins auf den entstanden Klüftflächen und bewirken so Bewegungen der einzelnen durch die Zerklüftung entstandenen Gesteinsstücke gegeneinander.

Die Zonengrenze rückt in geringere Teufe, wenn die Schubfestigkeit des Gesteins oder die Reibungszahl abnimmt. Bei Schiefer ist die Reibung auf den Klüftflächen durchschnittlich zweifellos erheblich kleiner als bei Sandstein; man braucht nur an die zahlreichen Rutschflächen und Harnische zu denken, die sich im Schiefer im Gegensatz zum Sandstein vorfinden. Im Schiefer wird die Grenzteufe daher früher erreicht, obwohl die Messung häufig die gleichen Druck- und Schubfestigkeiten wie bei Sandstein ergibt. Bei Gestein geringer innerer Reibung und kleiner Schubfestigkeit (z. B. Mergel) beginnt das Hereinschieben der Stöße in noch geringerer Teufe. Bei Ton mit der kleinsten beobachteten Reibungszahl und Schubfestigkeit tritt bekanntlich bereits bei 10 m Teufe Bewegung ein.

Den Hauptteil der Fennerschen Arbeit bildet sodann die Ermittlung der Form der Einwirkungszone, die sich infolge Aufhebung der allseitigen Pressung und der Möglichkeit der Ausdehnung in die Hohlräume hinein um diese bildet. Sie stellt rings um eine Strecke einen Körper walzenähnlicher Form dar, jedoch nicht runden, sondern elliptischen Querschnitts.

Sodann errechnet Fenner die Spannungen und ihre Verteilung rings um Strecken von verschiedenen Querschnitten. Der Kreis erweist sich als ungünstigster Streckenquerschnitt, weil hier in der Firste und Sohle Zugspannungen auftreten, die zu Brüchen des Gesteins führen müssen (Fenners Abb. 8, Zugspannungen mit negativem Vorzeichen). Bei einer Ellipse dagegen können alle Zugspannungen am Umfange des Hohlraumes verschwinden (Fenners Abb. 13–18), und die Ellipse mit ganz bestimmtem Querschnitt, die der Gleichung genügt  $\frac{a}{b} = m - 1$  (a und b = Ellipsen-

achsen, m = Poissonsche Konstante), ergibt die günstigste aller möglichen Spannungsverteilungen, bei welcher der Wert der tangentialen Spannung am Rande des Hohlraumes überall gleich wird (Fenners Abb. 10, 11 und 12). Unter dem Einfluß der Strecke entsteht im Stoß ein Spannungsgefälle, das einen Vorschub der Massen in radialer Richtung bewirkt. Infolge Verkleinerung des Umfanges bei radialer Bewegung nach innen muß der Vorgang zu einer entsprechenden Steigerung der tangentialen Spannung führen, die daher einen Höchstwert erreicht und dem weitem Verschieben Widerstand entgegengesetzt.

Um die Form der spannungslosen Zone für einen beliebigen Streckenquerschnitt zu bestimmen, geht Fenner von der einleuchtenden Voraussetzung aus, daß im zerklüfteten Gebirge keine Zugspannungen bestehen können, und bestimmt die Ellipse, die in den Hauptscheiteln (Firste und Sohle) keine Spannungen aufweist, d. h. diejenige, in der am Stoß, in Firste und Sohle die radiale und tangentialen Normalspannung sowie die Schubspannung verschwinden, und erhält auf diese Weise die spannungslose oder spannungsarme Zone für einen beliebigen Querschnitt der Strecke. Der Quotient der beiden Ellipsenachsen hat den Wert:  $\frac{a}{b} = \frac{m-2}{5}$ . Für kohäsionsloses Gebirge errechnet Fenner die radialen und tangentialen Hauptspannungen.

Den einfachern Fall stellt nicht die Strecke, sondern der Schacht dar. Spannungskurven um einen runden Schacht gibt Fenner in Abb. 20 wieder, welche

die Spannung in einer waagrechten Ebene veranschaulicht und hier noch einmal wiedergegeben ist. Abb. 1 oben gilt für einen senkrechten Druck von  $240 \text{ kg/cm}^2$  und Gesteine mit den Reibungszahlen  $\mu = 0,75$  sowie  $0,5773$  (etwa Sand oder Mergel entsprechend), wobei  $a$  der Halbmesser des Schachtes,  $\sigma_t$  die tangentielle und  $\sigma_r$  die radiale Spannung ist. Man erkennt, daß die letztgenannte am Schachtmumfang ganz gering ist und allmählich bis zu ihrem Dauerwert zunimmt, während die tangentielle Spannung einen Höchstwert erreicht, der erheblich über dem ursprünglichen Wert liegt und dann allmählich wieder abnimmt. Der Höchstwert von  $\sigma_t$  liegt in dem Beispiel von Sand in  $2,8845 a$  Entfernung vom Schachtmittelpunkt, in einem Schacht von  $6 \text{ m Dmr.}$  also in  $8,65 \text{ m}$  Entfernung vom Stoß. In Abb. 1 unten ist die gleiche Kurve für Gesteine von  $\mu = 0,35354$  (etwa Ton) wiedergegeben. Man sieht, daß die radiale Komponente kleiner, die tangentielle größer wird, und daß die Entfernung ihres Höchstwertes vom Stoß steigt, wenn die Reibungszahl abnimmt. Für das obige Beispiel liegt der Höchstwert in einer Entfernung von  $80 a = 240 \text{ m}$  vom Schachtmittelpunkt. Je nachgiebiger das Gebirge ist, d. h. je stärker es zerklüftet wird und je leichter es sich auf den Klufflächen bewegt, desto größer wird daher die beeinflusste Zone. Damit Gleichgewicht eintritt, darf nach Fenner der Widerstand des Ausbaus bei einem Halbmesser des Schachtes  $a = 4 \text{ m}$  und einem spezifischen Gewicht des Mediums  $\gamma = 2,5$  nicht kleiner als  $1 \text{ kg/cm}^2$  sein.

$30 \text{ kg/cm}^2$  wiedergegeben sind. Von Bedeutung für den Bergmann ist Fenners Nachweis, daß die Fließzongrenze eine geschlossene Kurve bildet, also Gewölbewirkung eintritt, solange der Widerstand des Ausbaues einen Mindestwert darstellt, der von der Teufe, vom spezifischen Gewicht des Überlagerungsgesteins und von den Abmessungen des Hohlraums abhängt. Sinkt der Widerstand unter diesen Mindestwert, so reicht die Fließzone bis zur Tagesoberfläche (offene Kurve), und es tritt niemals Ruhe ein. Im ersten Fall entsteht eine Ellipse, im zweiten Fall eine Parabel, wobei die Strecke im untern Brennpunkt der Ellipse bzw. im Brennpunkt der Parabel liegt.

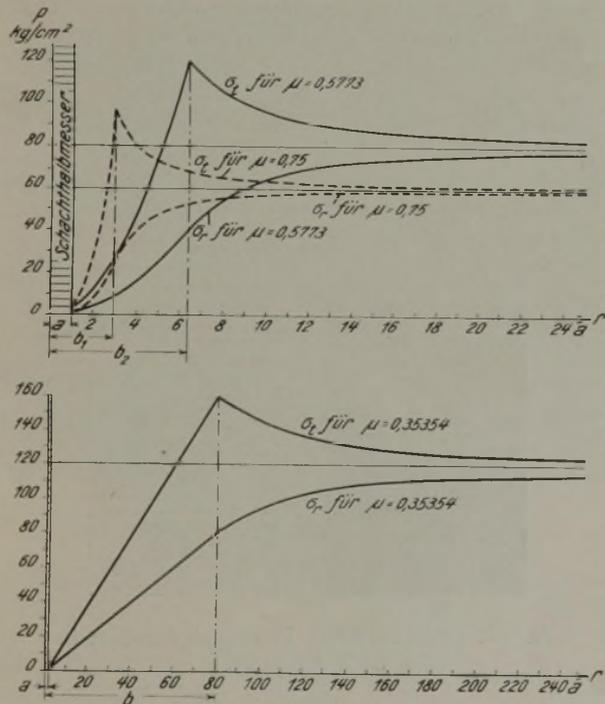


Abb. 1.

Zur Betrachtung der Strecke entwirft Fenner unter Berücksichtigung der Schwerkraft die Kurven der Abb. 2<sup>1)</sup>, in der rechts die Werte der Hauptspannungssumme und links die Abmessungen der Fließzonen für die niedrigste bekannte Gesteinsreibungszahl  $\mu = 0,35354$ , für eine Teufe von  $1000 \text{ m}$ , ein spezifisches Gewicht von  $2,5$ , einen Halbmesser der waagrechten Strecke von  $3 \text{ m}$  und einen Druck auf einen geschlossenen Ringausbau von  $4,215, 4,5, 6, 10$  und

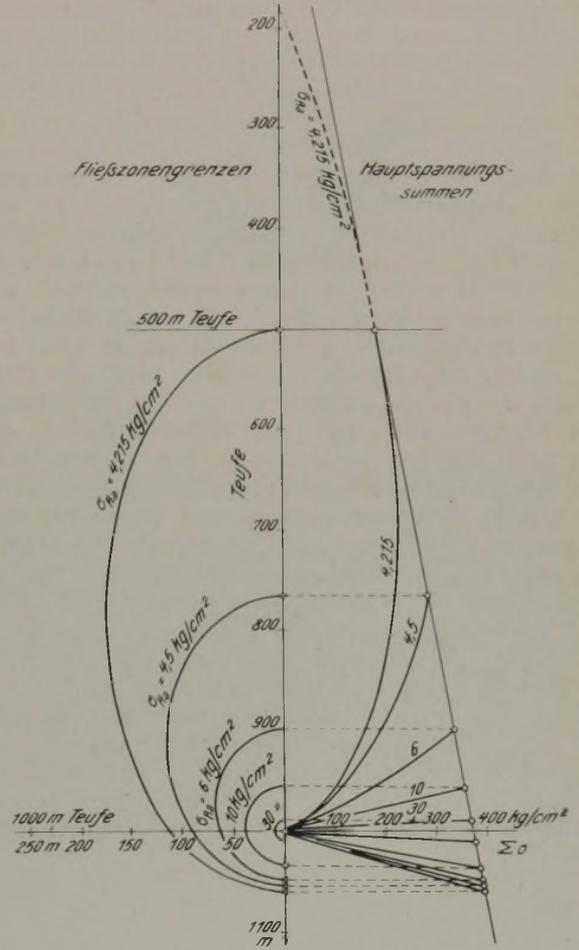


Abb. 2.

Was nun das kohäsionshafte, feste Gestein angeht, so ist auch mit seinem Hineinschieben in den Hohlraum eine Entspannung verbunden, die entweder das Gestein zertrümmern oder, falls dies nicht eintritt, eine Zone um die Strecke herum in den elastischen Zustand zurückführen kann. Für den ersten Fall ist die Reibungszahl des zertrümmerten Gesteins von Bedeutung, so daß sich um die Strecke eine Fließzone bildet, deren Ausdehnung durch den Widerstand der zertrümmerten Zone, gegeben durch die genannte Reibungszahl, bestimmt wird. Am äußern Rande dieser Fließzone muß sich, je nach der Höhe des Druckes, eine elastische oder eine plastische Zone befinden. Liegt hinter der Fließzone eine elastische Zone, so ergibt sich der zweite Fall; folgt sofort eine plastische Zone, so gilt Abb. 2, und es muß der Widerstand des Ausbaues zusammen mit dem durch die Reibung bedingten Widerstand der zertrümmerten Zone das

<sup>1</sup> Fenners Abb. 27.

Gleichgewicht herstellen, wenn die Strecke zur Ruhe kommen soll. Bildet sich um die Strecke ein elastischer Ring, der Schub- und Druckspannungen bis zu einer gewissen Höhe auszuhalten vermag, so erübrigt sich ein Ausbau. Hinter dieser elastischen Zone muß wieder eine plastische folgen, für die Abb. 2 gilt.

In geschichtetem Gebirge errechnet Fenner die Spannungen innerhalb einer Schicht, die geringere Scherfestigkeit als das Nebengestein besitzt und somit bei gleichem allseitigem Druck eher als dieses in den plastischen Zustand übergeht. Die ermittelten Druckverhältnisse sind noch günstiger als im homogenen Gebirge, weil die radiale Spannung schneller wächst. Die Abmessungen der Fließzone hängen ausschließlich von den Eigenschaften der im plastischen Zustand befindlichen Schicht, von ihrer Mächtigkeit und von der Teufe ab; sie sind geringer als die im homogenen Gebirge.

Vergleicht man nunmehr diese auf Rechnung gegründete Theorie mit der Beobachtung, so entspricht Abb. 1 (Fenners Abb. 20) dem Unterschied im Verhalten von Ton, Sand und festem Gestein am Umfang einer Strecke in großen Teufen. Bei Ton (Kurve mit  $\mu = 0,35354$ ) reichen die Spannungsunterschiede weit in das Gebirge hinein, der Schub erfolgt daher aus großer Entfernung, der Nachschub an Material hält an, und die Beruhigung der Strecke tritt je nach der Teufe, der Größe der Strecke und dem Widerstand des Ausbaues erst spät oder vielleicht niemals ein. Bei Sand dagegen behindert die hohe Reibungszahl die Bewegungen der Körner; in trockenem Sand bedarf die Strecke daher nur eines dichten, aber nicht eines besonders starken Ausbaues, um für die Dauer offen zu bleiben. Der Spannungszustand rings um die Strecke geht in ein neues Gleichgewicht über, sobald sich durch Wegnahme von Material und durch das Vordrücken der Massen in die Strecke eine genügende tangentielle Komponente der Spannung gebildet hat. Die häufige Brückenbildung in Silos und die darauf bezüglichen Versuche sowie die Erddruckuntersuchungen, z. B. die Versuche von Engesser<sup>1</sup>, bestätigen dies. Was für Sand gilt, muß in noch höherem Maße für festes oder zertrümmertes Gestein Geltung haben.

Es erübrigt sich, darüber zu reden, daß Strecken in festem Gestein sich auswölben und daß in der Firste nicht ein kreisförmiges, sondern ein elliptisches Gewölbe in Erscheinung tritt. In der Gewölbelinie ist ringsum die radiale Spannungskomponente Null, während die tangentielle hier ihren Höchstwert erreicht, der an den Seitenstößen liegt.

Die Höhe des Gewölbes hängt von den elastischen Eigenschaften des Gesteins ab. In festem Gestein ist sie unabhängig von der Teufe, was schon Dr. Langecker, gestützt auf Engesser, angenommen hat<sup>2</sup>. Im ungestörten Gebirge steht die große Achse der Ellipse senkrecht, während sie bei gestörtem Gebirge mit der größten Druckrichtung übereinstimmt. Man ersieht, daß es sich hier um Vorgänge der eingangs erwähnten ersten Teufenzone (ausschließlich elastische Zone) handelt. Es ist die Zone, in der sich ein echter Entspannungsmantel um die Strecke, die sogenannte Trompetersche Zone, bildet. Schon Kommerell und von Willmann erkannten in ihren grundlegenden Arbeiten (1911–1913) die elliptische Form der Aus-

wölbung unserer Strecken an<sup>1</sup>. Abb. 3 stellt eine der Zeichnungen Willmanns dar. In Abb. 4 hat Dinsdale<sup>2</sup> gezeigt, wie er den Ausbau einer Strecke in brüchigem Gestein für richtig hält; man erkennt in dem Bild ohne weiteres die Fennersche Ellipse wieder. Da eine solche Form der Strecke für den Betrieb unzuweckmäßig ist, ist eine Strecke des gewünschten Querschnittes in den größeren Querschnitt der sich von selbst bildenden elliptischen Form eingebaut.

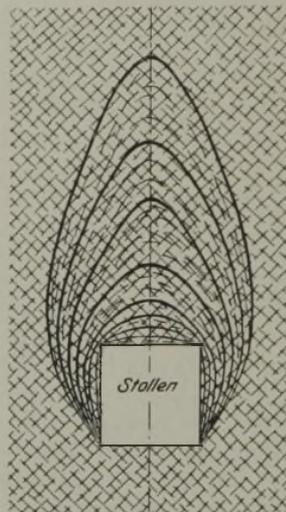


Abb. 3. Entstehung eines spannungslosen Körpers über einem Stollen nach v. Willmann.

Betrachtet man nunmehr Beispiele aus der erwähnten zweiten Teufenzone (plastische Zone), in die bei größerer Teufe das Karbongebirge zu rechnen ist, so erhält man hier zum Unterschied gegen die erste Zone nach Fenner keine eigentliche Entspannungszone; er bezeichnet sie vielmehr als Fließzone. Fenners Theorie erklärt aber die jedem Kohlenbergmann bekannte Erscheinung, daß sich in der Firste einer Strecke vom üblichen Türstockquerschnitt bei entsprechender Teufe eine Trümmerzone bildet, die annähernd elliptische Begrenzung hat. Je stärker das Gestein bei den Entspannungsvorgängen

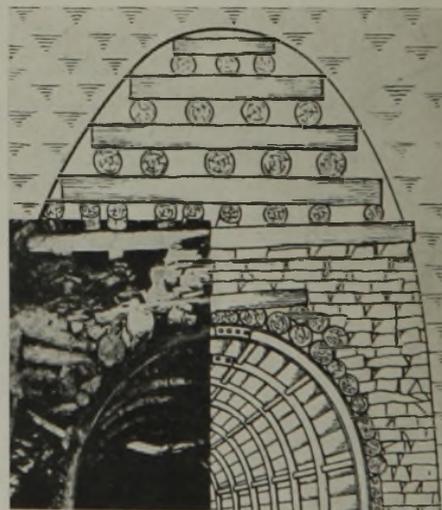


Abb. 4. Streckenausbau in brüchigem Gestein nach Dinsdale.

infolge Überschreitung der Schubfestigkeit zertrümmert wird, desto leichter bricht der Inhalt der zertrümmerten Zone herein und desto schneller ist die Auswölbung der Strecke sichtbar. Wird das Hereinbrechen durch den Ausbau verhindert, aber kein genügender Widerstand ausgeübt, der die Bewegungen der einzelnen Gesteinbrocken aneinander durch Reibung verhält, so treten die schon oft im Bilde wiedergegebenen bekannten Zer-

<sup>1</sup> Dtsch. Bau-Ztg. 16 (1882) S. 91.

<sup>2</sup> Berg- u. hüttenm. Jb. 76 (1928) S. 26.

<sup>1</sup> Kommerell: Statische Berechnung von Tunnelmauerwerk, 1912; v. Willmann: Gebirgsdruckerscheinungen in Beziehung zum Tunnelbau, 1911; Instandsetzung alter Eisenbahn-Tunnel, 1913.

<sup>2</sup> Colliery Engng. 12 (1935) S. 409.

klüftungserscheinungen ein, von denen Abb. 5 nach einer Aufnahme der Firma Moll in Witten noch einmal ein kennzeichnendes Beispiel bietet. Sehr deutlich zeigt sich hier die Richtigkeit des Satzes, daß der Entspannungsvorgang durch Überschreitung der Elastizitätsgrenze zur Zerklüftung führt und daß die Reibung auf den Klüftflächen ein entscheidender Umstand für das Verhalten des Gebirges ist. Es leuchtet ein, daß nicht das entspannte Gestein zertrümmert werden kann, sondern daß die Zerklüftung bereits beim Entspannungsvorgang erfolgen muß; sie ist nach Fenner hauptsächlich eine Folge der dabei auftretenden Schubspannungen. Innerhalb der Zone allseitigen Druckes, der eine feste Auflage der Klüftflächen aufeinander erzeugt, also außerhalb der elliptischen Fließzone, tritt die Zerklüftung nicht in Erscheinung. Im entspannten Gebirge ist auch der Reibungsdruck entsprechend kleiner; daher wird die Reibung überwunden, so daß Bewegungen der Teile gegeneinander unter Abriebbildung beginnen und die Klüftzonen als Gleitflächen sichtbar werden. In Abb. 5 bestehen die Stöße aus festem Schiefer, dessen Elastizitätsgrenze hoch genug liegt, um die Zertrümmerung des Gebirges im Stoß gering zu halten oder zu verhüten. Stände in den Stößen z. B. Kohle an, die ebenfalls zertrümmert würde, so müßte sich die Grenze in den Stoß verschieben, und die Breite und Höhe der zertrümmerten Gebirgszone in der Firste müßten entsprechend größer werden.



Abb. 5. Firste einer alten Strecke.

Die Bedeutung der Zerklüftung und der Reibung auf den Klüftflächen für das Verhalten des Gebirges um eine Strecke zeigt die Abb. 6, die ich bereits im Jahre 1929<sup>1</sup> als Beispiel zur Erläuterung der Vorgänge benutzt habe, die aber erst auf Grund der Fennerschen Erklärungen voll verständlich wird. Das Bild gibt eine alte, schon mehrfach nachgerissene Strecke der Fuchsgrube in Waldenburg wieder, die zum Hauptquerschlag erweitert wird. Die Schubfestigkeit der Kohle und des zwischengelagerten Sand-schiefers ist bei weitem überschritten, beides daher völlig zertrümmert. Da die Kohle zugleich die kleinste Reibungszahl hat, ist sie zusammen mit dem Schiefer weit in die Entspannungszone hineingeflossen. Der Sandstein hat dagegen nur wenig Klüfte erhalten; die Reibung auf seinen Klüftflächen ist außerdem so groß,

daß er offensichtlich zunächst keine Bewegungen auf diesen Flächen ausgeführt hat und erst durch das Vorschleichen der hangendern Schichten selbst in Bewegung geraten ist. Am Türstock sind Kappe und ein Bein gebrochen; trotzdem hält der Ausbau, ein Zeichen, daß vor der neuerlichen Erweiterung Ruhe im Gestein eingekehrt war. Die Fließzone mit elastischem Ring hat sich nach genügendem Materialschwund voll ausgebildet und unter Schaffung eines neuen Gleichgewichtes den Ausbau entlastet. Das Bild kann als praktischer Beweis für Fenners Darlegung gelten, daß es sich um Fließvorgänge handelt und der Ausdruck »Fließzone« berechtigt ist. Die Grenze der Fließzone liegt in Abb. 6 außerhalb des Bildes im Gebirge.

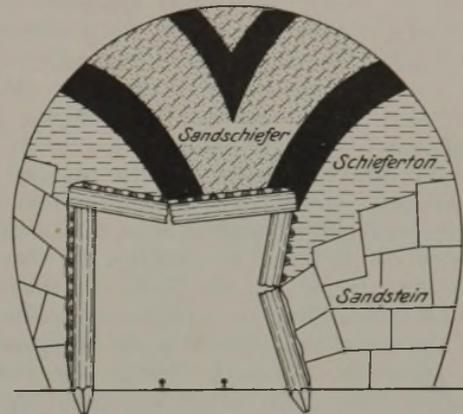


Abb. 6. Nachreißen eines Querschlaages auf der Fuchsgrube bei Waldenburg.

Man erkennt nunmehr, daß die Fennersche Tangentialkomponente der Spannungen dasselbe ist, was der Bergmann bisher als den Gewölbe- oder Kämpferdruck bezeichnet hat. Auch Fenner spricht deshalb von einem Gewölbe. Als Beispiel bringt Abb. 7 ein Bild aus einem frühern Aufsatz von Lütthgen über Versuche zur Herstellung ausbaufreier Strecken wieder<sup>1</sup>. Man erkennt den Kämpferdruck an der Verschmälerung des Kohlenflözes, die er hervorgerufen hat. Dies entspricht dem Fennerschen Ergebnis, wonach die radiale Komponente der Spannung ein gewisses Verschieben der Massen in den Streckenraum bewirkt. Schon die Form der Ellipse zeigt, daß diesem seitlichen Vorschleichen, d. h. der Bewegung in Richtung der kleinen Ellipsenachse, ein geringerer Widerstand entgegensteht als in Richtung der großen Achse, was erklärlich macht, daß das Hereinschieben der Stöße oft stärker fühlbar ist als der Druck aus der Firste.

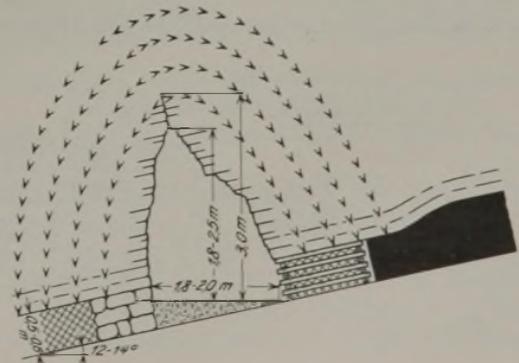


Abb. 7. Bildung des Druckgewölbes über einer Abbaustrecke.

<sup>1</sup> Glückauf 65 (1929) S. 1760.

<sup>1</sup> Glückauf 65 (1929) S. 393.

Eine weitere Folge der Fließerscheinungen ist eine gewisse Symmetrie der Vorgänge in Sohle und Firste, die jedem bergmännischen Beobachter bekannt ist. Schon die Abb. 4 nach Dinsdale zeigt, daß die Ellipse keinesfalls im Hangenden allein bestehen kann, sondern daß auch im Liegenden eine entsprechende Entspannungzone zu erwarten ist. Als Beispiel einer solchen ist in Abb. 8 ein Bild aus dem bekannten Buch von Würker über Stahlverwendung im Bergbau wiedergegeben<sup>1</sup>, das in der Sohle die ganz gleiche Zertrümmerung und Stauchung des Gesteins zeigt wie die Abb. 5 und 6 in der Firste. Rein auf Grund von Beobachtungen habe ich bereits vor 8 Jahren die Darstellungen in Abb. 9 gezeichnet, welche die Ellipse symmetrisch in Sohle und Firste erkennen lassen<sup>2</sup>. Fälschlicherweise habe ich damals noch vollständige Symmetrie angenommen. Die verschiedenen Gesteine bewirken ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Schichten, ohne daß darum der Fließvorgang grundsätzlich geändert wird. Die Pfeile sollen durch Länge und Zahl die Bewegungen infolge der radialen Spannungskomponente andeuten, die das Gestein in die Strecke hineinschiebt. Im Sandstein ist die Zerklüftung am kleinsten, die Reibung am größten, die Bewegung daher zunächst gering. In der Kohle ist ebenso wie in Abb. 6 die Zerklüftung am größten, die Reibung am kleinsten und das Hineindrücken in die Entspannungzone am stärksten. Sekundär erzeugt die Kohle in Abb. 9 rechts daher einen Druck von oben gegen die Sandsteinplatte, was bei Überschreitung der Biegefestigkeit zum Bruch dieser Platte führt, ein Vorgang, der durchaus den Fennerschen Untersuchungen entspricht. Gerade das Beispiel der Abb. 9 läßt erkennen, daß der Kern der Ellipse keine Entspannung wie bei rein elastischen Vorgängen (erste Teufenzone, Trom-

petersche Zone) erfährt, solange das Gebirge nicht völlig zerklüftet wird; man sieht, daß mit dem Fließen der Kohle sogar recht verwickelte Spannungsverhältnisse verbunden sind. Ein vorzügliches praktisches Beispiel einer annähernd symmetrischen Bewegung in Sohle und Firste unter erkennbarer Ausbildung einer Fließzone bietet die von Eisenmenger<sup>1</sup> gebrachte Abb. 10, eine Aufnahme von Zeche Alma.

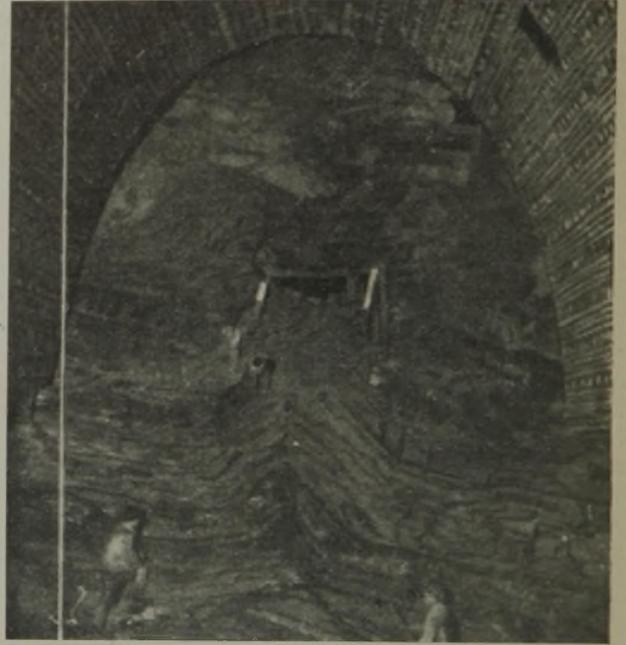


Abb. 10. Hineinschieben der bruchlos verformten Schichten in den Streckenhohlraum.



Abb. 8. Bildung der Entspannungzone im Liegenden.

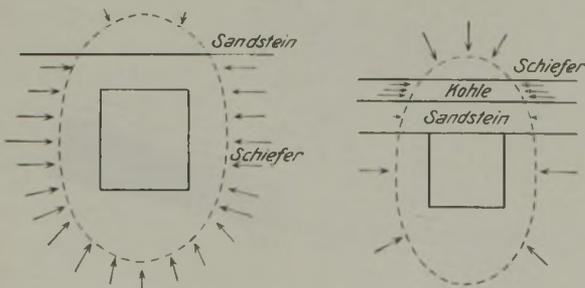


Abb. 9. Arbeitsvermögen wechselnder Gesteinschichten.

<sup>1</sup> Würker, Streckenausbau mit Stahl, S. 5, Abb. 4, Berlin 1934.

<sup>2</sup> Glückauf 65 (1929) S. 1760.

Die Richtigkeit der Fennerschen Angabe, daß die entsprechende Fließzone um so tiefer in den Stoß reicht, je weniger widerstandsfähig das Gestein gegen Zerklüftung ist, beweisen auch die Beobachtungen an den im Flöz aufgefahrenen Strecken. Die Abb. 11 bis 13 geben kennzeichnende Bilder aus den Arbeiten Urbans<sup>2</sup> aus dem oberschlesischen Steinkohlenbergbau wieder. Sie zeigen, daß tatsächlich ein Fließen des Schiefers in der Sohle eingetreten ist, der hier die niedrigste Schubfestigkeit aufweist. Ähnliche Vorgänge lassen sich in vielen Kohlenflözen, besonders in den mächtigen Flözen Oberschlesiens, bei einem sogenannten Wurzelbett im Liegenden beobachten. Ist die Kohle das am wenigsten widerstandsfähige



Abb. 11.

<sup>1</sup> Glückauf 71 (1935) S. 15.

<sup>2</sup> Kohle u. Erz 29 (1932) Sp. 32.

Gestein, so reicht die Fließzone weit in den Stoß hinein; zugleich steigt die radiale Komponente nur langsam mit Entfernung vom Stoß an, so daß das Gebirge tief hinein in Bewegung gerät. Die daraus entstehenden Schubspannungen führen zu tiefgreifender Zertrümmerung der Kohle im Stoß.

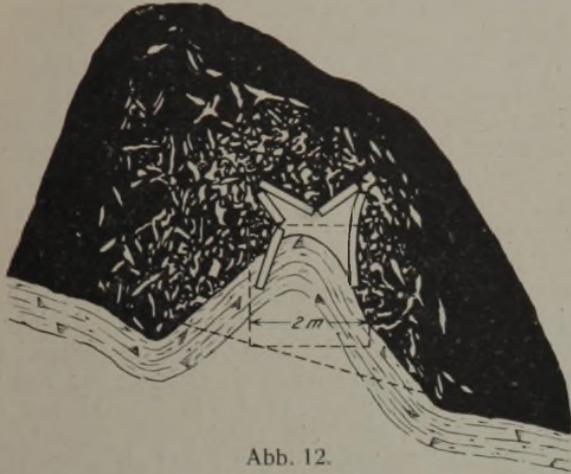


Abb. 12.

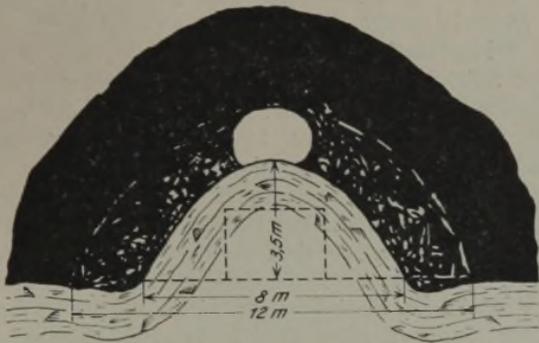


Abb. 13.

Abb. 11-13. Fließen des Schiefers in der Sohle nach Urban.

Da diese Darlegungen der langjährigen Beobachtung entsprechen, sind ähnliche Kurvendarstellungen der Druckverteilung wie die Fennerschen Abb. 18-20 schon früher auf Grund reiner Beobachtung entworfen worden. Abb. 14 bringt die Dar-

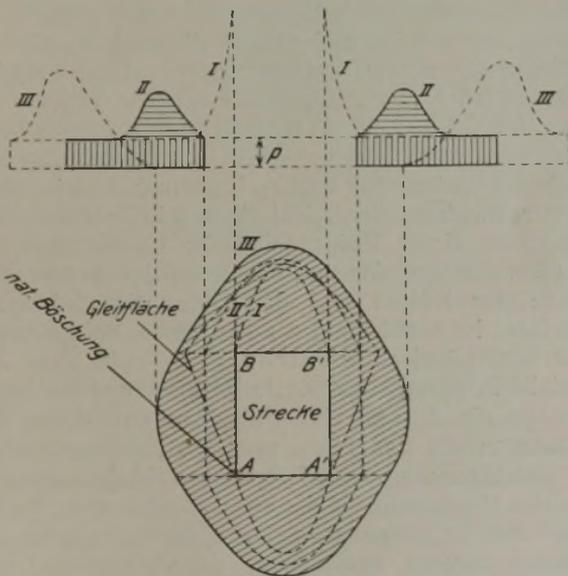


Abb. 14. Bildung eines spannungslosen Körpers um die Strecke bei nachgiebigem Gestein.

stellung des Spannungszustandes durch Haack<sup>1</sup>. Die Zonen I-III im untern Bilde zeigen die zeitliche Entwicklung des Fließvorganges, den man bisher als Entspannung bezeichnet hat, die schließlich im Zustand III zu neuem Gleichgewicht führt. Die Einzeichnung der Gleitfläche zeigt, obwohl Haack sie nur auf das Eigengewicht des entspannten Gesteins zurückführt, daß er schon mit Schubspannungen und Reibungswiderständen gerechnet hat. Vor allem aber entsprechen die Kurvendarstellungen im obern Teil der Abb. 14 durchaus den Fennerschen Druckkurven. Unterschiede zwischen Fenner und Haack liegen darin, daß dieser seine Kurven als allgemeingültig ansah, während sie nach Fenner nur für eine solche Teufe gelten, in der das Gestein bereits in den plastischen Zustand übergeht, was aber für Haacks Beobachtungsgebiet, den Ruhrkohlenbergbau in größerer Teufe, zutrifft.

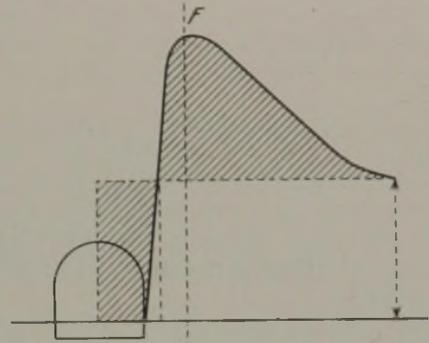
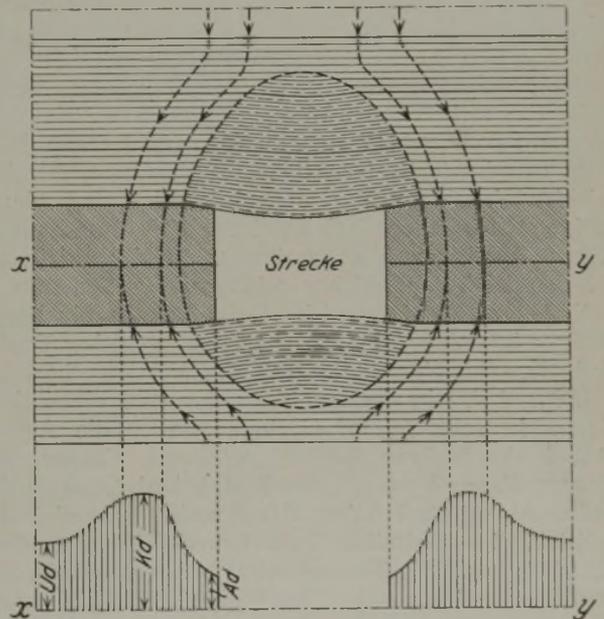


Abb. 15. Druckkurve nach Cordebas.



Ud Ungestörter Druck, Hd Höchstwert der tangentialen Druckkomponente, Ad Ausbaudruck.

Abb. 16. Druckprofil nach Dinsdale.

Daß man auch im Ausland die gleichen Beobachtungen gemacht hat, und daß sich daher auch dort ähnliche Gedankengänge entwickelt haben, beweisen die Abb. 15<sup>2</sup> und Abb. 16<sup>3</sup>, in denen die Druckverteilung in einem flachgelagerten Flöz neben einer Strecke kurvenmäßig wiedergegeben ist. In der Abbildung von

<sup>1</sup> Haack: Die Beherrschung des Gebirgsdrucks, Glückauf 64 (1928) S. 711.

<sup>2</sup> Cordebas: Mines Carrières 77 (1929) S. 43.

<sup>3</sup> Dinsdale: Colliery Engng. 12 (1935) S. 406.

Cordebas, der sich auf die bekannten Arbeiten Morins stützt, stellt  $F$  den Kämpferdruck oder den Höchstwert der tangentialen Komponente dar. Wenn sich Fenner auch nicht mit den in Abb. 16 von Dinsdale gezeichneten »Spannungstrajektorien« befaßt, so ist doch der Grundgedanke, die elliptische Form der Einflußzone um die Strecke, auch hier klar zu erkennen. Der Unterschied der Zone im Kern der Ellipse und der Zone außerhalb derselben zeigt deutlich die Übereinstimmung der Beobachtung Dinsdales und der Rechnung Fenners. Die Zone des Gewölbedruckes oder der tangentialen Spannungskomponente mit teilweiser Entspannung der Masse der Zone im Kern der Ellipse ist in den Kurven im untern Teil des Bildes klar dargestellt; auch das gleiche Verhalten des Gebirges in Firste und Sohle ist ersichtlich. Die geringe Unsymmetrie, die von Dinsdale beobachtet und von Fenner errechnet ist, beruht auf dem Eigengewicht des Gesteins der Fließzone; vernachlässigt man dieses, so ergibt die Rechnung vollständige Symmetrie.

Eine gute Übereinstimmung zwischen Fenners Rechnung und der Beobachtung ist auch hinsichtlich der Höhe der auftretenden Höchstkräfte festzustellen. Fenner errechnet, daß die tangentiale Komponente höchstens etwa das Doppelte des Ruhedruckes erreichen kann; ein Blick auf die Abb. 15 und 16 zeigt etwa das gleiche.

Die sogenannten Bergschüsse, d. h. das Abschleudern von Schalen aus dem Stoß, wobei meist die losgeschleuderte Masse nicht mehr in das Loch, aus dem sie stammt, hineinpaßt, sind die Folge der Formänderungen, die durch die Bildung der tangentialen und der radialen Druckkomponenten bedingt sind. Es handelt sich meist um flache Gesteinschalen, deren Fläche parallel zum Stoß gelegen hat. Sie entstehen durch Scherkräfte infolge der Entspannung nach der durch die tangentialen Druckkomponente bewirkten einseitigen Zusammendrückung. Das schußartige Abschleudern hat elastische Kräfte und plötzlichen Bruch zur Voraussetzung. In der Fließzone ist das Auftreten solcher schlagartigen Spannungsentladungen nicht möglich. Gefahrenzone für Bergschüsse ist daher die elastische Zone in solcher Teufe, daß die Gesteinspannungen sich der Bruchgrenze nähern, d. h. die tiefsten Teile der rein elastischen Zone. In sehr festem Gestein, wie es die Alpentunnel durchfahren haben, errechnet Fenner die Grenze dieser Zone, wie erwähnt, bei rd. 2000 m; die tiefen Alpentunnel haben daher unter Bergschüssen gelitten. In deutschen kretazischen Eisenerzgruben sind Bergschüsse, allerdings nicht im Streckenvortrieb, sondern an einem unter Druck geratenen Bein gegen den alten Mann, schon bei rd. 100 m Teufe vorgekommen. Das zeigt, daß die Gefahrenzone allein durch die Eigenart des Gesteins, im besondern durch seinen Elastizitätsmodul und seine Elastizitätsgrenze, bedingt ist.

Schließlich entspricht die Lehre vom Eintritt eines Gleichgewichtszustandes den regelmäßigen Beobachtungen am Streckenausbau. Die neuern nachgiebigen Ausbauarten (Toussaint-Heintzmann, Moll usw.) befolgen den zuerst von Maevert<sup>1</sup> ausgesprochenen Grundsatz, daß der Ausbau eine gewisse Nachgiebigkeit besitzen, dann aber steigenden Widerstand gegen weiteres Hereindrücken des Gebirges aus-

üben muß. Die Nachgiebigkeit entspricht Fenners Lehre; ein gewisses Verschieben des Gesteins in die Strecke ist erforderlich, damit der eigenartige Spannungszustand in der Fließzone zustandekommt. Steigender Widerstand gegen weiteres Verschieben vermindert nicht nur das Hereinschieben, sondern auch die Zerklüftung des Gesteins und trägt damit zur Erhaltung eines gesunden Gebirges rings um die Strecke bei. Der Erfolg der beschränkten Nachgiebigkeit des Grubenausbauens mit steigendem Widerstand gegen weitere Querschnittsverminderung erklärt sich daher weitgehend durch die Erkenntnis von der Bedeutung der Schubspannungen, der durch sie bewirkten, zunächst unsichtbaren Zertrümmerung des Gebirges und vor allem der Reibung auf den Klufflächen.

Um einen Überblick über die Massen zu bekommen, die entfernt werden müssen, damit sich im weichen Gebirge dieser Spannungszustand bildet und Ruhe eintritt, errechnet Fenner in einem Beispiel folgende Zahlen. Angenommen ein Gebirge aus Ton mit der Reibungszahl  $\mu = 0,35354$ , ein Schacht von 6 m Dmr., 1000 m Teufe, ein spezifisches Gewicht der überlagernden Schichten von 2,4 und ein Widerstand des ringförmigen Ausbaus von 1 kg/cm<sup>2</sup>, so beträgt die Materialmenge, die entfernt werden muß, damit der Widerstand im Stoß gleichbleibt, ein Ausbau dieser Stärke also nicht zerstört wird, 104 m<sup>3</sup> Gestein je laufendes Schachtmeter. Davon macht der eigentliche Schachtinhalt nur 28 m<sup>3</sup> aus; die restlichen 76 m<sup>3</sup> muß man darüber hinaus entfernen, um Ruhe im Gebirge zu erhalten, eine Erscheinung, die jedem Bergmann, der Tonablagerungen kennt, einleuchtet. Für einen Querschlag sind die Bedingungen noch ungünstiger. Hier darf der Widerstand des Ausbaus unter gleichen Bedingungen nicht unter 4,5 kg/cm<sup>2</sup> sinken. Dagegen kann man in Sand die Mengen, die zusätzlich abgefördert werden müssen, praktisch vernachlässigen, während sich in Tonschiefer, Mergel usw. alle Übergänge ergeben.

#### Zusammenfassung.

Wie sich bei einem Vergleich zeigt, stimmen die Rechnungen und theoretischen Untersuchungen von Fenner mit der praktischen bergmännischen Beobachtung und Erfahrung weitgehend überein. Eine Reihe bekannter Erscheinungen beim Auffahren einer Strecke lassen sich auf Grund dieser theoretischen Darlegungen besser erklären, als es bisher möglich gewesen ist. Danach bildet sich um jede Strecke, solange das Gestein elastisch bleibt, eine Trompetersche Zone aus, deren größte Achse in der Richtung des größten Druckes, bei flacher Lagerung also in senkrechter Richtung liegt. Entscheidend für die Größe und Form dieser Ellipse sind die Elastizitätseigenschaften des Gesteins und die Breite der Strecke. Die Größe der Ellipse und damit des sich bildenden Gewölbes ist unabhängig von der Teufe. Bei größerer, aber bergmännisch erreichbarer Teufe geht das Gestein in plastischen Zustand über, und es bildet sich um die Strecke eine Fließzone aus, deren Abmessungen von der Teufe, vom spezifischen Gewicht der Überlagerung, von der Reibungszahl des Gesteins, von den Abmessungen der Strecke und vom Widerstand des Streckenausbauens abhängen. In einer gegebenen Strecke muß daher der Widerstand des Ausbaus einen bestimmten Wert überschreiten, damit ein neues Gleichgewicht eintritt.

<sup>1</sup> Glückauf 69 (1933) S. 209.



Zahlentafel 2. Wachstum des Energieverbrauchs  
in wichtigen Ländern  
(Jahresdurchschnittliche Zunahme von 1925 bis 1937).

Land	Zuwachsrates %
Vereinigte Staaten	1,1 <sup>1)</sup>
von Amerika	0,0
Großbritannien	1,7
Deutschland	3,7
Frankreich	3,0
Italien	0,1
	3,5

<sup>1</sup> 1925 bis 1936.

Allerdings muß man berücksichtigen, daß die Zuwachsrates des Energieverbrauchs in Deutschland von 1935 an durch die Rückkehr des Saargebiets etwas erhöht worden ist, wie umgekehrt die französische Energiewirtschaft hierdurch stärker in ihrem Wachstum berührt erscheint, als dies für den innerfranzösischen Verbrauch zutrifft. Aber auch verglichen mit der Vorkriegsentwicklung nimmt der Energieverbrauch in Deutschland noch immer sehr rasch zu. Von 1870 bis 1913 stieg der Kohlenverbrauch im Jahresdurchschnitt um rd. 4%, in der Zeit von 1925 bis 1937 erhöhte er sich immer noch um rd. 3%, obgleich die Kohle in dieser Zeit einer verschärften Konkurrenz anderer Energieträger begegnete. Prüft man freilich die Entwicklung dieser Jahre im einzelnen, so zeigt sich, wie stark die Wachstumsgeschwindigkeit durch den Wirtschaftsaufschwung seit 1933 und somit durch eine in mancher Hinsicht einmalige Konstellation bedingt war. Von 1925 bis 1933 nahm der Energieverbrauch jährlich nur um 0,3% zu; von 1933 bis 1937 stieg die Jahreszuwachsrates sprunghaft auf mehr als 10%. Es braucht kaum betont zu werden, daß diese rasche Steigerung nur möglich war, weil im Jahre 1933 große Erzeugungs- und Verbrauchskapazitäten unausgenutzt bereitstanden, die in den vergangenen fünf Jahren ohne weiteres ausgefüllt werden konnten. Nachdem nunmehr aber die Grenzen der Wirtschaftsausdehnung auf fast allen Gebieten sichtbar geworden sind, mußte man damit rechnen, daß die Aufwärtsbewegung der Industrieproduktion und damit auch das Wachstum des Energieverbrauchs in den kommenden Jahren langsamer werden. Von bedeutendem Einfluß darauf sind einmal Stand und Entwicklung der Wärmewirtschaft und sodann die Bedarfsentwicklung bei den einzelnen Verbrauchergruppen.

#### Wärmewirtschaft und Brennstoffverbrauch.

In der Nachkriegszeit bis ungefähr zum Ende des Aufschwungs 1927/28 hatte die Entwicklung der Wärmewirtschaft und Wärmetechnik ungewöhnlich rasche Fortschritte gemacht. Die in den ersten Nachkriegsjahren herrschende Kohlenknappheit und die dadurch bedingte Überhöhung der Kohlenpreise hatten fast überall eine Fülle von Maßnahmen hervorgerufen, die darauf hinausliefen, den für den einzelnen Betrieb erforderlichen Brennstoffaufwand zu verringern. Eine Reihe dieser Maßnahmen hielt sich im Rahmen des zu allen Zeiten wirkenden normalen technischen Fortschritts; »neuartig« war dagegen die wärmewirtschaftliche Rationalisierung durch bestimmte, zum großen Teil rein betriebliche Maßnahmen, wie Überwachung und Schulung des Bedienungspersonals, Verwendung von Brennstoffen

geringern Heizwerts, technische Umstellungen im Bau von Kesseln und Feuerungsanlagen, darüber hinausgehend aber schließlich die wärmewirtschaftliche Zusammenfassung ganzer Betriebe und die Herstellung einer Verbundwirtschaft in der Elektrizitätserzeugung.

Die Erfolge dieser Bestrebungen lassen sich an einigen typischen Einzelbeispielen zeigen, die auf einen Vergleich der Jahre 1913 und 1930 abgestellt sind. In dieser Zeitspanne war in den Hochofenwerken der Koksersatz je t Roheisen von 1100 bis 1200 kg auf weniger als eine Tonne gesunken; der Kohleneinsatz der Elektrizitätswerke war von etwa 10000 kcal/kWh auf 5000 bis 5200 kcal/kWh zurückgegangen; die Zechen waren im Selbstverbrauch durchweg zu minderwertigen Brennstoffen übergegangen, und ebenso hatte sich der Kohlenverbrauch der Kokereien vermindert. Die in dieser Zeitspanne insgesamt erzielten Brennstoffersparnisse lassen sich vielleicht auf 15–20%, d. h. auf eine Brennstoffmenge von 25 bis 30 Mill. t Steinkohlenwert schätzen<sup>1</sup>.

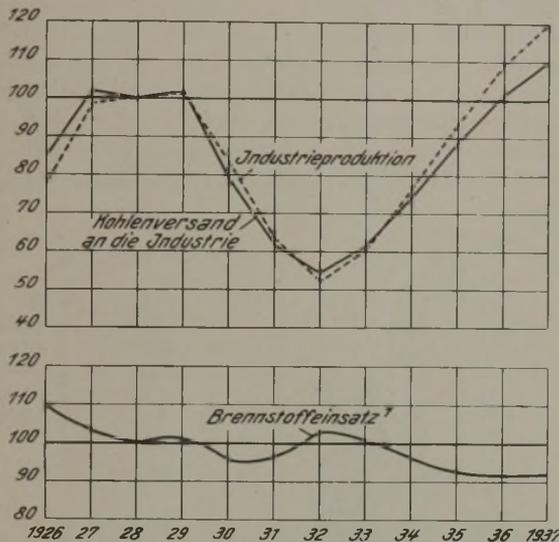
In der Krise und ebenso im Aufschwung seit 1933 ist es um den wärmewirtschaftlichen Fortschritt wesentlich ruhiger geworden. Der Druck der Kohlenknappheit, der in der ersten Nachkriegszeit bestanden hatte, war in den Krisenjahren einem Überangebot von Kohle gewichen; der Zwang zur Brennstoffersparnis unter allen Umständen fiel fort. Hinzu kommt, daß auch die technische Entwicklung in den vergangenen Jahren nur noch langsame Fortschritte gemacht hat. Gleichwohl stand auch in diesen Jahren die wärmewirtschaftliche Entwicklung nicht still; wie die folgenden Untersuchungen zeigen werden, hat sich vielmehr die in der ersten Nachkriegszeit angebahnte Entwicklung in ganzen fortgesetzt.

Zur Methode:

Brennstoffersparnisse lassen sich statistisch erfassen, indem man Erzeugung und Dienstleistungen der Volkswirtschaft oder einzelner Gruppen mit dem entsprechenden Brennstoffverbrauch vergleicht. Eine Zunahme etwa der Roheisenerzeugung innerhalb einer Reihe von Jahren um 20%, der eine Steigerung des Koksverbrauchs der Hochofenwerke um nur 15% gegenübersteht, würde besagen, daß der Brennstoffeinsatz um 4% gesunken ist. Die Durchführung derartiger Berechnungen stößt aber in der Praxis auf Schwierigkeiten, weil in der Regel die Produktionsstatistik und die Statistik des Kohlenverbrauchs nicht die gleichen Wirtschaftsbereiche erfassen. Der Kohlenversand an die Elektrizitätswerke beispielsweise läßt sich nicht ohne weiteres mit der Stromerzeugung der öffentlichen Werke vergleichen. Ähnliche Schwierigkeiten entstehen, wenn man Produktion und Kohlenverbrauch der großen Abnehmergruppen miteinander vergleicht. In der Indexziffer der Industrieproduktion sind die einzelnen Gewerbezweige mit einem Gewicht berücksichtigt, das im wesentlichen aus der Zahl der Beschäftigten, der Zahl der installierten PS und dem Anteil am Nettoproduktionswert zusammengesetzt ist. Die Reihe des Kohlenversandes an die Industrie faßt dagegen den Kohlenverbrauch der einzelnen Gewerbezweige durch einfache Addition zusammen. Die daraus entspringenden Unterschiede zwischen beiden Reihen sind so groß, daß ein einfacher Vergleich der Indexziffer der Industrieproduktion und einer Indexziffer des Kohlenversandes an die Industrie fehlerhafte Ergebnisse liefern würde. Man kann diesen Fehler jedoch vermeiden, wenn man die Indexziffer der Industrieproduktion mit dem Anteil der einzelnen Industriezweige am gesamten Kohlenverbrauch der Industrie umwiegt. Allerdings kann auch

<sup>1</sup> Vgl. Regul: Die Wettbewerbslage der Steinkohle, a. a. O. S. 54.

hierbei noch immer ein Fehler unterlaufen; der Kohlenverbrauch der Industrie kann beispielsweise im Vergleich zur Industrieproduktion dadurch zurückbleiben, daß sich die industriellen Verbraucher auf Gas oder Elektrizität umstellen. Dieser Fehler kann jedoch nicht groß sein, wenn man bedenkt, daß auf Kohle noch mehr als 80% des industriellen Energieverbrauchs entfallen und überdies steigende Verwendung von Edelenenergien schon für sich betrachtet eine wärmewirtschaftliche Verbesserung bedeutet.



<sup>1</sup> Relation: Kohlenverbrauch zu Industrieproduktion. 1928 = 100.

Abb. 1. Produktion, Kohlenverbrauch und spezifischer Wärmeverbrauch der Industrie. 1928 = 100.

### Der Brennstoffverbrauch der Industrie.

Nach der oben beschriebenen Methode berechnet, hat sich der Kohlenverbrauch der Industrie wie folgt entwickelt.

Zahlentafel 3. Industrieproduktion und Kohlenverbrauch (1928 = 100).

Jahr	Indexziffer der Industrieproduktion	Kohlenversand an die Industrie <sup>1</sup>	Relation: Kohlenverbrauch zu Industrieproduktion
1926	77,5	85,1	109,8
1927	98,4	102,1	103,3
1928	100,0	100,0	100,0
1929	100,1	101,2	101,1
1930	82,8	79,5	96,0
1931	64,2	63,4	98,8
1932	52,3	54,1	103,4
1933	60,5	61,0	100,8
1934	76,7	73,9	96,3
1935	93,7	87,0	92,8
1936	109,0	100,1	91,8
1937	119,6	109,7	91,7

<sup>1</sup> Arbeitstäglicher Versand, ausgedrückt in Wärmeeinheiten.

Die Spalte 4 der Übersicht »Relation: Kohlenverbrauch zu Industrieproduktion« gibt mit gewissen Einschränkungen, die noch eingehender zu behandeln sind, einen Maßstab zur Beurteilung des wärmewirtschaftlichen Fortschritts. Vergleicht man die Jahre 1928 und 1936 bzw. 1937, so verbraucht die Industrie gegenwärtig, um die gleichen Mengen zu produzieren, rd. 8% weniger Kohle als 1928 und sogar fast 17% weniger als 1926. In Mengen von Steinkohleneinheiten ausgedrückt, würde diese Berechnung besagen, daß die Industrie bei einem tatsächlichen Verbrauch von 77 Mill. t im Jahre 1937 rd. 6,7 Mill. t weniger ver-

braucht, als sie unter den wärmetechnischen Verhältnissen des Jahres 1928 verbraucht haben würde. Verglichen mit 1926 käme man sogar zu einem Minderverbrauch von 15 Mill. t. Die Entwicklung in den einzelnen Jahren ist nicht gleichförmig verlaufen. Von 1928 bis 1929, auf dem Höhepunkt des vorigen Konjunkturaufschwungs, ist der Kohlenverbrauch rascher gestiegen als die Industrieproduktion; 1930 dagegen ist der Verbrauch stärker als die Produktion eingeschränkt worden. Nachdem sich in der Wirtschaftskrise der Brennstoffverbrauch, gemessen an der Produktionsentwicklung, sogar erhöht hatte, ist er von 1933 an wieder langsamer gestiegen als die industrielle Erzeugung.

Bereits diese Betrachtung zeigt, daß die verschiedenartige Bewegung des Kohlenverbrauchs und der Industrieproduktion nicht im engsten Sinne als Ergebnis des wärmewirtschaftlichen Fortschritts angesehen werden kann. Es ist allgemein unwahrscheinlich, daß von einem Jahre zum andern derartige Sprünge in der Wärmetechnik vorkommen, wie man sie auf Grund des Vergleichs der Jahre 1930 und 1931 annehmen müßte. Von großer Bedeutung dürfte vielmehr die wechselnde Kapazitätsausnutzung der Betriebe und damit der Energieerzeugungsanlagen im Verlauf des Konjunkturzyklus sein. Auf den ersten Stufen eines konjunkturellen Rückgangs der Umsätze und der Produktion wird es nur schwer möglich sein, den Brennstoffverbrauch entsprechend dem Beschäftigungsrückgang zu drosseln. Allgemein dürfte in unterbeschäftigten Betrieben die Ausnutzung der Brennstoffe und die Verwertung der erzeugten Energie unvollkommener sein als in hochbeschäftigten, weil ein Teil des notwendigen Wärme- und Kraftaufwandes fixe Aufwendungen darstellt. Die Dinge liegen hier ähnlich wie in der Beschäftigung: die Zahl der Arbeiter kann in der Regel nicht in demselben Umfange eingeschränkt werden, wie Produktion und Umsätze zurückgehen. Nicht nur die Erhaltung eines Stammes von Arbeitskräften, sondern auch die Durchführung bestimmter, auch bei niedrigem Beschäftigungsgrad gleichbleibender Aufgaben nötigt dazu, mehr Arbeiter zu behalten, als dem Umsatzvolumen entsprechen würde. Ebenso sind auch die Brennstoffaufwendungen nicht durchweg variable Kosten; sie sinken nicht so rasch als die Produktion, steigen aber auch andererseits nicht so schnell als diese. Berücksichtigt man außerdem, daß die Industrie an Stelle der Kohle veredelte Energie verwendet, so ergibt sich, daß der Vergleich zwischen Industrieproduktion und Brennstoffverbrauch Aufschlüsse mehr über Richtung und Geschwindigkeit des wärmewirtschaftlichen Fortschritts als über den in Mengeneinheiten auszudrückenden Umfang der tatsächlichen Brennstoffersparnis zu geben vermag. Mit diesen Einschränkungen gibt der Vergleich immerhin ein Bild der wärmewirtschaftlichen Entwicklung.

### Der Brennstoffverbrauch der Elektrizitätswerke.

Von den Versorgungsbetrieben sollen hier nur die Elektrizitätswerke betrachtet werden. Der Kohlenverbrauch der Wasserwerke ist gering. In den Gaswerken andererseits spielen wärmewirtschaftliche Erwägungen kaum eine Rolle; tatsächlich ist das Gasausbringen je t Kohle in den vergangenen Jahren unverändert geblieben.

Wie bereits erwähnt, ist die Statistik des Kohlenversandes an die Elektrizitätswerke mit der Statistik der Stromerzeugung in öffentlichen Werken nicht exakt vergleichbar. In den Angaben über den Kohlenversand sind diejenigen Kohlenmengen mitenthalten, die von den belieferten oder sich aus eigenen Gruben selbst belieferten Elektrizitätswerken für die Erzeugung von Strom für eigene oder konzernzugehörige Betriebe verbraucht, aber nicht öffentlich verkauft werden. Die Statistik der Stromerzeugung andererseits erfaßt diesen Selbstverbrauchsstrom nicht mit. Nach Berechnungen von Rohrbeck und zur Nedden<sup>1</sup> kann man diesen Fehler jedoch nahezu beseitigen, wenn man von den ausgewiesenen Kohlenversandmengen an die Elektrizitätswerke 15% absetzt und die Restsumme mit der Stromerzeugung der öffentlichen Werke vergleicht. Die herauspringenden Ergebnisse können zwar nicht Anspruch auf technische Genauigkeit machen, dürften aber die brennstoffwirtschaftliche Entwicklung im ganzen richtig wiedergeben.

Zahlentafel 4. Kohlenverbrauch der öffentlichen Elektrizitätswerke.

Jahr	Kohlenversand - 15% Milliard. kcal	Strom- erzeugung Mill. kWh	Kohleneinsatz kcal/kWh
Steinkohle			
1926	21 591	3 851	5600
1928	30 326	5 542	5470
1930	27 501	5 561	4940
1932	19 325	4 333	4460
1933	19 393	4 573	4240
1934	24 228	5 401	4490
1935	27 482	6 303	4360
1936	31 163	7 219	4320
1937	38 925	8 803	4420
Braunkohle			
1926	28 702	4 113	7000
1928	37 868	6 057	6250
1930	40 352	7 489	5390
1932	29 097	6 116	4760
1933	32 583	7 019	4640
1934	41 236	8 624	4780
1935	45 710	9 614	4750
1936	51 586	11 170	4620
1937	59 920	13 247	4520
Feste Brennstoffe zusammen			
1926	50 236	8 127	6180
1928	68 125	11 797	5770
1930	67 681	13 203	5130
1932	48 192	10 474	4600
1933	51 807	11 607	4460
1934	65 267	14 034	4650
1935	72 961	15 918	4580
1936	82 581	18 389	4490
1937	98 845	22 050	4480

Die wärmewirtschaftliche Entwicklung in den Elektrizitätswerken verlief während der vergangenen Jahre im ganzen rascher und gleichmäßiger als in der Industrie, überdies ist die Verminderung des Kohleneinsatzes bei der Stromerzeugung uneingeschränkt als wärmewirtschaftlicher Fortschritt anzusehen. Was zunächst das Tempo der wärmewirtschaftlichen Entwicklung betrifft, so wurden, um eine bestimmte Menge Strom zu erzeugen, im Jahre 1936 rd. 27% weniger Kohle benötigt als 1926 und rd. 22% weniger als 1928. Der Kohleneinsatz in der Industrie ging in dieser Zeit nur um 8 bzw. 17% zurück. Da der Brennstoffverbrauch der öffentlichen Werke 1937 rd. 14 Mill. t Steinkohleneinheiten betrug, macht die Brennstoffersparnis gegenüber 1928 rd. 3 Mill. t aus.

<sup>1</sup> Vgl. zur Nedden: Der Wert der Wärmeersparnis, München-Berlin 1936, S. 111.

Hierbei handelt es sich um Ersparnisse durch verbesserte Wärmewirtschaft im eigentlichen Sinne, da hier nur die Stromerzeugung aus festen Brennstoffen berücksichtigt worden ist. Der wärmetechnische Fortschritt vollzieht sich ferner in der Stromerzeugung gleichmäßiger als in der Industrie und wird von Konjunkturschwankungen wenig beeinflusst. Abgesehen von der starken Erhöhung des Kohleneinsatzes im Jahre 1934, die sich ohne Einzeluntersuchungen nicht erklären läßt, aber zum Teil wohl auf statistisch-technische Faktoren zurückzuführen ist, hat sich die Verringerung des Brennstoffeinsatzes verhältnismäßig stetig über alle Jahre hinweg fortgesetzt. Ähnlich wie in der Industrie ist jedoch auch hier der Entwicklungsprozeß in den beiden letzten Jahren langsamer geworden.

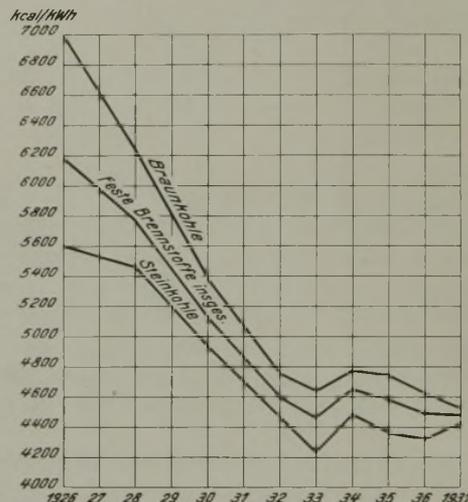


Abb. 2. Spezifischer Wärmeverbrauch der öffentlichen Elektrizitätswerke in kcal/kWh.

#### Der Brennstoffverbrauch bei der Eisenbahn.

In der Nachkriegszeit hat die Deutsche Reichsbahn manche Vorkehrungen getroffen, um den thermischen Wirkungsgrad der Lokomotiven zu erhöhen. Nach Schätzungen dürfte der hierdurch bedingte Minderverbrauch an Kohle je Leistungseinheit im Jahre 1928 18 bis 19% gegenüber 1913 betragen haben. Allgemein sind aber Wärmeersparnisse im Eisenbahnbetrieb schwerer zu erzielen als in stationären Anlagen. Hinzu kommen auch im Eisenbahnverkehr betriebliche Eigenheiten, die die Fortschritte der Wärmetechnik an Hand der verfügbaren Unterlagen nicht ohne weiteres erkennen lassen. So ergeben sich beispielsweise für den Brennstoffverbrauch je Betriebsbruttotonnenkilometer in den Jahren der Krise allein schon dadurch höhere Werte, daß Auslastung und Besetzung der Zügeinheiten infolge des geringeren Verkehrsaufkommens wesentlich niedriger waren als in den Jahren 1928/29. Im übrigen wurden der Brennstoffersparnis in den vergangenen Jahren dadurch gewisse Grenzen gezogen, daß die Deutsche Reichsbahn zu einer beträchtlichen Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit übergegangen ist. Immerhin hat sich trotz des beschleunigten Zugumlaufs der Brennstoffbedarf je Betriebsbruttotonnenkilometer seit 1928 um weitere 3,2% herabdrücken lassen.

Andererseits dringen aber der elektrische und der Dieselbetrieb im Eisenbahnverkehr immer mehr vor. Im Jahre 1928 wurden von der Gesamtzahl der geleisteten Bruttotonnenkilometer mehr als 96% im

Dampfbetrieb gefahren; 1937 leistete der Dampfbetrieb nur noch knapp 92%, der Anteil des Diesel- und elektrischen Betriebs hat sich also verdoppelt. Wenn auch für diese Entwicklung nicht allein — ja, wohl nicht einmal in erster Linie — wärmewirtschaftliche Bestrebungen maßgebend waren, so läuft sie praktisch doch auf eine Verminderung des Kohlenverbrauchs hinaus. Vergleicht man die gesamte Leistung der Eisenbahn im Dampf- und sonstigen Betrieb mit dem Kohlenverbrauch, so wurden 1937 für die gleiche Leistung 7 bis 8% weniger Kohle gebraucht als 1928.

Zahlentafel 5. Kohlenverbrauch und Leistungen der Reichsbahn (1928 = 100).

Jahr	Kohlenverbrauch der Reichsbahn	Gefahrene Bruttonenkilometer im Dampfbetrieb	Relation: Kohlenversand Tonnenkilometer
1926	91,9	87,9	104,5
1930	90,8	90,7	100,0
1932	76,3	71,5	106,8
1934	86,2	84,8	101,6
1936	96,9	98,7	98,2
1937	107,1	110,6	96,8

#### Die Verminderung des Gesamtverbrauchs von Kohle.

Fassen wir die Einzelberechnungen zusammen, so beträgt der Minderverbrauch an Kohle infolge besserer Ausnutzung der Brennstoffe, zum Teil allerdings auch infolge Verwendung anderer Brennstoffe, verglichen mit 1928, mindestens 11,1 Mill. t Steinkohleneinheiten, d. h. 6 bis 7% des gegenwärtigen Jahresverbrauchs.

Zahlentafel 6. Minderverbrauch an Kohle infolge wärmetechnischen Fortschritts.

Verbrauchergruppen	1936—1937 gegenüber 1928		
	Tatsächlicher Kohlenverbrauch	Auf Grund der Verhältnisse von 1928 errechneter Kohlenverbrauch	Minderverbrauch
Industrie . . . . .	77,2	83,9	6,7
Elektrizitätswerke . . . . .	14,1	16,9	2,8
Gaswerke . . . . .	7,5	7,5	0,0
Wasserwerke . . . . .	0,3	0,3	0,0
Eisenbahnen . . . . .	15,5	16,9	1,4
Schifffahrt . . . . .	4,1	?	?
Hausbrand u. Deputatkohle . . . . .	48,0	?	?
Summe	166,7	—	mindest. 11,1

Ob und wie weit auch in der Schifffahrt und im Hausbrand Brennstoffersparnisse erzielt worden sind, entzieht sich der statistischen Betrachtung. Die steigende Verwendung von Dieselöl auch in der Binnenschifffahrt kann naturgemäß nicht unter den wärmewirtschaftlichen Fortschritt rechnen. In der obigen Übersicht ist ferner der Zechenselbstverbrauch nicht enthalten. Die statistischen Daten zeigen, daß der Selbstverbrauch stärker gestiegen ist als die Förderung, doch muß man berücksichtigen, daß in der Selbstverbrauchsreihe teilweise der neuerdings rasch zunehmende Absatz an Schwelwerke und Hydrieranlagen zum Teil enthalten ist. Überdies liegt das Schwergewicht der Wärmewirtschaft der Zechen nach wie vor bei der Verwendung geringerwertiger Kohle.

Selbst wenn also der Zechenselbstverbrauch im engsten Sinne stärker zugenommen haben würde als die Förderung, so würde diese Tatsache nicht besagen, daß hier keine wärmewirtschaftlichen Fortschritte erzielt worden seien.

Alle nicht erfaßten und erfaßbaren Posten mitberücksichtigt, würde man vermutlich zu dem Ergebnis kommen, daß heute im Vergleich zu 1928 jährlich eine Monatsförderung von Kohle durch bessere Wärmewirtschaft gespart wird. Allerdings läßt die Entwicklung des Brennstoffeinsatzes in der Industrie darauf schließen, daß der wärmewirtschaftliche Fortschritt in der jüngsten Zeit etwas langsamer geworden ist.

#### Bestimmungsfaktoren des wärmewirtschaftlichen Fortschritts.

Es liegt nahe, die brennstoffwirtschaftliche Entwicklung in erster Linie aus technischen Faktoren zu erklären; der allgemeine technische Fortschritt und die — in gewissem Sinne zufälligen — technischen Erfindungen wären es demnach, die darüber entscheiden, ob große oder geringe Brennstoffersparnisse gemacht werden. Zum Teil mag diese Erklärung der Wirklichkeit tatsächlich nahekommen. So ist die Zeitspanne vom Ende des Weltkriegs bis etwa zum Ende des Aufschwungs 1927—1929 durch eine Reihe von wärmetechnischen Erfindungen gekennzeichnet, während andererseits seit etwa 1930/32 die Wärmetechnik sich mehr in der Richtung einer Auswertung und Verfeinerung der in der ersten Nachkriegszeit gemachten oder damals in die Praxis umgesetzten Erfindungen bewegt. Abgesehen vom Kohlenstaubmotor, der eine unmittelbare Umwandlung von Kohle in Kraft ermöglicht, sind jedenfalls in den letzten Jahren umstürzende neue Methoden der Wärmeumwandlung und -nutzung nicht mehr entwickelt worden. Gerade die Tatsache aber, daß die praktische Verwertung des Kohlenstaubmotors noch in weitem Felde steht, zeigt andererseits, daß ganz allgemein die wärmewirtschaftliche Entwicklung nicht allein, ja, nicht einmal in erster Linie, vom technischen Fortschritt, sondern von ertragswirtschaftlichen Voraussetzungen abhängig ist. Die entscheidende Frage, die sich der Betriebsleiter vor Inangriffnahme wärmewirtschaftlicher Verbesserungen stellen muß, lautet: Wieviel kosten die zusätzlichen Investitionen, um ein Prozent Brennstoffersparnis zu erzielen, und wie hoch dürfen diese Kosten unter Berücksichtigung der gegebenen betrieblichen Verhältnisse sein? Für die Beantwortung dieser Frage sind maßgebend:

- die Brennstoffpreise (Brennstoffkosten je Produkteinheit),
- die Ausnutzung der Energieanlagen (die im wesentlichen durch den Geschäftsgang bestimmt wird),
- die Kapitalkosten (worunter sowohl die Verzinsung wie auch die Abschreibungen auf die Anlagen zu erfassen sind).

Zur Nedden<sup>1</sup>, der die Frage des Wertes der Wärmeersparnis bei den öffentlichen Elektrizitätswerken eingehend untersucht hat, kommt zu folgender Gleichung für den »Kapitalgegenwert von 1% Brennstoffersparnis«

$$x = \frac{b \cdot h}{q}$$

<sup>1</sup> Vgl. Zur Nedden: Der Wert der Wärmeersparnis, a. a. O.

wobei

- b = Brennstoffkosten je kWh,  
h = jährliche Ausnutzungsstundenzahl,  
q = Kapitalkostensatz

bedeuten.

Die allgemeinen Zusammenhänge, die sich aus der vorstehenden Gleichung ableiten lassen, sind folgende:

Bei hohen Brennstoffpreisen und hoher Ausnutzung der Energieerzeugungsanlage einerseits, niedrigen Kapitalkosten (Zinsen und Abschreibungen für Anlagen) andererseits wird der Anreiz, Brennstoffe zu sparen, besonders groß sein. Der Betrieb wird also bei dieser Sachlage bereit sein, selbst große Investitionen auf dem Gebiet der Wärmetechnik vorzunehmen. Je nachdem, wie sich dieser optimalen Lage gegenüber die einzelnen Faktoren zueinander verschieben, wird der Anreiz zur Brennstoffersparnis abnehmen. In den ersten Nachkriegsjahren waren die Kohlenknappheit so groß und die Kohlenpreise so hoch, daß auch hohe Kapitalkosten den Ausbau der Wärmewirtschaft nicht gehemmt hätten. In den Jahren 1927 und 1928 waren die Kohlenpreise niedrig, die Ausnutzung der Anlagen aber relativ hoch; zwar war auch der Kapitalzinssatz, verglichen mit heutigen Verhältnissen, hoch, indes muß man berücksichtigen, daß damals das allgemeine Preisniveau verhältnismäßig hoch war. Ob die Brennstoffpreise »hoch« oder »niedrig« sind, hängt ja nicht so sehr von ihrer absoluten Höhe als von ihrer Relation zu andern Preisen und zu den Nominalschulden ab.

Die vorstehenden Überlegungen werfen ein Licht auch auf die Zusammenhänge zwischen der wärmewirtschaftlichen Entwicklung und den allgemeinen Konjunkturschwankungen. Die statistischen Daten über den wärmewirtschaftlichen Fortschritt in der Industrie zeigten, daß der Anreiz, weitere Brennstoffersparnisse zu erzielen, auf dem Höhepunkt des Aufschwungs 1927–1929 geringer wurde, obgleich die Kohlenpreise damals im Verhältnis zum allgemeinen Preisniveau stiegen. Die Erklärung für diese Erscheinung liegt in der Kreditlage; das rasche Steigen der Zinssätze und die sich immer deutlicher ausprägende Kreditknappheit während der Krise lähmten die Investitionstätigkeit mehr und mehr. Die Kreditverknappung und -verteuerung ist es vor allem auch gewesen, die während der Krise und Depression zu einer fast völligen Stagnation der wärmewirtschaftlichen Entwicklung geführt hat.

Wie ist nach diesen Erwägungen die zukünftige Entwicklung der Wärmeersparnis zu beurteilen?

Auf den ersten Blick scheint es, daß die Voraussetzungen für wärmewirtschaftliche Verbesserungen gegenwärtig günstig sind. Industrie und Elektrizitätswerke nutzen ihre Energieerzeugungsanlagen zu einem sehr hohen Prozentsatz aus. Zwar sind die Brennstoffkosten nicht außergewöhnlich hoch, andererseits ist

die Kapitalkostenquote eher als niedrig anzusehen; dies gilt besonders von den Zinssätzen für langfristige Kredite, die niedriger sind als während des Aufschwungs 1927–1929 und der darauf folgenden Krise. Diesen fortschrittsgünstigen Faktoren stehen aber eine Reihe schwerer Hindernisse entgegen, die es sogar wahrscheinlich machen, daß der wärmewirtschaftliche Fortschritt sich in den kommenden Jahren verlangsamt. Hier sind einmal die Rohstoff- und Kapazitätenknappheit und die damit zusammenhängende staatliche Investitionsreglung zu nennen. Unter den heutigen Umständen muß man schon stark ins Gewicht fallende Brennstoffersparnisse erwarten, um größere wärmewirtschaftliche Investitionen zu wagen. Gerade dies ist jedoch zweifelhaft geworden. Zur Nedden hat in der mehrfach zitierten Untersuchung berechnet, daß in den öffentlichen Elektrizitätswerken der Kapitalgegenwert der Brennstoffersparnis von 1,45  $\mathcal{M}$ /kW im Jahre 1930 auf 1,14  $\mathcal{M}$ /kW im Jahre 1932 gefallen ist. Wenn dieser Satz in den letzten Jahren infolge der höhern Ausnutzung der Elektrizitätswerke etwas gestiegen ist, so läßt sich doch eindeutig feststellen, daß der Wert einer Verminderung der spezifischen Brennstoffkosten (je kWh), in der langen Entwicklung gesehen, scharf abwärts gerichtet ist. Gegenwärtig macht er etwa die Hälfte oder sogar nur ein Drittel des Wertes von 1912 aus. Zur Nedden<sup>1</sup> kommt in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß der gegenwärtige Kapitalgegenwert von 1% Brennstoffersparnis etwa ein Zehntel des Gesamtanlagenwerts von Elektrizitätswerken (einschließlich Verteilung) ausmacht; das bedeutet also, daß 1% Ersparnis an den Anlagekosten zehnmal so einträglich ist wie 1% Brennstoffersparnis. Das Gesetz des abnehmenden Ertrags macht sich auch in der Wärmewirtschaft geltend, wobei freilich, wie immer, die Gültigkeit dieses Gesetzes nur »unter sonst gleichbleibenden Voraussetzungen«, d. h. hier bei gleichbleibender Technik, besteht.

Diese Feststellungen gelten für Großbetriebe der Kraftwirtschaft, in denen die Voraussetzungen für die Erzielung wärmewirtschaftlicher Fortschritte noch relativ günstig sind. In der verarbeitenden Industrie, namentlich in den Mittel- und Kleinbetrieben, bestehen selbst diese Voraussetzungen nicht. Soweit hier wärmewirtschaftliche Verbesserungen nur vermittels größerer Investitionen erzielt werden können, werden die Betriebe darauf verzichten müssen, derartige Absichten zu verwirklichen. Im ganzen kommt man zu dem Ergebnis, daß der wärmewirtschaftliche Fortschritt sich in der kommenden Zeit verlangsamen wird; künftighin dürfte die Verringerung des Brennstoffverbrauchs durch verbesserte Wärmewirtschaft jedenfalls nicht mehr so bedeutend sein wie in den vergangenen zehn bis zwanzig Jahren.

(Schluß f.)

<sup>1</sup> Zur Nedden, a. a. O. S. 30.

## U M S C H A U

### Bergrevieränderungen.

Der Reichswirtschaftsminister hat durch Erlaß vom 20. August 1938 die Verwaltungsbezirke für die 3 Bergämter des Saarlandes wie folgt festgesetzt:

1. Bergamt Saarbrücken-West umfaßt die Kreise Merzig, Saarlautern, Stadtkreis Saarbrücken, vom Landkreis Saarbrücken die Ämter Ludweiler, Warndt, Völklingen, Geisweiler, Püttlingen, Riegelsberg, Heusweiler und



# WIRTSCHAFTLICHES

## Brennstoffversorgung (Empfang<sup>1</sup>) Groß-Berlins im Juli 1938.

Monats- durch- schnitt bzw. Monat	Steinkohle, Koks und Preßkohle aus								Rohbraunkohle u. Preßbraunkohle aus					Gesamt- empfang t
	Eng- land	den Nieder- landen	dem Ruhr- bezirk	Sach- sen	Dtsch.- Ober- schle- sien	Nieder- schle- sien	an- dern Be- zirken	insges.	Preußen		Sachsen und Böhmen		insges.	
									Roh- braunkohle	Preß- braunkohle	Roh- braunkohle	Preß- braunkohle		
t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	
1933 . . . . .	17 819	5251	156 591	690	132 644	29 939	264	343 198	282	183 114	31	1227	184 654	527 852
1934 . . . . .	19 507	2182	161 355	473	161 900	37 087	407	382 911	283	165 810	—	1355	167 448	550 360
1935 . . . . .	19 257	1880	170 115	1110	153 407	40 687	23	386 480	852	181 474	46	530	182 902	569 382
1936 . . . . .	18 665	1876	193 529	1103	160 232	45 785	—	421 189	1251	182 181	68	1672	185 172	606 361
1937 . . . . .	19 811	812	217 080	1402	198 596	40 266	4	477 972	722	187 667	43	1864	190 297	668 269
1938: Jan. . . . .	11 892	—	169 856	2267	131 712	38 500	—	354 227	518	259 879	—	2215	262 612	616 839
Febr. . . . .	19 367	2370	175 241	3046	211 622	43 057	—	454 703	—	185 140	—	2014	187 154	641 857
März . . . . .	18 218	766	198 007	1284	236 282	39 980	1250	495 787	44	154 926	—	2038	157 008	652 795
April . . . . .	27 396	—	193 206	1329	191 042	29 144	—	442 117	—	102 756	—	2218	104 974	547 091
Mai . . . . .	42 999	—	219 544	1248	211 632	37 315	—	512 738	78	168 402	—	1910	170 390	683 128
Juni . . . . .	33 369	506	206 871	1545	203 682	42 909	—	488 882	15	128 425	—	3033	131 473	620 355
Juli . . . . .	19 823	—	202 868	931	227 793	33 671	—	485 086	186	155 927	—	1793	157 906	642 992
Jan.-Juli	24 723	520	195 035	1664	201 966	37 797	179	461 934	120	165 065	—	2174	167 360	629 294
In % der Gesamtmenge														
1938: Jan.-Juli	3,93	0,08	31,00	0,26	32,09	6,01	0,03	73,41	0,02	26,23	—	0,34	26,59	100
1937 . . . . .	2,96	0,12	32,48	0,21	29,72	6,03	—	71,52	0,11	28,08	0,01	0,28	28,48	100
1936 . . . . .	3,08	0,31	31,92	0,18	26,43	7,55	—	69,46	0,21	30,04	0,01	0,28	30,54	100
1935 . . . . .	3,38	0,33	29,88	0,19	26,94	7,15	—	67,88	0,15	31,87	0,01	0,09	32,12	100
1934 . . . . .	3,54	0,40	29,32	0,08	29,42	6,74	0,07	69,57	0,05	30,13	—	0,25	30,43	100
1933 . . . . .	3,38	0,99	29,67	0,13	25,13	5,67	0,05	65,02	0,05	34,69	0,01	0,23	34,98	100

<sup>1</sup> Empfang abzüglich der abgesandten Mengen.

### Altersaufbau der aktiven Pensionskassenmitglieder der Ruhrknappschaft<sup>1</sup> (Ende des Jahres).

Alter in Jahren	1931	1932	1933	1934	1935 <sup>2</sup>		1936 <sup>2</sup>		1937 <sup>2</sup>	
	%	%	%	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
14 . . . . .	0,40	0,60	0,94	0,36	1 601	0,68	2 110	0,81	2 868	0,94
15 . . . . .	0,94	0,99	1,21	1,23	3 346	1,42	4 906	1,89	6 482	2,14
16 . . . . .	1,17	1,10	1,16	1,51	3 875	1,64	4 373	1,68	7 696	2,54
17 . . . . .	1,33	1,27	1,19	1,47	3 503	1,48	4 511	1,73	4 976	1,64
18 . . . . .	1,35	1,46	1,34	1,59	3 515	1,49	3 845	1,48	4 689	1,55
19 . . . . .	1,69	1,47	1,64	1,59	3 828	1,62	3 929	1,51	4 529	1,49
20 . . . . .	2,00	1,66	1,68	1,80	3 966	1,68	4 090	1,57	4 476	1,48
					7	—	3	—	2	—
21—25 . . . . .	15,01	13,19	12,86	10,87	24 625	10,42	24 085	9,26	21 187	6,99
					70	—	22	0,01	78	0,01
26—30 . . . . .	20,65	19,80	19,91	18,65	40 591	17,18	41 671	16,02	46 057	15,19
					77	0,04	64	0,02	97	0,03
31—35 . . . . .	17,82	19,10	20,21	21,56	48 574	20,55	54 856	21,10	59 887	19,75
					167	0,07	202	0,08	268	0,09
36—40 . . . . .	11,95	13,11	13,90	15,44	37 199	15,74	46 664	17,95	56 489	18,63
					203	0,09	264	0,10	404	0,13
41—45 . . . . .	11,24	11,14	10,94	11,12	25 798	10,92	29 291	11,26	34 358	11,33
					254	0,11	251	0,10	371	0,12
46—50 . . . . .	8,76	9,24	8,42	8,75	23 341	9,88	23 890	9,19	27 162	8,96
					973	0,41	888	0,34	1 158	0,38
51—55 . . . . .	3,87	3,99	3,15	2,55	8 753	3,70	8 410	3,23	16 353	5,39
					2 320	0,98	2 689	1,03	4 349	1,43
51—60 . . . . .	1,48	1,59	1,30	1,28	3 155	1,33	2 757	1,06	5 136	1,69
					521	0,22	534	0,21	857	0,28
61—65 . . . . .	0,29	0,24	0,13	0,22	636	0,27	638	0,25	857	0,28
					53	0,02	76	0,03	134	0,05
66—70 . . . . .	0,05	0,04	0,02	0,01	8	—	25	0,01	33	0,01
					3	—	27	0,01	24	0,01
über 70 . . . . .	—	0,01	—	—	1	—	1	—	2	—
					—	—	—	—	2	—
zus.	100,00	100,00	100,00	100,00	236 315	100,00	260 052	100,00	303 237	100,00
					4 582	1,94	5 014	1,93	7 684	2,53
Durchschnittsalter										
ohne } beitrags- einschl. } pflichtige Leistungsempfänger	33,36	33,77	33,31	33,57	33,69		33,64		34,21	
					34,01		33,96		34,62	

<sup>1</sup> Nach Angaben der Ruhrknappschaft. — <sup>2</sup> Einschl. der beitragspflichtigen Leistungsempfänger, die in kursiven Zahlen besonders angegeben sind.

Der Ruhrkohlenbergbau im August 1938.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Arbeits-tage	Kohlen-förderung		Koksgewinnung		Betrie-bene Koksöfen auf Zechen und Hütten	Preßkohlen-herstellung		Zahl der betriebenen Brikett-pressen	Zahl der Beschäftigten (Ende des Monats)									
		insges.	arbeits-täg-lich	insges.	täglich		ins-ges.	ar-beits-täg-lich		Angelegte Arbeiter			Beamte						
										auf Zechen und Hüttenwerken					ins-ges.	in Neben-be-trieben	berg-männliche Beleg-schaft	tech-nische	kauf-männliche
										1000 t									
1933 . . . . .	25,21	6 483	257	1398	46	6 769	247	10	137	209 959	13 754	196 205	10 220	3374					
1934 . . . . .	25,24	7 532	298	1665	55	7 650	267	11	133	224 558	15 207	209 351	10 560	3524					
1935 . . . . .	25,27	8 139	322	1913	63	8 414	283	11	134	234 807	16 125	218 682	10 920	3738					
1936 . . . . .	25,35	8 956	353	2284	75	9 619	312	12	137	244 260	18 135	226 125	11 296	3947					
1937 . . . . .	25,40	10 646	419	2631	86	10 615	365	14	143	290 800	20 541	270 259	12 242	4257					
1938: Januar	25,00	11 004	440	2797	90	10 964	389	16	141	310 101	21 750	288 351	12 802	4454					
Februar	24,00	10 387	433	2537	91	11 021	352	15	142	311 462	21 829	289 633	12 843	4484					
März . . . . .	27,00	11 381	422	2822	91	11 106	343	13	147	312 176	21 916	290 260	12 865	4505					
April . . . . .	24,00	9 881	412	2682	89	11 096	346	14	150	313 333	21 960	291 373	13 001	4592					
Mai . . . . .	25,00	10 382	415	2808	91	11 142	363	15	152	314 298	22 066	292 232	13 087	4629					
Juni . . . . .	24,79	10 231	413	2723	91	11 182	359	14	154	314 075	22 181	291 894	13 135	4635					
Juli . . . . .	26,00	10 721	412	2826	91	11 200	368	14	153	313 310	22 353	290 957	13 209	4653					
August	27,00	10 796	400	2863	92	11 303	377	14	153	311 442	22 484	288 958	13 282	4671					
Januar-Aug.	25,35	10 598	418	2757	91	11 127	362	14	149	312 525	22 068	290 457	13 028	4578					

Wagenstellung in den wichtigeren deutschen Bergbaubezirken im August 1938.

(Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt.)

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

Bezirk	Insgesamt gestellte Wagen		Arbeitstäglich		± 1938 geg. 1937 %
	1937	1938	1937	1938	
	<b>Steinkohle</b>				
Insgesamt . . . . .	1 178 318	1 153 207	45 320	42 711	- 5,76
davon					
Ruhr . . . . .	733 471	691 953	28 210	25 628	- 9,15
Oberschlesien . . . . .	209 197	215 605	8 046	7 985	- 0,76
Niederschlesien . . . . .	39 304	38 899	1 512	1 441	- 4,70
Saar . . . . .	96 950	109 112	3 729	4 041	+ 8,37
Aachen . . . . .	59 098	59 893	2 273	2 218	- 2,42
Sachsen . . . . .	26 016	24 771	1 001	918	- 8,29
Ibbenbüren, Deister und Obernkirchen	14 282	12 974	549	480	- 12,57
<b>Braunkohle</b>					
Insgesamt . . . . .	410 100	434 924	15 773	16 110	+ 2,14
davon					
Mitteldeutschland	164 202	188 316	6 315	6 976	+ 10,47
Westdeutschland <sup>1</sup>	8 711	8 667	335	321	- 4,18
Ostdeutschland . . . . .	130 671	125 348	5 026	4 643	- 7,62
Süddeutschland . . . . .	9 771	10 542	376	390	+ 3,72
Rheinland . . . . .	96 745	102 051	3 721	3 780	+ 1,59

<sup>1</sup> Ohne Rheinland.

Reichsindexziffern<sup>1</sup> für die Lebenshaltungskosten (1913/14 = 100).

Jahres- bzw. Monats-durchschnitt	Gesamt-lebens-haltung	Er-nährung	Woh-nung	Heizung und Be-leuchtung	Beklei-dung	Ver-schiedenes
1933 . . . . .	118,0	113,3	121,3	126,8	106,7	141,0
1934 . . . . .	121,1	118,3	121,3	125,8	111,2	140,0
1935 . . . . .	123,0	120,4	121,2	126,2	117,8	140,6
1936 . . . . .	124,5	122,4	121,3	126,0	120,3	141,4
1937: Jan.	124,5	121,4	121,3	126,6	124,2	141,8
April	125,1	122,3	121,3	125,8	124,8	142,0
Juli	126,2	124,5	121,3	123,7	125,5	142,5
Okt.	124,8	121,3	121,3	125,6	127,2	142,8
Durchschn.	125,13	122,27	121,30	125,32	125,73	142,31
1938: Jan.	124,9	121,2	121,3	125,9	128,3	142,6
Febr.	125,2	121,5	121,3	125,9	128,6	142,7
März	125,5	122,2	121,3	125,8	128,9	142,7
April	125,6	122,3	121,2	125,5	129,4	142,5
Mai	125,9	122,8	121,2	124,1	129,9	142,5
Juni	126,0	123,0	121,2	123,1	130,9	142,6
Juli	126,8	124,3	121,2	123,2	131,4	142,0
Aug.	126,5	123,9	121,2	123,6	131,4	142,0

<sup>1</sup> Reichsans. Nr. 203.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Es waren krank von 100							
	Ar-beitern der Gesamt-beleg-schaft	Ledigen	Verheirateten				4 und mehr Kindern	
			ins-ges.	ohne Kind	mit			
					1 Kind	2		3
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	5,66	4,96	5,78	5,38	5,27	5,94	7,28	8,19
Juli	5,90 <sup>1</sup>	5,32	6,07	5,66	5,49	6,34	7,54	8,65

<sup>1</sup> Vorläufige Zahl.

Durchschnittslöhne<sup>1</sup> je Schicht im polnisch-oberschlesischen Steinkohlenbergbau<sup>2</sup> (in Goldmark)<sup>3</sup>.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlen- und Gesteinhauer			Gesamt-belegschaft		
	Lei-stungs-lohn	Bar-verdienst	Gesamt-ein-kommen	Lei-stungs-lohn	Bar-verdienst	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 <sup>4</sup> . . . . .	4,60	4,90	5,15	3,61	3,88	4,09
1936 <sup>4</sup> . . . . .	4,55	4,86	5,06	3,60	3,87	4,05
1937 <sup>4</sup> . . . . .	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
Juni . . . . .	4,96	5,27	5,45	3,93	4,22	4,39

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

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 23. September 1938 endigenden Woche<sup>1</sup>.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Wie weit die außenpolitische Lage sich auf dem britischen Kohlenmarkt der vergangenen Woche ausgewirkt hat, ist

<sup>1</sup> Nach Colliery Guard, und Iron Coal Trad. Rev.

schwer festzustellen. Während sich einerseits die Nachfrage für sofortige bzw. baldige Lieferungen wesentlich gehoben hat, trat andererseits sowohl in Käufer- als auch in Verkäuferkreisen eine starke Zurückhaltung in größeren Sichtabschlüssen zutage. Ähnliche Schwankungen ergaben sich für die Notierungen. Kesselkohle hat weiterhin an Interesse gewonnen. Wenn die Förderung bis jetzt auch noch nicht wieder ihre volle Höhe erreichen konnte, so hat sich der Markt, dank der zahlreichen Abschlüsse ausländischer Eisenbahnen, doch zum Bessern gewandt. Mit den nordschwedischen Papiermühlen wurde ein Vertrag auf Lieferung von 12000 t beste Blyth-Kohle zum Preise von 18 s fob zum Abschluß gebracht. Die Verschiffungen sollen innerhalb der zweiten Hälfte des nächsten Jahres erfolgen. Die Notierungen haben sich für die bessern Sorten etwas gehoben, und zwar beste Blyth von 18 4 1/2 bis 18,6 auf 18/6 s und beste Durham von 18/10 1/2-19 auf 19,3-19/6 s, während kleine Kesselkohle Blyth von 17 auf 16,9-17 s und Durham von 17/6-18 auf 17-18 s im Preise nachgaben. Auch für Gaskohle zeigte sich eine geringe Besserung, die sich jedoch infolge des starken Überangebots preislich nicht durchzusetzen vermochte. Im Anschluß an die zahlreichen Nachfragen der Vorwoche gingen neue Anfragen von den Gaswerken von Trelleborg und Christianstad ein. Demgegenüber entsprach das inländische Interesse für Gaskohle nicht den in dieser Jahreszeit üblichen Erwartungen. Die Notierungen waren durchweg rückläufig, und zwar gab beste Gaskohle von 19/4 1/2 auf 18/10 1/2-19/3 s, zweite Sorte von 18/9 auf 18,6-18/9 s und besondere Gaskohle von 19/6 auf 19 4 1/2 s nach. Auf dem Koks kohlenmarkt beginnt sich allmählich der erhöhte Koksbedarf auszuwirken. Die Eisenwerke von Oxelesund nahmen 10000 t ungesiebte Koks kohle zum Preise von 22/3 s cif und die Gaswerke von Aarhus 8000 t zu laufenden Preisen ab. Die Richtpreise wurden von 18/6-19/6 auf 19-19/6 s heraufgesetzt. Der Bunker kohlenmarkt verlief dagegen weiterhin ruhig und lustlos. Die Nachfrage der britischen Kohlenstationen hat sich gegen Ende der Woche etwas gehoben, ohne daß jedoch die allgemeine Lage dadurch beeinflußt wurde. Die Notierungen erhöhten sich für gewöhnliche Bunker kohle von 18/6-19 auf 19 s und für beste Sorte von 19-19/6 auf 19/6 s, doch wurde in Anbetracht des scharfen und auch erfolgreichen Wettbewerbs Kohle aus zweiter Hand unter Preis verkauft. Auf dem Koks markt setzte sich der flotte Geschäftsgang fort. Besonders lebhaft ging Gießereikoks ab, aber auch Gaskoks ist bis Ende des Jahres hinreichend mit Aufträgen versehen. Notiert wurden Gießerei- und Hochofenkoks mit 27-28 gegen 27-29 s in der Vorwoche und Gaskoks mit 27-31/6 gegenüber 27-31 s.

2. Frachtenmarkt. Die hauptsächlichsten Abschlüsse auf dem britischen Kohlenchartermarkt gingen in der vergangenen Woche vom Baltikum aus. Da für diese Richtung zeitweise nur verhältnismäßig wenig Schiffe zur Verfügung standen und Verladeraum infolge der unsichern politischen Lage sehr dringlich verlangt wurde, haben die Reeder recht günstig abgeschnitten. Nach allen andern Richtungen enttäuschte das Geschäft sowohl in den nordöstlichen als auch in den wälerischen Häfen. Mit Ausnahme vom Baltikum waren nach allen Richtungen mehr Schiffe angeboten als gefragt, doch konnten sich die Frachtsätze im Handel mit den britischen Kohlenstationen sowie im Küstengeschäft trotz des schleppenden Geschäftsgangs behaupten. Auch der Handel mit Italien ließ sehr zu wünschen übrig.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk<sup>1</sup>.

Tag	Kohlenförderung 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) rechtzeitig gestellt	Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasser- stand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m) m
					Duisburg- Ruhrorter <sup>2</sup> t	Kanal- Zechen- H ä f e n t	private Rhein- t	insges. t	
Sept. 18.	Sonntag	89 046	—	6 881	—	—	—	—	2,26
19.	407 887	89 046	13 187	19 283	21 805	53 200	18 453	93 458	2,28
20.	400 661	90 128	16 171	21 748	23 648	51 633	17 254	92 535	2,19
21.	398 247	89 740	15 090	21 504	19 515	58 573	15 557	93 645	2,14
22.	396 106	89 236	14 597	21 531	17 398	62 045	19 072	98 515	2,08
23.	393 012	89 618	15 456	21 592	15 383	63 431	17 207	96 021	2,01
24.	396 267	89 326	14 879	20 564	16 333	73 012	15 510	104 855	1,96
zus.	2 392 180	626 140	89 380	133 103	114 082	361 894	103 053	579 029	.
arbeitstgl.	398 697	89 449 <sup>3</sup>	14 897	22 184	19 014	60 316	17 176	96 505	.

<sup>1</sup> Vorläufige Zahlen. — <sup>2</sup> Kipper- und Kranverladungen. — <sup>3</sup> Kalendertäglich.

Steinkohlenzufuhr nach Hamburg<sup>1</sup> im Juli 1938.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Insges. t	Davon aus					
		dem Ruhrbezirk <sup>2</sup>		Groß- britannien		den Nieder- landen	sonst. Be- zirken <sup>2</sup> t
		t	%	t	%		
1933 . . . . .	319 680	156 956	49,10	138 550	43,34	13 483	10 691
1934 . . . . .	329 484	156 278	47,43	152 076	46,16	9 570	11 560
1935 . . . . .	359 285	172 126	47,91	170 650	47,50	9 548	6 961
1936 . . . . .	374 085	170 655	45,62	179 008	47,85	8 899	15 523
1937 . . . . .	412 255	188 619	45,75	193 118	46,84	6 937	23 581
1938: Jan. . . . .	436 469	213 926	49,01	205 245	47,02	8 578	8 720
Febr. . . . .	404 954	184 944	45,67	196 630	48,56	3 814	19 566
März . . . . .	483 285	202 738	41,95	227 076	46,99	3 956	49 515
April . . . . .	430 862	147 373	34,20	240 640	55,85	2 005	40 844
Mai . . . . .	419 016	119 817	28,59	234 359	55,93	3 913	60 927
Juni . . . . .	378 176	143 418	37,92	185 368	49,02	5 911	43 479
Juli . . . . .	362 292	154 396	42,62	185 347	51,16	4 922	17 627
Jan.-Juli	416 436	166 659	40,02	210 666	50,59	4 728	34 383

<sup>1</sup> Einschl. Harburg und Altona. — <sup>2</sup> Eisenbahn und Wasserweg.

Gaserzeugung und Gasverwendung im Deutschen Reich<sup>1</sup> im 2. Vierteljahr 1938<sup>2</sup>.

	Kokereien		Gaswerke		Zus.	
	Mill. m <sup>3</sup>	+ gegen das Vorjahr %	Mill. m <sup>3</sup>	+ gegen das Vorjahr %	Mill. m <sup>3</sup>	+ gegen das Vorjahr %
Gaserzeugung . . . . .	4670	+ 5,7	813	+ 5,7	5483	+ 5,7
+ Bezug von Hochofengas	463	+ 14,3	—	—	463	+ 14,3
zus.	5133	+ 6,4	813	+ 5,7	5946	+ 6,3
— Ofenunterfeuerung . . .	2452	+ 5,0	57	+ 8,4	2509	+ 5,1
Verfügbares Gas	2681	+ 7,7	756	+ 5,5	3437	+ 7,2
Abgabe von Kokereien an Gaswerke . . . . .	-215	+ 10,7	+ 215	+ 10,7	—	—
Gasabsatz	2466	+ 7,5	971	+ 6,6	3437	+ 7,2
davon						
Selbstverbrauch <sup>3</sup> . . . . .	628	- 7,4	15 <sup>4</sup>	+ 6,6	643	- 7,1
Abgabe an Konzernwerke	1357	+ 14,6	—	—	1357	+ 14,6
Verkauf an Dritte . . . . .	424	+ 13,0	885	+ 6,6	1309	+ 8,6
Verluste u. dgl. . . . .	57	—	71 <sup>4</sup>	—	128	—

<sup>1</sup> Ohne Österreich. — <sup>2</sup> Aus Wirtsch. u. Stat. 18 (1938) S. 634. — <sup>3</sup> Für Dampfkessel, Energiemaschinen, Teerdestillationen und andere Werksanlagen. — <sup>4</sup> Aus Erfahrungswerten ermittelt.

Gliederung der Belegschaft im Ruhrbergbau nach dem Familienstand im Juli 1938.

Monats- durchschnitt bzw. Monat	Von 100 angelegten Arbeitern waren		Von 100 verheirateten Arbeitern hatten				
	ledig	verheiratet	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
Juli . . . . .	22,54	77,46	31,07	33,48	21,38	8,58	5,49

**Londoner Markt für Nebenerzeugnisse<sup>1</sup>.**

Der Markt für Teererzeugnisse litt stark unter der unsichern politischen Lage. Der sonst in dieser Jahreszeit übliche Beginn der Pechlieferungen wurde hinausgezögert.

<sup>1</sup> Nach Colliery Guard, und Iron Coal Trad. Rev.

**PATENTBERICHT****Gebrauchsmuster-Eintragungen,**

bekanntgemacht im Patentblatt vom 15. September 1938.

**5b.** 1444945. Maschinenfabrik Nüsse & Gräfer KG., Sprockhövel (Westf.). Besatznadelstecher. 2. 6. 38.

**5b.** 1444951. Adam Macura, Kattowitz (Polen). Zwei-flügeliger Gesteinsdrehbohrer mit unsymmetrisch auf den Flügeln angeordneten Schneidträgern aus Hartmetall. 28. 6. 38.

**5b.** 1444959. Bergtechnik GmbH., Lünen (Lippe). Hilfsgerät für maschinell betriebene Werkzeuge und Arbeitsgeräte. 25. 7. 38.

**5c.** 1444914. Firma Bergassessor Heinrich Geck, Essen. Auslösevorrichtung für Wanderpfeiler. 26. 6. 37. Österreich<sup>1</sup>.

**5d.** 1444952. Hauhinco Maschinenfabrik G. Hausherr, Jochums & Co., Essen. Kratz- und Bremsförderer des unterirdischen Grubenbetriebes. 30. 6. 38.

**Patent-Anmeldungen,**

die vom 15. September 1938 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

**5c.** 10 01. H. 147073. Heinrich Heese, Bochum-Weitmar. Nachgiebiger Grubenstempel. 25. 3. 36.

**5c.** 11. B. 172864. Otto Braß, Herten (Westf.). Grubenausbau, besonders für Abbaubetriebe. 7. 2. 36.

**26d.** 2. K. 147357. Erfinder: Dr. Adolf Schmalenbach, Essen. Anmelder: Heinrich Koppers GmbH., Essen. Wäscher für Kohlendestillationsgase o. dgl. 22. 7. 37. Österreich.

**26d.** 8 02. R. 101645. Erfinder: Dr. Heinrich Biederbeck und Dr. Georg Fischer, Oberhausen-Holten. Anmelder: Ruhrchemie AG., Oberhausen-Holten. Verfahren zur Entfernung von Kohlensäure aus technischen Gasen. 22. 2. 38. Österreich.

**26d.** 8 04. B. 180338. Erfinder: Josef Lerch, Essen. Anmelder: Firma Gottfried Bischoff, Essen. Verfahren zur Trockenreinigung von Gasen. 14. 10. 37. Österreich.

**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.)

**5d** (11). 664892, vom 7. 2. 36. Erteilung bekanntgemacht am 25. 8. 38. Gebr. Eickhoff in Bochum. *Vorrichtung zum seitlichen Austragen von Versatzbergen aus einem Kratzer- oder Bremsförderer.*

Die Vorrichtung ist für Kratzer- oder Bremsförderer bestimmt, deren Rinnenschüsse an den Seiten abnehmbare Teile zum Austragen des Gutes haben. Jeder Rinnenschuß besitzt eine gegenüber der Austragöffnung beweglich angeordnete Stütze zum Neigen des Schusses nach der Austragseite. Die Stütze kann an der Verbindung der Schüsse winkelnbeweglich angebracht sein, damit sie nicht verlorengeht. An der Kante hinter der Austragöffnung kann ein trichterförmiges Einlaufblech für den Kettenstrang über der Austragöffnung angeordnet sein.

**10a** (6). 665030, vom 24. 7. 36. Erteilung bekanntgemacht am 25. 8. 38. Collin & Co. und Josef Schäfer in Dortmund. *Koksofen mit diagonal aufgeteilten Heizzügen.*

Je zwei der mit ihrer Grundwandung die Ofenkammern bildenden, im Querschnitt dreieckigen Heizzüge oder je zwei Gruppen von Heizzügen sind zu Zwillingssägen zusammengefaßt. Die obere Umkehrstellen dieser Zwillingssägen sind zur Zuführung von Zusatzluft oder Zusatzluft und Zusatzheizgas mit den zwischen ihnen liegenden, im Querschnitt viereckigen Zügen verbunden. Der verhältnismäßig große Querschnitt der mittleren viereckigen Züge gestattet, sie mit Wärmespeicherkörpern auszufüllen, so daß die Heizmittel rekuperativ vorgewärmt werden und

Auch Kreosot fand nur unbefriedigenden Absatz, obwohl vom Festland einige Nachfragen für Sichtlieferungen vorlagen. Das Geschäft in Solventnaphtha und Motorenbenzol verlief sehr ruhig. Toluol ging dagegen infolge Eindeckungen für das nächste Jahr lebhafter ab.

sich die Verwendung besonderer Rekuperatoren erübrigt. Um die obere Umkehrstellen der Zwillingssägen vor einer zu starken Beheizung durch die zusätzlichen Heizmittel zu bewahren, wird das eine Heizmittel vor und das andere hinter der oberen Umkehrstelle zugeführt, so daß die Heizmittel erst hinter der Umkehrstelle verbrennen. Die Bindersteine der Heizzüge können aus sich kreuzenden geraden Steinen und Winkelsteinen bestehen, d. h. eine einfache und hitzebeständige Form haben und nicht zu groß und schwer sein.

**10a** (19<sub>01</sub>). 664833, vom 11. 4. 31. Erteilung bekanntgemacht am 25. 8. 38. Carl Still GmbH. in Recklinghausen. *Vorrichtung zum Abführen von Gasen und Dämpfen aus dem Innern der Brennstoffmasse von Kammeröfen.* Zus. z. Pat. 632850. Das Hauptpatent hat angefangen am 29. 10. 29. Priorität vom 16. 3. 31 ist in Anspruch genommen.

Bei der durch das Hauptpatent geschützten Vorrichtung ist in der Ofendecke ein behälterartig ausgebildeter Sammeltopf angeordnet. In ihn mündet die zur Vorlage führende Gassammelleitung; außerdem ist an ihm zur Abdichtung des bis in die Kohlefüllung der Ofenkammer hinabreichenden Gasabsaugrohres ein Flüssigkeitsabschluß vorgesehen. Nach der Erfindung ist das vom Sammeltopf lösbare Gasabsaugrohr zur Abdichtung gegen ihn mit einer Metaldichtung versehen, die innerhalb des Flüssigkeitsabschlusses liegt. Sie kann an einer mit dem Gasabsaugrohr verbundenen Glocke angebracht sein, die beim Einsetzen des Rohres in den Flüssigkeitsabschluß in dessen Flüssigkeit taucht. Die am Sammeltopf sitzende Gegenfläche für die Metaldichtung kann an einem vom Sammeltopf lösbaren Metallkörper angebracht sein. Ihr Boden besteht aus einem besondern Stück, das lösbar mit dem Topf verbunden und mit einem aufragenden mittleren Rohr versehen ist; dieses trägt die Gegenfläche für die Metaldichtung. Diese Ausbildung des Bodens am Sammeltopf hat den Vorteil, daß die Dichtungsfläche oder der sie tragende Teil aus einem hochwertigen Baustoff hergestellt werden kann und daß ein Undichtwerden beim Verziehen infolge der Einwirkung der Wärme nicht eintritt, weil keine starre Verbindung zwischen dem Sammeltopf und dem die Dichtungsfläche tragenden Teil besteht. Um dauernd eine Flüssigkeitsschicht, welche die Metaldichtungsflächen völlig umschließt, innerhalb des Sammeltopfes zu sichern, kann die Überlaufkante zum Ableiten der Flüssigkeit nach einer Sammelleitung höher gelegt werden als die zwischen dem Gasabsaugrohr und dem Sammeltopf befindliche Metaldichtung. Auch wird der Deckel, der den Sammeltopf oder seinen unter mehr oder weniger starkem Unterdruck stehenden Innenraum gegen die äußere Atmosphäre abschließt, mit einer Metaldichtung versehen, die dauernd innerhalb einer Flüssigkeit liegt. Bei Metaldichtungen liegen die Dichtungsflächen dauernd in einer Flüssigkeit und gewährleisten daher eine gute Abdichtung.

**81e** (19). 664979, vom 12. 3. 36. Erteilung bekanntgemacht am 25. 8. 38. Schenck & Liebe-Harkort AG. in Düsseldorf. *Kasten- oder Plattenförderband.*

Die Kasten oder Platten des Förderbandes ruhen mit Rollen auf Schienen, die auf miteinander gekuppelten Fahrgestellen angeordnet sind. Die Schienen sind in der Mitte starr mit den Fahrgestellen verbunden. Mit ihren Enden sind sie auf die Spur sichernden, quer zu den Schienen in waagrechter Ebene verschiebbaren Rahmen in ihrer Längsrichtung verschiebbar angeordnet und mit den Schienen der benachbarten Fahrgestelle längs verschiebbar verbunden. Infolgedessen kann das Förderband sich durch waagrechte Kurven bewegen, ohne daß an den Schienenstößen ein Knick entsteht. Es wird aus diesem Grunde vorteilhaft im Bergbau auf einer Strosse mit waagrechten Kurven verwendet.

<sup>1</sup> Der Zusatz „Österreich“ am Schluß eines Gebrauchsmusters und einer Patentanmeldung bedeutet, daß der Schutz sich auch auf das Land Österreich erstreckt.

# ZEITSCHRIFTENSCHAU<sup>1</sup>

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

## Mineralogie und Geologie.

Die deutschen Salzlagerstätten in den Alpen. Von Fulda. (Schluß.) Kali 32 (1938) S. 193/96\*. Fortsetzung der Beschreibung der einzelnen Salzvorkommen. Schrifttum.

Heliumlagerstätten. Von Wager. (Forts.) Kali 32 (1938) S. 189/92. Fortsetzung der Beschreibung der Vorkommen in Amerika. Erklärungen für die Herkunft des Heliums in natürlichen Lagerstätten. (Schluß f.)

Some physical aspects of coal structure. Von Riley. Trans. Instn. Min. Engr. 95 (1938) S. 48/61\*. Mitteilungen von neuern Untersuchungen über die physikalische und chemische Zusammensetzung von Kohlen. Schrifttum.

## Bergwesen.

The U. S. Bureau of Mines coal-sampling truck. Von Kudlich. Fuel 17 (1938) S. 280/84\*. Beschreibung einer fahrbaren Brech- und Mahlanlage des U. S. Bureau of Mines zur Probenahme von Kohlen.

The internal shaft at Dome Mines, Limited. Von Kemsley und Robinson. Bull. Inst. Min. Met. Nr. 408 (1938) S. 1/19\*. Das Abteufen eines Blindschachtes auf einer englischen Grube: Wahl des Ansatzpunktes, Bohrarbeiten, Ansetzen der Schüsse, Verladen des Haufwerks, Ausbau, Fördereinrichtungen und Bewetterung.

Untersuchungen über Unterhaltungskosten von Abbaustrecken. Von Koeppen. Glückauf 74 (1938) S. 785/95\*. Die wirtschaftliche Bedeutung der Unterhaltungskosten. Verschiedene Arten: Absolute, relative und spezifische Unterhaltungskosten. (Schluß f.)

The design of chain coal-cutter picks. Von Collins. Trans. Instn. Min. Engr. 95 (1938) S. 91/109\*. Beschreibung der verschiedensten Arten von Schneiden für Kettenschrammmaschinen.

The re-design of tub drawgear at Nunnery Colliery, Yorkshire. Von Johnson. Trans. Instn. Min. Engr. 95 (1938) S. 75/90\*. Untersuchungen über Bruchbeanspruchungen bei den gebräuchlichsten Zugvorrichtungen an Förderwagen auf einer englischen Kohlengrube. Entwicklung einer neuartigen Knebelvorrichtung.

The ignition of firedamp by coal-mining explosives. Von Paymann und Wheeler. Trans. Instn. Min. Engr. 95 (1938) S. 13/47\*. Mitteilungen von Versuchen über die Entzündung von Schlagwettern auf der Versuchsgrube Buxton (England). Sprengstoffauswahl, Ansetzen der Schüsse, Ursachen für die Entzündung der Schlagwetter.

Improvements in general mining practice. III. Von Horwood. (Forts.) Min. J. 202 (1938) S. 856/57. Erörterungen über die Kühlung von Wettern und Beschreibung der Kühlanlage auf der Robinson Deep Mine (Südafrika) und verschiedenen andern Gruben. (Forts. f.)

Integral safety of miners electric lamps and bulbs. Von Maurice. Iron Coal Trad. Rev. 137 (1938) S. 395/436\*. Entwicklung einer neuartigen Birne für eine tragbare elektrische Grubenlampe.

Steinkohlenaufbereitung. IV. Von Blümel. Querschlag 4 (1938) S. 169/71\*. Die Luft- und Schwimmaufbereitung.

Recent developments in coal preparation and utilisation. Von Fieldner. Fuel 17 (1938) S. 272/80. Neuere Gesichtspunkte für die Aufbereitung der Kohle zur Gaserzeugung. Schrifttum. (Forts. f.)

A study of the composition of the ashes of some indian coals and lignites. Von Majumdar. Fuel 17 (1938) S. 230/35. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Aschen einiger indischer Stein- und Braunkohlen. Schrifttum.

Die Aufbereitung des Bolidenerzes. Von Emme. Querschlag 4 (1938) S. 166/68\*. Die mechanische Aufbereitung und Flotation des Bolidenerzes. Nachbehandlung der Konzentrate.

## Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Fortschritte in der Schweißtechnik im I. Halbjahr 1938. Von Lohmann. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 976/79. Der Einfluß des Werkstoffes. Verschiedene Arbeitsverfahren. (Schluß f.)

Die Berechnung der Druckverluste in Rohrleitungen. Von Neumann. Arch. Eisenhüttenwes. 12 (1938) S. 115/26\*. Die Druckverlustformel. Formeln und Tafeln für die Berechnung der Geschwindigkeitshöhe und der Reynoldsschen Zahl. Die Rohrreibungsbeiwerte. Die Genauigkeit der Druckverlustrechnung und Forschungsaufgaben.

## Hüttenwesen.

Stand der Eifeler Eisenindustrie um 1815. Von Dickmann. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 971/76\*. Übersicht über die Standorte der Eisenindustrie. Der Aufbau der »Eifeler Hüttengewerkschaft«.

Bemerkenswerte Neuerungen bei einer Hochofenzustellung. Von Stoecker und Rein. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 965/70\*. Neuzustellung eines Hochofens mit gestampftem Bodenstein, Gestell und Rast. Geringe Wandstärke des Schachtes durch dichtere Anordnung von neuartigen Kühlkästen. Pendelnder Schlag- und geschweißter Blechpanzer. Berechnung und Ausführung der Schweißung. Schlackenpfanne mit seitlichem Ausfluß. Wirbleranlage.

## Chemische Technologie.

The humic acid curves of coal: a contribution to the knowledge of coalification. Von Kreulen, Krijgsman und Horst. Fuel 17 (1938) S. 243/53\*. Anleitungen zur Bestimmung der Humussäure verschiedener Kohlen und ihr Einfluß auf die Verbrennung.

Les données récentes sur la structure des houilles. Von Crussard. Rev. Ind. Minér. 18 (1938) I, S. 331/50\*. Ausführungen über den Aufbau und die chemische Zusammensetzung von Asphalten, Humussäure enthaltenden Stoffen und Steinkohle. Einflüsse der Temperatur bei den verschiedensten Veredlungsverfahren.

Review of standard methods used in various countries for sampling and analysis of solid fuels. Von Fieldner und Selvig. Fuel 17 (1938) S. 266/71. Mitteilungen von Untersuchungsverfahren fester Brennstoffe in den wichtigsten europäischen Ländern und in Amerika.

Die neuere Entwicklung der Steinkohlenschmelöfen mit Außenbeheizung im Ausland. Von Thau. Glückauf 74 (1938) S. 795/801\*. Der Scheibenschmelöfen von Ab-der-Halden. Das Hardy-Verfahren zur Erzeugung von Formkoks. Französisches Brikkettschmelverfahren. Kratzbandschmelverfahren von Moore der Stellite Ltd. Schmelverfahren von Salisbury-Jones und R. Nisbet. Neuartige Schmelkoksöfen.

The influence of anorganic compounds on the combustion of coal. I. Von Newall. Fuel 17 (1938) S. 260/65. Der Einfluß anorganischer Bestandteile der Kohle auf die Verbrennung. Untersuchungsergebnisse an einer englischen Feinkohle.

## Wirtschaft und Statistik.

Grundsätze der Lohngestaltung. Von Mansfeld. Vierjahresplan 2 (1938) S. 520/22. Die planmäßige Führung des Arbeitseinsatzes. Das System der Mindestlöhne. Maßnahmen gegen die Verletzung der Grundsätze der Lohnstabilität und des Leistungslohnes.

Leistungssteigerung durch Rationalisierung. Von Seebauer. Vierjahresplan 2 (1938) S. 523/25. Technische Möglichkeiten und wirtschaftliche Aufgabe. Ordnung der Aufgaben und rationeller Kräfteinsatz. Rationalisierung als Wirtschaftspflicht. Einzelleistung und Gemeinschaftsarbeit. Hilfsmittel der Rationalisierung.

Konzernverflechtungen und ihre Offenlegung durch Jahresabschluß und Geschäftsbericht. Von Karoli. Vierjahresplan 2 (1938) S. 526/29. Stand der Konzernverflechtungen Ende 1936 bzw. 1937. Gesichtspunkte für die Rechnungslegung der einzelnen Konzerngesellschaften.

## PERSÖNLICHES

Dem Dipl.-Ing. Rom und dem Dr.-Ing. Paus ist vom Oberbergamt Bonn die Konzession als Markscheider mit der Berechtigung zur öffentlichen Ausführung von markscheiderischen Arbeiten innerhalb Preußens erteilt worden.

<sup>1</sup> 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.