GLÜCKAUF
Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 47 18. November 1916 52. Jahrg.

Schaubildliche Ermittlung des Druckverlustes in Rohrleitungen.

Von A. Hinz, Oberingenieur der Frankfurter Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Pokorny & Wittekind in Frankfurt (Main), z. Z. Wilhelmshaven.

Bei der Berechnung des Durchmessers einer Leitung für Wasser, Dampf, Luft oder Gas begnügt man sich nicht mehr damit, eine gewisse Strömungsgeschwindigkeit der Rechnung zugrunde zu legen. Die Forderung nach Wirtschaftlichkeit jedes Betriebes hat die einfachen »Erfahrungswerte über Geschwindigkeiten in Rohrleitungen« verdrängt; sie bedingt eine genauere Rechnung nach andern Gesichtspunkten.

Mit den Strömungen im Rohr ist eine Reibung an der Rohrwand verbunden, zu deren Überwindung Arbeit erforderlich ist. Infolgedessen ist bei Pumpen außer der eigentlichen Förderarbeit eine Mehrarbeit zu leisten, da auf einen höhern Druck gepreßt werden muß, als theoretisch ohne Berücksichtigung der Rohrreibung notwendig wäre; bei Kraftmaschinen geht ein Teil des verfügbaren Gefälles in der Zuleitung verloren. Man muß bestrebt sein, diesen Verlust in beiden Fällen so gering wie möglich zu halten.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Rohrreibung außer von der Beschaffenheit der innern Wandung von der Strömungsgeschwindigkeit abhängt, derem Quadrat sie fast proportional ist. Ohne Rücksicht auf Anschaffungskosten und Raumbedarf müßte man also möglichst geringe Geschwindigkeiten im Rohr wählen, wobei sich große Rohrdurchmesser ergeben würden. Dem Vorteil des geringern Druckverlustes stehen aber Nachteile gegenüber. Bei Dampfleitungen z. B. haben reichlichere Rohrabmessungen größere Abkühlungs- und Kondensationsverluste zur Folge. Bei jeder Art Leitung nehmen außer den Beschaffungs- die Unterhaltungskosten mit den Rohrdurchmessern zu; ihr Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage kann den Vorteil des geringern Druckverlustes mehr als aufzehren.

Von Fall zu Fall sind diese beiden Hauptgesichtspunkte, Druckverlust infolge Rohrreibung und Anschaffungspreis, zu prüfen. Danach ist der richtige Leitungsdurchmesser zu bestimmen. Die sich alsdann ergebende Strömungsgeschwindigkeit wird dabei mehr oder weniger nebensächlich.

Die genaue Berechnung des Druckverlustes in einer Leitung stützt sich auf Erfahrungswerte, durch deren Berücksichtigung die Gleichungen keine ganz einfache Form mehr aufweisen. Die nachstehend wiedergegebenen Schaubilder sollen die Auswertung dieser Gleichungen erleichtern, vor allem aber dem Nichtfachmann eine gewisse Sicherheit geben. Ihr größter Vorteil liegt darin, daß ihre Benutzung Rechenfehler um ganze Dezimalstellen ausschließt, und daß der Einfluß, den die Wahl eines größern oder kleinern Durchmessers oder auch eine für später geplante Erweiterung haben, in bequemster Weise veranschaulicht wird.

Die Ordinaten und Abszissen sind in logarithmischem Maßstab aufgetragen. Das Bild erleidet dadurch allerdings eine Verzerrung, da die Koordinatenachsen in der Unendlichkeit liegen. Dem steht aber der Vorteil gegenüber, daß die Tafel ein weites Gebiet umfassen kann, und daß trotzdem die Genauigkeit der Ablesung in jedem Gebiet verhältnismäßig die gleiche bleibt, worauf es ja ankommt.

Druckverlust durch Rohrwiderstände in Wasserleitungen.

Der Druckverlust w in geraden Wasserrohrleitungen ist zunächst proportional der Rohrlänge l und umgekehrt proportional dem Rohrdurchmesser d. Ferner ist je nach der Strömungsgeschwindigkeit v, dem Durchmesser, dem Rauhigkeitsgrad der innern Rohrwandung und dem Wärmegrad des Wassers, durch den der Flüssigkeitsgrad beeinflußt wird, der Rohrwiderstand mehr oder weniger angenähert proportional dem Quadrat der Wassergeschwindigkeit. Es ist üblich, den Widerstand dem Quadrat der mittlern Geschwindigkeit im Rohr genau proportional zu setzen und den Fehler durch entsprechende Änderung eines Beiwertes, der Reibungszahl λ, bei verschiedenen Geschwindigkeiten usw. auszugleichen.

Werden alle Maße in m ausgedrückt, v in m/sek, so ergibt sich der Druckverlust

$$w = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{in m WS.}$$

Ist Q die durchströmende Wassermenge in cbm/sek, so kann die meistens zunächst unbekannte Geschwindigkeit v ersetzt werden durch

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2},$$

und es wird

$$w = 0{,}0826\, \lambda \frac{Q^2}{d^5} l \quad \text{in m WS.}$$

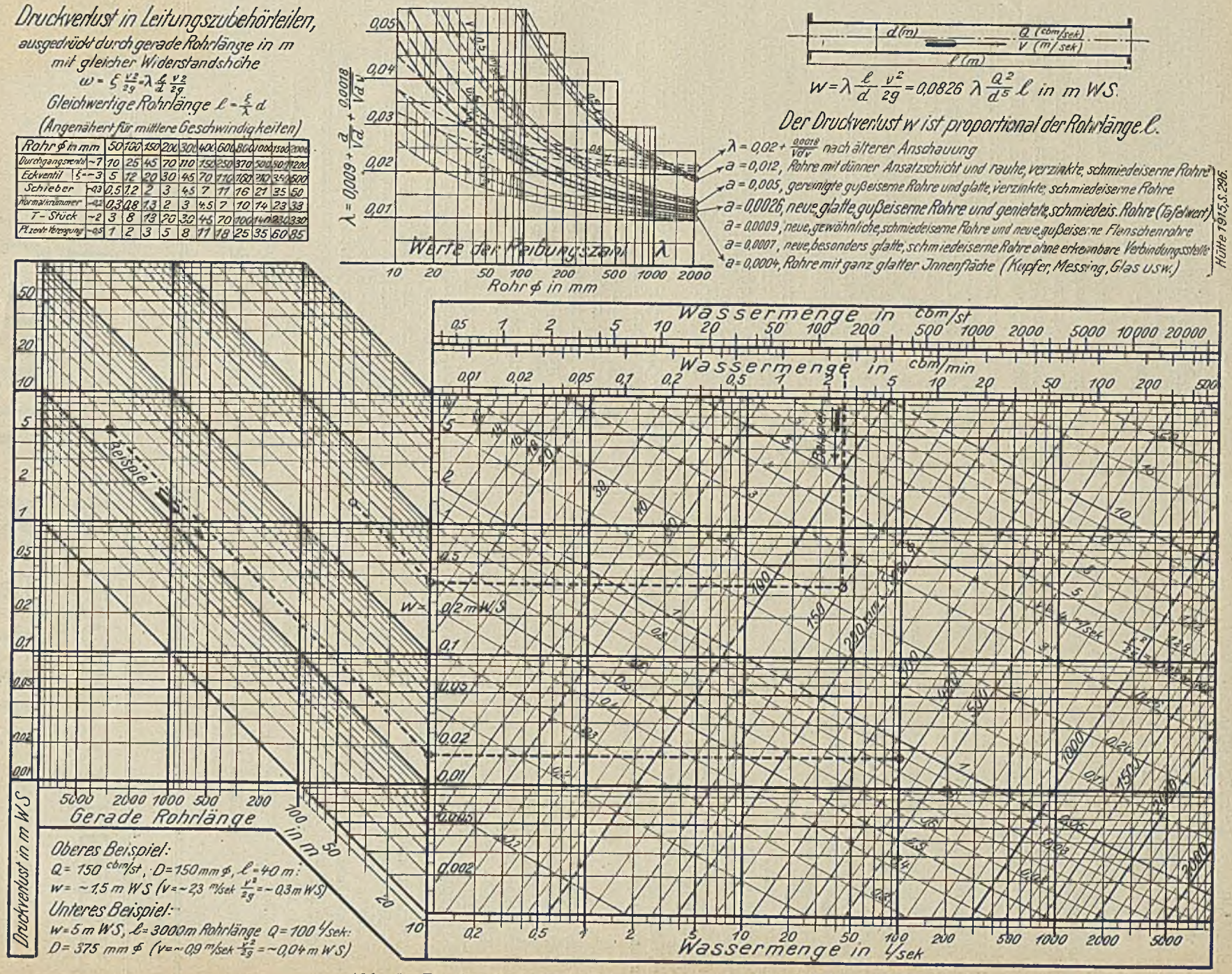


Abb. 1. Druckverlust durch Rohrwiderstände in Wasserleitungen.

Im Rohr können zwei Arten der Strömung unterschieden werden, Stromlinienbewegung mit parallelen Flüssigkeitsfäden und wirbelnde Strömung, die einen größern Druckverlust als jene zur Folge hat. Die »kritische« Geschwindigkeit, bei der wirbelnde Strömung einsetzt, ist aber so gering (0,02 m/sek bei 100 mm Rohrdurchmesser), daß, von einigen Sonderfällen abgesehen, die Stromlinienbewegung praktisch belanglos ist.

Als Reibungszahl λ bei der fast immer auftretenden wirbelnden Strömung war nach bisherigen Anschauungen der Ausdruck

$$\lambda = a + \sqrt{\frac{\pi M}{d v}}$$

üblich. Durch a wurde der Rauhigkeitsgrad der Wandung, durch M der Zähflüssigkeitsgrad des Wassers berücksichtigt. Für mittlere Rauhigkeit und 15° C Wassertemperatur wurde:

$$\lambda = 0{,}02 + \frac{0{,}0018}{\sqrt{d v}}.$$

Mit den sich so ergebenden Reibungszahlen sind die meisten bisher vorliegenden Zahlentafeln über Widerstandshöhen gerader Wasserleitungen errechnet worden. Neuere Versuche haben aber einen Ausdruck ergeben, der genauer den tatsächlichen Reibungsverlusten Rechnung trägt[1]. Der verschiedene Rauhigkeitsgrad der Rohrwandung wird erst nach Einführung einer Unveränderlichen und abhängig vom Rohrdurchmesser berücksichtigt:

$$\lambda = 0{,}009 + \frac{a}{\sqrt{d}} + \frac{0{,}0018}{\sqrt{d v}}.$$

Werte der Zahl a zeigt die folgende Zusammenstellung:

a =

0,0004, neue Rohre mit ganz glatter Innenfläche und ganz gleichem Durchmesser (Kupfer, Messing, Blei, Glas usw.).

0,0007, neue, besonders glatte, schmiedeeiserne Rohre ohne erkennbare Naht oder Verbindungsstelle.

0,0009, neue, gewöhnliche, schmiedeeiserne Rohre und neue gußeiserne Flanschenrohre.

0,0026, neue, glatte, gußeiserne Muffenrohre und genietete schmiedeeiserne Rohre.

0,005, gereinigte, gußeiserne Rohre und glatte, verzinkte, schmiedeeiserne Rohre.

0,012, Rohre mit dünner Ansatzschicht und rauhe, verzinkte, schmiedeeiserne Rohre.

Im obern Teil der Abb. 1[2] über Druckverlust in Wasserleitungen sind die so ermittelten Werte der Reibungszahl als Ordinaten auf den Rohrdurchmessern als Abszissen aufgetragen. Der erwähnte Wert nach älterer Anschauung ist gestrichelt eingezeichnet, der bei kleinen Rohrdurchmessern zu geringe, bei großen Rohrdurchmessern zu hohe Werte ergab.

Für den Hauptteil des Schaubildes sind die Widerstandshöhen für verschiedene Wassermengen und Rohrdurchmesser mit dem mittlern Wert der Reibungszahl

$$\lambda = 0{,}009 + \frac{0{,}0026}{\sqrt{d}} + \frac{0{,}0018}{\sqrt{d v}}$$

für l = 10 m Rohrlänge errechnet worden. Auf der rechten Hälfte finden sich die Wassermengen als Abszissen, die Druckverluste als Ordinaten aufgetragen. Als Abszissenmaßstab sind außer der untern Teilung, welche die Wassermengen in l/sek angibt, weitere Teilungen am obern Rand angebracht, denen, häufigem Gebrauch der Praxis entsprechend, cbm/min und cbm/st zugrunde liegen. Nachträglich sind noch die Linien gleicher Wassergeschwindigkeiten eingezeichnet und die Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$ vermerkt worden, die unabhängig vom Reibungsverlust auf alle Fälle berücksichtigt werden müssen. Da der Druckverlust proportional der Rohrlänge zunimmt, so ist nach links hin geradlinig ein logarithmischer Umrechnungsmaßstab für Rohrlängen von 10 bis 10 000 m angeschlossen. Doppelte Länge ergibt doppelten, 10fache Länge 10fachen Druckverlust usw.

Zahlenbeispiele sowohl zur Ermittlung der Widerstandshöhe als auch umgekehrt zur Bestimmung des Rohrdurchmessers bei festliegendem Druckverlust sind unten links aufgeführt und durch gestrichelte Wegweiser im Schaubild selbst kenntlich gemacht.

Ist in einem Rohr nicht die dem Schaubild zugrunde gelegte mittlere Wandungsrauhigkeit entsprechend a = 0,0026 vorauszusetzen, so kann die Umrechnung im Verhältnis der voneinander abweichenden Reibungszahlen erfolgen, die der schaubildlichen Darstellung der λ-Werte zu entnehmen sind.

Beispiel: Neues, glattes Messingrohr von D = 16 mm Durchmesser, l = 4 m, v = 2 m/sek.

$$\text{Tafelwert } w = 5\,\frac{4}{10} = 2 \text{ m WS mit}$$

$\lambda = 0{,}04$ (a = 0,0026, D = 16 mm, v = 2 m/sek).

Reibungszahl für neues Messingrohr

$\lambda' = 0{,}022$ (a = 0,0004, D = 16 mm, v = 2 m/sek).

$$w' = 2\,\frac{0{,}022}{0{,}04} = 1{,}1 \text{ m WS.}$$

Die Widerstände in Leitungszubehörteilen, Ventilen, Schiebern, Formstücken usw., sind von den geraden Rohrstrecken gesondert zu ermitteln. Durch Versuche ist für die verschiedenen Zubehörstücke die Widerstandszahl ξ festgestellt worden; $\xi\,\frac{v^2}{2g}$ ergibt den jeweiligen Druckverlust in m WS.

Aus den beiden Gleichungen:

$$w = \lambda\,\frac{l\,v^2}{d\,2g} \text{ für gerade Rohrstrecken}$$

und

$$w = \xi\,\frac{v^2}{2g} \text{ für Zubehörteile}$$

ergibt sich eine gewisse »gleichwertige« Rohrlänge $l = \frac{\xi}{\lambda}\,d$, die den gleichen Druckverlust zur Folge hat wie der Zubehörteil mit der entsprechenden Widerstandszahl ξ. Da λ sich mit der Geschwindigkeit im Rohr etwas ändert, so kann die Ermittlung mit Hilfe des Schaubildes nur als Näherungsverfahren bezeichnet

[1] s. Hütte 1915, Bd. 1, S. 294.

[2] Von den nachstehenden 4 Schaubildern können für den Handgebrauch Abzüge auf Kunstdruckpapier vom Verlage der Zeitschrift bezogen werden.

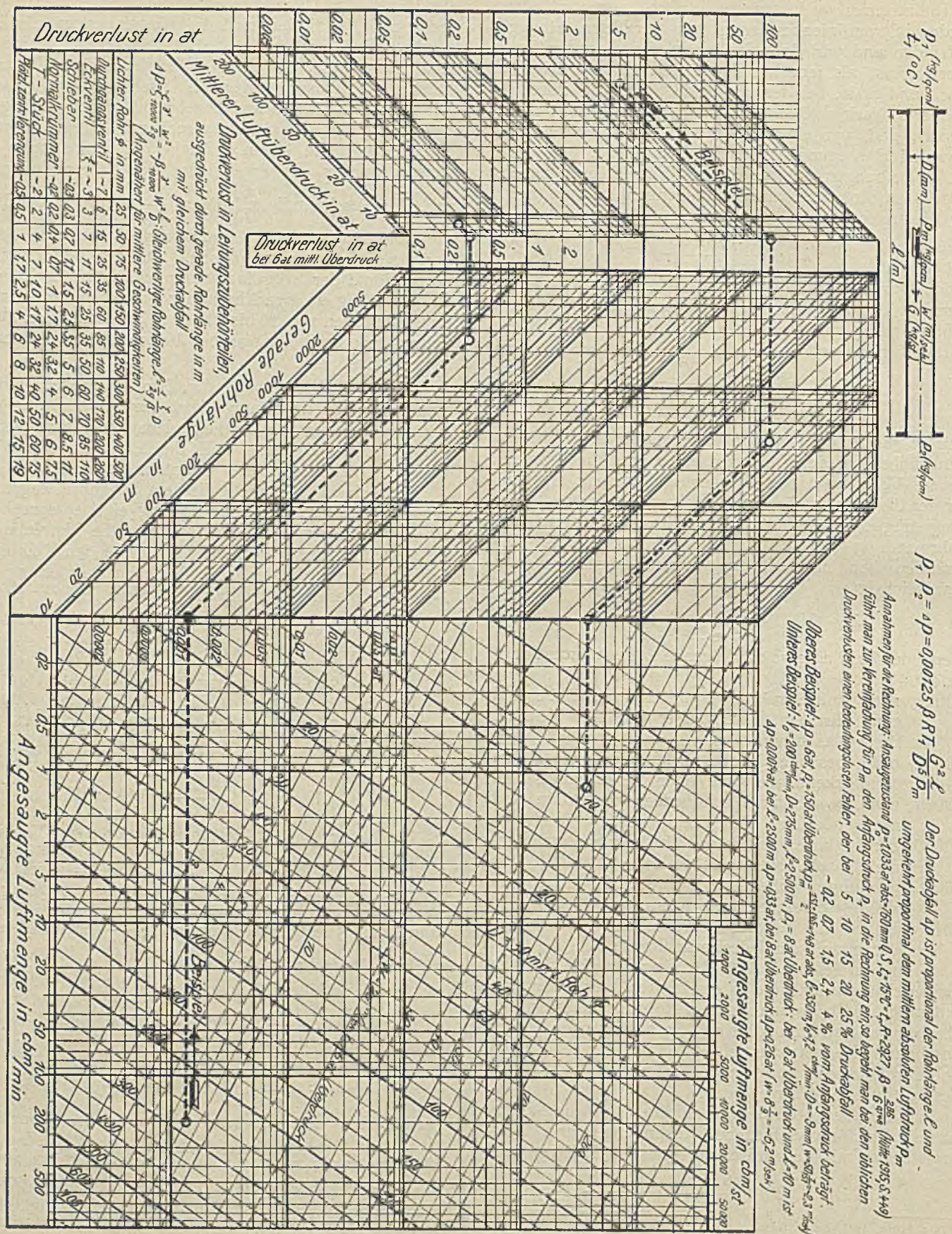


Abb. 2. Druckverlust durch Rohrwiderstände in Druckluftleitungen.

werden. Anderseits liegt in der Wahl der richtigen Widerstandszahl eine gleich große Unsicherheit, da ξ sich beträchtlich mit der jeweiligen Ausführung ändern kann, so daß die Anwendung fester, gleichwertiger Rohrlängen durchaus berechtigt ist.

In der Zahlentafel oben links sind für verschiedene Leitungszubehörteile und Rohrdurchmesser die abgerundeten gleichwertigen Rohrlängen für mittlere Geschwindigkeiten zusammengestellt. Dazwischen liegende Rohrdurchmesser sind zu interpolieren.

Beispiel: Eckventil 175 l. Durchmesser.
Gleichwertige Rohrlänge l = 25 m.

Diese Länge ist entweder der geraden Rohrlänge zuzuzählen, bevor der Druckverlust ermittelt wird, oder der Druckverlust ist gesondert abzulesen.

Wenn im letzten Beispiel Q = 50 l/sek ist, so ergibt sich der Widerstand im Eckventil zu w = ~ 0,55 m WS.

Druckverlust durch Rohrwiderstände in Gas- und Dampfleitungen.

Bei der Fortleitung von Gasen und Dämpfen durch Rohrleitungen sind in ähnlicher Weise wie beim Wasser 2 Arten der Bewegung zu unterscheiden, schichtenweise Verdrängung und wirbelnde Strömung. Die kritische Geschwindigkeit, unterhalb welcher Stromlinienbewegung mit dem geringern Druckverlust überhaupt möglich wird, ist aber wieder so gering (z. B. für Luft von atmosphärischer Spannung 0,3 m/sek bei 100 mm Rohrdurchmesser), daß für die Praxis auch hier nur wirbelnde Strömung in Betracht kommt. Die Rohrreibung hat eine Druckabnahme dP und eine Verringerung des Arbeitsvermögens um v dP zur Folge, die proportional der Rohrlänge l und abhängig vom Quadrat der Geschwindigkeit w und dem Rohrdurchmesser D ist. Nach Einführung einer Reibungszahl β gilt die Beziehung:

$$v\,dP = \beta \frac{w^2}{D}\,dl.$$

Die mit der Expansion verbundene Temperaturabnahme ist selbst bei wärmedichter Rohrwandung so gering, daß mit großer Annäherung bei vollkommenen Gasen gleichbleibende Temperatur, allgemein isothermische Expansion, in der Leitung angenommen werden kann. Dann ergibt die Auswertung unter Vernachlässigung des geringen Einflusses kleiner Höhenunterschiede:

$$p_1^2 - p_2^2 + \frac{2}{10000}\,\beta\,\frac{p_1}{v_1}\,\frac{w_1^2}{D}\,l.$$

Die Geschwindigkeit w_1 ist meistens zunächst unbekannt; sie kann aber aus dem Gasgewicht G in kg/sek, dem spezifischen Rauminhalt v_1 in cbm/kg und dem Rohrquerschnitt $\frac{\pi}{4} D^2$ qmm $= \frac{\pi}{4}\left(\frac{D}{1000}\right)^2$ qm ermittelt werden.

$$w_1 = \frac{G v_1}{3600} : \frac{\pi}{4}\left(\frac{D}{1000}\right)^2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{10000}{36} \cdot \frac{G\,v_1}{D^2}.$$

Gleichbedeutend ist demnach:

$$p_1^2 - p_2^2 = \frac{16}{\pi^2} \cdot \frac{2 \cdot 10000}{36^2}\,\beta\,p_1\,v_1\,\frac{G^2}{D^5}\,l = \sim 25\,\beta\,p_1\,v_1\,\frac{G^2}{D^5}\,l.$$

Durch Einführen des mittlern Druckes $p_m = \frac{p_1 + p_2}{2}$ und des Druckverlustes $\Delta p = p_1 - p_2$ wird

$$p_1^2 - p_2^2 = \left(p_m + \frac{\Delta p}{2}\right)^2 - \left(p_m - \frac{\Delta p}{2}\right)^2 = 2\,p_m\,\Delta p$$

und somit

$$\Delta p = 12{,}5\,\beta\,p_1\,v_1\,\frac{G^2}{D^5} \cdot \frac{l}{p_m},$$

gemessen in at, in kg/qcm.

Die Widerstandszahl β ist abhängig vom Rauhigkeitsgrad der Rohrwandung; außerdem nimmt sie mit steigendem Gas- oder Dampfgewicht, also mit größern Leitungsquerschnitten ab. Ihr Wert ist von Fritsche und vom bayerischen Revisionsverein[1] durch Versuche ermittelt worden, nach denen bei einem mittlern Rauhigkeitsgrade der innern Rohrwandung mit großer Annäherung gesetzt werden kann: $\beta = \frac{2{,}86}{G^{0{,}148}}$. Dieser Wert ist der Rechnung zur Aufzeichnung der folgenden Schaubilder zugrunde gelegt worden.

Druckverluste in Druckluftleitungen.

Nach dem Gasgesetz Pv = RT kann für atmosphärische Luft, ein vollkommenes Gas, $p_1 v_1$ durch $\frac{R\,T_1}{10000}$ ersetzt werden (Gaskonstante für Luft R = 29,27, $T_1 = 273 + t_1{}^0$ C). Der Druckabfall in Luftleitungen ist demnach:

$$\Delta p = 0{,}00125\,\beta\,R T_1\,\frac{G^2}{D^5}\,\frac{l}{p_m}.$$

Er ist bei unverändertem Luftgewicht und Rohrdurchmesser proportional der Rohrlänge l und umgekehrt proportional dem mittlern absoluten Luftdruck p_m.

Die Druckverluste sind zunächst für l = 10 m Rohrlänge, p = 7 at abs. (~ 6 at Luftüberdruck) und $t_1 = 15^0$ C für verschiedene Rohrdurchmesser und Luftgewichte rechnerisch nach der vorstehenden Gleichung ermittelt worden. Auf der rechten Hälfte der Abb. 2 sind die Druckverluste als Ordinaten aufgetragen worden, während als Abszissen die Luftgewichte hätten eingezeichnet werden müssen. Statt dessen ist der Maßstab so gewählt worden, daß sofort die entsprechenden Luftmengen vom Ansaugezustand bei p_0 = 1,033 at abs. Luftdruck = 760 mm QS und t_0 = 15° C Lufttemperatur abgelesen werden können, am untern Rand von 0,1 bis 1000 cbm/min, am obern Rand, dem Gebrauch entsprechend, für größere Mengen in cbm/st. Die Praxis rechnet nicht mit Gewichtseinheiten, da von einer Maschine mit gegebenen Abmessungen nur eine bestimmte Menge angesaugt werden kann, während das Luftgewicht, das noch von Druck und Temperatur abhängt, fast nie willkürlich zu beeinflussen ist. Die Linien gleicher Rohrdurchmesser verlaufen schräg von links unten nach rechts oben. Annähernd einen Winkel von 90° bilden hiermit die Linien gleicher Geschwindigkeit, die für 7 at abs. Luftdruck und 15° C errechnet und nachträglich eingezeichnet worden sind, die aber bei der

[1] s. Hütte 1915, Bd. 1, S. 448.

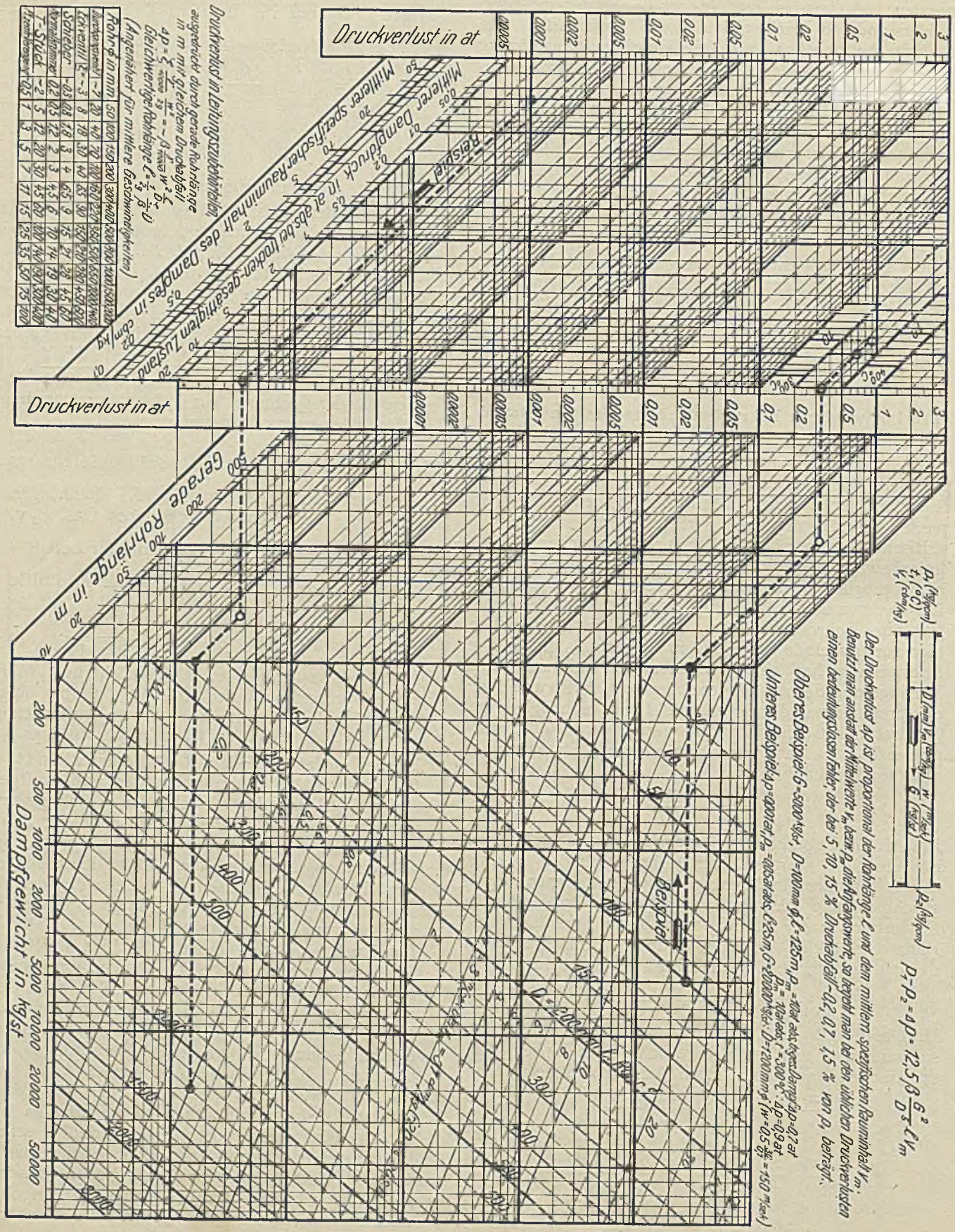


Abb. 3. Druckverlust durch Rohrwiderstände in Dampfleitungen.

Bestimmung des Druckabfalls entbehrt werden können. Nach links hin schließt sich der geradlinige Umrechnungsmaßstab für mehr als 10 bis 10 000 m Rohrlänge an. Der Druckverlust steigt proportional der Rohrlänge. Im Gegensatz hierzu nimmt er mit steigendem mittlerm Luftdruck wieder ab. Zu dieser Umrechnung dient der sich anschließende zweite geradlinige Umrechnungsmaßstab, der den Druckabfall von 7 bis 251 at abs. proportional verringert, nach dem Maßstab von 6 bis 250 at Luftüberdruck.

Zahlenbeispiele sowohl zur Ermittlung des Rohrdurchmessers als auch umgekehrt zur Bestimmung des Druckverlustes sind wieder auf dem Schaubild angegeben und durch gestrichelte Wegweiser kenntlich gemacht.

Vernachlässigt man wie im zweiten Beispiel die geringe Druckabnahme von p_1 auf p_m, so begeht man einen Fehler, der aber ohne Bedeutung ist in Anbetracht des Einflusses, den stärkere oder geringere Wandungsrauhigkeit auf den Druckabfall haben kann. Die Größe des Fehlers ist auf dem Schaubild angegeben.

Zur Ermittlung des Druckverlustes in Zubehörteilen ist wieder aus den beiden Gleichungen

$$\Delta p = \sim \frac{\gamma}{10\,000}\,\beta\, w^2\,\frac{l}{D} \quad \text{für gerade Rohrstrecken}$$

und

$$\Delta p = \xi\,\frac{\gamma}{10\,000}\,\frac{w^2}{2\,g} \quad \text{für Zubehörteile}$$

die gleichwertige Rohrlänge $l = \frac{1}{2\,g}\,\frac{\xi}{\beta}\,D$ zu errechnen. Da β mit dem Luftgewicht abnimmt, so ist die Länge noch vom Gewicht abhängig; für mittlere Verhältnisse ergibt aber die Zahlentafel unten links gute Näherungswerte.

Beispiel. Eckventil 175 l. Durchmesser.
Gleichwertige Rohrlänge $l = 30$ m.

Diese Länge ist entweder der geraden Rohrlänge zuzuzählen, oder der Widerstand des Ventils ist gesondert nach Abb. 2 zu ermitteln.

Strömen durch das Ventil 100 cbm in 1 min angesaugte Luft bei 6 at Überdruck, so ist $\Delta p = \sim 0{,}011$ at ($w = \sim 10$ m/sek).

Druckverlust in Dampfleitungen.

Für Wasserdampf ist das Gasgesetz nicht ohne weiteres anwendbar. Einmal ist die Temperatur des gesättigten Dampfes eine Funktion lediglich des Druckes, sodann hat die sinngemäß angewandte Gaskonstante R einen veränderlichen Wert. Mit großer Annäherung gilt aber $p_1\,v_1 = p_m\,v_m$, zumal p_1 und p_m schon nicht beträchtlich voneinander abweichen (bei 10% Druckverlust beträgt der Fehler erst ~ 0,3%). Mit dieser Annahme wird aus der schon abgeleiteten allgemein gültigen Gleichung

$$\Delta p = 12{,}5\,\beta\,\frac{G^2}{D^5}\,l\,v_m \text{ in at (kg/qcm).}$$

Der Druckverlust in Dampfleitungen ist also bei unverändertem Dampfgewicht und Rohrdurchmesser proportional der Rohrlänge l und dem mittlern spezifischen Rauminhalt v_m.

Die Zahlenwerte sind zunächst für $l = 10$ m Rohrlänge und $v_m = 0{,}1$ cbm/kg (entsprechend $p_m = \sim 20$ at abs. Dampfdruck) errechnet und auf der rechten Hälfte der Abb. 3 aufgetragen worden, die Dampfgewichte von 100 bis 100 000 kg/st als Abszissen, die Druckverluste als Ordinaten. Die Linien gleicher Geschwindigkeiten bei $v_m = 0{,}1$ cbm/kg sind nachträglich eingezeichnet worden. Nach links hin schließt sich zunächst der geradlinige Umrechnungsmaßstab für Rohrlängen von 10 bis 1000 m an, sodann der gleichgerichtete Maßstab für Umrechnung auf andere spezifische Rauminhalte. Da zu jedem spezifischen Dampfvolumen trocken-gesättigten Zustandes ein bestimmter Dampfdruck gehört und auch zunächst immer der Druck des Dampfes festgelegt wird, so ist neben den v-Werten ein zweiter Streifen mit den entsprechenden p-Werten angeordnet. Erst diese Linien sind über das Tafelfeld senkrecht nach oben hin ausgezogen worden, so daß die Umrechnung auf beliebige Dampfdrücke im Verhältnis der spezifischen Rauminhalte erfolgen kann, ohne die zahlenmäßige Erwähnung der letztern notwendig zu machen.

Bei überhitztem Dampf muß der Druckabfall größer ausfallen, da sein spezifischer Rauminhalt größer ist. Dampftemperaturen von 300 und 400° C sind von 5 bis 20 at abs. im obern Teil hervorgehoben. Dazwischen liegende Werte sind zu interpolieren. Die Umrechnung erfolgt über die Drucklinie bei trocken-gesättigtem Zustand hinaus bis zu einem Wert, der nach den beiden Streifen für 300 und 400° C geschätzt werden kann.

Zahlenbeispiele sind wieder auf dem Schaubild angeführt und durch gestrichelte Wegweiser kenntlich gemacht.

Ferner ist der geringe Fehler angegeben, der bei Ersatz der Mittelwerte durch die Anfangswerte v_1 bzw. p_1 entsteht.

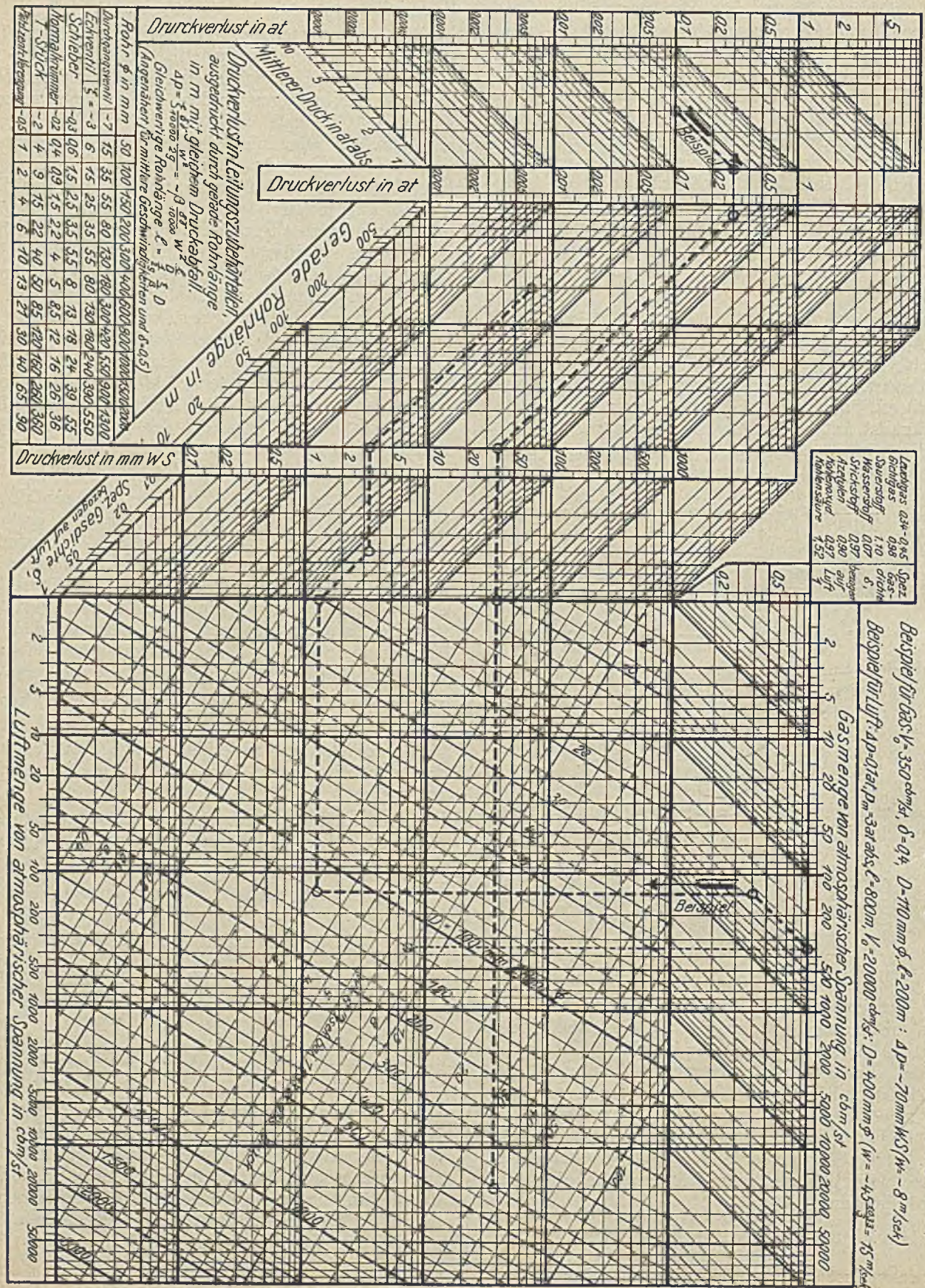
Schließlich ist unten links wieder eine Zahlentafel über angenähert gleichwertige Rohrlängen angeordnet, der mittlere Verhältnisse zugrunde liegen.

Beispiel: Eckventil 175 l. Durchmesser, $G = 5000$ kg/st, $p = 12$ at abs., $t = 300°$ C.
Gleichwertige Rohrlänge $l = 35$ m.
$\Delta p = \sim 0{,}012$ at (Dampfgeschwindigkeit $w = \sim 5{,}8\,\frac{0{,}22}{0{,}1} = \sim 13$ m/sek).

Druckverlust in Luft- und Gasleitungen.

Für atmosphärische Luft ist die Gaskonstante $R = 29{,}27$, während bei andern vollkommenen Gasen für R der entsprechende Wert einzusetzen ist. Es ist zweckmäßig und üblich, die veränderte Gaskonstante durch Einführung des Begriffs der spezifischen Gasdichte δ, bezogen auf Luft, zu berücksichtigen. Dann gilt für alle Gase

$$\Delta p = 0{,}00125\,\beta\,\frac{R}{\delta}\,T_1\,\frac{G^2}{D^5}\,\frac{1}{p_m} \quad \text{in at.}$$



Der Druckverlust Δp ist proportional der Rohrlänge ℓ und umgekehrt proportional dem mittleren absoluten Druck p_m und der spezifischen Gasdichte d, gleiche Gasgewichte vorausgesetzt.

Annahmen für die Rechnung: Ansaugezustand p_0 = 1,033 at abs = 760 mm QS, t_0 = 15° C = t_1

Beispiel für Gas: V_0 = 350 cbm/st, d = 0,4, D = 110 mm ø, ℓ = 200 m : Δp = ~70 mm WS (w = ~4,5 m/sek)

Beispiel für Luft: Δp = 0,1 at, p_m = 3 at abs, ℓ = 800 m, V_0 = 20000 cbm/st, D = 400 mm ø (w = ~4,5 m/sek) = 15 m/sek

Abb. 4. Druckverlust durch Rohrreibung in Luft- und Gasleitungen.

Außer von der Rohrlänge l und dem mittlern Leitungsdruck p_m, wie in der bisher angegebenen Weise, ist der Druckverlust noch von der Gasdichte δ abhängig. Sonst gleiche Verhältnisse, also auch gleiches Gewicht, nicht Volumen, vorausgesetzt, nimmt der Druckabfall in gleichem Maße zu, wie die Gasdichte abnimmt.

Der Aufbau der Abb. 4 zur Ermittlung des Druckverlustes in Gasleitungen entspricht dem der bereits erläuterten Schaubilder. Zur Bestimmung des Gasgewichtes, von dem die Widerstandszahl β abhängt, dient der Umrechnungsmaßstab oberhalb der rechten Hälfte, die den Druckverlust für 10 m Rohrlänge festlegt. Die Maßstäbe erlauben, sofort die entsprechenden Mengen in cbm/st abzulesen, 760 mm QS = 1,033 at abs. Druck und 15° C vorausgesetzt. Der untere Maßstab ohne Umrechnung auf eine bestimmte Gasdichte, also für $\delta = 1$, gilt für Luftmengen, der obere für Gasmengen mit $\delta = 1$ bis $\delta = 0{,}1$ (Werte der Gasdichten häufig vorkommender Gase sind in einer Zahlentafel zusammengestellt). Es muß sich z. B. ergeben, daß 1000 cbm Gas von $\delta = 0{,}5$ 500 cbm Luft entsprechen, ihre Gewichte sind gleich, in beiden Fällen gilt die gleiche Widerstandszahl ß. Anschließend an die rechte Hälfte erfolgt die geradlinige Umrechnung auf die Gasdichte δ, sodann im zweiten und dritten Umrechnungsmaßstab die Berücksichtigung der Rohrlänge und des mittlern Leitungsdruckes in der vorher geübten Weise. Zahlenbeispiele und Wegweiser sind auf dem Schaubild angegeben.

Wie auf den bisherigen Schaubildern sind auch die gleichwertigen Rohrlängen von Leitungszubehörteilen zusammengestellt; bei der Annahme der Widerstandszahl β liegt den Zahlen eine Gasdichte $\delta = 0{,}5$ zugrunde.

Zusammenfassung.

Nicht die Geschwindigkeit im Rohr, sondern der Druckverlust in der ganzen Leitung ist in der Hauptsache bei der Bestimmung von Rohrdurchmessern maßgebend. Aus den bekannten Gleichungen über Druckverlust werden die Formeln entwickelt, die sich für die schaubildliche Ermittlung am besten eignen. Auf den beigegebenen Schaubildern für Wasser-, Druckluft-, Wasserdampf- und Gasleitungen sind die Druckverluste für beliebige Rohrlängen, Drücke und spezifische Gasdichten bei festliegenden Rohrdurchmessern und Mengen unmittelbar ablesbar. Der umgekehrte Weg, die Ermittlung des Rohrdurchmessers bei bestimmtem Druckverlust usw., ist in gleich einfacher Weise möglich. Zur Bestimmung des Druckverlustes in Leitungszubehörteilen sind Zahlentafeln mit Rohrlängen aufgestellt, die bei mittlern Verhältnissen gleichen Druckabfall ergeben.

Die Wirksamkeit der Wassergasreaktion bei der Zersetzung von Wasserdampf durch glühenden Kohlenstoff und ihre Bedeutung für die technische Wassergasgewinnung.

Von Dipl.-Ing. J. Gwosdz, Charlottenburg.

Bei der Zersetzung von Wasserdampf durch glühenden Kohlenstoff können vier chemische Reaktionen auftreten, nämlich:

1. $C + H_2O = CO + H_2$
2. $C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$
3. $CO + H_2O = CO_2 + H_2$
4. $CO_2 + C = 2\,CO$.

Die Möglichkeit eines gleichzeitigen Auftretens dieser vier Reaktionen hat man seit längerer Zeit angenommen. Naumann und Pistor hatten sich schon im Jahre 1885 das Ziel gesteckt, durch die Erforschung der Einzelvorgänge für sich eine Aufklärung über den Wassergasprozeß zu gewinnen. Später verfolgte Oskar Hahn[2] dasselbe Ziel. Seine Arbeit ist aber auf die Erforschung des Gleichgewichtes $CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2$ beschränkt geblieben, wie auch die ältern Versuche von Naumann und Pistor sowie von Lang[3] im wesentlichen nur einige Aufklärung über die Reaktionen 3 und 4 gebracht haben.

Neben den vorstehend Genannten sind noch von andern Forschern Arbeiten ausgeführt worden, die die Zersetzung von Wasserdampf an Kohlenstoff zum Gegenstand hatten. Diese Arbeiten beschränkten sich im wesentlichen auf die Feststellung von Endergebnissen der genannten Einwirkung. Es ist daher erklärlich, daß man noch heute über die Wirksamkeit der einzelnen Vorgänge sehr voneinander abweichende Ansichten vertreten findet.

Die meisten Verschiedenheiten in den Anschauungen zeigen sich in der Literatur hinsichtlich der Gründe für das Auftreten der Kohlensäure. Bei der technischen Herstellung des Wassergases wird der Gehalt an Kohlensäure gewöhnlich als Wertmesser für die Güte des Gases und die richtige Durchführung der Vergasung angesehen. Nun wird als Hauptfaktor für die Erzielung eines niedrigen CO_2-Gehaltes vielfach die Temperatur hingestellt, die dafür maßgebend sei, ob der Vorgang 1, der allein ein gutes Wassergas ergebe, neben dem Vorgang 2 vorherrsche.

So sagt z. B. Haber[1] »Nach der üblichen Vorstellung greifen hier zwei Prozesse ineinander:

$$\text{a)}\ C + H_2O = CO + H_2,\ K_c = \frac{C_{CO} \cdot C_{H_2}}{C_{H_2O}},$$

[1] Ber. D. chem. Ges. 1885, S. 1647.
[2] Z. f. phys. Chemie 1903, Bd. 44, S. 513.
[3] Z. f. phys. Chemie 1888, S. 161.

[1] Thermodynamik technischer Gasreaktionen, 1905, S. 293.

$$b)\ C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2,\ K_{,,} = \frac{C_{CO_2} \cdot C^2_{H_2}}{C^2_{H_2O}}$$

$$\frac{K_{,}}{K_{,,}} = K = \frac{C_{H_2O} \cdot C_{CO}}{C_{CO_2} \cdot C_{H_2}}.$$

Wenn beide bis zum Gleichgewicht verlaufen, so erhält man, je nach der Temperatur, ein sehr gutes oder ein sehr schlechtes Wassergas für Leucht- und Heizzwecke. Das Wassergas ist schlecht, wenn es viel CO_2 enthält, also wenn die Reaktion b einen erheblichen Umfang besitzt. Es kommt also hier nicht ..... einfach darauf an, dem Gleichgewicht möglichst nahe zu kommen und es festzuhalten, sondern die Erreichung und Fixierung des Gleichgewichtes ist nur in einem Temperaturgebiet praktisch erwünscht, in welchem die Reaktion b ganz zurücktritt. Nun kann man erwägen, daß a und b noch durch

$$c)\ C + CO_2 \rightleftarrows 2\,CO,\ K_{,,,} = \frac{C^2_{CO}}{C_{CO_2}}$$

verknüpft sind«.

Man sieht, daß bei dieser Darstellung die Reaktion 3 in den beiden Vorgängen 1 und 2 aufgeht und nur in dem für den Gleichgewichtzustand in der Gasphase geltenden Verhältnis

$$\frac{K_{,}}{K_{,,}} = K = \frac{C_{H_2O} \cdot C_{CO}}{C_{CO_2} \cdot C_{H_2}}$$

ihren Ausdruck findet. Diese Darstellung herrscht auch jetzt noch in der Literatur vor. So sagt z. B. Strache[1]: »Da es nur in seltenen Fällen möglich ist, die Temperatur des Kohlenstoffs so hoch zu steigern, daß beim Darüberleiten von Wasserdampf ausschließlich CO gebildet wird, so kann auch diese Reaktion nicht in ihrer theoretischen Vollkommenheit durchgeführt werden, und das entstehende Gasgemisch, welches man in diesem Falle Wassergas nennt, enthält immer kleinere oder größere Mengen von CO_2, jenachdem, ob die Temperatur höher oder geringer war«. K. Neumann[2], der sich in seiner bekannten Habilitationsschrift das Studium der Einwirkung des Wasserdampfes bei der Mischgaserzeugung als Ziel gesteckt hatte, sagt bezüglich der Gewinnung eines an CO_2 armen Generatorgases: »...die Verhältnisse müssen so gewählt werden, daß von den beiden möglichen Reaktionen des Kohlenstoffes mit Wasserdampf

$$C + H_2O = CO + H_2 \text{ und } C + 2\,H_2O = CO_2 + 2H_2$$

die erste überwiegt«.

Also auch er schreibt das Auftreten der CO_2 der Reaktion 2 zu, und es ist zu beachten, daß in seinem Versuchsgenerator in der wirksamen Brennstoffzone Temperaturen herrschten, die wesentlich über 1000° lagen.

Das Endergebnis der Reaktion 2 ist nun zwar identisch mit dem der beiden Vorgänge $C + H_2O = CO + H_2$ und $CO + H_2O = CO_2 + H_2$. Man könnte daher wohl zu der Annahme neigen, daß es praktisch gleichgültig sei, ob man für den Ausdruck der chemischen Vorgänge das Symbol der Gleichung 2 oder die Symbole der Gleichungen 1 und 3 wählt. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Denn es wird sich zeigen, daß diese Darstellung leicht zu einer Überschätzung des Einflusses führt, den die Temperatur auf die Erzielung eines an CO_2 armen Wassergases besitzt.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht darin, auf Grund des in der Literatur vorliegenden ältern und neuern Versuchsmaterials die Wirksamkeit der Reaktion 3, der sogenannten Wassergasreaktion, bei der Zersetzung von Wasserdampf an glühendem Kohlenstoff und ihre Bedeutung für die technische Wassergasgewinnung darzulegen.

Geschichtlicher Überblick über die Untersuchungen zur Zersetzung des Wasserdampfes an Kohlenstoff und zur Wassergasreaktion.

Die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen zur Frage der Zersetzung des Wasserdampfes an Kohlenstoff wurden bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts angestellt. Clement und Desormes[1] äußern sich darüber in folgender Weise:

»Läßt man Wasserdämpfe durch ein Rohr gehen, das viel Kohle enthält, so geben sie ein Gemenge von kohlensauerm Gas, kohligtsauerm Gas und Wasserstoffgas«. Das von ihnen so erhaltene Gas hatte folgende Zusammensetzung:

	%
Wasserstoff	56,22
Kohlenoxyd	28,96
Kohlensäure	14,63
Methan	0,19

Im Jahre 1839 hat dann Bunsen anschließend an seine »Untersuchungen über die gasförmigen Produkte des Hochofens« auch Versuche über die Zersetzung des Wasserdampfes an glühendem Kohlenstoff vorgenommen und hat zufälligerweise die gleichen Volumenverhältnisse für Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure gefunden. Aus den Analysen von Bunsen hat man gefolgert[2], daß der Sauerstoff des Wasserdampfes zu gleichen Teilen in CO und in CO_2 übergehe. Die Annahme einer allgemeinen Gültigkeit dieser stöchiometrischen Beziehungen wurde 1857 durch Langlois als unzutreffend erwiesen. Seine Versuche zeigten zuerst den Einfluß der Temperatur und der Brennstoffart (Koks- oder Holzkohle) auf die Beschaffenheit der gewonnenen Gase[3].

Späterhin stellten F. Fischer[4] und Lang[5] den Beginn der Zersetzung des Wasserdampfes fest. Ersterer fand hierfür mit Braunkohlenkoks eine Temperatur von 400° und letzterer mit Gaskoks eine solche von 530°. Die Versuche von Lang ließen auch erkennen, daß die Zersetzung selbst bei 1000° noch nicht vollendet zu sein braucht.

H. Bunte[6] teilte im Jahre 1894 die Ergebnisse von Versuchen mit, die auf seine Veranlassung von Harries angestellt worden waren. Dieser hatte bei Temperaturen

[1] Gasbeleuchtung und Gasindustrie. 1913. S. 331.
[2] K. Neumann: Die Vorgänge im Gasgenerator auf Grund des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Mitt. über Forschungsarbeiten, H. 140. S. 89.

[1] Über das gasförmige Kohlenstoffoxyd. Gilberts Ann. 1801, Bd. 9, S. 423.
[2] Wagners Jahresber. 1859. S. 640.
[3] Ann. Chim. Phys. 1857, Bd. 51, S. 322.
[4] Fischers Jahresber. der chem. Technologie 1883. S. 1306.
[5] Z. f. phys. Chem. 1888, S. 163.
[6] Journ. f. Gasbel. 1894. S. 82.

Zahlentafel 1.

Temperatur (Mittel) °C	Gasstrom l/min[1]	Zusammensetzung des trocknen Wassergases H_2 Volum-%	CO %	CO_2 %	Wasserdampf zersetzt %	unzersetzt %	H_2O %	CO %	H_2 %	CO_2 %	$K' = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$	K berechnet von Luggin
674	0,9	65,2	4,9	29,8	8,8	91,2	87,12	0,63	8,41	3,84	1,70	0,49
758	1,8	65,2	7,8	27,0	25,3	74,7	65,82	2,67	22,28	9,23	0,85	0,70
838	3,66	62,4	13,1	24,5	34,7	65,3	—	—	—	—	—	—
838	3,28	61,9	15,1	22,9	41,0	59,0	47,15	7,96	32,77	12,11	0,94	0,98
861	5,3	59,9	18,1	21,9	48,2	51,8	39,18	11,01	36,48	13,33	0,89	1,07
954	6,3	53,3	39,3	6,8	70,2	27,2	17,21	32,70	44,43	5,66	2,25	1,41
1010	6,15	48,8	49,7	1,5	94,0	6,0	3,02	48,20	47,30	1,45	2,12	1,65
1060	9,8	50,7	48,0	1,3	93,0	7,0	3,68	46,31	48,84	1,25	2,78	1,88
1125	11,3	50,9	48,5	0,6	99,4	0,6	0,30	48,34	50,73	0,60	0,48	2,11

[1] In den meisten Literaturangaben (so auch in der von Bunte) findet sich für den Gasstrom die Bezeichnung l/sek angegeben. Dies ist offenbar ein Irrtum. Denn es ist kaum denkbar, daß es mit den gebräuchlichen Hilfsmitteln möglich wäre, durch ein nur wenige Zentimeter starkes und noch dazu zum erheblichen Teil mit Kohle gefülltes Porzellanrohr bis zu 11 l Gas in 1 sek zu treiben. Anderseits wäre auch die dieser Annahme entsprechende Einwirkungsdauer des Wasserdampfes auf die Kohle für eine erhebliche Zersetzung des Dampfes zu kurz gewesen, wie ein Vergleich mit den Zahlen der Zahlentafel 3 zeigt.

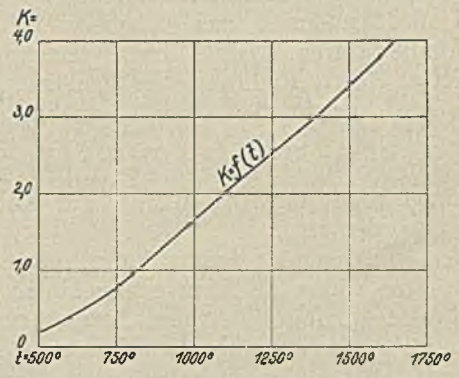
von 674 – 1125° Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet und die Zusammensetzung des hierbei erfolgenden Gasgemisches bestimmt. Die gefundenen Zahlen sind in der linken Hälfte der Zahlentafel 1 wiedergegeben; die rechte Hälfte enthält die daraus von Luggin für das wasserhaltige Gas berechneten Werte[1]. Diese Zahlen wurden, da sie zum ersten Male Anhaltpunkte für die bei verschiedenen Temperaturen erzielbaren Gaszusammensetzungen boten, in der Literatur für eine Beurteilung der im praktischen Wassergas- und Mischgasbetriebe obwaltenden Verhältnisse vielfach herangezogen.

Einen im Vergleich hierzu fast völlig unbeachteten Beitrag zur Frage der Wasserdampfzersetzung an Kohlenstoff hat in der Folgezeit (1906) Farup[2] geliefert. In neuester Zeit haben Clement und Adams[3] diese Frage eingehender erforscht. Sie suchten besonders den Einfluß der Einwirkungsdauer auf das Fortschreiten der Reaktion nachzuweisen.

Die Ergebnisse dieser neuen Forschungen sollen vornehmlich zur Grundlage für die Behandlung der vorliegenden Aufgabe dienen. Zuvor ist jedoch noch eine kurze Übersicht über die einschlägigen Arbeiten zur Bestimmung des Gleichgewichts der Wassergasreaktion zu geben.

Daß Kohlenoxyd durch Wasserdampf zersetzt wird, war schon lange bekannt[4]. Um die bei der Wassergasherstellung und der Generatorgaserzeugung obwaltenden Vorgänge näher zu erforschen, stellten sich Naumann und Pistor[5] (1885) auch die Aufgabe, die Reaktion $CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2$ zu studieren. Nach ihren Versuchen ist eine Wechselwirkung zwischen CO und H_2O bis zu etwa 560° nicht nachweisbar; bei ungefähr 600° waren 2%, bei etwa 900° waren 8%, und bei etwa 954° waren 10% des CO in CO_2 verwandelt worden. Ferner war bis zu 900° die Reduktion von Kohlensäure durch Wasserdampf noch nicht nachweisbar. An diese Versuche schlossen sich die von Lang[6] an, die u. a. auch den Beweis für die Unvollständigkeit des Vorganges $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ erbringen sollten.

Ohne unmittelbare Beziehung zu der technischen Wassergasgewinnung hatte man sich schon früher mit der Wassergasreaktion beschäftigt[1]. Bunsen und Horstmann entwickelten zuerst die Anschauung, daß bei einer unzureichenden Menge von Sauerstoff ein Gemisch von CO und H bis zu dem durch den Ausdruck $\frac{[CO] \cdot [H_2O]}{[CO_2] \cdot [H_2]} = K$ wiedergegebenen Gleichgewicht verbrennt. Weiterhin folgten die Untersuchungen über die Gleichgewichtkonstante K von Luggin, Hahn, Haber



Die Gleichgewichtkonstante K für die Wassergasreaktion.

u. a. Durch diese Untersuchungen ist sie in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt worden. Die Gleichgewichtkonstante ist bekanntlich vom Druck unabhängig, weil die Reaktion mit keiner Änderung des Volumens verbunden ist. Durch die Arbeiten von Haber sind auch frühere Untersuchungen und Berechnungen von Boudouard, bzw. Le Chatelier als unrichtig erwiesen worden.

Die vorstehende Abbildung zeigt die Gleichgewichtkonstante K der Wassergasreaktion in Abhängigkeit von der Temperatur nach der Berechnung von K. Neumann[2].

[1] vgl. Z. f. phys. Chemie 1903, Bd. 44, S. 517.
[2] Z. f. anorg. Chem. 1906, S. 286.
[3] Essential factors in the formation of producer gas, Bureau of Mines, 1911, Bull. 7.
[4] vgl. die Literaturangaben von Long in Liebigs Ann. 1878, S. 293.
[5] Ber. D. chem. Ges. 1885, S. 1648, 2712 und 2819.
[6] Z. f. phys. Chem. 1888, S. 163.

[1] Eine ausführliche Zusammenstellung der hierauf bezüglichen Literatur findet sich bei Haber und Richardt Z. f. anorg. Chem. 1904, Bd. 38, S. 5.
[2] a. a. O., S. 8.

Für die technische Gaserzeugung kommt nun nicht allein die Lage der Gleichgewichte, sondern besonders auch die Geschwindigkeit des Verlaufs der Reaktionen in Betracht. Aus den ältern Versuchen, wie denen von Naumann und Pistor sowie von Lang, war zu schließen, daß die Wassergasreaktion bei mittlern Temperaturen nur träge verläuft. Nach Haber wird das Wassergasgleichgewicht erst über 1400° verhältnismäßig schnell erreicht. Unter Anwendung von Platin als Katalysator konnte Hahn schon bei 700–900° eine rasche Einstellung des Gleichgewichts erzielen.

Die Versuche von Farup sowie Clement und Adams.

Die unmittelbare Einwirkung des festen Kohlenstoffs auf Wasserdampf kann nur nach den Gleichungen 1 und 2 erfolgen. Hier wäre die Frage möglich, ob die erste Zersetzung nicht vielleicht zunächst lediglich nach einer der beiden Gleichungen erfolgt und die andere alsdann als das Endergebnis der ersten in Verbindung mit einer rasch auf diese folgenden Reaktion aufzufassen wäre. Nimmt man also die Zersetzung nach 1 als die primäre Reaktion an, so könnte die Reaktion 2 als das Endergebnis von 1 und 3 und im andern Fall die Reaktion 1 als das Ergebnis von 2 in Verbindung mit 4 angesehen werden. Über diese Vorgänge sind wir bis jetzt noch im unklaren. Wollte man jedoch die vorstehende Annahme machen, so müßte jedenfalls weiter vorausgesetzt werden, daß die sekundären Vorgänge sich unmittelbar an die primären anschließen, also schon in dem Zeitpunkt ansetzen, in dem das Kohlenstoffatom den Sauerstoff vom Wasserstoff losreißt.

Gegen die Annahme, daß beispielsweise das bei höhern Temperaturen bereits etwa fertig gebildete Kohlendioxyd durch Reduktion in Kohlenoxyd übergeführt werde, spricht der verhältnismäßig langsame Verlauf der Reaktion $CO_2 + C = 2\,CO$ noch bei Temperaturen, bei denen bereits das alleinige Auftreten von CO bei der Einwirkung von Wasserdampf auf Kohlenoxyd beobachtet worden ist.

Für den praktischen Bedarf kann man also die allgemeine Vorstellung als richtig annehmen, daß die Wasserdampfzersetzung bei höhern Temperaturen nach der Gleichung 1 und bei niedrigern nach der Gleichung 2 erfolgt und daß bei den Zwischentemperaturen beide Vorgänge nebeneinander verlaufen. Nun fragt es sich, wo ist die Temperaturgrenze, bei der praktisch der Vorgang 1 ausschließlich eintritt. In der Literatur findet man vielfach die Ansicht vertreten, daß der Vorgang $C + H_2O = CO + H_2$ erst bei Temperaturen über 1000° vorherrscht. So sagt z. B. Schmatolla[1]: »Sobald die Temperatur unter 1000° sinkt, wird sich bereits erheblich CO_2 bilden, da alsdann die Reaktion nach der Gleichung $C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$ zu verlaufen beginnt«. Um diese Auffassungen verständlich zu finden, muß man sich daran erinnern, daß die meisten Forscher in den Vorgängen 1 und 2 zugleich auch das Ergebnis der Vorgänge 3 und 4 sehen, da sie der Ansicht sind, daß die letztern von den erstern nicht zu trennen seien.

[1] Die Gaserzeuger und Gasfeuerungen, 1901, S. 40.

Ist nun diese zuletzt ausgesprochene Ansicht zutreffend oder besteht vielleicht doch die Möglichkeit, die Vorgänge 1 und 2 versuchsmäßig und unter Loslösung von den Vorgängen 3 und 4 zu erfassen?

Das tatsächliche Bestehen dieser Möglichkeit mit einer für die gewöhnlichen Zwecke hinreichenden Genauigkeit ist aus Ergebnissen von Versuchen zu folgern, die Farup im Laboratorium von Nernst angestellt hat. Sie verfolgten als Ziel eine Bestimmung der relativen Geschwindigkeiten der Reaktionen $C + O_2 = CO_2$, $CO_2 + C = 2\,CO$ und $C + H_2O = CO + H_2$. Farup leitete bei seiner dritten Versuchsreihe durch Stickstoff verdünnten Wasserdampf über Kohlenstäbchen, die auf 821–911° erhitzt waren. Bei diesen Versuchen konnte er neben dem Kohlenoxyd keine wägbaren Mengen von CO_2 nachweisen. Er vertritt die Ansicht, daß die Reaktion $C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$, wenn es nicht auf besondere Genauigkeit ankommt, schon bei 800° neben der Reaktion $C + H_2O = CO + H_2$ vernachlässigt werden könne. Diese Annahme entspricht nach Farup auch den Ergebnissen der Versuche von Boudouard, nach denen die CO_2-Konzentration beim Gleichgewicht des Systems $CO_2 - CO - C$ bei 800° schon klein ist. Aus den Versuchen Farups würde sich also die weitere Folgerung ergeben, daß sich bei der Zersetzung von Wasserdampf Kohlenoxyd und Kohlensäure in dem Maße bilden, das dem Gleichgewicht dieser Gase mit Kohlenstoff bei der Zersetzungstemperatur entspricht. Hiervon wird noch weiter unten die Rede sein.

Die Ergebnisse der Farupschen Versuche sind bisher nur wenig gewürdigt worden. Ich habe in der deutschen Literatur über das Wassergas nirgends gefunden, daß sie zur Erläuterung der Vorgänge beim Wassergasprozeß herangezogen worden sind. Nur Clement und Adams erwähnen sie in ihrem nachstehend zu besprechenden Bericht ganz kurz und sehen sie nur insofern als bedeutsam an, als sie »die außerordentliche Trägheit der Reaktion zwischen Kohlenstoff und Wasserdampf unterhalb 900°« erkennen lassen. Diese Reaktionsträgheit ist jedoch, wie sich beispielsweise aus den Versuchen von Harries ergibt, bei den besagten Temperaturen keinesfalls dem Kohlenstoff an sich eigen, und es wäre daher verfehlt, aus dem Verhalten der angewandten Kohlenart auf das des Kohlenstoffes im allgemeinen zu schließen. Das Bedeutsame der Farupschen Versuchsergebnisse liegt vielmehr darin, daß er gezeigt hat, oberhalb 800° wird Wasserdampf durch den glühenden festen Kohlenstoff praktisch nur zu Kohlenoxyd und Wasserstoff zersetzt. Dieses Ergebnis erlaubt, die sich bei der Einwirkung von Wasserdampf auf Kohlenstoff noch weiter abspielenden Vorgänge schärfer zu erfassen.

Hiermit ist, die Richtigkeit der Versuchsergebnisse Farups vorausgesetzt, die Grundlage für die Auffassung gefunden, daß bei der technischen Wassergaserzeugung, sofern mit Temperaturen über 800° gearbeitet wird, das Auftreten der Kohlensäure fast ausschließlich auf die sekundären Vorgänge zurückzuführen ist, und zwar nur auf die Reaktion 3, da die Reaktion 4 wegen der

niedrigen CO_2-Konzentration beim Gleichgewicht oberhalb dieser Temperaturgrenze nicht mehr in Betracht kommen kann. Diese Auffassung wird besonders eine nähere Betrachtung der von Clement und Adams erzielten Versuchsergebnisse bestätigen. Vor dem Eingehen auf diese ist jedoch noch einiges über den Vorgang 3, die Wassergasreaktion in Gegenwart von glühendem Kohlenstoff, zu bemerken.

Weiter oben[1] ist gezeigt worden, daß sowohl die Einwirkung von H_2O auf CO als auch die Reduktion von CO_2 durch H bei Temperaturen von 900° und darunter sehr langsam erfolgt und daß die Einstellungsgeschwindigkeit des Wassergasgleichgewichts erst bei Temperaturen über 1400° verhältnismäßig groß ist. Nun zeigen die Versuche von Harries, daß in der Gasphase die Gase CO_2, H_2, H_2O und CO fast durchweg das Gleichgewicht miteinander teils erreicht hatten, teils ihm sehr nahe gekommen waren. Da es sich hierbei um Temperaturen handelte, die teilweise noch unterhalb von 900° lagen, so schließt hieraus Haber[2], daß die glühende Kohle ähnlich wie Platin stark beschleunigend auf die Einstellung des Wassergasgleichgewichts einwirken müsse. Er sagt: »Die Kohle wirkt also auf das Wassergleichgewicht wie Platin. Welche Zwischenreaktion dieses interessante Verhalten veranlaßt, wäre wertvoll zu erfahren. Man wird dabei insbesondere im Auge behalten müssen, daß die Kohle kein reiner Kohlenstoff ist und daß eine Zwischenreaktion sich auch an die Aschenbestandteile der Kohle knüpfen kann«.

Aus Farups Versuchen geht aber hervor, daß bei Temperaturen von über 800° trotz langsamer Gasströmung noch keine nachweisbaren Mengen von CO_2 auftraten, die Reaktion $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ trotz Anwesenheit rotglühender Kohle und großen Wasserdampfüberschusses demnach noch nicht merklich wirksam war. Daraus ist zu schließen, daß dem Kohlenstoff an sich noch keine stärkere katalytische Wirkung zukommt, sondern daß es hierbei auch wesentlich auf die physikalische Beschaffenheit der Kohle ankommt. Im Hinblick auf die angeführte Ansicht Habers könnte man vielleicht vermuten, daß der für die Lampenkohle verwendete Kohlenstoff besonders rein von mineralischen oder metallischen Bestandteilen und seine katalytische Wirkung aus diesem Grunde schwach gewesen sei. Gegen diese Annahme sprechen jedoch die Versuche von Lang[3], der Retortengraphit (Hochofengraphit), also gleichfalls eine sehr reine Kohlenstofform, anwandte und bei Temperaturen zwischen 800 – 900° große Mengen von Kohlensäure erhielt. Der wahre Grund für die geringe katalytische Wirkung der Kohle bei Farups Versuchen wird daher aller Wahrscheinlichkeit nach in erster Linie in der glatten Oberfläche und der Dichte der angewandten Kohlenlampenstäbe zu suchen sein. Weiterhin ist es selbstverständlich nicht ausgeschlossen, daß die Reaktionsträgheit durch den Mangel der Kohle an metallischen oder mineralischen Bestandteilen noch begünstigt wurde.

1 s. S. 1007.
2 a. a. O. S. 291.
3 Z. f. phys. Chemie 1888, S. 163.

Die vorstehend aufgestellte Ansicht, daß ein höherer CO_2-Gehalt des Wassergases bei Temperaturen oberhalb von 800° auf das Auftreten der Wassergasreaktion zurückzuführen ist, findet, wie bereits angedeutet wurde, ihre Stütze weiterhin in den Versuchen von Clement und Adams (s. die Zahlentafeln 2 und 3). Der Ablauf der Reaktion $CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2$ ist nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Zeit abhängig. Die Versuche von Clement sind hier gerade deshalb wertvoll, weil sie neben der Temperatur auch die Einwirkungsdauer berücksichtigen. Allerdings ist diese bei den bei weniger hohen Temperaturen (800 – 1000°) angestellten Versuchen durchweg nicht so lang gewesen, daß der größere Teil des Wasserdampfes bereits zersetzt worden wäre. Aber gerade durch diesen Umstand wird ein Einblick in den Verlauf der Reaktion ermöglicht, noch bevor ihre Wirksamkeit durch die der gleichzeitig verlaufenden Reaktion 4 verdunkelt wird. Daneben haben die Versuche noch dadurch Wert, daß sie auf höhere Temperaturen ausgedehnt worden sind und, wenn auch nur in beschränktem Maße, einen Vergleich des Ablaufs der Reaktion bei Anwendung zweier verschiedener Brennstoffe (Koks und Holzkohle) zulassen. Auch den Ergebnissen dieser Versuche ist in der technischen Literatur bisher noch nicht die verdiente Beachtung geschenkt worden, und zwar vielleicht aus dem Grunde, weil die in dem Bericht[1] mitgeteilten Zahlen, die in der Zahlentafel 2 wiedergegeben sind, zunächst keine Erweiterung der bisherigen Vorstellungen über die in Frage stehenden Vorgänge zu bieten schienen. Denn auch die Verfasser haben aus den von ihnen ermittelten Zahlen unmittelbar wenig mehr gefolgert, als schon vorher bekannt war. Befangen in der Vorstellung, daß, gleiche Einwirkungsdauer vorausgesetzt, mit steigender Temperatur eine stetige Abnahme des Kohlensäuregehaltes auftreten müsse, haben sie die von ihnen gefundenen Ergebnisse mit dieser Auffassung in Übereinstimmung zu bringen gesucht, indem sie sagen: »Obwohl die Änderung nicht gleichmäßig ist, so geht doch aus den Zahlen der Zahlenreihen 5 und 6 (vgl. Zahlentafel 2) hervor, daß mit dem Ansteigen der Temperatur der Prozentgehalt an Kohlendioxyd in dem trocknen Gase abnimmt und derjenige an Kohlenoxyd zunimmt«[2]. Die genannten Zahlenreihen lassen, wenigstens bis zu den Temperaturen von 1200°, keineswegs eine derartige Regelmäßigkeit erkennen. In einer weitern Betrachtung über die Reaktionen des Wassergases[3] weisen die Verfasser zwar auf die Möglichkeit der Einwirkung der Reaktion $CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2$ im Sinne einer CO_2-Bildung hin. Da sie aber zugleich selbst für Temperaturen von 1000 – 1200° noch die Reaktion $2\,H_2O + C = CO_2 + 2\,H_2$ als möglich ansehen, so gelangen sie zu keiner entschiedenen Auffassung über die Bedeutung der Wassergasreaktion bei den Vorgängen der Zersetzung des Wasserdampfes an glühendem Kohlenstoff.

Was bei einer Betrachtung der Zahlenreihen in der Zahlentafel 2 zunächst auffällt, ist das starke Über-

1 a. a. O. S. 41.
2 a. a. O. S. 43.
3 a. a. O. S. 50.

Zahlentafel 2.
Versuche mit Koks bei 800–1300° C.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr. des Versuches	Temperatur °C	Berührungsdauer t sek	$\frac{1}{t}$	Zusammensetzung des trocknen Gases %					Zusammensetzung des Gesamtgases %				
				CO_2	CO	H_2	CH_4	zus.	H_2O	CO_2	CO	H_2	CH_4
1	800	1,019	0,983	4,8	34,4	42,5	—	81,7	99,1	0,06	0,40	0,49	—
2	800	0,627	1,594	3,6	31,3	41,7	—	76,6	99,4	0,03	0,25	0,34	—
3	800	0,416	2,400	4,2	35,0	45,5	—	84,7	99,6	0,02	0,16	0,21	—
4	900	8,350	0,120	9,8	30,4	45,7	2,0	87,9	75,4	2,75	8,51	12,78	0,57
5	900	2,960	0,337	6,8	39,8	47,5	1,9	96,0	89,5	0,75	4,36	5,22	0,21
6	900	2,880	0,347	8,1	37,0	46,7	2,1	93,9	89,5	0,91	4,16	5,25	0,23
7	900	1,470	0,679	7,9	36,0	46,6	1,8	92,3	92,9	0,61	2,78	3,60	0,14
8	900	1,370	0,728	6,0	41,2	47,8	1,7	96,7	92,3	0,48	3,29	3,82	0,14
9	900	0,721	1,387	6,4	40,1	47,9	2,2	96,6	95,0	0,33	2,08	2,50	0,11
10	900	0,608	1,643	4,8	41,3	47,9	1,6	95,6	95,6	0,27	2,34	2,71	0,08
11	900	0,500	2,000	6,0	40,8	47,5	1,9	96,2	96,2	0,24	1,62	1,88	0,08
12	900	0,442	2,262	5,5	42,7	48,1	1,6	97,9	96,7	0,19	1,45	1,63	0,05
13	900	0,428	2,336	5,4	41,3	47,4	1,8	95,9	97,4	0,15	1,12	1,28	0,05
14	900	0,272	3,680	4,9	41,9	51,8	—	98,6	98,0	0,10	0,86	1,06	—
15	900	0,245	4,080	5,9	39,5	48,0	1,2	94,6	97,9	0,13	0,90	1,09	0,03
16	1000	6,980	0,142	13,6	28,6	49,3	2,6	94,1	69,8	4,38	9,16	15,80	0,84
17	1000	3,420	0,292	10,7	33,6	50,3	2,0	96,6	78,4	2,40	7,53	11,28	0,45
18	1000	2,640	0,379	9,6	35,1	48,4	1,9	95,0	81,3	1,89	6,92	9,56	0,37
19	1000	1,504	0,666	8,7	37,3	49,7	1,9	97,6	84,2	1,41	6,05	8,07	0,30
20	1000	1,025	0,976	7,8	38,0	48,5	1,6	95,9	88,7	0,91	4,48	5,71	0,19
21	1000	0,733	1,364	7,2	38,6	48,7	1,7	96,2	90,6	0,70	3,76	4,75	0,17
22	1000	0,437	2,290	8,0	38,2	49,3	1,8	97,3	93,7	0,52	2,48	3,22	0,11
23	1000	0,244	4,080	7,1	39,0	48,1	1,9	96,1	96,4	0,27	1,47	1,81	0,08
24	1100	7,970	0,1255	14,6	28,1	53,1	1,4	97,2	34,9	9,80	18,80	35,60	0,90
25	1100	1,970	0,507	12,8	28,9	51,2	1,5	94,4	67,6	4,40	9,92	17,60	0,51
26	1100	1,034	0,967	13,3	30,5	52,5	1,9	98,2	76,8	3,16	7,22	12,41	0,44
27	1100	0,493	2,026	14,8	28,0	54,1	1,4	98,3	88,6	1,73	3,25	6,30	0,16
28	1100	0,377	2,650	13,4	28,9	51,5	1,7	95,5	90,1	1,39	3,00	5,36	0,18
29	1100	0,259	3,850	13,3	30,4	53,1	1,4	98,2	92,0	1,09	2,48	4,32	0,11
30	1200	11,050	0,0903	0,3	51,8	42,9	1,0	96,0	5,0	0,30	51,30	42,50	1,00
31	1200	4,480	0,2224	0,6	52,1	43,1	1,2	97,0	17,0	0,50	44,60	37,00	0,90
32	1200	2,132	0,468	0,9	48,6	44,8	1,5	95,8	52,3	0,40	24,20	22,30	0,80
33	1200	0,866	1,155	7,4	39,3	49,4	1,2	97,3	74,8	1,92	10,18	12,80	0,31
34	1200	0,478	2,084	11,5	33,1	53,4	1,1	99,1	80,8	2,23	6,43	10,37	0,23
35	1200	0,337	2,960	3,6	46,3	47,0	1,9	98,8	83,0	0,62	8,00	8,11	0,32
36	1300	4,320	0,2314	0,4	50,5	43,7	1,9	96,5	0	0,40	52,40	45,30	2,00
37	1300	2,250	0,443	0,3	49,2	42,4	1,7	93,6	2,1	0,30	51,50	44,30	1,80
38	1300	1,633	0,612	0,3	49,5	43,9	1,8	95,5	7,7	0,30	47,80	42,50	1,70
39	1300	1,245	0,802	0,3	49,5	45,8	1,9	97,6	17,4	0,30	41,90	38,80	1,60

wiegen des CO-Gehalts über den CO_2-Gehalt bei 800 und 900°. Bei den Versuchen von 800° tritt diese Tatsache noch mehr hervor, wenn man die Zahlen auf den größern Gesamtgehalt an fixiertem Gas der bei den höhern Temperaturen angestellten Versuche umrechnet[1]. Man kann dann beispielsweise bei dem Versuch 1 mit etwa 41% CO und 5,7% CO_2 rechnen. Die Werte für $\frac{CO + CO_2}{CO_2}$ liegen bei den Versuchen 1–3 zwischen 8 und 9 und ihr Mittel reicht demnach nahe an den von Boudouard[2] für das Gleichgewicht mit Kohle bei 800° ermittelten Wert 10 heran. Auch die oben ausgesprochene Annahme, daß die Bildung der Kohlensäure bei der primären Zersetzung des Wasserdampfes durch den Kohlenstoff entsprechend dem für das Gleichgewicht mit der Kohle bei der jeweiligen Temperatur geltenden Verhältniswert von CO_2 : CO erfolgt, kann in diesen Zahlen bereits eine Stütze finden, wiewohl die Anzahl der Versuche zu ihrer sichern Begründung noch nicht ausreichend ist. Diese Zahlen bestätigen aber die Beobachtung von Farup und lassen die Annahme begründet erscheinen, daß die Umsetzung des Wasserdampfes bei 800° bereits fast ausschließlich nach der Reaktion 1 erfolgt. Verfolgt man die Wirksamkeit der Wassergasreaktion bei den Versuchen von Clement weiter, so sieht man, daß sich bei 900° das Verhältnis von CO zu CO_2 schon ein wenig zugunsten der Kohlensäure verschoben hat. Deutlich geht dies bei den mit längerer Einwirkungsdauer angestellten Versuchen 4–7 hervor. Aber noch klarer tritt der Einfluß der Temperatur und der Reaktionsdauer aus den bei 1000° unternommenen Versuchen hervor. Bei diesen zeigt der CO_2-Gehalt unverkennbar ein starkes Ansteigen mit der Verminderung der Gasgeschwindigkeit. Bei der kürzesten und längsten Berührungsdauer sind die Verhältnisse von CO_2 zu CO

[1] Dieser geringere Gesamtgehalt an fixiertem Gas erklärt sich, wie Clement und Adams in ihrem Bericht bemerken, aus der Tatsache, daß bei der geringen Menge des zersetzten Wasserdampfes sich schon die Spuren der hinter dem Versuchapparat in die Gasleitung eingedrungenen Luftmengen deutlich bemerkbar machen.

[2] vgl. Glückauf 1914, S. 1354 ff.

wie 7,1 zu 39,0, bzw. 13,6 zu 28,6. Berücksichtigt man, daß der Vorgang $CO_2 + C = 2\,CO$ bei 1000° bereits eine beträchtliche Geschwindigkeit besitzt, so ist bei dieser Temperatur noch ein starkes Überwiegen der Wassergasreaktion über den Vorgang 4 als sicher anzunehmen.

Die Versuche bei 1100° bieten das bemerkenswerte Bild einer fast vollständigen Stetigkeit der Zusammensetzung des trocknen Gases bis zu dem Zeitpunkt, an dem zwei Drittel des Wasserdampfes zersetzt sind. In dem nassen Gase fällt das Verhältnis $\frac{[CO] \cdot [H_2O]}{[CO_2] \cdot [H_2]} = K'$ von etwa 45, dem höchsten Betrage des Versuches 29, stetig ab, um bei der längsten bei dieser Temperatur angestellten Berührungsdauer ganz nahe an die Zahl 2, also an den Wert der Gleichgewichtkonstante K für 1100° heranzukommen.

Die Versuche bei 1200° lassen gleichfalls noch bei kurzer Einwirkungsdauer (Versuche 35–33) deutlich den Einfluß der Wassergasreaktion erkennen. Bei der kürzesten Berührungsdauer (Versuch 35) ist der CO-Gehalt 46,3%, worauf er (bei Versuch 34) auf 33,1% sinkt; entsprechend steigt der CO_2-Betrag von 3,6 auf 11,5, worauf mit der CO-Abnahme auch ein starkes Ansteigen des CO-Gehalts einsetzt. Die Werte für K' sind für die Dauer der verschiedenen Berührungen etwa folgende: 101–226–31–130–45–20. Hierbei findet sich kein so regelmäßiges Abfallen dieser Werte nach dem für den Gleichgewichtzustand geltenden Betrag, was dem noch bei höherm Wasserdampfgehalt beständigen hohen CO- und dementsprechend niedrigen CO_2-Gehalt zuzuschreiben ist. Man erkennt hier das starke Übergewicht des Vorganges $CO_2 + C = 2\,CO$ über den Vorgang $H_2O + CO = CO_2 + H_2$.

Bei dem Versuch von 1300° nähert sich der Wert für K' mit der Berührungsdauer mehr und mehr dem für den Gleichgewichtzustand geltenden Werte K, um diesen jedoch bei Versuch 34 zu unterschreiten. Die Wasserdampfkonzentration hat in diesem Fall bereits einen nicht mehr meßbaren Betrag erreicht, während der CO_2-Anteil bei geringer Konzentration ziemlich konstant bleibt (etwa 0,3). Bei diesen höchsten Temperaturen spielen sich aber die Vorgänge zwischen dem festen Kohlenstoff und der Gasphase so rasch ab, daß der Einfluß, den die Wechselwirkung der Gasbestandteile ausübt, nicht mehr wahrnehmbar wird.

Wie sehr die Vorgänge der Wasserdampfzersetzung und der Kohlensäurereduktion auch von der Natur des Brennstoffs abhängig sind, zeigen die in Zahlentafel 3 enthaltenen Ergebnisse der von Clement und Adams mit Holzkohle angestellten Versuche. Ein Vergleich mit der Zahlentafel 2 (Versuche 36–39) läßt erkennen, daß im Fall der Holzkohle die Zersetzung des Wasserdampfes bei 1100° nahezu mit derselben Geschwindigkeit wie für Koks bei 1300° erfolgt. Die Reduktion der CO_2 ist sogar noch etwas weiter gehend als im letztern Fall. Leider haben Clement und Adams es unterlassen, ihre mit Holzkohle unternommenen Versuche auch auf niedrigere Temperaturen auszudehnen.

Zahlentafel 3.

Versuche mit Holzkohle bei 1100° C.

Nr. des Versuches	Berührungsdauer t sek	$\frac{1}{t}$	Zusammensetzung des Gases %					
			H_2O	CO_2	CO	H_2	CH_4	Fixiertes Gas
101	6,92	0,1444	0,9	0,0	50,5	47,3	1,3	99,1
102	5,62	0,1778	0,9	0,1	50,1	48,1	0,8	99,1
103	3,37	0,2968	12,3	0,3	43,3	43,4	0,7	87,7
104	1,773	0,5630	20,8	0,4	39,6	39,0	0,2	79,2

Versuche von Harries.

Vergleicht man mit den Versuchsergebnissen von Clement und Adams die von Harries ermittelten Zahlen (s. Zahlentafel 1), so tritt zunächst der große Unterschied in den Verhältnissen von CO_2 zu CO bei den Temperaturen um 800° hervor. Während der CO-Gehalt bei Clement den 6–8fachen Betrag des CO_2-Anteils ausmacht, ist er nach Harries bei 838 und 861° sogar niedriger als dieser. Aber auch dieser Fall läßt sich mit der Auffassung von der alleinigen Zersetzung des Wasserdampfes nach Gleichung 1 oberhalb von 800° in Übereinstimmung bringen, wenn man einerseits eine entsprechend stärkere katalytische Wirkung der Kohlen und anderseits eine längere Einwirkungsdauer bei den Versuchen von Harries voraussetzt. Harries arbeitete nach Mitteilungen Buntes mit Holzkohle, also einer sehr leicht reagierenden Form des Kohlenstoffs. Hieraus folgt, daß er schon unterhalb von 1000° eine weitgehende Zersetzung des Wasserdampfes und Reduktion der Kohlensäure zu erzielen vermochte. Bei den Temperaturen zwischen 800 und 900° konnte daher der poröse Brennstoff auch eine starke katalytische Wirkung auf die Wassergasreaktion ausüben. Dazu kommt, daß die Versuche von Harries mit verhältnismäßig niedriger Geschwindigkeit des Gasstromes ausgeführt worden sind. In der Literatur weichen zwar die Ansichten hierüber voneinander ab. Einige Forscher halten die Dampfgeschwindigkeit für verhältnismäßig groß, wie z. B. Dichmann[1], andere wieder, Clement und Adams, für sehr klein. Man wird in der Annahme nicht fehlgehen, daß sie bei den Versuchen unter 1000° wesentlich niedriger gewesen ist als bei Clements Versuchen, daß sie aber anderseits bei weitem nicht so gering war, um die Einwirkungsdauer im Vergleich zu den letztern als unendlich lang anzusehen, wie es Clement und Adams[2] tun. Wäre die letztere Annahme richtig, dann hätte auch die Zersetzung des Wasserdampfes und auch die Reduktion der CO_2 bei 838 und 861° viel weiter vorgeschritten sein müssen.

Der höhere CO_2-Gehalt der Gase bei den Versuchen von Harries bei 800–900° wird daher auf ein stärkeres Auftreten der Wassergasreaktion infolge der längern Einwirkungsdauer und stärkern katalytischen Wirkung der Kohle zurückzuführen sein.

Bei den Versuchen in der Nähe von 1000° ist der Einfluß der Reaktion $CO_2 + C = 2\,CO$ im Gegensatz

[1] Der basische Herdofenprozeß, S. 26.
[2] a. a. O. S. 49.

zu den Versuchen Clements bei dieser Temperatur recht deutlich bemerkbar. Während bei den Temperaturen von 758–861° die K'-Werte dicht an die Gleichgewichtzahlen heranrücken, bleiben sie bei den höhern Temperaturen noch merklich von ihnen entfernt. Man sieht hier eine ähnliche Erscheinung wie bei den Clementschen Zahlen bei 1200°. Infolge der stärkern Wirksamkeit der Vorgänge $CO_2 + C = 2\,CO$ und $C + H_2O = CO + H_2$, die hier, wie bereits gesagt wurde, auf die größere Porosität der Kohle zurückzuführen ist, wird das Gleichgewicht in der Gasphase nicht so gut erreicht wie bei den Temperaturen, wo die Geschwindigkeit des Vorgangs $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ noch die der Reaktionen mit dem festen Kohlenstoff überragt.

Bei 1125° sieht man, ähnlich wie bei den 1300°-Versuchen von Clement, ein scheinbares Hinausschießen der Reaktionen über das Wassergasgleichgewicht. Da in beiden Fällen die Konzentrationen von CO und H_2 dicht bei 0,5 liegen, so sind die K'-Werte praktisch nur durch das Verhältnis von H_2O zu CO_2 bedingt. Bei den angeführten Versuchen sowohl von Harries als auch von Clement zeigt sich jedoch ein stärkeres Zurücktreten des Wasserdampfes gegenüber der Kohlensäure. Bei Clements Versuchen mit Holzkohle bleibt hinwiederum der Wasserdampfgehalt um ein Vielfaches höher als der CO_2-Anteil, der fast völlig verschwunden ist. Die zwar an sich geringen Unterschiede in den Konzentrationen bedingen jedoch, wie ersichtlich, erhebliche Schwankungen bei den K'-Werten. Man kann daher sagen, daß bei hohen Temperaturen die absoluten Mengen der Gasbestandteile den für den Gleichgewichtzustand in der Gasphase entsprechenden Konzentrationen sehr nahe kommen, daß aber trotzdem die K'-Werte noch weit von den für das Gleichgewicht giltigen K-Werten entfernt bleiben können.

Schlußfolgerungen aus den bisher behandelten Ergebnissen.

Aus den vorstehenden Betrachtungen lassen sich zusammenfassend folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Annahme, daß der Wasserdampf oberhalb von 800° schon praktisch ausschließlich nach der Reaktion $C + H_2O = CO + H_2$ zersetzt wird, erscheint durch die Versuche von Farup sowie Clement und Adams zutreffend begründet.

2. Das Auftreten von CO_2 oberhalb von 800° ist bei der Zersetzung von Wasserdampf durch glühenden Kohlenstoff auf die Wassergasreaktion zurückzuführen.

3. Die Versuche von Clement und Adams zeigen, daß der Einfluß der Wassergasreaktion mit der Temperatur ansteigt, jedoch weniger bei Erreichung der Temperaturen in Erscheinung tritt, bei denen die Geschwindigkeit der Vorgänge $CO_2 + C = 2\,CO$ und $C + H_2O = CO + H_2$ verhältnismäßig groß wird.

4. Da die Geschwindigkeit der Vorgänge $CO_2 + C = 2\,CO$ und $C + H_2O = CO + H_2$ auch in hohem Maße von der Natur des Brennstoffs, besonders von seiner Oberflächenbeschaffenheit (Porosität) abhängig ist, so wird das Höchstmaß der (wahrnehmbaren) Einwirkung der Wassergasreaktion bei porösen Brennstoffen schon bei niedrigern Temperaturen auftreten als bei dichtern Brennstoffen.

5. Die Wirksamkeit der Wassergasreaktion im Sinne einer CO_2-Bildung aus $H_2O + CO = CO_2 + H_2$ fällt fort, sobald das Gleichgewicht in der Gasphase erreicht wird, was außer von der Beschaffenheit des Brennstoffes auch von der Temperatur und der Berührungsdauer, also auch von der Stärke der Brennstoffschicht abhängig ist.

6. Die Erzielung eines Wassergases von geringerm CO_2-Gehalt ist auch bei mittlern Temperaturen möglich, sofern mit großer Geschwindigkeit und mit entsprechend niedriger Schichthöhe gearbeitet wird. Jedoch ist alsdann noch ein sehr großer Teil des Wasserdampfes unzersetzt. Ein niedriger CO_2-Gehalt ist daher kein sicheres Anzeichen dafür, daß der Wassergasprozeß richtig durchgeführt worden ist.

(Schluß f.)

Beteiligungsziffern der im neuen Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vereinigten Zechen in Kohle, Koks und Preßkohle vom 1. April 1917 ab.

Die Beteiligungsziffern der einzelnen Mitglieder des neuen Kohlen-Syndikats vom 1. April 1917 bis 31. März 1922, verglichen mit denen des sogenannten Übergangssyndikats nach dem Stande vom 1. Januar 1916, sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Die Zahl der Mitglieder im neuen Kohlen-Syndikat hat sich um 8 auf 93 erhöht; neu hinzugekommen sind die Gewerkschaften Admiral (Kohle 275 000 t, Koks 150 000 t), Alte Haase (Kohle 200 000 t, Preßkohle 90 000 t), Barmen (Kohle 180 000 t, Preßkohle 72 000 t), Ernst Moritz Arndt und Großherzog von Baden (Kohle 75 000 t), ver. Glückauf (Kohle 120 000 t), Herbeder Steinkohlenbergwerke (Kohle 100 000 t) und die Bergwerksgesellschaft Glückaufsegen (Kohle 625 000 t, Koks 300 000 t). Die Beteiligung der Bergwerksgesellschaft Trier in Hamm erscheint jetzt getrennt für die Gewerkschaft Trier I und II und für die Gewerkschaft Trier III. Ausgeschieden ist die Gewerkschaft Königin Elisabeth, die die Mannesmannröhren-Werke unter Übernahme der Beteiligung in Kohle, Koks und Preßkohle erworben haben.

Im ganzen hat die Beteiligungsziffer in Kohle am 1. April 1917 um 4 443 034 t zugenommen. Die größte Zunahme weisen die Gewerkschaft Auguste Victoria und die de Wendelschen Berg- und Hüttenwerke mit 400 000

Zahlentafel 1.

Beteiligungsziffern der im neuen Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vereinigten Zechen in Kohle Koks und Preßkohle vom 1. April 1917 ab.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	Beteiligungsziffer am 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung am 1. Januar 1916 t	Beteiligungsziffer ab 1. April	für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
Adler, Gew.	375 000	—	225 000	—	1917	375 000	—	225 000	—
*Admiral, Gew.	—	—	—	—	1917	275 000	150 000	—	—
					1918	300 000	Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19	—	—
					1919	325 000		—	—
					1920	350 000	90 000	—	—
*Alte Haase, Gew.	—	—	—	—	1917	200 000	—	90 000	—
Aplerbecker Aktien-Verein für Bergbau	350 000	—	100 000	—	1917	350 000	—	100 000	—
Arenberg Fortsetzung, Gew.	700 000	250 000	—	—	1917	700 000	250 000	—	—
					1918	800 000		—	—
					1919	900 000		—	—
					1920	1 000 000		—	—
Arenbergsche A. G. für Bergbau und Hüttenbetrieb	2 243 300	687 250	—	—	1917	2 243 300	687 250	—	—
Auguste Viktoria, Gew.	600 000	325 000	—	300 000	1917	1 000 000	325 000	—	300 000
							Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19 225 000		
*Barmen, Gew.	—	—	—	—	1917	180 000	—	72 000	—
Blankenburg, Gew.	175 000	—	100 000	—	1917	175 000	—	100 000	—
Bochumer Bergwerks-A. G.	500 000	200 000	—	—	1917	500 000	200 000	—	—
Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation A. G. (einschl. Gew. v. Engelsburg)	693 400	4 000	154 100	792 400	1917	693 400	4 000	154 100	792 400
Borussia, Gew. (einschl. Gew. Oespel)	350 000	100 000	72 000	—	1917	350 000	100 000	72 000	—
					1918	390 000	125 000		—
					1919	430 000	150 000		—
					1920	470 000	175 000		—
					1921	500 000	200 000		—
Brassert, Gew.	700 000	—	—	—	1917	800 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	900 000		—	—
					1919	1 000 000	300 000	—	—
Buderussche Eisenwerke	580 000	135 000	72 000	170 000	1917	580 000	135 000	72 000	220 000
					1918				270 000
Caroline, Gew.	240 000	—	65 000	—	1917	240 000	—	65 000	—
Carolus Magnus Gew.	354 400	100 000	—	—	1917	354 400	100 000	—	—
Concordia, Bergbau-A. G.	1 200 000	100 000	—	600 000	1917	1 200 000	100 000	—	700 000
					1918			—	800 000
					1919			—	900 000
					1920			—	1 000 000
Consolidation, Bergw. A. G.	1 951 800	515 400	—	—	1917	1 951 800	515 400	—	—
ver. Constantin d. Große, Gew. (zugl. f. Eintracht Tiefbau u. Deutschland)	2 762 800	1 200 200	223 350	—	1917	2 762 800	1 200 200	223 350	—
Dahlbusch, Bergw.-Ges.	1 210 000	183 000	—	—	1917	1 210 000	183 000	—	—
Deutscher Kaiser, Gew.	1 650 000	35 000	—	2 723 000	1917	1 650 000	35 000	—	2 723 000
Deutsch-Luxemb. Bergw.- u. Hütten-A. G. (zugl. f. Gew. Tremonia)	3 635 500	853 700	710 550	2 021 300	1917	3 635 500	853 700	710 550	2 021 300
Diergardt, Bergw. Ges. m. b. H.	750 000	—	—	—	1917	800 000	—	Entwicklung bis zu	—
					1918	850 000	—		—
					1919	900 000	—	216 000	—
Dorstfeld, Gew.	840 000	366 580	—	—	1917	840 000	366 580	—	—
Eisen- u. Stahlwerk Hoesch, A. G.	550 000	120 000	—	905 400	1917	700 000	120 000	—	905 400
Emscher-Lippe, Gew.	1 000 000	800 000	—	200 000	1917	1 150 000	Entwicklung bis zu	—	200 000
					1918	1 300 000		—	—
					1919	1 500 000	1 100 000	—	—
					1920	1 750 000		—	—
					1921	2 000 000		—	—
*Ernst Moritz Arndt u. Großherzog von Baden, Gew.	—	—	—	—	1919	Anfangend am 1. 4. 17 mit 75 000 steigend mitjährlich 150 000 auf 900 000	—	72 000	—
					1920		—	144 000	—
					1921		—	216 000	—

* Die mit einem Stern versehenen Zechen sind dem Syndikat neu beigetreten.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	Beteiligungsziffer am 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung am 1. Januar 1916 t	Beteiligungsziffer ab 1. April	für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
Essener Bergwerksverein König Wilhelm, A. G.	1 138 100	543 367	—	—	1917	1 138 100	543 367	—	—
Essener Steinkohlenbergwerke, A. G.	2 325 900	—	811 000	—	1917	2 325 900	—	811 000	—
Ewald, Gew.	2 449 000	300 000	—	—	1917	2 449 000	300 000	—	—
Freie Vogel u. Unverhofft, Gew.	625 000	300 000	—	—	1917	625 000	300 000	—	—
Fried. Krupp, A. G.	775 400	—	—	2 992 700	1917	775 400	—	—	2 992 700
Friedrich der Große, Gew.	1 189 900	506 500	—	—	1917	1 189 900	506 500	—	—
Friedrich Ernestine, Gew.	473 500	99 260	—	—	1917	473 500	99 260	—	—
Friedrich Heinrich, A. G.	1 200 000	450 000	—	—	1917	1 250 000	450 000	—	—
							Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19 350 000		
Fröhliche Morgensonne, Gew.	581 900	142 000	180 000	—	1917	701 900	142 000	180 000	—
Fürst Leopold, Gew.	600 000	—	—	—	1917	700 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	800 000		—	—
					1919	900 000	300 000	—	—
					1920	1 000 000		—	—
Gelsenkirchener Bergw.-A. G.	9 995 700	1 826 808	216 600	2 085 000	1917	9 995 700	1 826 808	216 600	2 085 000
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, A. G.	600 000	100 000	—	470 100	1917	600 000	200 000	—	470 100
*ver. Glückauf, Gew.	—	—	—	—	1917	120 000	—	—	—
					1918	140 000	—	—	—
					1919	160 000	—	—	—
					1920	180 000	—	—	—
*Glückaufsegen, Bergwerksgesellschaft m. b. H.	—	—	—	—	1917	625 000	300 000	—	—
Gottessegen, Gew.	240 000	—	65 000	—	1917	240 000	—	65 000	—
Graf Beust, Gew.	596 000	66 760	—	—	1917	596 000	66 760	—	—
Graf Bismarck, Gew.	2 326 600	300 000	—	—	1917	2 326 600	300 000	—	—
Graf Schwerin, Gew.	636 500	242 800	—	—	1917	636 500	242 800	—	—
Gutehoffnungshütte, A. V. f. Bergbau u. Hüttenbetrieb	2 116 600	40 000	216 000	1 635 200	1917	2 116 600	40 000	216 000	1 635 200
ver. Hammerthal, Gew.	75 000	—	—	—	1917	75 000	—	—	—
Harpener Bergbau-A. G.	7 788 800	2 050 000	417 620	—	1917	7 788 800	2 050 000	417 620	—
Heinrich, Gew.	300 000	—	—	—	1917	300 000	—	—	—
ver. Helene u. Amalie, Gew.	1 015 000	357 800	72 000	—	1917	1 015 000	357 800	72 000	—
*Herbeder Steinkohlenbergw. Gew.	—	—	—	—		steigend von 10 000 bei Aufnahme der Förderung mit jährlich 75 000 bis auf 400 000	—	—	—
Hermann V, Gew.	700 000	300 000	—	—	1917	750 000	300 000	—	—
							Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19		
					1918	900 000		—	—
					1919	1 000 000	200 000	—	—
Hibernia, Bergwerksgesellschaft	5 813 500	1 512 800	66 350	—	1917	5 813 500	1 612 800	66 350	—
Jacobi, Gew.	700 000	—	—	—	1917	900 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	1 000 000	300 000	—	—
Johann Deimelsberg, Gew.	431 000	—	180 000	—	1917	431 000	—	180 000	—
Johannessegen, Gew.	180 000	—	80 000	—	1917	180 000	—	80 000	—
Köln-Neussener Bergwerksver., A. G.	1 971 800	553 540	—	—	1917	1 971 800	553 540	—	—
Kgl. Bergwerksdirektion in Recklingh.	5 500 000	2 000 000	—	—	1917	5 000 000	2 000 000	—	—
					1918	5 700 000	Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19	—	—
					1919	6 500 000	1 400 000	—	—
					1920	6 815 000	+ 140 000	—	—
					1921	6 815 000	Brechkoks	—	—
König Ludwig, Gew.	1 434 300	593 050	—	—	1917	1 434 300	593 050	—	—
Königsborn A. G. für Bergbau, Salinen- u. Soolbadbetrieb	1 124 800	413 900	—	—	1917	1 124 800	413 900	—	—
Langenbrahm, Gew.	726 700	—	—	—	1917	726 700	—	—	—
Lohberg, Gew.	700 000	—	—	—	1917	800 000	—	—	—
					1918	900 000	—	—	—
					1919	1 000 000	—	—	—

* Die mit einem Stern versehenen Zechen sind dem Syndikat neu beigetreten.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	Beteiligungsziffer am 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung am 1. Januar 1916 t	Beteiligungsziffer ab 1. April	für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
Lothringen, Gew. (zugl. f. Bergbau A. G. Mark)	1 214 800	545 000	—	—	1917	1 214 800	545 000	—	—
Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede (zugl. für die Gew. General, Victor und Ickern)	1 655 300	331 940	72 000	1 040 900	1917	1 905 300	331 940	72 000	1 040 900
Magdeburger Bergw.-A. G.	580 000	—	—	—	1917	700 000	—	—	—
Mannesmannröhren-Werke	1 300 300	400 000	216 000	200 000	1917	1 300 000	400 000	216 000	200 000
					1918	1 300 000	400 000	216 000	200 000
					1919	1 175 000	375 000	216 000	300 000
					1920	1 075 000	375 000	216 000	400 000
					1921	1 062 500	350 000	216 000	425 000
Mansfeldsche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft	367 200	300 000	—	400 000	1917	367 200	300 000	—	400 000
Mathias Stinnes, Gew.	1 729 000	248 195	—	—	1917	1 729 000	248 195	—	—
Minister Achenbach, Gew.	600 000	20 000	—	900 000	1917	600 000	20 000	—	900 000
Mont-Cenis, Gew.	995 000	200 000	—	—	1917	995 000	300 000	—	—
Mülheimer Bergwerks-Verein, A. G.	1 380 000	95 000	364 900	—	1917	1 380 000	95 000	364 900	—
Neumühl, Gew.	1 650 000	563 000	—	—	1917	1 650 000	563 000	—	—
Neu-Schölerpad u. Hobeisen, Gew.	210 000	—	60 100	—	1917	210 000	—	60 100	—
Phoenix, A. G. f. Bergbau u. Hüttenbetrieb	3 190 000	742 640	71 280	2 473 400	1917	3 190 000	742 640	71 280	2 473 400
Rhein I, Gew.	700 000	—	—	—	1917	800 000	—	—	—
					1918	900 000	—	—	—
					1919	1 000 000	—	—	—
Rheinische Stahlwerke, A. G.	515 000	100 000	144 000	1 100 200	1917	515 000	100 000	144 000	1 100 200
Rheinpreußen, Gew.	3 000 000	795 000	—	—	1917	3 000 000	795 000	—	—
Sachsen, Gew.	400 000	—	—	—	1917	550 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	700 000		—	—
					1919	800 000	300 000	—	—
					1920	900 000		—	—
					1921	1 000 000		—	—
ver. Schürbank u. Charlottenburg, Gew.	250 000	—	80 000	—	1917	250 000	—	80 000	—
Siebenplaneten, Gew.	337 600	64 600	132 360	—	1917	337 600	64 600	132 360	—
Teutoburgia, Gew.	600 000	—	—	—	1917	750 000	—	—	—
ver Trappe, Gew.	160 000	—	—	—	1917	160 000	—	—	—
Trier I u. Trier II, Gew.	1 500 000	410 000	—	—	1917	550 000	—	—	—
					1918	600 000	—	—	—
					1919	800 000	—	—	—
					1920	1 000 000	—	—	—
Trier III, Gew.					1917	1 200 000	410 000	—	—
					1918	1 400 000	Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19	—	—
					1919	1 450 000		—	—
					1920	1 500 000	225 000	—	—
Unser Fritz, Gew.	820 000	200 000	—	—	1917	940 000	200 000	—	—
Victoria, Gew.	300 000	—	180 000	—	1917	375 000	—	225 000	—
Victoria-Lünen, Gew.	750 000	300 000	—	—	1917	900 000	300 000	—	—
							Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19		
					1918	1 000 000	200 000	—	—
Victoria-Mathias, Gew.	666 000	145 060	—	—	1917	666 000	145 060	—	—
ver. Welheim, Gew.	700 000	200 000	—	—	1917	800 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	900 000	300 000	—	—
							Mindestabnahme vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19		
de Wendelsche Berg- u. Hüttenwerke (Abt. Zeche de Wendel) Schachtanlage I/II	466 666	46 666	—	233 334	1919	1 000 000	120 000	—	—
					1917	800 000	53 300	—	—
					1918	900 000	60 000	—	—
					1919	1 000 000	66 700	—	—
Westfalen, Gew.	700 000	250 000	—	—	1917	700 000	Entwicklung bis zu	—	—
					1918	850 000	360 000	—	—
					1919	1 000 000	Mindestabnahme	—	—
					1920	1 200 000	vom 1. 4. 17 bis 31. 3. 19	—	—
							175 000		

Gewerkschaft oder Gesellschaft	Beteiligungsziffer am 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung am 1. Januar 1916 t	Beteiligungsziffer ab 1. April	für Kohle t	für Koks t	für Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
Wilhelmine Mevissen, Gew.	300 000	—	72 000	—	1917	400 000	—	Entwicklung bis zu 168 000	—
					1918	450 000	—		—
					1919	600 000	—		—
					1920	650 000	—		—
					1921	700 000	—		—
Zollverein, Gew.	1 950 200	540 000	—	—	1917	1 950 200	540 000	—	—
zus. .	108729266	25 170 816	5 419 210	21 242 934	1917	113172300	27 637 450	5 938 210	21 159 600

und 333 334 t auf; dann folgen der Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede und die Bergwerksgesellschaft Trier mit je 250 000 t und die Gewerkschaft Jacobi mit 200 000 t. Eine Steigerung um 150 000 t haben folgende Mitglieder zu verzeichnen: Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Emscher-Lippe, Sachsen, Teutoburgia und Victoria-Lünen. Die Gewerkschaften Fröhliche Morgensonne und Unser Fritz sowie der Magdeburger Bergwerks-Verein konnten ihre Beteiligung um je 120 000 t steigern; Brassert, Fürst Leopold, Lohberg, Rhein I, ver. Welheim und Wilhelmine Mevissen um je 100 000 t; Victoria (Kupferdreh) um 75 000 t und Diergardt, Friedrich Heinrich und Hermann V um je 50 000 t. Folgende Zechen haben eine zum Teil bis zum Jahre 1922 steigende Beteiligungsziffer erhalten: Admiral, Arenberg Fortsetzung, Borussia, Brassert, Diergardt, Emscher-Lippe, Ernst Moritz Arndt und Großherzog von Baden, Fürst Leopold, ver. Glückauf, Herbeder Steinkohlenbergwerke, Hermann, Jacobi, Kgl. Bergwerksdirektion, Lohberg, Mannesmannröhren-Werke, Rhein I, Sachsen, Trier I, II und III, Victoria-Lünen, ver. Welheim, de Wendelsche Berg- und Hüttenwerke, Westfalen und Wilhelmine Mevissen. Nach dem Stande vom 1. April 1917 erscheinen die Kgl. Bergwerksdirektion und die Mannesmannröhren-Werke mit einem Rückgang um 500 000 und 300 t.

Eine außerordentlich starke Zunahme, nämlich um 2 466 634 t, verzeichnet die Beteiligung in Koks. In die Reihe der Kokshersteller sind neu eingetreten die Gewerkschaften Brassert, Fürst Leopold, Jacobi und Sachsen mit einer Beteiligung von je 300 000 t; ferner die Gewerkschaft ver. Welheim mit 100 000 t. Eine Erhöhung um 100 000 t erhielten der Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein, die Bergwerksgesellschaft Hibernia und die Gewerkschaft Mont Cenis. Der Gewerkschaft Westfalen und den de Wendelschen Berg- und Hüttenwerken wurden Erhöhungen um 110 000 und 6634 t zugebilligt.

Die Beteiligungsziffer in Preßkohle hat um 519 000 t zugenommen. Daran ist die Bergwerksgesellschaft Diergardt allein mit 216 000 t beteiligt. Durch die vorläufig nicht festgesetzte Verbrauchziffer der de Wendelschen Berg- und Hüttenwerke hat die allgemeine Verbrauchziffer einen Rückgang um 83 334 t erfahren. Die Bergwerks-A.G. Concordia und die Buderusschen Eisenwerke konnten ihre Verbrauchziffer um 100 000 und 50 000 t steigern.

Die Verschiebungen in den Beteiligungsziffern der einzelnen Gesellschaften sind aus der Zahlentafel 2 zu ersehen.

In der Zahlentafel 3 sind 7 Zechen mit derjenigen Schachtanlage aufgeführt, für die sie eine noch nicht endgültig zuerkannte Erstbeteiligung in Koks und Preßkohle erhalten haben.

Zahlentafel 2.
Veränderungen in den Beteiligungsziffern der einzelnen Gesellschaften des Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	± 1. April 1917 gegen 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	f. Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
*Admiral, Gew.	+ 275000	+ 150000	—	—
*Alte Haase, Gew. . .	+ 200000	—	+ 90000	—
Auguste Victoria, Gew.	+ 400000	±	—	±
*Barmen, Gew. . . .	+ 180000	—	+ 72000	—
Brassert, Gew.	+ 100000	+ 300000	—	—
Buderussche Eisenwerke	±	±	±	+ 50000
Concordia, Bergbau-A.G.	±	±	—	+100000
Diergardt, Bergw.-Ges. m. b. H.	+ 50000	—	+216000	—
Eisen- u. Stahlwerk Hoesch	+ 150000	±	—	±
Emscher-Lippe, Gew. .	+ 150000	+ 300000		±
*Ernst Moritz Arndt u. Großherzog von Baden, Gew.	+ 75000	—	—	
Friedrich Heinrich, A.G.	+ 50000	±	—	
Fröhliche Morgensonne, Gew.	+ 120000	±	±	
Fürst Leopold, Gew. .	+ 100000	+ 300000		
Georgs-Marien-Bergwerks- u. Hüttenverein, A.G.	±	+ 100000	—	±
*ver. Glückauf, Gew. .	+ 120000	—	—	
*Glückaufsegen, Bergw.-Ges.	+ 625000	+ 300000	—	—
*Herbeder Steinkohlenbergwerke, Gew. . .	+ 100000	+ —	—	
Hermann V, Gew. . .	50000	±	—	
Hibernia, Bergw.-Ges. .	±	+ 100000	±	—
Jacobi, Gew.	+ 200000	+ 300000	—	
Kgl. Bergwerksdirektion	— 500000	±	—	—
Lohberg, Gew.	+ 100000	—	—	—
Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede (zugl. f. Gew. General, Victor, Ickern) . . .	+ 250000	±	±	±
Magdeburger Bergwerks-A.G.	+ 120000	—	—	—
Mannesmannröhren-Werke	— 300	±	±	±
Mont-Cenis, Gew. . . .	±	+ 100000	—	—
Rhein I, Gew.	+ 100000	—	—	—

* Die mit einem Stern versehenen Zechen sind dem Syndikat neu beigetreten.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	± 1. April 1917 gegen 1. Januar 1916 für Kohle t	für Koks t	f. Preßkohle t	Verbrauchsbeteiligung t
Sachsen, Gew.	+ 150000	+ 300000	—	—
Teutoburgia, Gew. . .	+ 150000	—	—	—
Trier I, II u. III, Bergw. Ges.	+ 250000	±	—	—
Unser Fritz, Gew. . .	+ 120000	±	—	—
Victoria, Gew.	+ 75000	—	+ 45000	—
Victoria-Lünen, Gew. .	+ 150000	±	—	—
ver. Welheim, Gew. .	+ 100000	+ 100000	—	—
de Wendelsche Berg- u. Hüttenwerke (Abt. Zeche de Wendel). .	+ 333334	+ 6634	—	—233334
Westfalen, Gew. . . .	±	+ 111000	—	—
Wilhelmine Mevissen, Gew.	+ 100000	—	+ 96000	—
zus.	+4443034	+2466634	+519000	— 83334

Zahlentafel 3.

Zechen im Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat, die eine noch nicht endgültig zuerkannte Erstbeteiligung in Koks und Preßkohle erhalten haben.

Gewerkschaft oder Gesellschaft	Schachtanlage	Beteiligungsziffer für Koks t	Preßkohle t
ver. Constantin der Große, Gew.	XI	100 000	—
Dahlbusch, Bergwerks-Gesellschaft	I	100 000	—
Graf Bismarck, Gew. .	VII	100 000	—
Köln-Neuessener Bergwerksverein, A.G. .	Fritz I	100 000	—
Langenbrahm, Gew. .	II	—	60 000
Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede .	Ickern I	100 000	—
Phoenix, A.G. f. Bergbau u. Hüttenbetrieb	Nordstern III/IV	100 000	—

Mineralogie und Geologie.

Deutsche Geologische Gesellschaft. Sitzung am 1. November 1916. Vorsitzender Professor Belowsky.

Der Vorsitzende teilte mit, daß der in der letzten Sitzung als gefallen gemeldete Bergreferendar Müller-Herrings glücklicherweise noch unter den Lebenden weilt. Dagegen sind von Mitgliedern der Gesellschaft gefallen: Dr. Kuhlmann, Münster, Dr. Lachmann, Breslau und Dr. Ruppel, Düsseldorf. Verstorben sind Dr. Leonhard, Breslau, Dr. Huffnagel, Venlo, und Thenn, München.

Professor Gürich aus Hamburg sprach über Südafrika, und zwar über das Gebiet von Pietermaritzburg und Kapstadt. Nachdem er den allgemeinen geologischen Bau des südafrikanischen Küstengebiets geschildert hatte, behandelte er das Auftreten angeblicher Fossilien im Tafelbergsandstein. Dieser Tafelbergsandstein, dessen Altersstellung zu den benachbarten fossilreichen und damit als devonisch charakterisierten Bokkeveld-Schichten früher stark umstritten war, ist jetzt sicher als ihr Liegendes nachgewiesen, während die dem Tafelbergsandstein außerordentlich ähnlichen Wittebergsandsteine das Hangende der Bokkeveld-Schichten darstellen. Diese wiederum werden schließlich von den mit glazialem Dwyka-Konglomerat beginnenden Permschichten überlagert. Aus der Gegend von Pietermaritzburg stammen aus Dolomiten kieselige, kugeliggewölbte, rosettenartig aufgeblätterte, faustgroße Bildungen, die an einen Kohlkopf oder eine Rose erinnern; der Vortragende hält sie nicht für organischen Ursprungs. Im Museum von Kapstadt fand er dann weitere ungeklärte Funde aus diesen alten Schichten, und zwar Platten vom Tafelberg selbst, die aus Sandstein mit dünnen Schieferhäutchen bestehen und muschelartige Abdrücke auf der Oberfläche zeigen, die von den Schieferhäutchen umhüllt werden und im Querbruch aus Sandstein bestehen. Der Tafelberg, an dem diese Fossilien vorkommen, besteht in seinem untern Teil aus gefalteten Schiefern, an deren Stelle an der Westseite Granit tritt; auf ihm lagert diskordant die Platte des Tafelbergsandsteins. Die angeblichen Fossilien finden sich in den untersten Lagen des Tafelbergsandsteins. Hier treten an zahlreichen Stellen eigenartige, leuchtend rote Schiefereinlagerungen auf, die auch bei Wellington nordöstlich von Kapstadt zu finden sind. Dort entstanden im Schiefer Trockenrisse, die mit Sandstein ausgefüllt wurden und darauf hindeuten, daß sich hier ein sehr flaches Wasser befand und zu Zeiten völlige Trockenheit herrschte, als die betreffenden Basisschichten entstanden. Der Vortragende besprach sodann weiter die von ihm im Museum von Kapstadt beobachteten Körper im Dolomit der Campbell-Schichten, von denen ebenfalls nicht feststeht, ob sie organischen Ursprungs sind.

Geh. Bergrat Jentzsch legte einige Stücke des Kalktuffs von Weimar vor, die auf ihrer Oberfläche zahlreiche von Menschenhand zerschlagene Röhrenknochen enthalten, und schilderte kurz die wissenschaftlichen Streitfragen, die an jene fossilienreichen, auch menschliche Reste enthaltenden diluvialen Kalktuffe anknüpfen, ohne über ihr vielumstrittenes Alter ein Urteil abzugeben.

Im Anschluß daran behandelte er die Ursache artesischer Quellen. Bereits vor 25 Jahren hat er seine Meinung dahin ausgesprochen, daß bei der Entstehung artesischen Wassers zum Teil nicht hydrostatische, sondern hydrodynamische Verhältnisse wirken, und zwar so, daß der Auftrieb des Wassers unter dem Druck der auf dem Wasserträger lastenden Schichten erfolge. Diese bereits damals und auch später abgelehnte Auffassung suchte er mit Beobachtungen im Gebiet der Danziger Niederung aufs neue zu begründen. Bei dem an der Weichselmündung liegenden Ort Einlage findet sich — wie an vielen Stellen des Weichseldeltas — in rd. 100 m Tiefe artesisches Wasser, das im Bohrloch über Tage emporsteigt und an jener Stelle durch selbstaufzeichnende Pegel ebenso beobachtet wird wie die Wasserstände im Ober- und Unterwasser beiderseits der von der Weichsel zum Danziger Schiffahrtsweg in der Alten Weichsel führenden Schleuse. Es sollen nun nach Meinung des Vortragenden zwischen dem Gang der Pegel im Oberflächenwasser und der Druckhöhe des artesischen Wassers Beziehungen bestehen, die ihn darauf schließen lassen, daß mit zunehmendem Druck des Oberflächenwassers auch die Druckhöhe des artesischen Wassers steigt. In dieser Beziehung führte der Vortragende auch die von Friedrich bei Lübeck gemachten Beobachtungen an, denen zufolge

die Druckhöhe der artesischen Brunnen dort völlig vom Spiegelgang der Ostsee abhängig ist, und zwar nicht nur von den unregelmäßig eintretenden, vom Winde verursachten Spiegelschwankungen, sondern auch von den kleinen, sich stündlich wiederholenden kurzen Schwankungen. Zur Erklärung der außerordentlichen Dauer des artesischen Auftriebes führte er zahlreiche Kräfte ins Feld: makro- und mikroseismische Schwingungen und durch Erwärmung und Abkühlung bedingte Bodenbewegungen, die in ihrer Gesamtheit eine solche Kraft besitzen sollen, daß sie imstande sind, das Wasser aus dem Wasserträger hinauszutreiben.

In der Aussprache, an der sich die Herren Beyschlag, Keilhack und Köhne beteiligten, wurde diese Hypothese erörtert und abgelehnt. K. K.

Volkswirtschaft und Statistik.

Die britische Kohlengewinnung in den einzelnen Kriegsmonaten. Nach einem amtlichen britischen Bericht gestaltete sich die Steinkohlengewinnung des Inselreichs in den bisher abgelaufenen Kriegsmonaten wie folgt:

	1913/14 1000 l. t	1914/15 1000 l. t	1915/16 1000 l. t
August	21 241	18 367	20 462
September	23 621	20 702	21 254
Oktober	25 018	21 924	20 790
November	23 725	20 179	21 410
Dezember	24 125	21 066	21 133
Januar	24 784	20 757	20 745
Februar	23 105	20 328	20 718
März	24 876	23 241	22 818
April	21 171	20 983	18 766
Mai	23 958	20 388	23 271
Juni	22 100	21 923	21 827
Juli	23 411	20 510	21 564
zus.	281 135	250 368	254 748

Der wirtschaftliche Niedergang, der bereits in der zweiten Hälfte des Jahres 1913 eintrat und sich in der ersten Hälfte von 1914 fortsetzte, hatte auch einen Abfall in der britischen Kohlengewinnung zur Folge. Während sie sich für das Jahr 1913 auf 287,43 Mill. l. t gestellt hatte, betrug sie in den Monaten August – Juli 1913/14 nur 281 Mill. t oder 2,19% weniger. Im Jahre 1914/15 dauerte unter dem Einfluß des Krieges der Rückgang fort, so daß sich für dieses nur eine Gewinnung von 250,4 Mill. t, also 10,94% weniger als in den vorausgegangenen 12 Monaten, ergab. Das Jahr 1915/16 brachte dagegen wieder eine kleine Besserung. Für diese Zeit stellte sich die Förderung auf 254,7 Mill. t., mithin um 4,38 Mill. t oder 1,75% höher als in den vorausgegangenen Vergleichsmonaten.

Kohlen-Ein- und Ausfuhr der Ver. Staaten von Amerika im 1. Halbjahr 1916. Die Kohlenausfuhr der Ver. Staaten hat unter der Einwirkung des Krieges einen Rückgang erfahren; von 23,02 Mill. l. t in 1913 ging sie auf 18,22 Mill. in 1914 zurück; in 1915 gegen 1914 hatte sie wieder eine Steigerung um 2,88 Mill. t zu verzeichnen. Das erste Halbjahr 1916 brachte gegen den entsprechenden Zeitraum des Vorjahres eine weitere Steigerung der Ausfuhrziffern von Weichkohle um 2,07 Mill. t. Kanada erhielt 2,22 Mill. t mehr, Kuba 75 000 t, das übrige Westindien und Bermuda 46 000 t und Brasilien 61 000 t. Die Bezüge Italiens waren bei 1 Mill. t nur um 11 000 t größer als im ersten Halbjahr 1915. Die Zunahme der Ausfuhr von Anthrazit um 331 000 t entfiel im wesentlichen auf Kanada, das 302 000 t mehr erhielt.

Sehr erheblich war auch die Steigerung der Koksausfuhr; sie betrug 185 000 t oder 51,38%. Auch die Einfuhr der Union an Kohle, die an sich nicht sehr ins Gewicht fällt, erfuhr im ersten Halbjahr 1916 einen Zuwachs; bei 820 000 war sie um 97 000 t oder 13,46% größer als in der entsprechenden Zeit des Vorjahres.

	2. Vierteljahr 1915	2. Vierteljahr 1916	1. Halbjahr 1915	1. Halbjahr 1916	± 1916 gegen 1915
	Menge in l t.				
Einfuhr Weichkohle					
Großbritannien	3969	1977	14730	4744	– 9986
Kanada	279370	324597	581932	760895	+ 178963
Japan	20989	28980	36899	39380	+ 2481
Australien u. Tasmanien	40161	2050	87419	14184	– 73235
Übrige Länder	1091	270	2076	1155	– 921
zus.	345580	357874	723056	820358	+ 97302
Anthrazit	226	65	244	4476	+ 4232
Koks	9105	16472	20732	32965	+ 12233
Ausfuhr Weichkohle					
Italien	921319	600990	993690	1004966	+ 11276
Kanada	1843974	3373353	2774173	4996688	+2222515
Panama	124975	87583	227222	185064	– 42158
Mexiko	85658	45837	183601	116977	– 66624
Kuba	283647	319180	529075	604081	+ 75006
Übriges Westindien und Bermuda	137932	118521	222299	268244	+ 45945
Argentinien	346092	297141	419729	412608	– 7121
Brasilien	254249	217682	345156	406618	+ 61462
Uruguay	62872	54820	73145	69278	– 3867
Übrige Länder	389637	263109	593152	369548	– 223604
zus.	4450355	5378216	6361242	8434072	+2072830
Anthrazit					
Kanada	1209831	1153401	1700692	2002306	+ 301614
Brasilien	18	1	18	101	+ 83
Argentinien	—	995	—	995	+ 995
Übrige Länder	19008	25120	23881	52032	+ 28151
zus.	1228857	1179517	1724591	2055434	+ 330843
Koks	199322	273052	360779	546155	+ 185376
Kohle usw. für Dampfer im auswärtigen Handel	2031263	2047837	3641157	3717078	+ 75921
	Wert in $				
Einfuhr Weichkohle	1000325	1104911	2064432	2507164	+ 442732
Anthrazit	1064	523	1207	11693	+ 10486
Koks	44794	84638	96220	164789	+ 68569
Ausfuhr Weichkohle	11710605	12289451	16808133	19648934	+2840801
Anthrazit	6363636	6183969	8918097	10801064	+1882967
Koks	762978	1010974	1375774	2072443	+ 696669
Kohle usw. für Dampfer im auswärtigen Handel	6771924	7124251	12254235	12855970	+ 601735

Verkehrswesen.

Amtliche Tarifveränderungen. Oberschlesisch-ungarischer Kohlenverkehr, Tfv. 1273. Ausnahmetarif, Hefte I, II und III, gültig vom 4. März 1912. Mit sofortiger Gültigkeit sind nachstehende Druckfehler von Frachtsätzen zu berichtigen: Heft I. (Bekanntmachung vom 29. Aug. 1916[1] betreffend Einführung neuer Frachtsätze für Steinkohlenkoks). Von Grube Nr. 10a (Gleiwitzer Steinkohlengrube) nach Berezó von 1495 in 1595, von Grube Nr. 38 (Laurahütte) nach Jablánez von 1485 in 1487. Heft II, Nachtrag III vom 1. Aug. 1916. Seite 29, Schnittfrachtsatz II nach Selyp von 1229 in 1299, Seite 34, von Grube Nr. 1 nach Nagysáros von 1329 in 1429. Heft III, Nachtrag III vom 1. Aug. 1916. Seite 30, von Grube Nr. 25 nach Mosonújfalu von 1553 in 1555, Seite 32, von Grube Nr. 46 nach Nagyczenk von 1913 in 1923. Mit sofortiger Gültigkeit sind folgende Frachtsätze zu ermäßigen: Heft II, Nachtrag III vom 1. Aug. 1916. Seite 39, von Grube Nr. 70 nach Nagybocskói gyártelep von 2291 auf 2277. Heft III, Nachtrag III vom 1. Aug. 1916 Seite 18, Schnittfrachtsatz II nach Rum von 1654 auf 1554.

Seite	Von Grube Nr.	nach	von	auf
35	69	Sopron D V. „ Gy. S. E. V. „ S. P. H. E. V. §	1904	1901
40	10a	Pozsonyligetfalu §	1463	1457
40	14a		1445	1439
40	61a		1371	1365
40	62a		1358	1352
40	70		1366	1360
40	71		1305	1279

Staats- und Privatbahngütertarif; besonderes Tarifheft, enthaltend den Ausnahmetarif 6 (für Braunkohle, Preßbraunkohle usw.). Seit 10. Nov. 1916 sind die Stationen Alt-Christburg, Jakobsdorf (Kreis Rosenberg Westpr.), Münsterberg (Kreis Mohrungen), Riesenkirch, Teschendorf (Kreis Stuhm) und Vorwerk (Kreis Mohrungen) der im Dir.-Bez. Danzig eröffneten Strecke Riesenburg-Miswalde, ferner die Stationen Boostedt, Großenaspe, Neumünster Süd und Wiemersdorf der eröffneten Strecke Bramstedt—Neumünster der Eisenbahngesellschaft Altona-Kaltenkirchen-Neumünster in die Abteilung B des Tarifs (Ausnahmesätze für Sendungen von mindestens 20 t) aufgenommen worden und sind unter die Empfangsstationen auf den Seiten 15 – 18 alphabetisch einzureihen.

Böhmisch-Norddeutscher Kohlenverkehr. Am 1. Dez. 1916 wird die Station Kirchmöser des Dir.-Bez. Magdeburg mit den Frachtsätzen für Brandenburg Staatsb. zuzüglich 30 Pf. für 1000 kg und die Station Großrhüden der Braunschw. Landeseisenb. mit den Frachtsätzen für Seesen B. L. E. zuzüglich 30 Pf. für 1000 kg einbezogen.

[1] s. Glückauf 1916, S. 780.

Vereine und Versammlungen.

Die 57. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure findet am 27. November, um 9 Uhr vormittags in der Aula der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Berliner Straße 171/72, statt. Die Tagesordnung enthält folgende Punkte: 1. Eröffnung durch den Vorsitzenden. 2. Verleihung von Ehrungen. 3. Geschäftliche Verhandlungen, und zwar: a. Geschäftsbericht der Direktoren; b. Bericht der Rechnungsprüfer, Genehmigung der Rechnung des Jahres 1915 und Entlastung des Vorstandes; c. Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellvertreter für die Rechnung des Jahres 1916; d. Antrag der Herren Neumann und Genossen, Berlin: Die Hauptversammlung wolle beschließen, daß der § 31 Abs. 1 folgende neue Fassung erhält: Jeder Bezirksverein entsendet für je 300 seiner ordentlichen Mitglieder einen Abgeordneten in den Vorstandsrat; e. Entgegennahme und Besprechung des Berichtes über die Verhandlungen, Wahlen und Beschlüsse des Vorstandsrates. Daran schließt sich der Vortrag von Professor Dr.-Ing. G. Schlesinger, Charlottenburg, »Die Mitarbeit des Ingenieurs bei der Durchbildung der Ersatzglieder«.

Am Tage vorher werden um 9½ Uhr an demselben Orte folgende Vorträge gehalten: Geh. Baurat F. Krause, Stadtbaurat von Berlin, »Die großen Verkehrsaufgaben Berlins und ihre Durchführung während des Krieges«. Professor H. Aumund, Danzig, »Aufgaben der Technik im Dienst der öffentlichen Gemeinwesen«.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Kaiserlichen Patentamtes ausliegen.

Vom 26. Oktober 1916 an.

21 f. Gr. 60. R. 41 512. Heinrich Reissig, Krefeld, Schönwasserallee 36. Mit einem Traggestell lösbar verbundene elektrische Sicherheitsgrubenlampe; Zus. z. Anm. R. 40 722. 11. 12. 14.

26 d. Gr. 1. F. 41 156. Dr. Peter von der Forst, Lintfort (Kr. Mörs). Wascher zum Ausscheiden der Teernebel aus den Gasen der Brennstofftrockendestillation. 19. 8. 16.

26 d. Gr. 1. St. 20 697. Fa. Carl Still, Recklinghausen. Verfahren zur Gewinnung von Teer und Ammoniak aus Gasen der trocknen Destillation. 3. 12. 15.

35 d. Gr. 5. G. 43 740. Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen 2 (Rhld.). Durch Druckflüssigkeit betriebene Vorrichtung zum Heben schwerer Lasten; Zus. z. Pat. 292 665. 21. 2. 16.

59 a. Gr. 9. M. 60 234. Maschinenfabrik Cyclop Mehlis & Behrens, Berlin-Wittenau (Nord). Sicherheits-Vorrichtung für das Anlassen von Kolbenpumpen oder -verdichtern. 16. 9. 16.

81 e. Gr. 25. F. 40 465. Karl Frohnhäuser, Dortmund, Stiftstr. 15. Vorrichtung zum Verladen von Koks. 23. 12. 15.

Vom 30. Oktober 1916 an.

12 r. Gr. 1. F. 40 053. Walther Feld, Gasabteilung G. m. b. H., Linz (Rhein). Verfahren zum kontinuierlichen Raffinieren von Teer und Teerölen, die mittelbar aus Gasen gewonnen worden sind. 28. 6. 15.

12 r. Gr. 1. Sch. 49 256. Charles Schaer, Langenthal (Schweiz); Vertr.: A. du Bois-Reymond, Max Wagner, G. Lemke, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zur Teerdestillation unter Benutzung einer liegenden Trommel. 10. 11. 15.

42 b. Gr. 22. D. 31 955. Drägerwerk Heinr. und Bernh. Dräger, Lübeck. Vorrichtung zum Lehren von Anschlußstücken; Zus. z. Anm. D. 31 942. 10. 8. 15.

42 b. Gr. 22. D. 31 956. Drägerwerk Heinr. und Bernh. Dräger, Lübeck. Vorrichtung zum Lehren von Anschlußstücken; Zus. z. Anm. D. 31 942. 10. 8. 15.

80 a. Gr. 32. B. 78 526. Baroper Maschinenbau-A.G., Barop (Westf.). Presse zur Herstellung von Vorlagen und ähnlichen Körpern für chemische und metallurgische Zwecke. 9. 11. 14.

Vom 2. November 1916 an.

5 d. Gr. 3. A. 27 392. Eduard Ahlborn, Hildesheim. Verfahren, die Temperatur an den Arbeitsstellen in Bergwerken herabzumindern. 28. 9. 15.

5 d. Gr. 3. Sch. 49 871. Wilhelm Schwarzenauer, Helmstedt. Verfahren der Förderung durch Wetterschächte. 13. 4. 16.

12 b. B. 79 603. Berggewerbliche Industrie G. m. b. H., Metz. Verfahren zur Absenkung des Inhalts stehender Kalzinieröfen. 28. 5. 15.

12 l. Gr. 4. K. 62 460. Wilhelm Kain, Nordhausen-Schackenhof 2. Verfahren zum Lösen von Carnallit in kontinuierlich arbeitenden Apparaten. 9. 6. 16.

35 a. Gr. 8. B. 79 339. Adolf Bleichert und Co., Leipzig-Gohlis. Fördereinrichtung mit endlosem Ketten- oder Seiltrumm. 14. 4. 15.

40 a. Gr. 44. C. 25 422. Chemische Fabrik Buckau und Dr. Theophil Silbermann, Halle (Saale), Gr. Steinstraße 54/55. Verfahren zur Entzinnung von Weißblechabfällen durch Verwendung unverdünnten Chlors. 15. 1. 15.

40 b. Gr. 1. M. 57 746. Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk. Zinklegierung. 12. 3. 15.

40 b. Gr. 1. M. 57 747. Maschinenbauanstalt Humboldt-Köln-Kalk. Blei-Kadmiumlegierung. 12. 3. 15.

40 b. Gr. 1. M. 58 622. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Zinklegierung; Zus. z. Anm. M. 57 746. 9. 10. 15.

81 e. Gr. 15. E. 21 336. Maschinenfabrik Gebr. Eickhoff, Bochum. Antriebvorrichtung für Schüttelrutschen. 3. 11. 15.

81 e. Gr. 17. A. 28 167. Amme, Giesecke & Konegen, A.G., Braunschweig. Rohrkrümmer für pneumatische Förderanlagen mit auswechselbarem Einsatzstück. 6. 6. 16.

81 e. Gr. 17. P. 31 093. G. Polysius, Eisengießerei und Maschinenfabrik, Dessau. Verfahren und Vorrichtung zum Fördern und Durchmischen von Schlamm mittels Preßluft. 23. 6. 13.

81 e. Gr. 20. P. 33 051. William John Sydney Perkins, Portland (Grafsch. Dorset, Großbritannien); Vertr.: Dr. Franz Düring und Dr. Georg Winterfeld, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Selbsttätig kippender und sich selbsttätig wieder aufrichtender Ladekübel. 27. 5. 14. Großbritannien 30. 5. 13 u. 23. 5. 14.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Die am 4. Mai 1916 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

12 r. R. 42 938. Verfahren zur Abscheidung des Wassers aus alkalisch reagierenden Teeren oder Ölen.

ist zurückgenommen worden.

Versagungen.

Auf die nachstehenden, an dem angegebenen Tage im Reichsanzeiger bekannt gemachten Anmeldungen ist ein Patent versagt worden:

26 d. B. 78 410. Verfahren zur Beseitigung und Gewinnung von überschüssigem Schwefeldioxyd aus solches enthaltenden Gasen, besonders aus mit solchem gereinigtem Steinkohlengas. 24. 1. 16.

38 h. C. 23 237. Verfahren zum Konservieren von Holz. 27. 9. 15.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 30. Oktober 1916.

5 a. *654 580.* Max Ruschke, Hirschfelde (Sa.). Tiefbohrer. 5. 8. 16.

20 h. *654 308.* Hubert Büttner, Gelsenkirchen, Mittelstraße 11 a. Vorrichtung zum Aufführen der entgleisten Förderwagen in Bergwerken. 25. 9. 16.

24 e. *654 487.* Gasgenerator und Braunkohlenverwertung G. m. b. H., Leipzig. Selbsttätige Kohlenbeschickungsvorrichtung für Gasgeneratoren. 5. 6. 15.

27 c. *654 390.* Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H, Siemensstadt b. Berlin. Aus einem Stück Blech hergestelltes Ventilatorrad. 3. 6. 16.

42 l. *654 494.* Martin Bürgerhausen, Berlin-Reinickendorf-West, Scharnweberstraße 13. Apparat zur Gasuntersuchung. 22. 3. 16.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind auf drei Jahre verlängert worden:

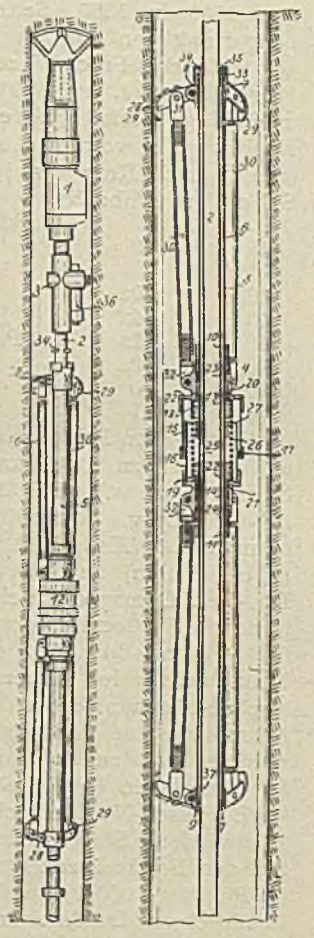
20 d. *573 101.* Heinrich Höhle, Witten (Ruhr). Achse für Grubenwagenradsätze usw. 21. 9. 16.

20 e. *577 634.* Hermann Willich, Dortmund, Märkischestraße 84. Sicherheitskupplung für Grubenwagen usw. 25. 9. 16.

81 e. *588 621.* Ferdinand Garelly jr., Saarbrücken, Heuduckstr. 81. Fördergurt usw. 29. 9. 16.

Deutsche Patente.

5 c (3). *294 927,* vom 1. Mai 1913. H. Flottmann & Comp. in Herne. *Vorrichtung zur Führung des Bohrhammers im Bohrloch bei Aufbruchbohrern durch Federn an Armen des Bohrhammerkörpers.*



Die die Führungsfedern *29* tragenden Arme *28* der Vorrichtung sind strahlenförmig an einem den Bohrhammerträger *2* umgebenden, mit ihm durch den Bajonettverschluß *33 – 34* verbundenen Rohr *5* angelenkt und werden durch ein in der Kammer *12* zur Wirkung kommendes Druckmittel mit Hilfe der Druckstangen *30* gegen die Bohrlochwandung gepreßt. In der Kammer *12* ist eine Zugfeder untergebracht, welche die Arme *28* und damit die Federn *29* von der Bohrlochwandung zurückzieht, wenn die Wirkung des Druckmittels in der Kammer aufhört. Ferner ist der zum Zuführen des Druckmittels zum Bohrhammer *1* dienende Hahn *3* vermittels eines Zahnrädergetriebes so mit dem Kolben des Druckluftzylinders *36* verbunden, daß er durch eine in den Bohrhammerträger *2* gesandte Druckwelle des Betriebsmittels eingestellt werden kann.

21 h (2). *294 898,* vom 11. Februar 1914. Octave Dony in Mons, Belgien. *Elektrischer Heizwiderstand aus gleich großen, sich berührenden Kugeln und Verfahren zu dessen Herstellung.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Belgien vom 30. September 1913 beansprucht.

Die Kugeln des Widerstandes sind kalibrierte Eisen- oder Stahlkugeln und können zum Teil oxydiert werden, so daß der Leiter einen sehr kleinen Temperaturkoeffizienten erhält.

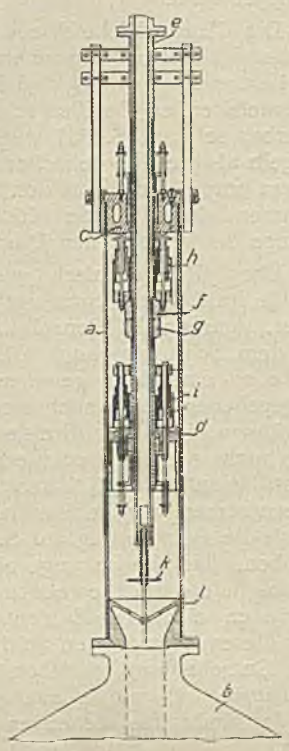
21 h (6). *294 936,* vom 19. Juli 1914. Elektrochemische Werke G. m. b. H. in Berlin. *Einrichtung zur elektrodynamischen Erzeugung von Strömungen in flüssigen, vom elektrischen Strom durchflossenen Massen, besonders im Schmelzgut elektrischer Öfen.*

In den Öfen o. dgl., in deren flüssigen Massen auf elektrodynamischem Wege Strömungen erzeugt werden sollen, sind zwischen den Schmelzkammern Kanäle so geneigt zueinander anzuordnen, daß eine in sich geschlossene Schleife entsteht, in der die flüssige Masse unter der Wirkung der gegenseitigen elektrodynamischen Wirkung der zueinander geneigten Leiterabschnitte umläuft.

Die Kanäle können so ausgebildet werden, daß außer den sich aus ihrer gegenseitigen Lage ergebenden elektrodynamischen Wirkungen auch der Pincheffekt in ihnen auftritt.

5 c (3). *294 959*, vom 6. Juli 1912. Gebrüder Beck in Xanten (Niederrhein). *Schachtbohrer mit eingeschalteten Federn zwischen dem Bohrmeißel und dem Bohrgestänge.*

Der durchbohrte Meißel *b* des Bohrers ist mit dem Rohr *a* verbunden, das oben durch die Stopfbüchse *c* abgeschlossen und in das eine zweite Stopfbüchse *d* eingebaut ist. Durch die beiden Stopfbüchsen ist das hohle Bohrgestänge *e* hindurchgeführt, auf dem zwei zwischen den beiden Stopfbüchsen liegende Muffen *f* und *g* befestigt sind. Auf der Muffe *f* ruht ein Satz Pufferfedern *h*, und ein zweiter Satz Pufferfedern *i* stützt sich auf die Stopfbüchse *d*. Die Spannung der Pufferfedern ist durch Schrauben regelbar, und der zwischen den beiden Stopfbüchsen liegende Raum des Rohres *a* ist mit einem Druckmittel gefüllt. Am untern Ende des Bohrgestänges ist ferner das unter der Wirkung einer Druckfeder stehende Ventil *k* verschiebbar angebracht, und im Rohr *a* ist unmittelbar oberhalb des Meißels der Sitz *l* für dieses Ventil vorgesehen. Durch das Ventil *k* wird der Zutritt des Spülwassers zur Bohrung des Meißels verhindert, bevor sich die Muffe *g* des Gestänges auf die Pufferfedern *i* aufsetzt, wenn der Meißel sich beim Einlassen in das Bohrloch verklemmt.

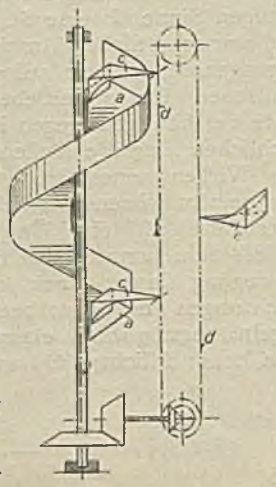


24 b (7). *294 937*, vom 19. Juni 1915. Warsteiner Gruben- und Hütten-Werke in Warstein (Bez. Dortmund). *Ölbrenner mit Verbrennungs- und Zerstäubungsluftzuführung und regelbaren Düsenöffnungen.*

Der Brenner hat ein frei drehbares Handrad, mit dem die drehbaren und längsverschiebbaren Hülsen, durch die sich die Größe der Düsenquerschnitte einstellen läßt, nach Belieben gekuppelt werden können, so daß beide Düsen mit Hilfe des Handrades unabhängig voneinander einstellbar sind.

35 a (1). *294 918*, vom 22. September 1914. Fritz Landsberg in Halle a. S. *Einrichtung zum Auf- und Abwärtsfördern von Lasten.*

Die Einrichtung besteht aus einer Wendelrutsche *a* und aus den an einer parallel zur Rutschenachse angeordneten endlosen Kette *d* o. dgl. gelenkig befestigten Mitnehmern *c*. Zwecks Aufwärtsbeförderung der Lasten wird die Rutsche gedreht und die endlose Kette so angetrieben, daß sich ihre Mitnehmer mit der Steiggeschwindigkeit der Rutsche aufwärts bewegen. Zwecks Abwärtsbeförderung der Lasten werden hingegen die Rutsche sowie die endlose Kette stillgesetzt und die Mitnehmer aus der Rutsche geklappt.



27 b (7). *294 900*, vom 14. Dezember 1915. Rudolf Steiner in Rapitz b. Kladno (Böhmen). *Schaltvorrichtung für Verdichter zum An- und Abstellen der Antriebmaschinen.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Österreich vom 10. März 1915 beansprucht.

An die Druckleitung der Verdichter sind Arbeitszylinder angeschlossen, deren auf die Grenzdrücke ansprechende Kolben Getriebe so beeinflussen, daß ein zwischen letztern und der Schaltwelle für die Antriebmaschine angeordnetes Übertragungsmittel bei der Wirkung der einen Vorrichtung (z. B. jener für die Ausschaltung) in die für die Wirkung der andern Vorrichtung (z. B. jener für die Einschaltung) vorbereitete Stellung gebracht wird.

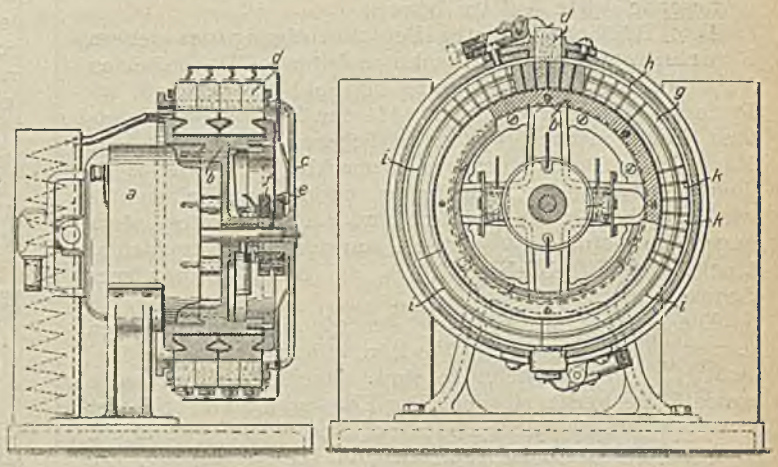
59 a (11). *295 010*, vom 23. Juli 1915. Carl Lüthje in Hamburg. *Am Zylinder schleifende Liderung für kreisrunde Pumpenkolben.*

Die Liderung hat zur Zylinderachse geneigte Dichtungsflächen, d. h. sie ist im Querschnitt elliptisch.

81 e (14). *294 889*, vom 12. August 1915. Firma Carl Still in Recklinghausen. *Dachförmiger, an einer Verladerampe entlang fahrbarer Verteiler für Schüttgut.*

Der Verteiler ist so gelagert, daß er während des Hin- und Herfahrens um ein geringes Maß von der Verladerampe abgehoben werden kann, sich während des Verladens aber auf die Verladerampe aufsetzt.

87 b (3). *294 873*, vom 5. November 1914. Commonwealth Electric Tool Company in Wilmington (Delaware, V. St. A.). *Steuerschalter für elektrische Hämmer.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 26. August 1914 beansprucht.



Der Schalter, der für solche Hämmer bestimmt ist, bei denen in entgegengesetzter Richtung gewickelten Spulen in bestimmten Zeiträumen abwechselnd Strom zugeführt wird, wodurch sich ein Schlagstück schnell hin und her bewegt, ist so ausgebildet, daß das Auftreten von Funken zwischen den Kontakten ausgeschlossen ist und die Stärke der Hammerschläge durch Änderung der Zeitdauer, in der der Strom den Spulen zufließt, geregelt werden kann. Der Schalter besteht aus dem feststehenden Ring *b*, der das an die Stromquelle angeschlossene Bogenstück *g* von veränderlicher Länge, mit Widerständen versehene Hilfsbogen *h*, deren Widerstände mit der Entfernung der Bogen vom Bogenstück *g* größer werden und aus einem nicht leitenden Stoff hergestellte Bogenstücke *i* trägt. Am Umfang des Ringes *b* sind Bürsten *d* angeordnet, die von dem durch den Motor *a* in Drehung gesetzten Ring *c* getragen werden. Zur Zuführung des Stromes dienen Schleifringe *e* und *f*, von denen der Strom vermittels Bürsten den Spulen des Hammers zugeführt wird. An dem die Bürsten *d* tragenden

Ring können vermittels Federn o. dgl. auf die Bürsten wirkende Gewichte so gelagert sein, daß der Druck, mit dem sich die Bürsten auf die Bogenstücke des Ringes *b* legen, mit der Geschwindigkeit der Bürsten wächst. Auf dem Ring *b* können hinter dem Bogenstück *g* Bogenstücke *k* angeordnet werden, die sich mit Hilfe eines Handhebels an das Bogenstück *g* anschließen lassen.

Bücherschau.

Die Chemie der Kohle. Von Professor Dr. F. W. Hinrichsen † und Dipl.-Ing. S. Taczak. 3. Aufl. von Muck, Die Chemie der Steinkohle. 533 S. mit 11 Abb. Leipzig 1916, Wilhelm Engelmann. Preis geh. 15 ℳ, geb. 16,50 ℳ.

25 Jahre sind jetzt seit dem Tode Dr. F. Mucks verflossen, der 1871 die Leitung des 1869 gegründeten Laboratoriums der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum übernommen hatte und nach ganz kurzer Zeit ein Führer auf dem Gebiete der Steinkohlenchemie geworden war. 1873 erschien seine Monographie »Chemische Aphorismen über Steinkohle« und nach verschiedenen andern wertvollen Arbeiten im Jahre 1881 die erste Auflage des »Muck« unter dem Titel »Grundzüge und Ziele der Steinkohlen-Chemie«. Der im Todesjahre Mucks, 1891, herausgegebenen zweiten Auflage hatte er den Titel »Die Chemie der Steinkohle« gegeben und darin seine Arbeiten und Erfahrungen über Kohle zusammengefaßt. Dieses vor 25 Jahren erschienene Buch hat seine Bedeutung bis heute nicht verloren. Es ist immer noch maßgebend und grundlegend für alle kohlenchemischen Arbeiten, was gerade die vorliegende dritte Auflage beweist.

Ihre Bearbeitung unter Berücksichtigung der neuern Fortschritte war eine sehr dankbare Aufgabe. Da die beiden Verfasser vor der Drucklegung ins Feld gerückt sind, wo Professor Hinrichsen schon 1914 den Tod für das Vaterland fand, machen sich erklärlicherweise einige kleine Mängel, wie Druckfehler usw. bemerkbar. So sind z. B. die Zahlentafeln im Anhang in unrichtiger Reihenfolge wiedergegeben, nicht beziffert und im Text öfter falsch angezogen. Auf S. 455 ist ein sinnstörender Druckfehler Mucks stehen geblieben, 2,01% als Sulfat vorhandener Schwefel statt 0,01%.

Die weitere Entwicklung der Kohlenchemie in den letzten 25 Jahren hat das Werk in vollem Umfang berücksichtigt. Neue Abschnitte sind aufgenommen und alte wesentlich erweitert worden. Das Eingangskapitel berichtet über die wirtschaftliche Bedeutung der Kohle. Die ältern und neuen Anschauungen über die Kohlenbildung, die künstliche Herstellung der Kohle unter eingehender Würdigung der bekannten Arbeiten von Bergius, die Destillation von Kohle unter Druck und im Vakuum, die noch mancherlei wissenschaftliche und praktische Erfolge verspricht, und andere wesentliche Fragen der Kohlenchemie werden in den folgenden Abschnitten eingehend besprochen. Es ist mit lebhaftem Dank zu begrüßen, daß hier diese wichtigen, in der Literatur zerstreuten Arbeiten von einer gerade für die neuere Kohlenforschung unverkennbaren Bedeutung in übersichtlicher Weise zusammengestellt worden sind.

Viele Abschnitte aus dem alten »Muck« sind aber zu wörtlich übernommen worden. Hier hätte öfter die Kritik etwas mehr walten können, z. B. in dem Abschnitt, der über die in Kohlen eingeschlossenen Gase handelt. Die Prozentgehalte an Kohlensäure und Grubengas stehen selbstverständlich in umgekehrtem Verhältnis, die Mengen aber nicht, wie auf S. 113 angegeben wird. Bei hohem und niedrigem Gehalt (in ccm) an Grubengas ist durchschnittlich die gleiche Menge Kohlensäure vorhanden. Die »ungezwungene« Annahme Mucks, daß Kohlensäure durch Oxydation von Grubengas entstehe, ist nicht haltbar und auch chemisch nicht verständlich. Ebenso ist Wasserstoff in Bläsergasen bis jetzt nicht einwandfrei nachgewiesen worden, auch von Schondorff nicht, wie auf S. 116 behauptet wird.

Die allzuwörtliche Wiedergabe von Mucks Ausführungen mutet oft merkwürdig an und ist gelegentlich sinnstörend. So liest man auf S. 214, daß die Verkokungsprobe in schlecht wärmeleitenden Gefäßen (z. B. Porzellantiegeln) nicht ausführbar sei; auf S. 337 wird die Verkokung in Porzellantiegeln als die »theoretische« und deshalb auch als die beste warm empfohlen. Auf den S. 475 und 476 muß man annehmen, daß die von Muck vor 25 Jahren angegebene Menge der gewonnenen Preßkohle heute gelte.

Über die technisch wichtige Destillationsprobe der Kohle im Laboratorium zur Bestimmung der Ausbeute an Teer, Ammoniak, Benzol und Gas fehlt eine Mitteilung. In dem Schlußabschnitt »Die Verwertung der Steinkohle« wäre zu empfehlen gewesen, außer den alten von Muck angegebenen auch noch neuere technische Verfahren zu erwähnen, z. B. das direkte Ammoniakverfahren. Es läßt sich nicht mehr aufrecht erhalten, daß das Verfahren der Destillation unter Kalkzusatz, wie auf S. 478 von Muck übernommen worden ist, das allgemein gebräuchliche sei. Auch die Behauptung auf S. 337 dürfte nicht unbestritten bleiben, das Verkokungsverfahren des Materialprüfungsamtes liefere die theoretisch sichersten Werte, weil sie die höchsten seien. Die Zahlentafel 72 kann nicht zum Beweis für diesen eigenartigen Schluß herangezogen werden. Bei der Entscheidung darüber, welche Verkokungsprobe die richtigste ist, würde auch die Ansicht der unmittelbar in der Industrie stehenden Chemiker zu berücksichtigen sein.

Diese Unstimmigkeiten setzen aber den Wert und die Bedeutung des Buches nicht herab. Es enthält eine solche Fülle von Stoff, von Belehrungen und Anregungen, daß es von jedem benutzt werden sollte, der sich mit der Kohle zu beschäftigen hat. Dr. E. Küppers.

Ein Kämpferleben. Alexander Tille 1866–1912. Von Dr. Armin Tille, Archivdirektor in Weimar. 61 S. mit 1 Bildnis. Gotha 1916, Friedrich Andreas Perthes A.G. Preis geh. 1,50 ℳ.

Die aus treuem brüderlichem Gedenken entstandene schlichte Darstellung ist weniger ein Lebensbild im landläufigen Sinne als eine Schilderung der nationalpolitischen und wirtschaftlichen Anschauungen des allzu früh Dahingegangenen, der, ein aufrechter, gerader Mann, für seine deutschen Ideale zeitlebens unbeugsam eingetreten ist trotz der häufigen gegen ihn gerichteten und nicht immer sachlichen Angriffe Andersdenkender. Armin Tille sucht das Wirken seines Bruders aus dessen innerstem Wesen und seinem wissenschaftlichen Werdegang zu erklären und darzutun, daß seine Überzeugungen so und nicht etwa anders sein konnten. Man wird die Schrift mit innerer Bewegung lesen; auch einige anhangsweise beigefügte Dichtungen des Verstorbenen, in erster Reihe die »Lebensregeln«, ermöglichen einen Einblick in sein Innenleben, sein hohes Pflichtgefühl und seine deutsche Gesinnung.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 21–23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

The Bristol and Somerset coal fields. Von Staples. Coll. Guard. 13. Okt. S. 699/700. Betrachtungen über die Störungen und Faltungserscheinungen in dem genannten Bezirk.

The Norfolk oil-shales. Von Forbes-Leslie. Ir. Coal Tr. R. 20. Okt. S. 479. Vorkommen und Verbreitung von Ölschiefer im Kimmeridge von Norfolk. Beschaffenheit des daraus gewonnenen Öls.

Bergbautechnik.

The coal seams of South Yorkshire. Von Fearnsides. Coll. Guard. 20. Okt. S. 749/50*. Ablagerungsverhältnisse und Beschaffenheit der im Sheffield- und Südyorkshire-Bezirk auftretenden Flöze. Die darauf bauenden Gruben.

Die Ausbeutung nicht abbauwürdiger Brennstofflager. Von Liwehr. Z. Bgb. Betr. L. 1. Nov. S. 285/7*. Von den Vorschlägen für Verfahren, die auf bergmännischem Wege nicht gewinnbaren Brennstoffe nutzbar zu machen, werden die Verbrennungsverfahren und die Vergasungsverfahren unter ausschließlicher Verwendung von überhitztem Dampf besprochen. (Forts. f.)

Die Blei- und Kupfererzgruben »Dorothea« und »Gesellen« in den Bleibergen bei Jannowitz (Riesengebirge) und die Arsengrube »Gesellenglück« am Ostabhange der Bleiberge bei Rudelstadt (Kr. Bolkenhain). Von Kaufmann. B. H. Rdsch. 20. Okt. S. 1/5. Geschichtliche Angaben über den Bergbau in den Bleibergen. (Forts. f.).

Das Erdgas und seine Erschließung und wirtschaftliche Bedeutung. Von Pois. (Forts.) Petroleum. 4. Okt. S. 9/20*. 18. Okt. S. 71/7*. Die verschiedenen bei Gasbohrungen verwendeten Arten von Abdichtungen der Verkleidungsrohre gegen das Gebirge. Abdichtungen des Gebirges selbst. Gasbrunnenabschlüsse. Meßvorrichtungen für die entweichende Gasmenge. Druckverhältnisse, Ergiebigkeiten und Lebensdauer von Gasbrunnen. (Forts. f.)

Shaft sinking through soft material. Von Sayre. Coll. Guard. 13. Okt. S. 700/1*. Vergleich der beim Abteufen zweier Schächte durch schwimmendes Gebirge gemachten Erfahrungen.

Über maschinelle Bohr- und Schrämarbeit bei steiler Ablagerung. Von Loos. (Schluß.) Mont. Rdsch. 1. Nov. S. 639/41*. Verwendung der Abbauhämmer beim Abbau eines mächtigen Flözes mit Schrammitteln. Leistungen, Kosten und Vorteile des Abbauhammerbetriebes.

Ein neues Ausbauverfahren (System Neubauer) für Strecken, Stollen, Querschläge und seine Modifikationen. Von Neubauer. (Forts.) Mont. Rdsch. 1. Nov. S. 637/9*. Das für die Herstellung der Platten zu verwendende Material. Die Ausführung des Ausbaus in Strecken und Querschlägen. (Forts. f.)

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Die Verfeuerung von Koks und Koksgrus. Von Lepsien. (Schluß.) Z. Dampfk. Betr. 3. Nov. S. 346/9. Die Eigenschaften des Koksgruses und seine Behandlung in der Kesselfeuerung. Die verschiedenen für seine Verwendung in Betracht kommenden Roste und Feuerungen.

Theoretische Grundlagen für die mittelbare Erzeugung künstlichen Saugzuges. Von Pfotenhauer. Z. Dampfk. Betr. 3. Nov. S. 345/6*. Allgemeines über die unmittelbare und mittelbare Erzeugung künstlichen Saugzuges und die Zweckmäßigkeit ihrer Anwendung. Angaben über die vorgenommenen Untersuchungen über die Saugstrahlwirkung. (Forts. f.)

Die Heysteuerung. Von Schubert. Z. Turb. Wes. 30. Okt. S 305/10*. Wichtigkeit der richtigen Luftzuführung bei der Kesselfeuerung und ihre Regelung durch die Heysteuerung. Angaben über Vergleichsversuche mit und ohne Heysteuerung.

Elektrotechnik.

Ein neues Verfahren zur Spannungsregelung von selbsterregten Gleichstrommaschinen, insbesondere von Nebenschlußmotoren, in sehr weiten Grenzen. Von Osnos. El. u. Masch. 5. Nov. S. 538/40*. Beschreibung des Verfahrens, das an größern Maschinen der A.E.G. mit gutem Ergebnis erprobt worden ist.

Kurzschlußerwärmung in Kraftwerken und Überlandnetzen. Von Binder. (Schluß.) E. T. Z. 9. Nov. S. 606/9*. Berechnung der aus der Kurzschlußstromdichte ermittelten Temperaturzunahmen bei Stromerzeugern, Transformatoren, Schaltanlagen und Leitungen.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Die Reduktionsvorgänge im Eisenhochofen. Von Thaler. Feuerungstechn. 1. Nov. S. 29/34. Vergleich und Gegenüberstellung von durch Versuche ermittelten Werten und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen.

Betrachtungen über Turbo-Gebläse für Hochofenbetrieb und die Zweckmäßigkeit ihrer Anwendung. Von Blauel. St. u. E. 9. Nov. S. 1077/84*. Beschreibung der auf der Falvahütte aufgestellten neuen elektrischen Hochofen-Turbogebläse und aus ihrem Dauerbetrieb hergeleitete Betrachtungen über ihre Wirtschaftlichkeit. Annahmen und Gesichtspunkte für den durchgeführten Vergleich verschiedener Arten von Anlagen. (Schluß f.)

Breitflanschige und parallelflanschige I-Eisen. Von Sonntag. (Forts.) Z. d. Ing. 4. Nov. S. 921/6*. Besprechung weiterer Walzenverfahren und I-Eisen-Formen. (Schluß f.)

Über den Einfluß der Glühdauer auf die Qualität des Tempergusses. Von Wüst und Leuenberger. Ferrum. Aug./Sept. S. 161/72*. Herstellung des Versuchsmaterials. Chemische Zusammensetzung. Festigkeitseigenschaften. Spezifische Schlagarbeit. Härtebestimmung. Spezifisches Gewicht. Metallographische Untersuchung.

Iron pyrites and the oxidation of coal. Von Drakeley. Coll. Guard. 20. Okt. S. 762/3*. Untersuchungen über die Bedeutung des Vorhandenseins von Schwefelkies in der Kohle.

Über Neuerungen auf dem Gebiete der Mineralölanalyse und Mineralölindustrie im Jahre 1915. Von Singer. (Schluß.) Petroleum. 4. Okt. S. 20/6. Zusammenstellung neuer Patente und Veröffentlichungen über verschiedene Vorrichtungen für die Verwendung oder Behandlung von Ölen, über Sicherheitsvorrichtungen und Hygiene, Behälter und Beförderungsmittel sowie über Gesetzgebung, Volkswirtschaftliches und Statistisches auf dem genannten Gebiete.

Lagerung feuergefährlicher Flüssigkeiten. Von Buchholz. Z. Schieß. Sprengst. 1. Novemberheft. S. 371/2. Die geltenden polizeilichen Vorschriften, die durch technische Sicherheitsmaßregeln ergänzt werden müssen. Als vorbildlich werden die vom Regierungspräsidenten in Königsberg vorgeschriebenen Maßnahmen angeführt.

Thermodynamische Sprengstoffuntersuchungen. Von Jörg. (Forts.) Z. Schieß. Sprengst. 1. Novemberheft. S. 367/70*. Die entbundene Gasmenge und ihre Zusammensetzung. Die Explosionstemperatur. (Schluß f.)

Über Bleinitratohypophosphit und verwandte Verbindungen. Von v. Herz. Z. Schieß. Sprengst. 1. Novemberheft. S. 365/7. Der Weg, auf dem man zum Bleinitratohypophosphit gelangt ist. Seine Darstellung und Eigenschaften. (Schluß f.)

Gleichgewichtsbedingungen für Flüssigkeitsströmungen in geraden Leitungen. Von Camerer. Z. d. Ing. 4. Nov. S. 917/21*. Ableitung von Gesetzen über im Innern von Flüssigkeiten auftretende, als Schubspannungen anzusprechende Tangentialkräfte. Erläuterung des Wesens, der Größe und der Berechnungsmöglichkeit der Schleppkraftarbeit.

Volkswirtschaft und Statistik.

Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung, erläutert im Hinblick auf den Stand der Elektrizitätsversorgung in Bayern und Baden. Von Schutzer. E. T. Z. 9. Nov. S. 605/6. Erörterung der von Bayern und Baden getroffenen Maßnahmen. Vorschlag für die Ausgestaltung der Elektrizitätsversorgung über ganz Deutschland.

Verkehrs- und Verladewesen.

Coal and shipping. VIII. Von Warden-Stevens. Coll. Guard. 20. Okt. S. 745/7*. Lade-, Entlade- und Lagerungseinrichtungen für Kohle in Cristobal am Panama-Kanal. (Forts. f.)

Über die Verladung und Förderung von Hüttenkoks mit mechanischen Fördermitteln. Von Dietrich. (Schluß.) St. u. E. 9. Nov. S. 1084/91*. Die für die Fernverladung von Koks in Betracht kommenden verschiedenartigen Einrichtungen und Verfahren.

Personalien.

Zu Bergrevierbeamten sind ernannt worden:

der Berginspektor Bergrat Westphal in Kattowitz für das Bergrevier Süd-Kattowitz,

der Berginspektor Liebenam vom Bergrevier Nordhausen unter Beilegung des Titels Bergmeister für das Bergrevier West-Kottbus.

Das Eiserne Kreuz erster Klasse ist verliehen worden:

dem Bergassessor Versé (Bez. Bonn), Oberleutnant und Batterieführer,

dem Bergreferendar Hagen (Bez. Clausthal), Leutnant d. R. im Fuß-Art.-Rgt. 5.

Das Eiserne Kreuz ist verliehen worden:

dem Direktor der Aachener Bergschule, Professor Stegemann, Oberleutnant und Kompagnieführer im Landsturm-Inf.-Batl. I Köln,

dem Bergreferendar Sauerbrey (Bez. Clausthal), Kriegsfreiw. Unteroffizier.

Dem Kgl. Blaufarbenwerksdirektor a. D. Geh. Bergrat Wünsche, dem Hüttenamtmann Dr.-Ing. Schütz in Oberschlema und dem Blaufarbenwerksdirektor Oberbergrat Baudenbacher in Niederpfannenstiel ist das Kgl. Sächsische Kriegsverdienstkreuz verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fand am 15. Oktober im Alter von 28 Jahren der Bergassessor Karl Masling (Bez. Dortmund), Kriegsfreiw. Unteroffizier im 2. Garde-Feld-Art.-Rgt.

Julius Fischer †.

Am 30. Oktober erlag der Direktor der Königlichen Bergakademie zu Clausthal, Professor für Bergbaukunde und Volkswirtschaftslehre, Geh. Bergrat Julius Fischer, im Alter von 60 Jahren ganz unerwartet einem Schlaganfall.

Als der Verstorbene 1909 sein Amt übernahm, hatte er bereits mehrere Jahre enge Fühlung mit der Bergakademie gehalten, auch die letztgenannte Vorlesung übernommen und sein Wirken als Mitglied des Oberbergamts schon der Möglichkeit einer solchen Berufung angepaßt. Damals blühte der Kalibergbau im Oberbergamtsbezirk Clausthal mächtig auf, und es galt, in viele technische Einzelfragen einzudringen. Diese lagen gerade auf den Gebieten des Abteufens, der Vorrichtung und der Wetterlehre, denselben Gebieten, die ihm später bei der Teilung der Vorlesung über Bergbaukunde zufielen.

Als der Ruf an ihn erging, sagte er freudig zu, und der Unterzeichnete erinnert sich noch seiner Worte, die er damals beim Eintritt in den neuen Kollegenkreis sagte. Er sprach von dem Schulmeisterblut, das sich in seiner Familie nun schon seit 200 Jahren vererbt habe; das hätte sich wieder geregt, und er betrachte es als höchstes Ziel, vor der Jugend zu lehren und ihr zu nützen.

Wer ihn kannte und so temperamentvoll und frisch sprechen hörte, glaubte ihm. Fischer hat diesen Glauben nicht betrogen und zusammen mit Professor Fritz Jüngst, den seit 13 Monaten die Erde des Schlachtfeldes in der Champagne deckt, den Lehrstuhl für Bergbaukunde gut verwaltet.

Als Akademiedirektor kam Fischer in eine günstige Zeit. Der Neubau der Bergakademie gab die Möglichkeit, die Zahl der Lehrstühle zu vergrößern und die Laboratorien und Sammlungen zu erweitern. Es fehlte auch nicht an Wohlwollen; nur mußte die werbende Arbeit zielbewußt, geschickt und maßvoll angesetzt werden, damit es nicht verscherzt wurde. Hierzu war Fischer der richtige Mann. Er hat eigentlich alles erreicht, was er beantragte, weil er nur das erbat, was sich überzeugend begründen und nutzvoll ausgestalten ließ.

Die Gabe, mit der studierenden Jugend zu verkehren, besaß Fischer in hohem Grade. Er hatte Sinn für alles Gute und Schöne, für die Natur, die Musik, für unsere deutschen Kraftgestalten, wie Martin Luther und Bismarck, auch für bergmännische Poesie, die hier in den tannenbedeckten Harzbergen seit Jahrhunderten gepflegt worden ist. Da findet sich der richtige jugendfrische Ton von selbst.

Sein Lebensgang ist bald geschildert. Geboren in Hildesheim, hat er dort und in Osnabrück, wo sein Vater Direktor des Realgymnasiums war, seine Jugend verlebt. 1875 wurde er als Bergbaubeflissener beim Oberbergamt Dortmund angenommen, 1880 Bergreferendar, 1884 Bergassessor und dann im Dienste der Salzämter Schönebeck und Artern beschäftigt. In Schönebeck erfand er einen nach ihm benannten Salztrockenapparat. In Artern war er Werksdirektor mit dem Titel Bergrat und hatte gleichzeitig einige fiskalische Braunkohlengruben zu verwalten. Im Jahre 1902 wurde er als Oberbergrat Mitglied des Oberbergamts Clausthal und 1909 zum Akademiedirektor und Professor mit dem Rang der Räte 3. Klasse und dem Titel Geheimer Bergrat berufen.

Nun hat Julius Fischer, unser Kollege und Freund, am 4. November auf dem Friedhof in Clausthal seine letzte Schicht verfahren.

Ehre seinem Andenken!

B. Osann.