

sollen zunächst die Bedingungsgleichungen aufgestellt werden, weil daraus alle andern Gleichungen sowohl für den ganzen Wascherteil I als auch für den Wascherteil II verhältnismäßig leicht abzuleiten sind. Die frühere Bezeichnung der einzelnen Größen sei im übrigen beibehalten. Im weitem Verlauf der Betrachtungen soll die soeben beschriebene Arbeitsweise einer Wascheranlage das »Verfahren (Q + U)« zum Unterschied von jenem »Verfahren Q« genannt werden, bei dem nur eine durchlaufende Ölmenge Q über die Wascher geleitet wird, die schließlich im gesättigten Zustand zur weitem Verarbeitung zur Benzolfabrik fließt.

Nach dem Kontinuitätsprinzip erhält man zunächst für die Waschfläche F bis zum Schnitt x-x gemäß Abb. 5 die Gleichung

$$V (\gamma_1 - \gamma) = (Q + U) (C_1 - C) \dots\dots\dots 78,$$

wenn C und γ den Benzolgehalt im Washöl bzw. Gas an der Schnittstelle x-x bezeichnen. In gleicher Weise erhält man, ebenfalls gemäß Abb. 5, zwei Gleichungen für den ganzen Wascherteil I bzw. die Waschfläche F₁:

$$V (\gamma_1 - \gamma_2) = (Q + U) (C_1 - C_2) = Q (C_1 - C_3) \dots\dots\dots 79$$

und ebenso eine Gleichung für den Wascherteil II bzw. die Waschfläche F₂:

$$V (\gamma_2 - \gamma_3) = Q (C_3 - C_4) \dots\dots\dots 80.$$

Setzt man nunmehr in die Gleichungen 78, 79 und 80 für γ , γ_1 , γ_2 und γ_3 aus der Gleichung 49 ihre Werte:

$$\frac{P m_1}{R_0 T}, \frac{P_1 m_1}{R_0 T}, \frac{P_2 m_1}{R_0 T}, \text{ und } \frac{P_3 m_1}{R_0 T}$$

ein, so wird der Reihe nach:

$$\frac{V m_1}{R_0 T} (P_1 - P) = (Q + U) (C_1 - C) \dots\dots\dots 81,$$

$$\frac{V m_1}{R_0 T} (P_1 - P_2) = (Q + U) (C_1 - C_2) \dots\dots\dots 82,$$

$$\frac{V m_1}{R_0 T} (P_1 - P_2) = Q (C_1 - C_3) \dots\dots\dots 83,$$

$$\frac{V m_1}{R_0 T} (P_2 - P_3) = Q (C_3 - C_4) \dots\dots\dots 84.$$

Aus Gleichung 81 folgt:

$$C = C_1 - \frac{V m_1}{R_0 T (Q + U)} (P_1 - P) \dots\dots\dots 85$$

und aus 83:

$$C_1 = \frac{V m_1}{R_0 T Q} (P_1 - P_2) + C_3 \dots\dots\dots 86.$$

Zur Bestimmung von C₂ folgt aus der letzten der beiden Gleichungen 79 oder auch unmittelbar unter der Berücksichtigung, daß sich die Benzolmengen Q C₃ + U C₁ zu (Q + U) C₂ vermischen:

$$C_1 - C_2 = \frac{Q}{U} (C_2 - C_3) \dots\dots\dots 87.$$

Diesen Wert in 82 eingesetzt und nach C₂ aufgelöst, ergibt:

$$C_2 = \frac{V m_1 U (P_1 - P_2)}{R_0 T Q (Q + U)} + C_3 \dots\dots\dots 88.$$

Schließlich wird aus 84:

$$C_3 = \frac{V m_1 (P_2 - P_3)}{R_0 T Q} + C_4 \dots\dots\dots 89.$$

Außer diesen 4 Bedingungsgleichungen 85, 86, 88 und 89 zur Bestimmung von C, C₁, C₂ und C₃ erhält man zur Bestimmung von P, P₂ und P₃ aus der Hauptgleichung 70 bzw. 72 noch weitere 3 Gleichungen:

$$P = (P_1 - p_0 g C_1) \frac{1}{e^{u_x}} + p_0 g C \dots\dots\dots 90$$

$$P_2 = (P_1 - p_0 g C_1) \frac{1}{e^{u_1}} + p_0 g C_2 \dots\dots\dots 91$$

$$P_3 = (P_2 - p_0 g C_3) \frac{1}{e^{u_2}} + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 92.$$

Der Kürze halber sind in den Gleichungen 90, 91 und 92 für die Werte der Exponenten von e gesetzt:

$$u_x = k F \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q + U} \right) \dots\dots\dots 93$$

$$u_1 = k F_1 \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q + U} \right) \dots\dots\dots 94$$

$$u_2 = k F_2 \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q} \right) \dots\dots\dots 95.$$

Aus den aufgestellten 7 Gleichungen 85, 86, 88, 89, 90, 91 und 92 können nunmehr die 7 Unbekannten C, C₁, C₂, C₃, P, P₂ und P₃ durch die algebraischen Rechnungen aus den gegebenen Größen der Wascheranlagen bestimmt werden. Der Benzolgehalt des Gases γ_1 bzw. der entsprechende Benzolteildruck P₁ am Gaseintritt sowie der Benzolgehalt C₄ im auflaufenden Washöl und die Gasmenge V sind im praktischen Betriebe gegebene Größen, weshalb die genannten Unbekannten durch diese und die andern bekannten Größen der Wascheranlage bestimmt werden müssen.

Bei den weitem Betrachtungen kommt es aber weniger auf die Bestimmung dieser einzelnen Größen an als vielmehr auf die Ermittlung der Größe des eigentlichen Benzolausbringens in der ganzen Wascheranlage bzw. ihren einzelnen Teilen. Im praktischen Betriebe wird es meistens in Prozenten angegeben und deshalb als »prozentuales Ausbringen« bezeichnet. Wie leicht erkennbar, läßt sich dieses sog. prozentuale Ausbringen beispielsweise für den Wascherteil I durch den Faktor $\frac{V (\gamma_1 - \gamma_2)}{V \gamma_1} 100$ ausdrücken, oder wenn man γ_1 und γ_2 durch die entsprechenden Benzolteildrucke im Gas ersetzt, wird das prozentuale Ausbringen gleich $\frac{P_1 - P_2}{P_1} 100$. Den Faktor $\frac{P_1 - P_2}{P_1}$ kann man nach einer bekannten Bezeichnungswiese im Maschinenbau sinngemäß als den Wirkungsgrad der Wascheranlage bezeichnen. Für das Teilstück im Wascherteil I, das dem Waschflächenstück F entspricht, also bis zur Höhe des Schnitts x-x gerechnet, soll er bezeichnet werden mit

$$w_x = \frac{P_1 - P}{P_1} \dots\dots\dots 96$$

und für den ganzen Wascherteil I oder die Waschfläche F_1 mit

$$w_1 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \dots\dots\dots 97,$$

für den obern Teil II oder die Waschfläche F_2 mit

$$w_2 = \frac{P_2 - P_3}{P_1} \dots\dots\dots 98$$

und für die beiden Wascherteile I und II zusammen oder die gesamte Waschfläche $F_t = F_1 + F_2$ mit

$$w_t = w_1 + w_2 = \frac{P_1 - P_3}{P_1} \dots\dots\dots 99.$$

Eine Vereinfachung der Gleichungen 85, 86 und 88

$$p_0 g C = \frac{V m_1 p_0 g}{R_0 T Q} \left[(P_1 - P_3) - \frac{Q (P_1 - P)}{(Q + U)} \right] + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 102$$

oder:

$$p_0 g C = a \left[P_1 - P_3 - \frac{Q (P_1 - P)}{Q + U} \right] + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 103,$$

wenn zur Abkürzung

$$\frac{V m_1 p_0 g}{R_0 T Q} = a \dots\dots\dots 104$$

gesetzt wird. Ebenso findet man der Reihe nach aus den Gleichungen 86, 88 und 89:

$$p_0 g C_1 = a (P_1 - P_3) + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 105$$

$$p_0 g C_2 = a \left[\frac{U}{Q + U} (P_1 - P_2) + P_2 - P_3 \right] + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 106$$

$$p_0 g C_3 = a (P_2 - P_3) + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 107.$$

Nunmehr kann die nähere Bestimmung der genannten prozentualen Benzolausbringen erfolgen.

Setzt man aus 103 und 105 die Werte für $p_0 g C$ und $p_0 g C_1$ in die Gleichung 90 ein, so wird:

$$P = \left[P_1 - a (P_1 - P_3) - p_0 g C_4 \right] \frac{1}{e^{u_x}} + a \left[(P_1 - P_3) - \frac{Q (P_1 - P)}{Q + U} \right] + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 108.$$

Wird diese Gleichung mit -1 multipliziert, dann auf beiden Seiten um P_1 vergrößert und endlich durch P_1 dividiert, so erhält man unter Berücksichtigung der Gleichungen 96 und 99 den sog. Wirkungsgrad der Wascheranlage für das Flächenstück F zu:

$$w_x = \frac{P_1 - P}{P_1} = \frac{e^{u_x} - 1}{e^{u_x}} + \frac{a}{e^{u_x}} w_t - \frac{p_0 g C_4}{P_1} \cdot \frac{e^{u_x} - 1}{e^{u_x}} - a w_t + \frac{a w_x Q}{Q + U}$$

oder vereinfacht:

$$w_x \left(1 - \frac{a Q}{Q + U} \right) = \frac{e^{u_x} - 1}{e^{u_x}} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} \right) - a w_t \frac{e^{u_x} - 1}{e^{u_x}}$$

oder

$$w_x \frac{Q + U - a Q}{Q + U} = \frac{e^{u_x} - 1}{e^{u_x}} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_t \right)$$

läßt sich in der Weise vornehmen, daß beispielsweise zur Bestimmung von C der Wert C_1 aus 86 in 85 und für C_3 sein Wert aus 89 eingesetzt wird. Dann ergibt sich:

$$C = \frac{V m_1}{R_0 T Q} (P_1 - P_2) + \frac{V m_1 (P_2 - P_3)}{R_0 T Q} - \frac{V m_1 (P_1 - P)}{R_0 T (Q + U)} + C_4 \dots\dots\dots 100$$

oder:

$$C = \frac{V m_1}{R_0 T Q} \left[(P_1 - P_3) - \frac{Q (P_1 - P)}{(Q + U)} \right] + C_4 \dots\dots\dots 101.$$

Nach Multiplikation der Gleichung 101 mit $p_0 g$ wird:

$$p_0 g C = \frac{V m_1 p_0 g}{R_0 T Q} \left[(P_1 - P_3) - \frac{Q (P_1 - P)}{(Q + U)} \right] + p_0 g C_4 \dots\dots\dots 102$$

und daraus:

$$w_x = \frac{(e^{u_x} - 1) (Q + U)}{e^{u_x} (Q + U - a Q)} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_t \right) \dots\dots\dots 109.$$

Aus der vorstehenden Gleichung 109 findet man verhältnismäßig leicht auch die Werte w_1 und w_2 des prozentualen Ausbringens der untern und obern Wascherteile I und II. Zur Bestimmung von w_1 aus der Gleichung 109 muß beachtet werden, daß $w_t = w_1 + w_2$ ist und $w_x = w_1$ sowie $u_x = u_1$ wird. Diese Werte in 109 eingesetzt, ergibt:

$$w_1 = \frac{(e^{u_1} - 1) (Q + U)}{e^{u_1} (Q + U - a Q)} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_1 - a w_2 \right)$$

oder, nach w_1 aufgelöst:

$$w_1 \left(1 + \frac{(e^{u_1} - 1) (Q + U) a}{e^{u_1} (Q + U - a Q)} \right) = \frac{(e^{u_1} - 1) (Q + U)}{e^{u_1} (Q + U - a Q)} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_2 \right) \dots\dots\dots 110.$$

Der Faktor von w_1 in der vorstehenden Gleichung läßt sich nach Auflösung der Klammern auch schreiben

$$\frac{(Q + U) (e^{u_1} - a) + a e^{u_1} U}{e^{u_1} (Q + U - a Q)}$$

Diesen Wert in Gleichung 110 auf die rechte Seite gebracht, ergibt:

$$w_1 = \frac{(e^{u_1} - 1) (Q + U)}{(Q + U) (e^{u_1} - a) + a e^{u_1} U} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_2 \right),$$

oder Zähler und Nenner der rechten Seite durch $Q + U$ dividiert:

$$w_1 = \frac{e^{u_1} - 1}{e^{u_1} - a + \frac{a e^{u_1} U}{Q + U}} \left(1 - \frac{p_0 g C_4}{P_1} - a w_2 \right) \dots\dots\dots 111.$$

Setzt man in dieser Gleichung C_4 gleich C_3 , was praktisch eintritt, wenn der obere Wascherteil ausgeschaltet wird und kein Gas durch ihn hindurchgeht, so wird $w_2 = 0$, und es ist, wenn dieses Ausbringen des untern Teiles allein beim Stilliegen des obern Teiles mit w_a bezeichnet wird:

$$w_a = \frac{e^{u_1} - 1}{e^{u_1} - a + \frac{a e^{u_1} U}{Q + U}} \left(1 - \frac{p_0 g C_3}{P_1} \right) \dots\dots\dots 112.$$

Natürlich bedeutet C_3 in diesem Fall den Benzolgehalt des auflaufenden Waschöls, wie es von der Benzolfabrik kommt. Gleichung 112 läßt sich auch benutzen, um das prozentuale Benzolausbringen w_b des obren Wascher-teiles allein, d. h. bei Nichtberücksichtigung des untern Teils, zu bestimmen, indem $U = 0$, $u_1 = u_2$ und wieder $C_3 = C_4$ gesetzt wird. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß Gleichung 112 nicht das prozentuale Benzolausbringen ergibt, das sich auf die ganze in der Wascheranlage auszuwaschende Benzolmenge bezieht, sondern nur auf die Benzolmenge allein, die in den betrachteten Wascherteil, hier also Teil II, eintritt. Der Benzolgehalt im eintretenden Gase dieses Teiles ist ja durch γ_2 bzw. P_2 bestimmt und demnach dieses letztgenannte Benzolausbringen:

$$w_b = \frac{P_2 - P_3}{P_2} = \frac{e^{u_2} - 1}{e^{u_2} - a} \left(1 - \frac{P_0 g C_4}{P_2} \right) \dots\dots 113,$$

wobei, wie erwähnt, dieses Ausbringen w_b von dem früher erklärten $w_2 = \frac{P_2 - P_3}{P_1}$ wohl zu unterscheiden ist. Die Gleichung 113 ist insofern für die gesamten Betrachtungen wichtig, als sie das Benzolausbringen eines gewöhnlichen Waschers nach dem »Verfahren Q« ergibt, bei dem nicht noch eine besondere Waschölmenge U herumgepumpt wird, was ja in der Praxis hauptsächlich der Fall, und wie weiter unten gezeigt werden wird, auch das einzig Richtige ist. Für die vorläufigen Betrachtungen wird aber nicht das Ausbringen w_b , sondern $w_2 = \frac{P_2 - P_3}{P_1}$ gebraucht.

Schreibt man Gleichung 111 in der Form:

$$w_1 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} = y \left[1 - \frac{P_4}{P_1} - a \frac{P_2 - P_3}{P_1} \right] \dots\dots 114$$

und Gleichung 113 in der Form:

$$w_b = \frac{P_2 - P_3}{P_2} = z \left(1 - \frac{P_4}{P_2} \right) \dots\dots\dots 115,$$

indem der Kürze halber

$$y = \frac{e^{u_1} - 1}{e^{u_1} - a + \frac{a e^{u_1} U}{Q + U}} \dots\dots\dots 116$$

$$P_4 = P_0 g C_4 \dots\dots\dots 117$$

und

$$z = \frac{e^{u_2} - 1}{e^{u_2} - a} \dots\dots\dots 118$$

gesetzt wird, so läßt sich P_2 aus den beiden Gleichungen 114 und 115 eliminieren und P_3 bestimmen.

Nach 114 wird, wenn beide Seiten mit P_1 multipliziert werden:

$$P_1 - P_2 = y (P_1 - P_4 - a P_2 + a P_3)$$

oder

$$P_2 = \frac{P_1 (y - 1) + y (a P_3 - P_4)}{y a - 1} \dots\dots\dots 119.$$

Multipliziert man Gleichung 115 mit P_2 , so erhält man:

$$P_2 = z (P_2 - P_4) + P_3$$

oder

$$P_2 (1 - z) = P_3 - z P_4$$

und daraus

$$P_2 = \frac{P_3 - z P_4}{1 - z} \dots\dots\dots 120,$$

und wenn die rechten Seiten der Gleichungen 119 und 120 einander gleichgesetzt werden:

$$P_1 \frac{(y - 1) + y (a P_3 - P_4)}{y a - 1} = \frac{P_3 - z P_4}{1 - z}$$

oder:

$$P_1 (y - 1) (1 - z) + P_3 y a (1 - z) - P_4 y (1 - z) = P_3 (y a - 1) - P_4 (y a - 1) z$$

oder, wenn man die Klammerausdrücke ausmultipliziert und nach $-P_3$ auflöst:

$$-P_3 = \frac{P_1 (y - yz + z - 1) - P_4 (y - yz - yza + z)}{1 - yza} \dots\dots 121.$$

Addiert man auf beiden Seiten dieser Gleichung noch P_1 , so erhält man:

$$P_1 - P_3 = \frac{P_1 (y - yz + z - 1 + 1 - yza) - P_4 (y - yz - yza + z)}{1 - yza} = (P_1 - P_4) \frac{y - yz - yza + z}{1 - yza}$$

Wird diese Gleichung auf beiden Seiten durch P_1 dividiert, so wird:

$$w_{Q+U} = \frac{P_1 - P_3}{P_1} = \frac{y + z - yz(1+a)}{1 - yza} \left(1 - \frac{P_4}{P_1} \right) \dots\dots 122.$$

Setzt man in diese Gleichung die Werte y , z und P_4 aus den Gleichungen 116, 117 und 118 wieder ein, so erhält man die Endgleichung zur Berechnung des gesamten Benzolausbringens von einer Wascheranlage nach dem »Verfahren (Q + U)« gemäß Abb. 5, bei der eine gewisse Menge Waschöl, die mit U bezeichnet worden ist, außer der zur Benzolfabrik fließenden Waschölmenge Q über ein beliebiges Stück der ganzen Waschfläche noch besonders herumgepumpt wird.

Da die gewonnene Gleichung 122 ohne irgendwelche einschränkende Voraussetzungen abgeleitet worden ist und alle für das Endergebnis maßgebenden Faktoren enthält, so stellt sie eine allgemein gültige Formel für das Benzolausbringen einer beliebigen Wascheranlage dar. Sie soll im folgenden zur Untersuchung des Einflusses verschiedener einzelner Faktoren auf das Benzolausbringen benutzt werden.

Der Einfluß des »Umpumpens« von Waschöl auf das Benzolausbringen.

Mit Hilfe der vorstehend abgeleiteten Beziehungen läßt sich nunmehr auch die bereits in der Einleitung dieser Abhandlung gestreifte Frage entscheiden, ob in einer gegebenen Wascheranlage mit bestimmter Waschfläche F_t das Benzolausbringen größer oder kleiner wird, jenachdem das »Verfahren Q« oder das »Verfahren (Q + U)« angewandt wird. Man kann bei der Einrichtung und Betriebsweise einer solchen Anlage von zwei Gesichtspunkten ausgehen. Entweder wird beabsichtigt, bei einer gegebenen Wascheranlage das Benzolausbringen dadurch zu erhöhen, daß außer der durchlaufenden Ölmenge Q noch eine Ölmenge U

nach dem Verfahren (Q + U) besonders herumgepumpt wird, oder man will die nach dem Verfahren Q benötigte Ölmenge, mit der ein bestimmtes Benzol ausbringen erreicht wird, durch das Verfahren (Q + U) verringern. An sich läuft die Beurteilung dieser beiden Gesichtspunkte auf dasselbe hinaus, nämlich zahlenmäßig zu entscheiden, ob sich der Wirkungsgrad einer Wascheranlage, die nach dem Verfahren Q betrieben wird, unter gewissen Bedingungen vergrößern läßt, wenn die Wascher nach dem Verfahren (Q + U) umgebaut und betrieben werden.

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen auf Grund der bisher gewonnenen mathematischen Beziehungen muß man sich zunächst über die einzelnen Größen klar werden, die bei der mathematischen Behandlung in den verschiedenen Gleichungen als sogenannte Konstanten oder als abhängig oder unabhängig veränderliche Größen auftreten.

In den meisten Fällen wird zur Berechnung einer Wascheranlage, wie schon erwähnt wurde, die Gasmenge V und ihr Benzolgehalt γ_1 oder, was dasselbe ist, der Teildruck P_1 des Benzols im Gase gegeben sein. Ebenso wird das Benzol ausbringen oder der Wirkungsgrad der Wascheranlage, der erreicht werden soll, vorgeschrieben sein, woraus dann die Waschfläche und die Ölmenge zu bestimmen sind. Zu dieser theoretischen Beweisführung, die im vorliegenden Fall allein die vollständige Beantwortung der aufgeworfenen Fragen gibt, seien zur bessern Übersicht die hauptsächlich in Frage kommenden Bezeichnungen und Gleichungen noch einmal zusammengestellt. Nach den frühern Angaben bezeichnet:

Q in cbm die in 24 st durchlaufende Ölmenge, die von den Waschern zur Benzolfabrik fließt,

U in cbm die in derselben Zeit umlaufende Ölmenge, die nach dem Verfahren (Q + U) außer Q noch besonders herumgepumpt wird,

V in cbm die Gasmenge, die in derselben Zeit durch die Wascher strömt.

Außerdem seien bezeichnet mit:

w_Q der Wirkungsgrad der gegebenen Wascheranlage, wenn sie nach dem Verfahren Q arbeitet,

w_{Q+U} der Wirkungsgrad derselben Wascheranlage, wenn sie nach dem Verfahren (Q + U) arbeitet,

F_1 gemäß Abb. 5 die Waschfläche des untern Wascher-teils I,

F_2 gemäß Abb. 5 die Waschfläche des obren Wascher-teils II,

$F_t = F_1 + F_2$ die Waschfläche der gesamten Wascher-anlage.

Außerdem wird noch zur Abkürzung gesetzt:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{P_0 g m_1 V}{R_0 T Q}; & b &= \frac{P_0 g m_1 V}{R_0 T}; \\ i &= \frac{R_0 T}{m_1 V}; & K &= 1 - \frac{P_0 g C_1}{P_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots 123.$$

Setzt man in 113 für den Exponenten u_2 den Wert:

$$u_2 = k F_t \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{P_0 g}{Q} \right) = i k F_t (1 - a) \dots 124$$

und P_1 für P_2 , weil der Benzoldampfdruck am Gas-eingang der gesamten Wascheranlage auch früher mit P_1 bezeichnet worden ist, so ergibt sich der Wirkungsgrad einer Wascheranlage, die nach dem Verfahren Q arbeitet, zu:

$$w_Q = \frac{e^{u_1} - 1}{e^{u_1} - a} K \dots\dots\dots 125.$$

Ebenso findet man nach 122 den Wirkungsgrad der gleichgroßen Wascheranlage, wenn sie nunmehr nach dem Verfahren (Q + U) eingerichtet und betrieben wird, zu:

$$w_{Q+U} = \frac{y + z - yz(1+a)}{1 - yza} K \dots\dots\dots 126.$$

Nach 116 und 118 bezeichnet in dieser Gleichung außer den andern vorstehend erklärten Größen:

$$y = \frac{e^{u_1} - 1}{e^{u_1} - a + \frac{a e^{u_1} U}{Q + U}} \dots\dots\dots 127$$

$$z = \frac{e^{u_2} - 1}{e^{u_2} - a} \dots\dots\dots 128$$

und nach 94 und 95 mit Berücksichtigung von 123:

$$u_1 = i k F_1 \left(1 - \frac{a Q}{Q + U} \right) \dots\dots\dots 129$$

$$u_2 = i k F_2 (1 - a) \dots\dots\dots 130.$$

Wird der Wert u_1 aus 124 in 125 eingesetzt, so ersieht man leicht, daß F_t bei gegebenem Benzol ausbringen nur allein von Q abhängt oder natürlich auch umgekehrt Q von F_t . In übersichtlicher Weise läßt sich diese Abhängigkeit schaubildlich darstellen, was später bei der Berechnung eines praktischen Falles erfolgt. Werden u_1 und u_2 aus 129 und 130 in 127 und 128 eingesetzt und für y und z die gefundenen Werte schließlich in 126, so erkennt man, daß für die im praktischen Betriebe vorkommenden Fälle im allgemeinen nur die drei Größen F_2 , Q und U als Veränderliche, und zwar als voneinander unabhängig Veränderliche, in Betracht kommen, nämlich dann, wenn wie im folgenden das Benzol ausbringen w_{Q+U} ermittelte oder der Einfluß der genannten Größen auf dieses Benzol ausbringen untersucht werden soll, und daß dann γ_1 , V, F_t usw. gegeben, also konstante Größen sind. Bei gegebenem F_t ist F_2 natürlich mit F_1 veränderlich. Dort, wo die Größen F_1 oder F_2 vorkommen, kann also nach Bedarf die eine durch die andere aus der einfachen Beziehung $F_t = F_1 + F_2$ leicht ersetzt werden.

Bei der Berechnung einer Wascheranlage nach dem Verfahren (Q + U) kann jedenfalls auch der Einfluß festgestellt werden, den jede einzelne der genannten Veränderlichen auf das Benzol ausbringen w_{Q+U} hat, indem man Gleichung 126 jedesmal partiell nach der betreffenden Veränderlichen differenziert. Wird dann der in Betracht kommende Differentialquotient beispielsweise positiv, so bedeutet dies, daß sich das Benzol ausbringen durch Vergrößerung der betreffenden Veränderlichen erhöht. Umgekehrt wird sich also beim Anwachsen dieser Veränderlichen das Benzol ausbringen

verringern, wenn der gefundene Differentialquotient negativ wird.

Läßt sich also für den vorliegenden Fall, wo der Einfluß der Veränderlichen U auf das Benzolausbringen w_{Q+U} untersucht werden soll, feststellen, daß unter bestimmten Bedingungen der aus der Gleichung 126 abzuleitende Differentialquotient $\frac{d w_{Q+U}}{d U}$ negativ wird, so würde damit der Beweis erbracht sein, daß das Benzolausbringen mit zunehmendem U abnimmt. Umgekehrt würde natürlich w_{Q+U} mit U wachsen, wenn sich $\frac{d w_{Q+U}}{d U}$ als positiv ergäbe. Der genannte

Differentialquotient kann aber aus der allgemeinen Gleichung 126 abgeleitet werden, wenn man beachtet, daß in dieser Gleichung nur y von U abhängig ist, denn nach den Gleichungen 123, 127, 128, 129 und 130 ist nur y eine Funktion von U und u_1 , und nur diese Größe u_1 selbst wieder eine Funktion von U, während die übrigen Bestimmungsstücke (z, a, K) die Veränderliche U überhaupt nicht enthalten.

Für den vorliegenden Fall kann man daher die Gleichung 126 in der Funktionsform schreiben

$$w_{Q+U} = \varphi(y) \dots\dots\dots 126a,$$

und hieraus erhält man beim Differenzieren

$$d w_{Q+U} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy \dots\dots\dots 131.$$

Wird 127 zur Abkürzung in der Funktionsform

$$y = \varphi_1(u_1, U)$$

geschrieben und diese Gleichung partiell nach u_1 und U differenziert, so ist das totale Differential:

$$d y = \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} d u_1 + \frac{\partial \varphi_1}{\partial U} d U \dots\dots\dots 132,$$

und schließlich wird noch nach Gleichung 129, die in der Form

$$u_1 = \varphi_2(U)$$

geschrieben sei,

$$d u_1 = \frac{\partial \varphi_2}{\partial U} d U \dots\dots\dots 133.$$

Für dy in 131 seinen Wert aus 132 und in diese Gleichung für $d u_1$ seinen Wert aus 133 eingesetzt, ergibt:

$$\frac{d w_{Q+U}}{d U} = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} \cdot \frac{\partial \varphi_2}{\partial U} + \frac{\partial \varphi}{\partial U} \right) K \dots\dots\dots 134.$$

Nach 126 wird:

$$K \frac{(1-yza) [1-z(1+a)] + [(y+z- yz(1+a))]za}{(1-yza)^2} \dots\dots\dots 135,$$

worin der Zähler wie folgt umgeformt und vereinfacht werden kann:

$$1-z-za- yza [1-z(1+a)] + yza [1-z(1+a)] + z^2a = 1-z-za+z^2a = (1-z)(1-za),$$

folglich

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = K \frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} \dots\dots\dots 136.$$

Differenziert man 127 partiell nach u_1 , so wird:

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} = \frac{e^{u_1} \left(1 - \frac{aQ}{Q+U}\right)}{y_1^2} \dots\dots\dots 137.$$

Zur Abkürzung ist in dieser Gleichung

$$y_1 = e^{u_1} - a + \frac{a e^{u_1} U}{Q(Q+U)}$$

gesetzt.

Ebenso erhält man aus 127 den partiellen Differentialquotienten nach ∂U :

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial U} = - \frac{b \cdot e^{u_1} (e^{u_1} - 1)}{(Q+U)^2 y_1^2} \dots\dots\dots 138.$$

Aus 129 findet man:

$$\frac{\partial \varphi_2}{\partial U} = \frac{ik F_1 b}{(Q+U)^2} \dots\dots\dots 139.$$

Werden diese Werte in 134 eingesetzt, so erhält man:

$$\frac{d w_{Q+U}}{d U} = \frac{(1-z)(1-za) e^{u_1} \left(1 - \frac{aQ}{Q+U}\right) ik F_1 b K}{(1-yza)^2 y_1^2 (Q+U)^2} - \frac{b e^{u_1} (e^{u_1} - 1) K}{y_1^2 (Q+U)^2} \dots\dots\dots 140,$$

und wenn man berücksichtigt, daß nach Gleichung 129

das Glied $\left(1 - \frac{aQ}{Q+U}\right) ik F_1 = u_1$ ist:

$$\frac{d w_{Q+U}}{d U} = \frac{b e^{u_1} K}{y_1^2 (Q+U)^2} \left[\frac{(1-z)(1-za) u_1}{(1-yza)^2} - (e^{u_1} - 1) \right] \dots\dots\dots 141.$$

Wird die rechte Seite dieser Gleichung 141 negativ, so nimmt w_{Q+U} oder das Benzolausbringen beim Verfahren (Q + U) mit wachsendem U ab und umgekehrt mit abnehmendem U natürlich zu. Da der erste Faktor des Produkts, das nach Gleichung 141 den Ausdruck für $\frac{d w_{Q+U}}{d U}$ bildet, wie leicht ersichtlich ist, lauter positive Glieder enthält, so muß der zweite Faktor, d. h. der Klammerausdruck, negativ sein, wenn $\frac{d w_{Q+U}}{d U}$ negativ werden soll. Die Bedingung für den Eintritt dieses Falles lautet dann offenbar:

$$\frac{(1-z)(1-za) u_1}{(1-yza)^2} < (e^{u_1} - 1) \dots\dots\dots 142$$

oder, sofern u_1 eine positive Größe ist, was nach den weiter folgenden Darlegungen praktisch immer zutrifft,

$$\frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} < \frac{e^{u_1} - 1}{u_1} \dots\dots\dots 142a.$$

Nebenbei sei bemerkt, daß in der vorstehenden Bedingungsungleichung 142 bzw. 142a der vorher mitgeführte Faktor $K = \left(1 - \frac{P_0 g C_4}{P_1}\right)$ nicht mehr enthalten ist. Zur Entscheidung der gestellten Frage, ob das Benzolausbringen mit wachsendem U steigt oder fällt, spielt also der Benzolgehalt C_4 des von der Benzolfabrik her auf die Wascher auflaufenden Waschöls überhaupt keine Rolle.

Der Beweis für die Richtigkeit der Bedingungsungleichung 142a wird geführt, indem man zeigt, daß

für alle praktisch in Betracht kommenden Fälle stets

$$\frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} < 1 \text{ und } 1 < \frac{e^{u_1} - 1}{u_1} \dots\dots 143$$

ist, womit dann die Ungleichung 142a unmittelbar bewiesen ist.

Beweis: Zunächst ist zu berücksichtigen, daß für alle praktisch in Betracht kommenden Fälle die in der linken Hälfte von Ungleichung 142a enthaltenen Größen a , y und z sämtlich echte Brüche, also kleiner als 1 sind. Für a ergibt sich dies aus der erklärenden Gleichung 123 in Verbindung mit der Gleichung 75; hiernach ist nämlich einfach

$$a = \frac{Q_{\min}}{Q}$$

und dieser Größenwert ist praktisch immer ein echter Bruch, da, wie bei Ableitung der Gleichung 75 erörtert worden war, unbedingt die Waschölmenge $Q > Q_{\min}$ sein muß, wenn man überhaupt alles im Gas vorhandene Benzol absorbieren und gewinnen will. Die weiteren Größen y und z ergeben sich überhaupt ohne Einschränkung immer < 1 , denn sie stellen beide, wie ein Vergleich der Gleichungen 127 und 142, bzw. 128 und 125 lehrt, selbst Wirkungsgrade von Benzolwaschern für die Sonderfälle $C_3 = 0$, bzw. $K = 1$ und für $u_t = u_2$ dar und sind als solche von vornherein immer < 1 , da ein Wirkungsgrad gleich 1 bei praktischen Ausführungen, d. h. bei endlicher Waschfläche und Ölmenge, nach den gebrachten Darlegungen unmöglich ist.

Aus diesen Bedingungen $a < 1$, $y < 1$, $z < 1$ findet man die Gültigkeit der ersten in 143 aufgestellten Beziehung

$$\frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} < 1 \text{ wie folgt:}$$

Es ist:

$$\frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} = \frac{(1-z)}{(1-yza)} \cdot \frac{(1-za)}{(1-yza)} \dots\dots 144,$$

und hierbei sind die beiden Quotienten

$$\frac{1-z}{1-yza} < 1$$

und

$$\frac{1-za}{1-yza} < 1.$$

d. h. beide Quotienten sind echte Brüche, weil nämlich in jedem von beiden nach obigen Bedingungen der Subtrahend des Zählers größer als der des Nenners ist und Zähler und Nenner stets positive Größen sind. Das Produkt zweier echter Brüche ist aber stets wieder ein echter Bruch oder < 1 , also ist auch nach Gleichung 144:

$$\frac{(1-z)(1-za)}{(1-yza)^2} < 1,$$

was zu beweisen war.

Die Gültigkeit der zweiten in 143 aufgestellten Beziehung

$$\frac{e^{u_1} - 1}{u_1} > 1$$

läßt sich ebenfalls beweisen, wenn man berücksichtigt, daß hier u_1 nach den erörterten Bedingungen immer

eine positive Größe darstellt. Nach den Gleichungen 129 und 123 ist nämlich

$$u_1 = \frac{k F_1 R_0 T}{m_1 V} \left(1 - \frac{a Q}{Q+U} \right),$$

und hierin ist sowohl der Faktor $\frac{k F_1 R_0 T}{m_1 V}$ immer positiv als auch der Klammerausdruck $\left(1 - \frac{a Q}{Q+U} \right)$ für

alle praktischen Fälle stets eine positive Größe, da der Quotient $\frac{a Q}{Q+U}$ immer einen echten Bruch darstellt, wie

aus der dargelegten Bedingung $a < 1$ unmittelbar hervorgeht. Für die Exponentialfunktion e^{u_1} gilt nun aber die bekannte unendliche Reihe

$$e^{u_1} = 1 + \frac{u_1}{1!} + \frac{u_1^2}{2!} + \frac{u_1^3}{3!} + \frac{u_1^4}{4!} + \dots\dots$$

woraus folgt:

$$\frac{e^{u_1} - 1}{u_1} = \frac{1}{1} + \frac{u_1}{1 \cdot 2} + \frac{u_1^2}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{u_1^3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \dots\dots$$

und diese neue Reihe ergibt für positives u_1 unmittelbar

$$\frac{e^{u_1} - 1}{u_1} > 1,$$

was zu beweisen war.

Mit den vorstehenden beiden Einzelbeweisen für die Ungleichungen 143 ist aber auch die allgemeine Gültigkeit der Bedingungsungleichung 142a bzw. 142 bewiesen und damit festgestellt worden, daß für alle praktisch in Frage kommenden Fälle der Differentialquotient $\frac{d w_{Q+U}}{d U}$ gemäß Gleichung 141 immer negativ ist.

Hiernit ist allgemein und endgültig bewiesen, daß beim »Verfahren (Q+U)« der Wirkungsgrad w_{Q+U} oder das Benzolausbringen für beliebige Durchlaufölmengen Q mit wachsendem U immer kleiner wird, und aus derselben Betrachtung natürlich auch, daß w_{Q+U} immer größer wird, wenn U abnimmt. Der Wirkungsgrad wird demnach am größten, wenn $U = 0$, oder wenn keine besondere Ölmenge U herumgepumpt, d. h. wenn mit einer einfachen durchlaufenden Ölmenge Q gearbeitet wird.

Das besprochene Herumpumpen des Waschöls soll dort, wo es praktisch durchgeführt wird, außer der Erreichung eines erhöhten Benzolausbringens auch den Zweck haben, Q zu verkleinern, damit in der Benzolfabrik weniger Öl als bei dem Verfahren Q zu verarbeiten ist. Auch dieses Ziel ist zweifellos erstrebenswert, aber beim »Herumpumpen« des Öls leider ebensowenig mit Erfolg verbunden, wie das Bestreben, durch das Verfahren (Q+U) eine erhöhte Benzolausbeute zu erreichen.

Daß das Benzolausbringen bei einer bestimmten Wascheranlage, die für gewöhnlich nach dem Verfahren Q arbeitet, beim Verfahren (Q+U) nicht vergrößert, sondern verkleinert wird, ist ja aus den vorstehenden Betrachtungen genügend zu erkennen, nicht aber ohne weiteres, was eintritt, wenn bei der gewöhnlichen Be-

triebsweise einer Wascheranlage die Einrichtung zum Umpumpen des Öles getroffen wird, um die Ölmenge Q bei gleichem Benzolausbringen zu verringern. Aus der ersten Beweisführung ergibt sich, daß das Benzolausbringen durch die Anordnung des Ölpumpens nach dem Verfahren (Q + U) bei gleichbleibendem Q verringert wird. Nimmt man nun bei derselben Wascheranlage, die erstmalig mit einer beliebigen Ölmenge Q₁ betrieben worden war, beim zweiten Mal wieder für die gewöhnliche Betriebsweise oder für das Verfahren Q eine kleinere Ölmenge Q₂ als das erste Mal, so wird zweifellos auch das Benzolausbringen geringer als bei der zuerst verwandten größern Ölmenge Q₁, da das Ausbringen selbstverständlich, wenn auch in gewissen Grenzen, mit der gewählten Ölmenge ganz allgemein steigt und fällt. Wird dann auch das zweite Mal außer Q₂ noch eine Ölmenge U herumpumpert, so fällt damit

das Ausbringen noch mehr, d. h. das Benzolausbringen wird auch in diesem Fall immer kleiner als bei der Ölmenge Q₁ und der gewöhnlichen Betriebsweise.

Die weitem Betrachtungen können deshalb auf solche Wascheranlagen beschränkt werden, die nach dem Verfahren Q arbeiten und für deren Benzolausbringen die Hauptgleichung 125 maßgebend ist. Diese Hauptgleichung gibt Aufschluß über alle wissenswerten Fragen, die zur Beurteilung solcher Wascheranlagen erforderlich sind. Ihrer Wichtigkeit halber sei daher Gleichung 125 hier ohne Abkürzungen niedergeschrieben, indem für jeden der abgekürzten Werte u_t, a, g und K die volle Buchstabengröße eingesetzt und in K noch P₁ durch γ₁ ausgedrückt wird. Dann erhält man als Formel für das Benzolausbringen einer Wascheranlage, für welche die in Abb. 5 gewählten Bezeichnungen gelten, natürlich U = 0 gesetzt:

$$w_Q = \frac{e^{k F_t \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0 Q} \right)} - 1}{e^{k F \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0 Q} \right)} - \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T Q}} \left(1 - \frac{p_0 m_0 C_4}{\gamma_0 R_0 T \gamma_1} \right) \dots \dots \dots 145,$$

und wenn man in dieser Gleichung als Ersatz die vereinfachenden Bezeichnungen gemäß den Gleichungen 75

und 76 verwendet, so erhält man die etwas übersichtlichere Form:

$$w_Q = \frac{e^{\frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0} k F_t \left(\frac{1}{Q_{min}} - \frac{1}{Q} \right)} - 1}{e^{\frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0} k F \left(\frac{1}{Q_{min}} - \frac{1}{Q} \right)} - \frac{Q_{min}}{Q}} \left(1 - \frac{Q_{min} C_4}{V \gamma_1} \right) \dots \dots \dots 145a.$$

Die vorstehenden, für die Bezeichnungen der Abb. 5 gültigen Formeln für w_Q finden zweckmäßig dann Anwendung, wenn in einem Zahlenbeispiel erst der Einfluß einer einfachen durchlaufenden Ölmenge Q und danach, für einzelne bestimmte Werte Q, der weitere Einfluß einer besonders umzupumpenden Waschölmenge gemäß Abb. 5 untersucht werden soll, wofür dann die Gleichung 122 für w_{Q+U} anzuwenden wäre.

wie oben in Aussicht gestellt wurde, nur eine einfache Ölmenge Q in Betracht kommen soll, können an Stelle der Sonderbezeichnungen der Abb. 5 wieder die ursprünglichen und allgemein gültigen Bezeichnungen der Abb. 2 und 4 benutzt werden. Dann ist F an Stelle von F_t und C₂ an Stelle von C₄ der Gleichung 145 bzw. 145a zu setzen, während für das Benzolausbringen an Stelle von w_Q einfach w geschrieben werden soll. Das ergibt

Für alle sonstigen Fälle, wo also von vornherein,

$$w = \frac{e^{k F \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0 Q} \right)} - 1}{e^{k F \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0 Q} \right)} - \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T Q}} \left(1 - \frac{p_0 m_0 C_2}{\gamma_0 R_0 T \gamma_1} \right) \dots \dots \dots 146$$

und entsprechend der Gleichung 145a:

$$w = \frac{e^{\frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0} k F \left(\frac{1}{Q_{min}} - \frac{1}{Q} \right)} - 1}{e^{\frac{p_0 m_0}{m_1 \gamma_0} k F \left(\frac{1}{Q_{min}} - \frac{1}{Q} \right)} - \frac{Q_{min}}{Q}} \left(1 - \frac{Q_{min} C_2}{V \gamma_1} \right) \dots \dots \dots 146a$$

Der Übersichtlichkeit wegen sei die Endformel 146 für w auch noch einmal in der Form:

$$w = \frac{e^u - 1}{e^u - a} \left(1 - \frac{p_0 g C_2}{P_1} \right) = \frac{e^u - 1}{e^u - a} \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right) \dots \dots 147$$

geschrieben.

Die weitere Untersuchung des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Benzolausbringen, die im vorliegenden Abschnitt unter Verwertung der Gleichung 122 begonnen worden war, wird nunmehr an Hand der einfachern Gleichung 146 bzw. 147 erfolgen.

(Forts. f.)

Die Elektrometallurgie der weniger häufigen Metalle in den Jahren 1906 bis 1915.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Wolfram.

Das Metall.

Zur Darstellung des Metalls (und meist auch seiner Legierungen) dienen hauptsächlich die Oxyde, unter ihnen namentlich das Trioxyd, die Wolframsäure; zuweilen auch die Wolframate, von denen der natürlich vorkommende Scheelit in den meisten Fällen auf Wolframeisen verarbeitet wird.

Die durch Aufschließen von Wolframit mit Natriumbisulfat und Schwefelsäure erhaltene Lösung von saurem Natriumwolframat reinigt die Elektrochemische Fabrik Kempen a. Rh., Dr. Brandenburg & Weyland¹ von den als Sulfaten vorhandenen Fremdmetallen durch Elektrolyse.

In großem Maßstabe werden zur Darstellung des Wolframs bis jetzt nur elektrothermische Verfahren benutzt. Diese sind nach G. Gin² selbst für die Erzeugung von praktisch kohlenstoffreiem Wolfram sehr viel billiger als die aluminothermischen, die für 1 kg Metall sicherlich über 1,20 *M* Kosten verursachen. Aus Wolfram- und Molybdäntrioxyd erhielt G. Stein³ beim Erhitzen im Kohlenrohr im elektrischen Ofen (auf etwa 2100°) neben den Metallen niedere Oxyde und Karbide.

H. Moissan⁴ hat durch Erhitzen eines Gemenges von Wolframtrioxyd und Kohle mit 350 Amp und 70 V einen König erschmelzen können, der bei überschüssig verwendetem Oxyd ziemlich rein ist. Besser erzeugt man erst unter Benutzung von überschüssiger Kohle ein Karbid und schmilzt dieses dann mit überschüssiger Wolframsäure. Ein Gemenge von 800 T. Wolframtrioxyd und 80 T. Zuckerkohle liefert⁵ bei 10 min langem Erhitzen mit 900 Amp und 50 V selbst im Kohlentiegel ein kohlenstoffreies Metall, wenn vollständiges Schmelzen vermieden wird.

Daß sich auch aus Wolframit (Manganferrowolframat) durch unmittelbare Reduktion mit Kohle im elektrischen Ofen ein ziemlich reines Metall erhalten läßt, hat E. Defacqz⁶ gezeigt. Er hat aus einem Erz mit 71,76 (72,17) % WO_3 , 7,60 (3,36) FeO , 16,30 (15,50) MnO , 2,28 (1,98) CaO und 1,69 (1,93) SiO_2 im Gemenge mit 14 % Zuckerkohle durch 12 min langes Erhitzen mit 950–1000 Amp und 50–60 V ein mangan- und kalziumfreies Metall mit 92,53 (92,65) % W , 2,37 (2,15) Fe , 5,21 (4,96) C und 0,49 (0,51) Si erhalten⁷. Nimmt man auf 1 Mol. Wolframit 4 At. (15,6 %) Kohlenstoff, so erhält man nach L. Weiß mit A. Martin⁸ (durch 200–250 Amp bei 25 V) neben gelblich-grüner porzellanartiger Schlacke ein feinkörniges, sehr hartes, weißgraues,

stark glänzendes, gut geschmolzenes Metall, das bei Ausgang von einem Erz mit 74,89 % WO_3 , 7,79 FeO , 12,39 MnO , 3,06 CaO , 1,58 SiO_2 und kleinen Mengen anderer Stoffe die Zusammensetzung 81,81 % W , 8,62 Fe , 4,72 Mn , 1,94 Ca , 2,15 C und 0,49 Si hat. Nochmaliges Verschmelzen im elektrischen Lichtbogen mit 20 % Wolframsäure und etwas Flußspat entfernt die größte Menge des Kohlenstoffs und liefert einen harten König mit 86,54 % W , 8,34 Fe , 1,78 Mn , 1,83 Ca , 0,86 Si und 0,24 C . Ein umständlicheres Verfahren, das aber sicher zu ziemlich reinem Metall führt, hat schon früher M. Krieg¹ beschrieben. Er wollte aus Wolframit oder Scheelit und Retortenkoks Elektroden formen und, während zwischen ihnen ein Lichtbogen überging, gegen ihre Enden Chlor leiten. Die sublimierten Chloride werden mit konzentrierter Salzsäure gekocht. Aus der so ausgeschiedenen Wolframsäure formt man nach dem Waschen und Trocknen mit Kokspulver wieder Elektroden und behandelt diese in einer luftdicht geschlossenen Retorte mit hoch gespannten Strömen. Dann sammelt sich auf dem mit Kohlenpulver bedeckten Boden das halb flüssig gewordene Wolfram in Körnchen an.

Durch Kalziumkarbid ist nach F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)² ein kohlenstoffärmeres Metall als durch Kohle zu erhalten³. Nach Gin⁴ ist indessen der Kohlenstoffgehalt noch ziemlich hoch (Gußwolfram). Außerdem aber kommt das Verfahren technisch nicht in Frage, weil das Wolframkarbid den gesamten Schwefel und Phosphor aus dem Kalziumkarbid aufnehmen würde. Ein nicht allzu hoch gekohltes Metall entsteht aus Wolframsäure und etwas weniger als 3 At. Kohle unmittelbar im elektrischen Ofen mit zwei Herden, wenn als mittlere Elektrode ein Wolframsumpf dient. Dann entsteht in der geschmolzenen Schlacke eine obere Reduktions- und eine untere Oxydationszone an der Berührungsstelle von Metall und Schlacke. Das Wolfram wird dadurch gewissermaßen selbsttätig raffiniert, so daß sein Kohlenstoffgehalt unter 2 % sinken kann. Es wird auf 1,5 % gebracht, wenn man eine Nachbehandlung mit 20 % weichem Eisen folgen läßt, und vermindert sich noch mehr, wenn unter Fernhaltung von Kohle geschmolzenes Wolframdioxyd auf die Oberfläche des Bades gebracht wird. Die geeignetste Energiedichte beträgt 130–140 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt bei 50–60 V Spannung.

Benutzt man reines Wolframtrioxyd als geschmolzene Schlacke, so verflüchtigt sich etwas. Der Verlust kann vermieden werden durch Beimischung von Magnesiumaluminat. Mit dem Fortschreiten der Arbeit gibt man frisches Wolframtrioxyd nach. Ist letzteres oder das Dioxyd nur als Pulver zur Hand, so wird dieses mit 4–5 % Teer und 2–3 % trockner Kleie brikettiert.

¹ D. R. P. 149 556 vom 23. Juni 1902.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1908, Bd. 13, S. 516.

³ Z. f. anorg. Chem. 1907, Bd. 55, S. 159.

⁴ Compt. rend. Acad. sci. 1893, Bd. 116, S. 201.

⁵ Compt. rend. Acad. sci. 1896, Bd. 123, S. 13; Ann. Chim. Phys.,

7. Reihe, Bd. 8, S. 570.

⁶ Compt. rend. Acad. sci. 1896, Bd. 123, S. 1288.

⁷ Die Schlacke wies 87,98 (87,92) CaO , 4,35 (4,10) Fe_2O_3 , 10,60 (10,90) WO_3 , 1,41 (1,10) SiO_2 auf.

⁸ Z. f. anorg. Chem. 1910, Bd. 65, S. 296.

¹ D. R. P. 66 177 vom 27. Sept. 1891.

² Amer. P. 898 173 vom 25. Mai 1908, erteilt am 8. Sept. 1908.

³ vgl. bei Vanadium, S. 837.

⁴ a. a. O. S. 508.

Noch weiter (bis auf etwa 0,3%) kann der Kohlenstoffgehalt herabgesetzt werden, wenn man Wolframeisen¹ erzeugt.

Zur Entkohlung von Wolframfäden bringt sie die Siemens & Halske A.G.² in der Leere, die mit Eisessigdämpfen erfüllt ist, zum elektrischen Glühen.

Wie andere Metalle³, so läßt sich auch Wolfram von vornherein kohlenstoffarm erhalten, wenn man zur Reduktion der Oxyde oder Wolframate andere Stoffe als Kohle verwendet.

Silizium z. B. hat F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁴ vorgeschlagen. Nimmt man statt dessen das billigere Siliziumeisen, so geht natürlich etwas Eisen in das Wolfram. Auf diese Weise⁵ hat B. Neumann⁶ Wolframtrioxyd und Wolframit ($\text{FeO} \cdot \text{WO}_3$) verarbeitet. Er trägt das Gemenge in ein durch Wechselstrom von 100 Amp und 30–35 V geschmolzenes und überhitztes Kalk-Tonerde-Gemisch ein, das für die Verschlackung der doppelten Menge Kieselsäure ausreicht. Das in Kugeln durch die Schlacke verteilte spröde Metall enthielt 4,97% Fe, 0,93% C und 2,26% Si. Auch Wolframit liefert das einfache Metall, nicht die Legierung. Aus einem 75%igen Erz wurde ein 97,5%iges Wolfram mit 0,84% Fe, 0,62% C und 0,996% Si erhalten, das, weil die Hitze zur guten Verflüssigung nicht ausreichte, in Adern die Schlacke durchzog. Es empfiehlt sich vielleicht, die höher schmelzende Tonerde allein oder das Silikat $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (Schmelzpunkt 1850°) als Bad zu nehmen.

Nur zur Vollendung der Reduktion benutzt die Firma Electric Furnaces and Smelters Ltd.⁷ das Siliziumeisen, das aber auch bis 50% des Gemisches ausmachen kann⁸. Zweckmäßig wird beispielsweise ein Gemisch aus 75 kg Wolframtrioxyd, 14–18 kg Kalziumkarbid und 7–10 kg Siliziumeisen durch einen elektrischen Bogen oder Widerstand niedergeschmolzen. Die einzig mögliche Verunreinigung des reduzierten Metalls kann durch den Überschuß an Wolframtrioxyd erfolgen, das aber auf mechanischem Wege leicht von der Metallmasse zu trennen ist. In geringer Menge zugesetztes Kalziumfluorid bildet eine Schlacke, die das Metall vor der Aufnahme von Kohle aus den Kohleelektroden schützt. Die letzten Spuren von Kohlenstoff in dem reduzierten Metall werden durch Steigerung der Temperatur auf 2800–2900° beseitigt. Denn bei dieser verbindet sich das Kalzium des gegen Schluß des Schmelzvorgangs zugesetzten Kalks mit dem Kohlenstoff im reduzierten Metall und bildet wieder Kalziumkarbid.

Durch Siliziumkarbid will F. W. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁹, ähnlich wie beim Vanadium¹⁰, das niedere Oxyd (Trioxyd) reduzieren, das aus dem

höhern (Wolframsäure) im gewöhnlichen Ofen durch Generator- oder Wassergas erhalten worden ist. Zur endgültigen Reduktion können¹ auch² Silizium, Siliziumeisen oder Aluminium dienen. Siliziumeisen kann³ allein im ununterbrochenen elektrothermischen Verfahren verwendet werden.

Der Glühspan vom Walzen von Schnelldrehstahl läßt sich⁴ durch Schmelzen mit Silizium im elektrischen Ofen zu einer Legierung von annähernd der Zusammensetzung des ursprünglichen Stahls reduzieren. Ein Glühspan mit 11,90% W, 2,90 Cr und 0,49 V liefert beispielsweise eine Legierung mit 15,60 W, 3,40 Cr, 0,43 V. Außer dem geringen Wolframgehalt weisen aber solche Legierungen ungewöhnlich viel Phosphor auf. Dem kann man durch eine vorhergehende Behandlung mit Säuren entgegenarbeiten. Wird z. B. vor der Reduktion mit Silizium der auf 8 Maschen zerkleinerte Glühspan bei gewöhnlicher Temperatur oder bei 50–70° mit Schwefelsäure von 1,2–1,4 spezifischem Gewicht ausgezogen, so werden bis 75% des Eisens entfernt, ohne daß wesentliche Mengen von Wolfram verlorengehen, und man erhält eine praktisch phosphorfreie Legierung mit 25–45% Wolfram. Der Säurebehandlung kann noch ein Erhitzen mit Kohle auf etwa 1000° in einer Retorte vorangehen. Aus Hammerschlag mit 58,1% Fe, 3,10 Cr, 11,2 W, 0,14 S, 26,3 O, 0,2 Mn, 0,01 P und 0,40 Si hat R. J. Wysor⁵ Wolfram vollständig, Chrom bis zu 80% nutzbar machen können, wenn in einem Héroultschen Flammenbogenofen für 400 KW und 2 t im Dreiphasenstrom mit 60 Wellen phosphorarmes Roheisen als stromleitendes Bad benutzt wurde. Zu 420 kg von diesem, 25 kg gebranntem Kalk und 25 kg Hammerschlag werden nacheinander kleine Beschickungen von Hammerschlag, dann stets von diesem mit Koksstaub, nach $2\frac{1}{4}$ st 57 kg Eisenfeile, hierauf schnell nacheinander Ferrosilizium, Sand, Hammerschlag und Koksstaub gegeben, das Verhältnis der beiden letztern zueinander in den beiden letzten von $6\frac{1}{2}$ st auf 5 : 1 vermindert und kurz vor Schluß 21 kg Kalk zugefügt. Es wurden 1980 KWst bei durchschnittlich 90 V verbraucht. Das Metall nahm bei geringer Änderung des Gehalts an S und P ständig an Cr, W, V und C zu, die Schlacke schnell an Fe, W, V und Cr ab.

Verschiedentlich hat man zunächst⁶ ein hoch siliziertes Produkt dargestellt und diesem das Silizium entzogen. So arbeitet z. B. Gin⁷ im Induktionsofen mit einem seiner Silizide (z. B. W_2Si_3), das entweder flüssig eingebracht oder in demselben Ofen erzeugt wird. Nachdem die Schlacke entfernt ist, wird Wolframsäure oder das Dioxyd im Gemenge mit Kalk oder Kalzium- oder Alkaliwolframat⁸ auf die Schmelze geworfen. Das einzige Ofenfutter, das der Schmelztemperatur des Wolframs und dem Angriff der Kieselsäure widersteht,

¹ s. S. 866.

² D. R. P. 200 886 vom 9. Juni 1907.

³ vgl. Vanadium, S. 837, und in spätern Aufsätzen.

⁴ Amer. P. 854 018 vom 23. Sept. 1905, erteilt am 21. Mai 1907. Einzelheiten über das Verfahren werden später unter Chrom gebracht werden.

⁵ Die Eisenlegierung enthielt 91,85% Si und 1,03% C.

⁶ Z. f. Elektrochem. 1908, Bd. 14, S. 170; Stahl u. Eisen 1908, S. 359.

⁷ D. R. P. 247 993 vom 8. April 1911.

⁸ z. B. bei der Herstellung eines Legierungsmetalls für Panzerplattenstahl.

⁹ Amer. P. 858 929 vom 12. April 1907, erteilt am 25. Juni 1907.

¹⁰ vgl. S. 837.

¹ Amer. P. 866 421 vom 31. Jan. 1907, erteilt am 17. Sept. 1907.

² vgl. vorher.

³ Amer. P. 866 561 vom 22. Dez. 1906, erteilt am 17. Sept. 1907.

⁴ Amer. P. 1 127 162 und 1 127 163, erteilt am 2. Febr. 1915.

⁵ Iron Age 1914, Bd. 93, S. 910.

⁶ vgl. a. bei Vanadineisen, S. 840, und Wolframeisen, S. 867, sowie in einem spätern, das Chrom behandelnden Aufsatz.

⁷ a. a. O. S. 517.

⁸ Bei seiner Benutzung entweichen Dämpfe von Natriumoxyd, die für die Atmungsorgane schädlich sind.

ist reines Magnesium- oder Strontiumoxyd. Die Energiedichte sollte nicht weniger als 1200–1500 Watt auf 1 cdm Metall in den Ofenrinnen betragen.

Titan will J. B. Huffard (Electro Metallurgical Co.)¹ zur Darstellung von Wolfram und seinen Legierungen benutzen.

Bor oder Boride², unter ihnen Erdalkaliboride oder Borkarbid³, ferner Bor-Silizium-Legierungen⁴ hat F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.) zur Reduktion vorgeschlagen.

Aus Wolframtrisulfid hat Weiß mit Martin⁵ ein sehr reines Wolfram als weißgrauen, lebhaft glänzenden, äußerst harten, kristallinen König erhalten. Zur Darstellung des Sulfids ist statt des Verfahrens von Usler folgendes zu empfehlen: Man erhitzt ein Gemisch von 300 T. Wolframit, 700 g Natriumsulfat und 120 g Kohlenpulver im hessischen Tiegel im Windofen so lange auf helle Rotglut, bis die Masse in dünnen, ruhigen Fluß gekommen ist, übergießt die noch warme erstarrte Schmelze mit Wasser, kocht damit längere Zeit, filtriert von Ferro- und Manganosulfid sowie Kohle ab, läßt die dunkelbraune Lösung, um ein zinnfreies Produkt zu erhalten, mindestens einen Tag stehen, fällt in der Wärme mit Schwefelsäure, wäscht das Sulfid durch Dekantieren und nutschts die Flüssigkeit ab. Das Sulfid wird im Gemenge mit Kalk und etwas Flußspat im kathodischen Achesongraphittiegel mit 100–600 Amp bei 35–45 V elektrolysiert. So wird am obern Rande der Schmelze ein Metall mit 88,29% W und 0,60% Si, am Boden des Tiegels eins mit 98,96% W, 0,35 Si und 0,86 C erhalten⁶.

Aus Legierungen mit fremden Schwermetallen, die durch Reduktion der betreffenden Wolframate (z. B. Eisen- oder Aluminiumwolframat) mit Wasserstoff gewonnen sind, will die Siemens & Halske A.G.⁷ das Fremdmittel dadurch abdestillieren, daß die Legierung als Erhitzungswiderstand in der Luftleere verwendet wird. So sollen Fäden für Glühlampen hergestellt werden.

Vorläufig besteht kein Bedarf, die Schmelzflußelektrolyse anzuwenden. Sollte er eintreten, so kann man nach Gin⁸, wie beim Molybdän, das geschmolzene Natriumdoppelchlorid elektrolysieren. Als Anode ist Gußwolfram, als Kathode Wolframpulver brauchbar, das zusammengedrückt oder gehämmert ist. Die Elektrolyse liefert eine poröse, pyrophore Masse, die im elektrischen Ofen umgeschmolzen wird. Das geschmolzene Produkt wird unmittelbar erhalten, wenn man als Kathode Blei benutzt. Es bleibt flüssig, bis 15% Wolfram aufgenommen sind. Aus der Legierung wird das Blei im elektrischen Ofen verflüchtigt. Durch Elektrolyse der Salze in einer Schmelze der Salze (Halogenide) stärker elektropositiver Metalle (z. B. $\text{CaCl}_2, \text{BaCl}_2$)

läßt sich nach A. Kratky und W. Brückner¹ Wolfram ähnlich wie Cer² gewinnen.

Die Elektrolyse geschmolzener Wolframsäure zwischen Elektroden aus Achesongraphit, wobei der Tiegel Kathode war, lieferte Weiß mit Martin³ nur schwierig dichte Massen von unreinem Wolfram. So entstand bei 150–200 Amp ein Metall mit 85,44% W + Si, 12,15 Fe, 2,76 Al und Spuren Ca, bei 300–350 Amp (30–60 V) ein Produkt mit 90,49% W, 0,88 Si und Spuren von Fe, Al und Ca, Rest wohl Kohlenstoff. Aus Wolframsäure, die in geschmolzenen Kryolith eingetragene ist, wird⁴ durch Elektrolyse mit 250 Amp und 13–14 V bei etwa 1000° neben ziemlich reinem Wolfram in vollständig geschmolzenen Kügelchen ein stahlgraues, glänzendes Pulver mit 96,34% W, 2,41 Al, 0,74 Fe, 0,61 Si und Spuren Ca erhalten. Anwendung von Temperaturen bis mindestens 1500° (Zusatz von Tonerde zum Bade) führte nicht zu größeren oder besser geschmolzenen Metallflittern.

Aus geschmolzenen Kalium- und Natriumparawolframat läßt sich nach L. A. Hallopeau⁵ elektrolytisch kein Metall abscheiden. Wohl aber erhält man es aus dem Lithiumsalz bei 1000°, wenn man 3 st mit 2,5 Amp und 15 V elektrolysiert. Es erscheint in stahlgrauen Kristallen mit 99,64% W⁶, wenn man die unter fortwährender Stromzufuhr⁷ langsam erkaltete Masse mit kochendem Wasser, konzentrierter Salzsäure, siedender 20%iger Lithiumhydroxydlösung und heißem Wasser auswäscht. Auch aus Bariumwolframat läßt sich, wie Weiß mit Martin⁸ gezeigt hat, in Gefäßen aus Achesongraphit ein geschmolzenes Metall erhalten, das zwar stets etwas Kohlenstoff aufweist, aber ziemlich hochprozentig ist. Man fällt fast neutralisierte Lösung von Wolframsäure in Ammoniak mit Bariumchlorid, schmilzt den trocknen Niederschlag bei heller Weißglut und elektrolysiert mit 250 Amp bei 20 V. Dann scheidet sich an der Tiegelwandung ein metallischer Überzug ab, und aus der mit Metallpulver völlig durchsetzten Schlacke läßt sich nach dem Pulvern durch mehrfache Behandlung mit verdünnter Salpetersäure, Wasser und Ammoniak ein Produkt gewinnen, das 89,58% W, 0,42 Si, 4,32 Fe, 2,99 Al und 2,54 Ba aufweist. Vorteilhaft setzt man dem Schmelzbade Bariumchlorid zu. Ein so erzeugtes Metall enthielt 94,45% W, 0,85 Si und 2,44 Ba.

Die Elektrolyse von Wolframdioxyd, das in geschmolzenen Flußspat eingetragene wird, zwischen einer Anode aus Kohle oder Gußwolfram und einer Kathode aus Wolframpulver verläuft nach Gin⁹ sehr unregelmäßig. Außerdem ist, wenn das Wolfram geschmolzen

¹ D. R. P. 263 301 vom 19. April 1911.

² vgl. S. 745.

³ a. a. O. S. 309.

⁴ a. a. O. S. 311.

⁵ Compt. rend. Acad. sci. 1898, Bd. 127, S. 755; Bull. soc. chim. de France, 3. Reihe, Bd. 19, S. 997; 1899, Bd. 21, S. 286; Ann. Chim. Phys. 1900, 7. Reihe, Bd. 19, S. 115.

⁶ Bei Elektrolyse mit 3 Amp enthalten die kleineren Kristalle etwa 6% Pt von den Elektroden her. Eisenelektroden würden von der Schmelze gelöst werden.

⁷ Unterbricht man die Stromzufuhr zu frühzeitig, so entsteht eine Lithiumwolframbronze. Nur zu dieser konnte A. Stavenhagen (Ber. D. chem. Ges. 1901, Bd. 32, S. 3064) gelangen.

⁸ a. a. O. S. 314.

⁹ a. a. O. S. 517.

¹ Amer. P. 992 422 und 992 423, erteilt am 16. Mai 1911. Das Verfahren wurde bereits näher beschrieben, s. S. 773.

² Amer. P. 924 130, erteilt am 8. Juni 1909.

³ Amer. P. 930 028, erteilt am 3. Aug. 1909.

⁴ Amer. P. 930 027, erteilt am 3. Aug. 1909.

⁵ a. a. O. S. 319.

⁶ Elektrolysiert man im gewöhnlichen Graphittiegel, so weist das Produkt nur 25,64% W neben 51,26 Fe, 9,08 Si und 11,62 Al auf.

⁷ D. R. P. 201 283 vom 20. Mai 1906.

⁸ a. a. O. S. 516.

erhalten werden soll, eine so hohe Stromdichte nötig, daß sich das Kalziumfluorid teilweise verflüchtigt.

Ein Gemenge der Oxyde mit Kalk schmilzt J. W. Beckmann¹ durch Gleich- oder Wechselstrom.

Die Elektrolyse von Lösungen kommt nur für die Darstellung kleiner Mengen des Metalls und für die Erzeugung von Wolframüberzügen auf andern Stoffen in Betracht. P. Marino² will ein Bad verwenden, das erhalten wird durch Lösen von Wolframsäure in einer mit Alkaliphosphat versetzten Lösung von Ammoniumtartrat, Zufügen von Magnesiumborcitrat, Erhitzen und Wiedererkalten und Beigabe von 15% (auf Wolframsäure bezogen) eines Gemenges aus 1 Mol. Glukose und 3 Mol. Zitronensäure oder 2 Mol. Weinsäure. Während Wolfram aus alkalischen oder neutralen Lösungen seiner anorganischen Salze elektrolytisch nicht erhalten werden kann, ist nach Erfahrungen der Wolfram-Lampen-A.G.³ eine saure Lösung von Perwolframsäure oder Perwolframat bei gewöhnlicher Temperatur geeignet. Die Perwolframsäure wird durch Einwirkung von Wasserstoffperoxyd auf Wolframsäure erhalten. Man elektrolysiert mit 4–6 Amp und 10–20 V mit unlöslichen Anoden, die bei salzsaurer Lösung aus Kohle oder Graphit bestehen, und Kathoden aus Platin, Nickel, Kupfer oder Kohle. Es können auch Lösungen der Perwolframsäure in Alkoholen, Äther, Azeton oder seinen Homologen benutzt werden. Brauchbar ist ferner⁴ eine Lösung von Wolframhexachlorid in Azeton, die in genügender Konzentration ohne Oxydation oder Zersetzung erhalten werden kann, oder in hochprozentigem Alkohol. In letztem Fall wird die Leitfähigkeit durch Einleiten von trockenem Ammoniak oder Chlorwasserstoff verbessert. Ähnlich lassen sich auch Chrom, Molybdän und Uran gewinnen. Durch Elektrolyse von Wolframhexachlorid in Glycerinlösung hat A. Fischer mit A. Roderburg⁵ geringe Mengen des Metalls erhalten. Die Lösung in Alkohol gab wenig schwarzen Beschlag (W) und eine grüne Verbindung $WCl_2 \cdot (OC_2H_5)_2$. Die Lösungen in Methylalkohol, Azeton und Pyridin lieferten keine bestimmten Produkte. Perwolframsäure scheidet bei der Elektrolyse das Oxyd WO ab.

Das Potential des Wolframs (gegen die Normal-Kalomelektrode mit gesättigter alkoholischer Lithiumchloridlösung) stellte A. Fischer mit A. Roderburg zu 0,609 V fest, so daß Wolfram in der Spannungsreihe zwischen Antimon und Quecksilber steht. Als Anode geht Wolfram nach den Untersuchungen von M. Le Blanc und H. G. Byers⁶ sechswertig in Lösung, wenn in Phosphorsäure, sauern Natriumphosphatlösungen, Oxalsäure und Schwefelammonium höhere Temperatur und Stromdichten von 7–100 Milliamp./qcm herrschen. Mit fallender Temperatur (bei gleichbleibender Stromdichte) oder steigender Stromdichte nimmt die Passivität ständig zu. In verdünnten Säuren, namentlich Salzsäure, ist Wolfram, unähnlich dem Chrom, als Anode unlöslich.

Der Verwendung des Wolframs muß in fast allen Fällen eine Bearbeitung vorhergehen, da es für die meisten Zwecke zu spröde und hart ist.

In biegsamen Blättern erhält es M. Arndt¹, indem er es in der Leere an der Anode unter geringem Kathodenfall des elektrischen Stromes verdampft und in den Dampf den Körper, der mit Wolfram überzogen werden soll, einführt.

Stäbe aus Wolframpulver, die zu Fäden für elektrische Glühlampen verarbeitet werden sollen, werden vor dem Hämmern, das sie ziehbar macht, gesintert², indem man sie in trockenem Wasserstoff durch einen hindurchgeschickten elektrischen Strom hoch erhitzt. Werden Glühfäden aus Wolfram oder andern schwer schmelzbaren Metallen von größerer Länge beim Sintern durch Quecksilberkontakte gezogen, so entstehen kleine Lichtbogen, die unter Umständen die Güte des Fadens vermindern. Um dies zu vermeiden, will C. Reinhold³ auf die Austrittsstelle des Fadens aus dem Quecksilber einen abkühlenden Gasstrom blasen. Beispielsweise mündet das Rohr, das Wasserstoff oder ein anderes reduzierendes Gas zuführt, unmittelbar an der gefährdeten Stelle in der Nähe der Quecksilberoberfläche.

Das Schmelzen von Wolframpulver ist L. Weiß mit A. Schimmelmayr⁴ wie das des Zirkondioxyds und des Titans⁵ im elektrischen Vakuumofen gut gelungen, wenn die Elektroden, um das Abtropfen zu erleichtern, wagrecht gelegt und durch die blasende Wirkung zweier senkrecht zu ihnen angebrachter Elektromagnete die geschmolzenen Tropfen nach unten gedrückt wurden. Die Elektroden wurden aus Wolframpulver mit 50 t/qcm gepreßt, durch zweistündiges Erhitzen auf helle Rotglut im Wasserstoffstrom in Quarzgefäßen sehr gut leitend gemacht und dadurch stark gehärtet, daß sie als Widerstände im Wasserstoffvakuum allmählich auf helle Weißglut erhitzt wurden. Bringt man solche außerordentlich harten Elektrodenstäbe in etwa 1 mm Entfernung im Vakuumofen an, so beginnt in Wasserstoffatmosphäre das Schmelzen bei 45–50 Amp, das Abtropfen bei etwa 120 Amp. So erhaltene 2–5 g schwere, schön weiße, quecksilberglänzende Stücke wiesen 99,75–99,93% W und 0,02–0,05% Fe auf. In Stickstoff versprühen die Elektroden meist stark und liefern, ebenso wie in Ammoniak, keine so rein weiße Schmelze wie in Wasserstoff.

Erhitzt man⁶ das Wolframpulver einfach im Lichtbogen zwischen Graphitelektroden mit 300–400 Amp bei 65 V, so erhält man geschmolzene Kügelchen, die stark kohlenstoffhaltig und von einer (sich wohl erst beim Erkalten bildenden) dünnen Schicht Wolframpentoxyd überzogen sind. Diese Schicht tritt auch bei Verwendung des magnetischen Gebläses auf dem von schwarzbraunen Oxyden durchsetzten Metall auf.

Die Kohlenstoffaufnahme beim Schmelzen vermeidet (wie bei andern Metallen mit hohem Schmelz-

¹ Amer. P. 973 336; Z. f. Elektrochem. 1911, Bd. 17, S. 118.

² D. R. P. 276 258 vom 31. Okt. 1912.

³ D. R. P. 231 657 vom 15. Juni 1910.

⁴ D. R. P. 287 014 vom 12. Juni 1910.

⁵ Z. f. anorg. Chem. 1913, Bd. 81, S. 170.

⁶ Z. f. physik. Chem. 1909, Bd. 69, Arrhenius-Festband, S. 19.

¹ D. R. P. 295 135 vom 19. Jan. 1909.

² vgl. z. B. R. W. Moore, Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 187.

³ D. R. P. 292 518 vom 25. Juli 1914.

⁴ Z. f. anorg. Chem. 1910, Bd. 65, S. 330.

⁵ vgl. S. 753 und S. 772.

⁶ a. a. O. S. 323.

punkt) die Siemens & Halske A.G.¹ dadurch, daß sie als negative Elektrode einen Wolframstab nimmt, als positive (heißere) das zu schmelzende Pulver. Es liegt in Klumpenform in einem Tiegel, der mit Wolframpulver ausgestampft ist. Das zusammengepreßte Pulver leitet die Wärme schlecht, so daß das Abschmelzen der Auskleidung erschwert wird. Den Lichtbogen erzeugt man mit Gleichstrom in einem unwirksamen Gas, wie Wasserstoff. Das Schmelzen wird² erleichtert und die geschmolzene Masse gleichmäßiger, wenn dem Schmelzgut Thoriumdioxid zugesetzt wird, das die Blasenbildung herabsetzt.

Im Quecksilberdampflichtbogen in der Leere arbeitet die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft³. Das Wolfram ist, wie vorher, Anode. Es wird anfänglich nahezu völlig mit Quecksilber, Amalgam oder einer andern bei der Ofentemperatur verdampfenden Legierung bedeckt und erst allmählich frei gelegt. Dadurch wird die Hitze des Lichtbogens auf dieses Ende konzentriert, so daß das Wolfram schnell schmilzt. Ist dies beim Ende der Anode eingetreten, so wird aus dem Anodenraum nach und nach Quecksilber abgelassen, so daß die erhitzte Zone allmählich abwärts wandert. Soll mit sehr starken Strömen gearbeitet werden, so wird die Kathode in einem Napf aus hitzbeständigem, nicht leitendem Stoff angeordnet, der, um ein Bersten der Glaswände des Ofens zu verhüten, entfernt von dessen Wänden steht. In Amerika ist das Verfahren E. Weintraub bzw. der General Electric Co. geschützt⁴.

Amorphes Wolfram will C. Trenzen⁵ durch elektrisches Erhitzen auf 1000–1150° unter 12 000 kg/qcm Druck kristallinisch und bearbeitbar machen. G. Gmür-Zehnder⁶ will ein außerordentlich feinkörniges, vollkommen hämmer- und ziehbares, also für Glühlampen sehr geeignetes Wolfram dadurch erhalten, daß er im elektrischen Ofen zur vollständigen Flüssigkeit schmilzt und dann durch kalte Preßluft schnell abkühlt. Dasselbe Ziel erstrebt A. Krüger⁷ durch Anmachen des pulverigen Metalls mit Kohle und Borsäure, Erhitzen auf 1000–1200°, wobei unter Austreiben von Luft und Gasen Bor, Borkarbid und Wolframborid entstehen, elektrisches Erhitzen in Wasserstoff, wobei die Stäbe verdichtet werden, und danach in der Leere auf solche Temperatur, daß sich Bor und Borkarbid verflüchtigen.

Um Wolframfäden vor der weiteren Verarbeitung gleichmäßig dick zu machen, schickt die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft⁸ bei gleichzeitiger chemischer Einwirkung einen elektrischen Strom hindurch. Dieser erhitzt die dünnen Teile stärker, so daß sie von dem angreifenden Mittel nicht benetzt werden, während die dickern Teile einen Angriff erfahren. Das Erhitzen kann in einem Gemenge von Wasserstoff mit wenigen

Prozenten Sauerstoff erfolgen. Das entstandene Oxyd wird mechanisch oder chemisch entfernt.

Das biegsame und ziehbare Wolfram (Dichte 19,30–20,19) hat nach C. G. Fink¹ einen elektrischen Widerstand von 6,2, nach dem Anlassen von 5,0 Mikroh/cm bei 25° mit einem Temperaturkoeffizienten von 0,0051 zwischen 0 und 170°.

Außer über die Eigenschaften hat Fink auch über die Verwendungsmöglichkeiten des gezogenen Wolframs eingehend berichtet².

Gekörntes Wolfram (oder auch Molybdän oder Legierungen dieser Metalle) schlägt O. Dony-Hénault³ in elektrischen Widerstandöfen (für Laboratoriumsgebrauch) als Ersatz des Platins vor. Für denselben Zweck ist nach Fink das biegsame Wolfram geeignet. Auch für elektrische Kontakte ist es an Stelle von Platin oder Platiniridium brauchbar, da es höhere Härte (4,5–8,0 nach der Moßschen Skala), besseres Wärmeleitvermögen (0,35 g-Kal. auf 1 cm) und niedrigeren Dampfdruck besitzt. F. A. Fahrenwald⁴ hält gleichfalls das gezogene Wolfram für geeignet, das Platin zu ersetzen⁵. Es soll ihm in mancher Beziehung sogar überlegen werden, wenn seine schwierige Lötbarkeit und leichte Oxydierbarkeit durch Überziehen mit Edelmetallen beseitigt werden.

Diese Verwendungsarten des schmiedbaren Wolframs und Molybdäns hat auch W. D. Coolidge⁶ beschrieben. Ferner haben R. Winne und C. Dantsizen⁷ die beiden Metalle für die Widerstandserhitzung kleiner elektrischer Öfen erprobt. Auch A. O. Appelberg (General Electric Co.)⁸ will Wolfram für seinen Vakuumofen benutzen. Er findet es zweckmäßig, das Metallpulver mit etwa 5% 50%iger Zuckerköhlösung anzumachen, nach Zugabe von 10% Wolframoxyd zu formen und zu pressen und dann in der Leere auf etwa 1300° zu erhitzen. Das Metall ist dann nicht spröde, so daß es auf jede Weise wie künstlicher Graphit bearbeitet werden kann. Wolframrohre haben F. Fischer und E. Tiede⁹ als elektrischen Widerstandsofen benutzt. Für denselben Zweck hat sie R. W. Moore¹⁰ erprobt. Die Temperatur läßt sich in 5 min auf 2500 bis 2700° steigern. Abkühlen und Öffnen erfordern etwa 10 min.

Dehnbares Wolfram ist nach Versuchen von Groschuff und von Mylius in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt¹¹ zur Herstellung dünnwandiger Gefäße nicht geeignet. Salzsäure greift es an. Es kann also Platin nicht ersetzen.

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1910, Bd. 17, S. 232; Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 341.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1912, Bd. 22, S. 499; J. Ind. Eng. Chem. 1913, Bd. 5, S. 8.

³ Bull. Soc. Chim. Belgique 1913, Bd. 27, S. 97.

⁴ Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 1916, S. 103.

⁵ vgl. dagegen weiter unten.

⁶ J. Ind. Eng. Chem. 1912, Bd. 4, S. 2.

⁷ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1911, Bd. 20, S. 287; Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 537.

⁸ Amer. P. 953 774, erteilt am 5. April 1910.

⁹ Ber. D. chem. Ges. 1911, Bd. 44, S. 1717.

¹⁰ Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 187.

¹¹ Deren Tätigkeitsbericht für 1913; Elektrochem. Z. 1915, Bd. 21, S. 260.

¹ D. R. P. 271 842 vom 4. April 1912.

² D. R. P. 275 979 vom 4. April 1912.

³ D. R. P. 201 567 vom 3. Juli 1907. Priorität der amerikanischen Anmeldung vom 2. Juli 1906. Abbildungen zweier Öfen in der Patentschrift.

⁴ Amer. P. 997 882/3, erteilt am 11. Juli 1911.

⁵ Engl. P. 26 800/1912.

⁶ Amer. P. 1 150 670, erteilt am 17. Aug. 1915.

⁷ Franz. P. 460 556 vom 21. Juli 1913; Engl. P. 16 066/1913.

⁸ D. R. P. 276 037 vom 27. Juli 1913.

Legierungen und Verbindungen.

Zur Erzeugung von Wolframeisen, das über 75% Wolfram enthält, wird nach R. M. Keeney¹ ausschließlich der elektrische Ofen an Stelle des mit Gas geheizten Tiegelofens² benutzt. Man reduziert mit Kohle oder einem andern Mittel, meist mit Kohle in einem Lichtbogenofen, der periodisch arbeitet. Das zunächst erzeugte Karbid wird in demselben oder in einem andern Ofen entkohlt. In seinen Öfen, soweit sie offen sind, will F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)³ zur Verminderung der Wärmestrahlung so arbeiten, daß an der Oberfläche der Schmelze eine feste Kruste bleibt. In der Nähe der obern Elektroden wird sie durch geeignete Wahl der Stromstärke im Verhältnis zum Elektrodenquerschnitt geschmolzen, so daß Öffnungen zum Eintragen und Krählen der Beschickung sowie für das Entweichen der Gase entstehen. Natürlich muß die Stromdichte auch im richtigen Verhältnis zur Zusammensetzung oder Schmelzbarkeit der Beschickung stehen, damit die Wärmewirkung in dem Bade und der Schlacke die beabsichtigte wird. Das Eisen für die Legierung kann auch⁴ von den Elektroden geliefert werden. Jenachdem man sie mehr oder weniger kühlt, wird mehr oder weniger Eisen verbraucht und so die Zusammensetzung der Legierung nach Belieben geändert.

Am günstigsten läßt sich nach Keeney mit Wolframit und mit Ferberit (einem basischen Ferrowolframat) arbeiten. Scheelit ist schwieriger reduzierbar, liefert sehr klebrige basische Schlacken und ist nur unter verhältnismäßig großem Metallverlust nutzbar zu machen.

Eigene Versuche lassen Keeney schließen, daß aus Ferberit ein Wolframeisen mit weniger als 2% Kohlenstoff gewonnen werden kann, wenn man vor dem Abstechen eine Entkohlungsschlacke erzeugt, daß die Legierung keine größeren Mengen Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel aufnimmt, daß Eingehen von Wolfram in die Schlacke sehr beschränkt werden kann, und daß für 1 t Wolframeisen 0,79 KW-Jahre an Kraftverbrauch genügen.

Hochprozentiges (85%), wenig Kohlenstoff enthaltendes Wolframeisen wollen als gleichmäßig geschmolzene Masse die Ampère-Ges., Berlin, und E. Müller⁵ unmittelbar aus Scheelit (1 Mol.) und Ferrosulfid (1 Mol.) durch Verschmelzen unter Zusatz von Kohle (4 At.) gewinnen. Ist Kieselsäure vorhanden, so wird sie durch Kalk verschlackt. Der Schwefel wird an das Kalzium gebunden. Nimmt man mehr Ferrosulfid (2 Mol.) und Kalk, so entsteht eine Legierung mit niedrigerem Wolframgehalt. Wird⁶ das Eisensulfid vollständig oder teilweise durch die Sulfide des Nickels, Kobalts, Kupfers, Molybdäns usw. ersetzt, so entstehen zwei- oder dreimetallische Legierungen mit diesen. Wird ein besonderer Zuschlag von Kalk gegeben, so

werden die Produkte schwefelfrei. Teilweise oder völliger Ersatz des Scheelits durch andere Verbindungen des Kalziums oder allgemein der Erdalkalimetalle, des Magnesiums, der Alkalien oder überhaupt solcher Basen, die mit dem Schwefel des Sulfids geeignete Schlacken bilden können, führt zu gemischten Legierungen des Wolframs oder denen anderer Metalle. Die erwähnten Verbindungen kann man erst im elektrischen Ofen entstehen lassen, indem man von einem Gemisch von Base und Säure oder einem säurebildenden Oxyd ausgeht. Das Gemenge wird mit Sulfid und Kohle behandelt.

Nichts Besonderes bietet die Verarbeitung phosphorhaltiger Erze auf ein phosphor- und kohlenstoffarmes Wolframeisen, wie sie F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)¹ vorschlägt.

Geht man von einem Erz mit 55,20% W (70% WO₃), 8,25 Mn und 8,40 Fe aus, so braucht man nach G. Gin² zur Erzeugung von 1 t Legierung mit 73,8% W (Zusammensetzung in kg-Mol. 1,5 W₂C, 0,5 Mn₃C, 0,5 Fe₃C) 3700 KWst, wenn man mit 6% Verlust beim Beschießen rechnet und die Wärmewirkung des Ofens mit 60% ansetzt. Für die Verhältnisse des Betriebes ist diese berechnete Energiemenge auf 4600 KWst zu erhöhen. Außerdem werden auf die nötigen 1400 kg Erz 84 kg Kalk, 300 kg Kohle und 60 kg Elektroden verbraucht.

Nicht neu ist die Entkohlung der kohlenstoffreichen Legierung nach dem Vorschlag von W. F. Bleecker³ unter einer Schicht von Oxyden und schlackenbildenden Stoffen. Unter Gebrauch eines solchen Gemenges, das außer im Bade auch als Ofenauskleidung benutzt werden kann, verwenden F. von Kuegelgen und G. O. Seward (Willson Aluminium Co.)⁴ das hochkohlenstoffhaltige Wolframeisen in Stiffform als Elektroden.

Nach den Angaben von G. Gin⁵ wird Gußwolfram (also ziemlich stark gekohltes Metall) unter einer Decke von Hammerschlag vorteilhaft in seinem Induktionsofen mit Zirkulation erhitzt. Durch die schnelle Reduktion, die aber wegen ständiger Bildung von etwas Ferrowolframat nicht quantitativ verläuft, gelingt es, Wolframeisen mit über 80% Wolfram und weniger als 0,5% (aber nicht unter 0,3%) Kohlenstoff zu erzeugen. Reichere Legierungen herzustellen, ist nicht zu empfehlen, weil sie nicht leicht schmelzbar sind und zur Erzeugung von Sonderstählen nicht unmittelbar in den Gießlöfeln gegeben werden können. Wolframärmere Legierungen werden durch Dekarburieren mit Ferrioxyd oder Hammerschlag unter Zugabe von metallischem Eisen erhalten. So ist der Kohlenstoffgehalt auf 0,15–0,25% herabzudrücken.

Die Arbeit kann im zweierhdigen Ofen ausgeführt werden, der gegossene Elektroden aus karburiertem Gußwolfram und eine Zwischenelektrode aus geschmolzenem weichem Stahl hat. Man läßt zu letzterer zwei Lichtbogen übergehen und gibt ein Bad aus Wolfram-

¹ 24. Versammlung der Amer. Electrochem. Soc.; Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, S. 785.

² Der Tiegel hält übrigens beim Erschmelzen 65–75%igen Wolframeisens nur ein Feuer aus.

³ Amer. P. 892 212 vom 8. Jan. 1908, erteilt am 30. Juni 1908.

⁴ Amer. P. 892 211 vom 8. Jan. 1908, erteilt am 30. Juni 1908.

⁵ D. R. P. 237 285 vom 26. Sept. 1907.

⁶ Zusatz-P. 240 989 vom 10. Mai 1910.

¹ Amer. P. 1 081 566 und 1 081 571, erteilt am 24. April und 16. Dez. 1913.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1908, Bd. 13, S. 511.

³ Amer. P. 1 094 114, erteilt am 21. April 1914.

⁴ Amer. P. 807 034 vom 16. Jan. 1904, erteilt am 12. Dez. 1905.

⁵ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1908, Bd. 13, S. 509.

dioxyd und Magnesiumaluminat über die Gußelektroden. Diese schmelzen, und ihr Kohlenstoff wird durch das Wolframdioxyd verbrannt. Neben den andern Produkten entsteht immer Ferrowolframat. Seine Menge wird beträchtlich vermindert, wenn man Kieselsäure zuschlägt, so daß sich Ferrosilikat bildet. Man kann auch im Induktionsofen mit Zirkulation auf das in seinen Rinnen geschmolzene Siliziumeisen Wolframdioxyd werfen. Die Energiedichte muß 1000–1300 Watt auf 1 cdm Metall in den Kanälen betragen.

Ferrosilikat entsteht neben Kalziumsilikat, wenn man nach dem schon 1898 angegebenen »silikothermischen« Verfahren alle Ofenelektroden aus Siliziumeisen macht und mit einem Bade aus Kalziumwolframat arbeitet. Das Silizium wird dann durch die Wolframsäure des letztern Salzes oxydiert.

Nach denselben Grundsätzen, wenn auch in verschiedener Ausführung, arbeitet F. M. Becket¹ mit einem Verfahren, wie es in ähnlicher Art von ihm und von andern auch bei andern Metallen und Legierungen² benutzt worden ist. Er erzeugt zunächst eine Legierung³ mit viel Silizium neben wenig Kohlenstoff und entzieht dieser dann das Silizium völlig oder zum größten Teil durch Zugabe von oxydischem oder auch sulfidischem Erz.

Von andern Legierungen hat R. Irmann⁴ Wolframnichel aus den Metallen im elektrischen Ofen erschmolzen. Die Legierungen lassen sich aber schlecht bearbeiten, wenn sie auch noch bis zu einem Wolframgehalt von etwa 18% in Bleche überzuführen sind. Die Säurebeständigkeit ist zwar viel besser als die des Nickels, müßte aber, ebenso wie die Bearbeitbarkeit, durch andere Zusätze, die außerdem die Legierung verbilligen würden, noch gehoben werden. Wolframnichel will Gin⁵ im Induktionsofen erzeugen, entweder aus Wolframsiliziden durch Nickeloxyd oder aus Nickelsiliziden durch Wolframdi- oder -trioxyd. In jedem Fall wird Kalk zugeschlagen. Man kann Legierungen zwischen WNi₃ mit 50% W und WNi mit 75% W, die schwer schmelzbar sind, darstellen. Der Ofen muß mit hoher Energiedichte, z. B. 1100 Watt auf 1 cdm Metall in den Rinnen, laufen. Geht man vom neutralen Nickelwolframat aus, das in schwärzlich grünen Kristallen durch Schmelzen von Natriumwolframat mit Nickel- und Natriumchlorid sowie nachfolgendes Waschen erhalten wird, so bekommt man die Legierung WNi mit 3% Kohlenstoff. Eine Legierung aus 90% Wolfram und 10% Nickel läßt sich zu feinen Drähten ziehen. Wird sie durch den Durchgang eines elektrischen Stromes erhitzt, so wird nach H. Kreuzler⁶ das Nickel angetrieben.

Chromwolfram läßt sich nach Gin⁷ durch Reduktion von Chromwolframat, Cr₂(WO₄)₃, darstellen. Dieses erhält man als grünen Niederschlag, der nur wenig löslich in Wasser ist, durch Vermischen der heißen

Lösungen von Chromsulfat und neutralem Natriumwolframat, Dekantieren, Waschen und Trocknen. Wolframreichere Legierungen (mit 7–8% Cr) entstehen, wenn man jene Verbindung mit Wolframsilizid umsetzt nach der Gleichung: Cr₂(WO₄)₃ + 2 W₂Si₃ + 6 CaO = W₇Cr₂ + 6 Ca Si O₄. Man kann auch Wolframsilizid unmittelbar auf Chromoxyd wirken lassen. Chromwolframat (1 Mol.) gibt mit 50%igem Siliziumeisen (3 Mol.) unter Zuschlag von Kalk eine Eisenchromwolframlegierung (Fe₃Cr₂W₃) mit 12% Chrom und 50% Wolfram. Im Induktionsofen werden 1100–1200 Watt auf 1 cdm Metall in den Rinnen gebraucht.

Auch über die Erzeugung der für manche der besprochenen Verfahren nötigen Wolframsilicide hat Gin¹ berichtet. Da Kieselsäure im elektrischen Ofen flüchtig ist und schwieriger als Wolframdi- oder -trioxyd reduziert wird, kommt man mit ihren theoretischen Mengen nicht aus. Man muß vielmehr auf 4 T. Wolframtrioxyd (oder die äquivalente Menge Dioxyd) zur Darstellung von WSi 3 T., zu der von W₂Si₃ wenigstens 5 T. Siliziumdioxyd nehmen. Die Masse wird zur Vermeidung von Verstäubungsverlusten durch die Gasentwicklung briquetiert. Im zweierdigen Ofen sind 125–140 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt und 50–60 V nötig. Der Herd muß sauer sein. Er wird mit Wolframdioxyd, das mit 6% Kohlenteer angemacht ist, ausgekleidet. Beim Guß bringt man in die Rinne etwas Borax oder sein Gemenge mit Glaspulver, um eine Schlacke zu erzeugen, welche die Luft abhält.

Den Wärmebedarf zur Erzeugung einer Legierung 3 WSi + 1,5 MnSi + 1,5 FeSi aus einem 70% WO₃ enthaltenden Wolframit, dessen Zusammensetzung in kg-Mol. (3 WO₃ + 1,5 MnO + 1,5 FeO) + SiO₂ ist, berechnet Gin zu 2070 400 Kal. auf 1 t Erz. Nimmt man 6% Verlust beim Beschicken und einen Wärmewirkungsgrad des Ofens von 60% an, so braucht man zur Erzeugung von 1 t Legierung 5 000 KWst oder, wenn der Wärmeverlust in der Schlacke berücksichtigt wird, 5400 KWst. Außerdem sind nötig 360 kg Kieselsäure, 432 kg Koks und 48 kg Elektroden.

Aus dem weißen Produkt von metallischem, kristallinischem Bruch, das beim Erhitzen von 10 T. Silizium und 23 T. Wolframoxyd im elektrischen Ofen entsteht, hat E. Vigouroux² das Silizid W₂Si₃ dadurch abgetrennt, daß er anodisch das beigemengte Wolfram in 10%iger Salzsäure löste, etwas Silizium durch Flußsäure und Siliziumkarbid durch Schlämmen mit Methylenjodid entfernte. Das Silizid WSi₂ erhielt E. Defacqz³ durch (1¼ min langes) Erhitzen eines Gemisches aus 90 T. 50%igen Kupfersilizids und 10 T. amorphen Wolframs mit 800–900 Amp und 50 V, Behandeln der Masse mit verdünnter (10%iger) Salpetersäure, verdünnter Natronlauge (1 T. NaOH: 1 T. Wasser) und heißer konzentrierter Flußsäure, Waschen mit Wasser und Schlämmen wie oben.

Wolfram- und Molybdänkarbid, die wegen ihrer großen Härte (9,8) gewerblich (für Werkzeuge und allerlei Gebrauchsgegenstände) wertvoll sind, lassen sich

¹ Amer. P. 891 898; Stahl u. Eisen 1909, S. 1162.

² vgl. z. B. beim Vanadineisen, S. 839, sowie in einem spätern Aufsatz bei Chromeisen.

³ Außer des Eisens auch des Nickels usw.

⁴ Metall u. Erz 1915, Bd. 12, S. 358.

⁵ a. a. O. S. 517.

⁶ Amer. P. 1 110 303, erteilt am 8. Sept. 1914.

⁷ a. a. O. S. 518.

¹ a. a. O. S. 513.

² Compt. rend. Acad. sci. 1898, Bd. 127, S. 398.

³ Compt. rend. Acad. sci. 1907, Bd. 144, S. 848.

(auch im Gemenge) nach Voigtländer & Lohmann Metall-Fabrikations-Ges. m. b. H.¹ in großen Stücken mit dem Lichtbogen nicht erzeugen, da ein großer Teil der elektrischen Energie durch den besser leitenden Graphittiegel abgelenkt wird. Dagegen ist ein Kohlenrohrwiderstandofen geeignet, in den ein Kohlentiegel eingesetzt wird. Die Stromzuführungsklemmen bestehen auch aus Kohlenstoff. Außer von beliebiger Größe lassen sich² die Stücke auch von beliebiger Form erhalten durch feinstes Pulvern der Kar-

¹ D. R. P. 286 184 vom 14. April 1914.

² D. R. P. 289 066 vom 3. Jan. 1914.

bide, Pressen in Kohleformen und Erhitzen der Formstücke bis dicht an den Schmelzpunkt der Karbide. Dabei beginnt eine neue Kristallisation, die sich allmählich durch die ganze Masse fortpflanzt, so daß unter völliger oder annähernder Beibehaltung der durch das Pressen gegebenen Form die Stücke sehr fest und dicht werden. Statt in Kohleformen zu arbeiten, kann man¹ auch die Karbide in eisernen Matrizen oder in andern Vorrichtungen bis nahe zum Schmelzen in reduzierender Atmosphäre erhitzen.

(Schluß f.)

¹ Zusatz-P. 292 583 vom 30. Jan. 1914.

Bericht über die Verwaltung der Knappschafts-Berufsgenossenschaft im Jahre 1915.

(Im Auszug.)

Das Jahr 1915 stand vollständig im Zeichen des Krieges. Die Zahl der in der Knappschafts-Berufsgenossenschaft versicherten Personen ist im Jahre 1915 gegen das Vorjahr weiter um 176 306 oder 21 % zurückgegangen; beim Steinkohlenbergbau weist sie eine Abnahme um 136 655 auf, beim Braunkohlenbergbau um 14 119, beim Salzbergbau um 12 449, in der Gruppe »Erzgruben und Metallhütten« um 9056, bei »andern Mineralgewinnungen« um 4027.

Näheres über die Entwicklung der einzelnen Bergbauzweige der Knappschafts-Berufsgenossenschaft nach der Zahl der Betriebe und der Arbeiter sowie der Lohnsumme läßt die Zahlentafel 1 ersehen.

Zahlentafel 1.

Zahl der Betriebe und Arbeiter sowie Lohnsumme in den einzelnen Bergbauzweigen von 1886-1915.

	Zahl der		Lohnsumme ¹		
	Be- triebe	Ar- beiter	insges. M	auf 1 Arbeiter M	
Steinkohlenbergbau	1886	357	221 364	170 171 883	768,74
	1896	337	311 233	307 934 465	989,40
	1906	342	505 509	692 689 436	1 370,28
	1910	359	618 114	858 382 107	1 388,71
	1911	342	625 597	901 008 006	1 440,24
	1912	345	642 697	1007406 405	1 567,47
	1913	349	689 347	1148388 755	1 665,90
	1914	340	642 908	1008498 364	1 568,65
1915	342	506 253	895 426 347	1 768,73	
Braunkohlenbergbau	1886	423	28 950	20 187 120	697,31
	1896	534	41 391	33 291 424	804,31
	1906	528	63 363	69 180 277	1 091,81
	1910	536	73 959	89 232 999	1 206,52
	1911	524	71 242	89 007 725	1 249,37
	1912	505	74 474	96 035 064	1 289,51
	1913	493	77 876	101 829 303	1 307,58
	1914	484	72 640	93 929 803	1 293,09
1915	466	58 521	81 725 138	1 396,51	

¹ Für die Jahre 1886 und 1896 sind die anrechnungsfähigen, seit 1906 die wirklich gezahlten Löhne angeführt.

		Zahl der		Lohnsumme ¹	
		Be- triebe	Ar- beiter	insges. M	auf 1 Arbeiter M
Erzgruben und Metallhütten	1886	574	79 691	49 167 763	616,98
	1896	574	74 332	57 873 714	778,57
	1906	749	81 897	84 197 226	1 028,09
	1910	484	90 639	107 848 305	1 189,87
	1911	463	88 075	108 716 756	1 234,37
	1912	463	88 132	115 049 682	1 305,42
	1913	432	88 397	119 806 465	1 355,32
	1914	410	76 535	99 703 854	1 302,72
1915	416	67 479	97 300 337	1 441,94	
Salzbergbau und Salinen	1886	50	8 713	8 291 995	951,68
	1896	70	12 794	12 881 432	1 006,83
	1906	128	30 358	37 442 050	1 233,35
	1910	176	33 201	44 643 255	1 344,64
	1911	224	39 649	56 051 857	1 413,70
	1912	237	47 411	69 772 585	1 471,65
	1913	268	49 864	72 930 873	1 462,60
	1914	275	37 520	53 635 218	1 429,51
1915	257	25 071	36 006 541	1 436,18	
Andere Mineralgewinnungen	1886	254	4 991	2 983 719	597,82
	1896	307	6 592	4 655 513	706,24
	1906	439	8 121	7 713 065	949,77
	1910	382	9 864	10 249 828	1 039,11
	1911	455	13 711	15 008 512	1 094,63
	1912	440	13 748	15 557 820	1 131,64
	1913	436	13 321	15 669 834	1 176,33
	1914	387	11 515	12 872 368	1 117,88
1915	335	7 488	8 671 937	1 158,11	
zusammen	1886	1 658	343 709	250 802 480	729,69
	1896	1 822	446 342	416 636 550	933,45
	1906	2 186	689 248	891 222 054	1 293,04
	1910	1 937	825 777	1 110 356 494	1 344,62
	1911	2 008	838 274	1 169 792 856	1 395,48
	1912	1 990	866 462	1 303 821 556	1 504,76
	1913	1 978	918 805	1 458 620 230	1 587,52
	1914	1 896	841 118	1 268 639 607	1 508,28
1915	1 816	664 812	1 119 130 300	1 683,38	

¹ s. Anm. 1 der Nebenspalte.

Die Lohnsumme hatte im Berichtsjahr eine Abnahme um 149,51 Mill. M oder 11,79% zu verzeichnen. Auf 1 Versicherten ist dagegen die Lohnsumme um

175,10 *M* gestiegen; die Zunahme war am stärksten im Steinkohlenbergbau, wo sie sich auf 200,08 *M* belief; bei den Erzgruben und Metallhütten betrug sie 139,22 *M*, im Braunkohlenbergbau 103,42 *M* und im Salzbergbau 6,67 *M*.

Zur Ergänzung der Zahlentafel 1 zeigt die folgende Übersicht die Entwicklung der Zahl der in der Genossenschaft versicherten Personen, der an diese gezahlten Lohnbeträge und der durchschnittlich auf 1 Versicherten entfallenden Jahreslohnsumme in den einzelnen Jahren seit 1886.

Zahlentafel 2.

Entwicklung der Zahl der Versicherten und ihrer Lohnsumme von 1886–1915.

Jahr	Zahl der versicherten Personen	Gesamtlohnsumme ¹ <i>M</i>	Lohnsumme auf 1 Versicherten <i>M</i>
1886	343 709	250 802 480	729,69
1887	346 146	256 627 172	741,38
1888	357 582	278 114 372	777,76
1889	375 410	310 114 153	826,07

¹ Die hier aufgeführten Gesamtlohne sind die in den Heberollen nachgewiesenen Löhne, die dem Umlageplan eines jeden Jahres zugrunde gelegt wurden; hierbei sind also die nach Feststellung des Umlageplans verspätet nachgewiesenen Lohnsummen, für die Nachtragsheberollen angelegt wurden, sowie die infolge erhobener Beschwerden nachträglich abgesetzten Löhne nicht berücksichtigt.

Jahr	Zahl der versicherten Personen	Gesamtlohnsumme ¹ <i>M</i>	Lohnsumme auf 1 Versicherten <i>M</i>
1890	398 380	358 968 540	901,07
1891	421 137	389 030 866	923,76
1892	424 440	379 578 724	894,30
1893	421 124	370 056 490	878,74
1894	426 555	377 706 194	885,48
1895	430 820	385 275 666	894,28
1896	446 342	416 636 550	933,45
1897	468 953	457 548 013	975,68
1898	495 086	497 017 654	1 003,90
1899	521 352	541 912 044	1 039,44
1900	565 060	625 585 093	1 107,11
1901	607 367	706 736 524	1 163,61
1902	601 132	665 561 419	1 107,18
1903	619 798	713 575 434	1 151,30
1904	642 526	748 914 375	1 165,58
1905	647 458	769 872 668	1 189,07
1906	689 248	891 222 054	1 293,04
1907	732 584	1 030 970 622	1 407,31
1908	798 378	1 117 140 014	1 399,26
1909	818 989	1 084 238 324	1 323,87
1910	825 777	1 110 356 494	1 344,62
1911	838 274	1 169 792 856	1 395,48
1912	866 462	1 303 821 556	1 504,76
1913	918 805	1 458 620 230	1 587,52
1914	841 118	1 268 639 607	1 508,28
1915	664 812	1 119 130 300	1 683,38

¹ s. Anmerkung 1 der Nebenspalte.

Zahlentafel 3.

Entwicklung der Unfallziffer von 1886–1915.

Jahr	Angemeldete Unfälle		Entschädigungspflichtige Unfälle		Unfälle mit tödlichem Ausgang			
	überhaupt	auf 1000 versicherte Personen	überhaupt	auf 1000 versicherte Personen	nach dem ursprünglichen Stand		einschl. der nachträglich Gestorbenen	
					(Stand im Entstehungsjahr)		(Stand im Berichtsjahr)	
					überhaupt	auf 1000 versicherte Personen	überhaupt	auf 1000 versicherte Personen
1886	22 497	65,45	2 267	6,60	733	2,13	880	2,56
1887	24 630	71,15	2 621	7,57	849	2,45	825	2,38
1888	26 530	74,19	2 773	7,75	746	2,09	810	2,27
1889	27 038	72,02	3 176	8,46	816	2,17	887	2,36
1890	28 879	72,49	3 403	8,54	824	2,07	892	2,24
1891	33 528	79,61	4 005	9,51	977	2,32	1 043	2,48
1892	34 463	81,20	4 182	9,85	830	1,96	897	2,11
1893	37 837	89,85	4 464	10,60	920	2,19	994	2,36
1894	38 241	89,65	4 779	11,20	786	1,84	848	1,99
1895	40 616	94,28	4 906	11,39	912	2,12	972	2,26
1896	44 105	98,81	5 406	12,11	971	2,18	1 045	2,34
1897	46 034	98,16	5 671	12,09	961	2,05	1 032	2,20
1898	48 204	97,36	6 323	12,77	1 254	2,53	1 319	2,66
1899	52 357	100,43	6 307	12,10	1 060	2,03	1 129	2,17
1900	58 471	103,48	6 894	12,19	1 145	2,02	1 216	2,15
1901	68 898	113,44	7 933	13,06	1 289	2,12	1 365	2,25
1902	67 786	112,76	8 143	13,55	1 080	1,80	1 163	1,93
1903	74 433	120,09	9 049	14,60	1 159	1,87	1 224	1,97
1904	80 204	124,83	9 950	15,49	1 178	1,83	1 248	1,94
1905	81 871	126,45	10 066	15,55	1 235	1,91	1 309	2,02
1906	87 892	127,52	10 827	15,71	1 211	1,76	1 275	1,85
1907	92 455	126,20	11 382	15,54	1 743	2,38	1 803	2,46
1908	103 977	130,24	12 799	16,03	2 051	2,57	2 110	2,64
1909	109 489	133,69	12 621	15,41	1 748	2,13	1 787	2,18
1910	111 641	135,20	12 155	14,72	1 571	1,90	1 604	1,94
1911	114 669	136,79	12 213	14,57	1 689	2,01	1 714	2,04
1912	121 517	140,25	13 397	15,46	2 028	2,34	2 047	2,36
1913	133 710	145,53	13 763	14,98	2 121	2,31	.	.
1914	122 982	146,21	12 672	15,07	1 952	2,32	.	.
1915	98 334	147,91	10 374	15,60	1 852	2,79	.	.

Die Zahl der angemeldeten Unfälle stieg, auf 1000 versicherte Personen berechnet, von 146,21 in 1914 auf 147,91 im Berichtsjahr. Bei den entschädigungspflichtigen Unfällen erhöhte sich die Verhältniszahl von 15,07 auf 15,60. Bei den Unfällen mit tödlichem Ausgang stieg die auf 1000 Versicherte berechnete Zahl von 2,32 im Vorjahr auf 2,79. Diese Zahl unterlag im Lauf der zurückliegenden 30 Jahre großen Schwankungen: 1886 betrug sie 2,13, im Jahre 1908 2,57. Eine regelmäßige Steigerung oder Abnahme ist im Lauf der Jahre nicht eingetreten, weil die Zahl der tödlichen Unfälle stark von Massenunglücken und unglücklichen Zufällen abhängt. Die Entwicklung der Unfallziffer seit 1886 ist in der Zahlentafel 3 ersichtlich gemacht.

Im Berichtsjahr ereigneten sich die in der Zahlentafel 4 zusammengestellten 5 Massenunfälle, d. s. solche Unfälle, bei denen 10 oder mehr Personen einen Unfall erlitten. Durch diese Massenunfälle sind im Berichtsjahr 34 Personen getötet worden. Verletzt wurden außerdem 53 Bergleute.

Der größte Teil der entschädigungspflichtigen Unfälle, 61,44% (67,05% im Vorjahr), wurde im Berichtsjahr, wie auch sonst, durch die Gefährlichkeit des Be-

Zahlentafel 4.

Massenunfälle im Jahre 1915.

Tag des Unfalls	Name des Betriebes	Zahl der	
		Toten	Verletzten
11. Febr.	Sektion I (Bonn) Steinkohlengrube Kleinrosseln	—	11
11. Sept.	Sektion II (Bochum) Zeche Bruchstraße	8	3
29. "	" Holland	14	13
8. Nov.	" Deutscher Kaiser	10	8
5. März	Sektion VI (Beuthen, O.-S.) Zeche Mathilde-Grube	2	18

etriebes an sich hervorgerufen. Es handelt sich dabei um unvorhergesehene Fälle oder um Fälle höherer Gewalt, gegen die eine Abhilfe nicht möglich ist. Den Mängeln des Betriebes fielen 0,99% der Unfälle zur Last gegen 1,03% im Vorjahr. Durch die Schuld der Mitarbeiter entstanden 3,39 (3,25)% der Unfälle. Die Verletzten und ihre Mitarbeiter zusammen trugen die Schuld an 37,57% aller Unfälle.

Zahlentafel 5.

Innere Ursachen der entschädigungspflichtigen Unfälle im Jahre 1915.

Sektion	Zahl der Unfälle, veranlaßt durch								Zahl der Unfälle insges.
	die Gefährlichkeit des Betriebes an sich		Mängel des Betriebes im besondern		die Schuld der Mitarbeiter		die Schuld des Verletzten selbst		
	im ganzen	von der Gesamtzahl %	im ganzen	von der Gesamtzahl %	im ganzen	von der Gesamtzahl %	im ganzen	von der Gesamtzahl %	
I Bonn	1217	69,50	1	0,06	43	2,46	490	27,98	1 751
II Bochum	3225	69,22	4	0,09	106	2,27	1324	28,42	4 659
III Klausthal (Harz)	104	77,04	3	2,22	4	2,96	24	17,78	135
IV Halle (Saale)	387	52,66	33	4,39	31	4,12	292	38,83	743
V Waldenburg (Schles.)	136	83,43	—	—	2	1,23	25	15,34	163
VI Beuthen (O.-S.)	1034	41,90	57	2,30	156	6,30	1223	49,50	2 470
VII Zwickau (Sachsen)	172	58,50	5	1,70	4	1,36	113	38,44	294
VIII München	95	59,74	—	—	6	3,78	58	36,48	159
zus.	6370	61,44	103	0,99	352	3,39	3549	34,18	10 374

Die Nachweisung ist nicht seit dem Bestehen der Berufsgenossenschaft geführt worden. Wie sich das Anteilverhältnis der einzelnen Ursachen an den Unfällen für die Jahre 1895, 1911, 1914 und 1915 gestellt hat, ist nachstehend ersichtlich gemacht. Es entfielen

	1895	1911	1914	1915
auf die Gefährlichkeit des Betriebes an sich	57,78	69,55	67,05	61,44
auf Mängel des Betriebes im besondern	0,96	1,06	1,03	0,99
die Schuld der Mitarbeiter	4,02	3,86	3,25	3,39
die Schuld der Verletzten	37,24	25,53	28,67	34,18
zus.	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Zahlentafel 6 gibt über die in den Jahren 1894 bis 1915 an den einzelnen Wochentagen zur Anmeldung gelangten Unfälle Auskunft. Für die zurückliegenden 21 Jahre ergibt der Durchschnitt, daß auf den Dienstag

und den Samstag fast der gleiche Anteil (16,90 und 16,87%) von der Gesamtzahl entfällt. Der Montag tritt mit 15,47% auffallend zurück. Die übrigen Wochentage zeigen nur geringe Abweichungen voneinander.

Zahlentafel 6.

Verteilung der Unfälle in den Jahren 1894-1915 auf die verschiedenen Wochentage.

Tag	Angemeldete Unfälle	
	insges.	von der Gesamtzahl %
Sonntag	36 856	2,05
Montag	278 191	15,47
Dienstag	303 842	16,90
Mittwoch	292 656	16,28
Donnerstag	289 435	16,10
Freitag	293 633	16,33
Samstag	303 273	16,87
zus.	1 797 886	100,00

Im Berichtsjahr ist es wieder, wie schon häufig im Laufe der Jahre, der Dienstag, der mit 16 867 die höchste Zahl der Unfälle unter den Wochentagen aufweist. Ihm folgen der Samstag mit 16 394, der Mittwoch mit 16 250, der Freitag mit 15 786, der Donnerstag mit 15 442 und der Montag mit nur 15 160 Unfällen. Am Montag ereigneten sich 1707 Unfälle weniger als am Dienstag. Die seit Jahren wiederkehrende Erscheinung, daß die größte Zahl der Unfälle auf den Dienstag und die geringste auf den Montag fällt, hat ihre Ursache darin, daß am Montag eine große Zahl von Bergleuten nicht arbeitet und deshalb keinen Betriebsunfall erleidet.

Die Folgen des Feierns am Sonntag und Montag kommen in der größern Zahl der Unfälle am Dienstag zum Ausdruck.

Die Umlage war im Berichtsjahr bei 33,86 Mill. \mathcal{M} um 2,67 Mill. \mathcal{M} = 7,9% größer als im Vorjahr.

Die auf 1 Versicherten entfallenden Gesamtunfallkosten stiegen, wie Zahlentafel 7 zeigt, im Durchschnitt bei der ganzen Berufsgenossenschaft von 37,08 \mathcal{M} auf 50,93 \mathcal{M} . Auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme berechnet, stiegen die Kosten im Durchschnitt der ganzen Berufsgenossenschaft von 24,59 \mathcal{M} auf 30,25 \mathcal{M} .

Zahlentafel 7.

Gesamtunfallkosten von 1886 - 1915.

Sektion	1886		1890		1895		1900		1905		1910		1914		1915	
	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}	auf 1 Arbeiter \mathcal{M}	auf 1000 \mathcal{M} Lohnsumme \mathcal{M}
I Bonn	5,59	6,17	12,37	13,98	17,37	20,28	16,40	15,62	30,21	26,23	39,39	30,03	42,97	29,43	57,59	36,30
II Bochum	11,68	11,05	21,61	20,50	26,92	26,55	22,19	17,58	39,50	28,70	42,02	27,57	37,64	21,72	55,47	27,91
III Clausthal	4,18	4,95	7,17	9,17	13,56	17,34	14,81	15,52	31,94	30,49	39,29	32,22	41,52	30,72	51,01	36,15
IV Halle	4,75	4,96	9,71	11,50	13,40	15,80	13,62	13,48	23,87	22,04	27,41	22,27	27,67	21,19	38,37	26,83
V Waldenburg	5,56	6,94	7,78	9,85	8,85	11,13	10,81	11,19	16,38	16,82	19,54	17,92	21,03	17,25	2,41	18,82
VI Beuthen	5,68	8,62	12,70	18,08	19,80	26,65	22,18	23,71	34,56	35,37	39,45	35,59	38,57	32,08	48,66	36,02
VII Zwickau	8,70	9,13	17,20	18,68	18,90	20,90	19,11	17,59	31,46	28,90	37,78	29,35	37,21	26,80	43,96	28,99
VIII München	7,84	7,66	13,60	15,72	24,92	29,15	22,62	23,64	32,65	30,46	37,08	30,15	37,37	27,64	48,37	33,08
Durchschnitt	7,55	8,20	15,00	16,65	20,36	22,76	19,08	17,23	33,28	27,98	38,24	28,44	37,08	24,59	50,93	30,25

Die Verwaltungskosten des Genossenschaftsvorstandes und der Sektionen zusammen betragen im ganzen und in Prozenten der Jahresumlage:

Jahr	\mathcal{M}	%	Jahr	\mathcal{M}	%
1885/6	202 547	7,8	1909	865 880	2,7
1890	208 480	3,5	1910	970 165	3,1
1895	321 242	3,7	1911	1 038 911	3,1
1900	444 622	4,1	1912	1 049 048	3,1
1905	658 449	3,1	1913	1 098 654	3,3
1906	710 908	3,1	1914	1 081 484	3,5
1907	781 313	3,2	1915	1 051 784	3,1
1908	833 572	3,1			

In den Verwaltungskosten ist gegen das Vorjahr ein Rückgang von 29 699 \mathcal{M} eingetreten. Hierdurch und durch das Anwachsen der Umlage ging der auf 100 \mathcal{M} Umlage entfallende Satz von 3,5 im Vorjahr auf 3,1 im Berichtsjahr zurück.

Die Kosten der Unfalluntersuchungen, der Feststellung der Entschädigungen, des Rechtsganges und die Unfallverhütungskosten stellten sich insgesamt und in Prozenten der Umlage wie folgt:

Jahr	\mathcal{M}	%	Jahr	\mathcal{M}	%
1885/6	21 327	0,8	1909	885 833	3,1
1890	121 541	2,0	1910	882 528	2,8
1895	166 718	1,9	1911	978 049	2,9
1900	218 438	2,0	1912	994 092	2,9
1905	444 573	2,1	1913	1 495 255	3,6
1906	510 392	2,2	1914	974 321	3,1
1907	674 935	2,7	1915	797 116	2,4
1908	688 424	2,6			

Die erheblich verminderte Arbeiterzahl und die dementsprechend geringere Anzahl von Unfällen hatte ein starkes Zurückgehen der Unfalluntersuchungskosten zur Folge; sie stellten sich gegen das Vorjahr um 177 205,23 \mathcal{M} niedriger. Auf 100 \mathcal{M} Umlage entfielen 2,4 \mathcal{M} gegen 3,1 \mathcal{M} im Vorjahr.

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Eisenbahnen der Erde im Jahre 1914. In der vorjährigen Veröffentlichung über die Eisenbahnen der Erde, die wie auch die nachstehenden Ausführungen dem »Archiv für Eisenbahnwesen« entstammt, wurde bereits darauf hingewiesen, daß infolge der durch den Weltkrieg

hervorgerufenen Unterbrechung und Störung des Verkehrs mit den feindlichen und einem Teil der neutralen Staaten eine Anzahl amtlicher Veröffentlichungen über die Entwicklung der Eisenbahnen nicht eingegangen war, so daß die statistischen Angaben zum Teil andern Quellen entnommen, zum Teil die Zahlen des Jahres 1912 wiederholt werden mußten. Im Jahre 1915 ist der Zufluß an statistischen

Angaben noch schwächer geworden, so daß es nicht mehr möglich war, die üblichen Zusammenstellungen anzufertigen. Es konnte nur für die Länder, über die neue Zahlen bekannt geworden sind, der Zuwachs gegen das Vorjahr 1913 festgestellt werden. An amtlichen Veröffentlichungen standen nur die des Deutschen Reichs, der Niederlande, von Norwegen und der Ver. Staaten von Amerika zur Verfügung.

In der folgenden Zusammenstellung ist bei den Ver. Staaten von Amerika auch die in der vorjährigen Veröffentlichung für das Jahr 1913 enthaltene Kilometerzahl geändert worden. Der Zuwachs des Jahres 1914 betrug mit Berücksichtigung dieser Änderung bei allen Ländern, über die Zahlen vorliegen, 13 906 km. Im Jahre 1913 wurden dagegen im ganzen auf der Erde 22 729 km Eisenbahnen neu in Betrieb genommen. Die Vermehrung im Jahre 1914 dürfte auf der ganzen Erde erheblich größer als 13 906 km sein, da in verschiedenen Ländern, von denen Zahlen nicht zu erlangen waren, aus denen allein der im Eisenbahnbau sehr rührige Weltteil Australien hervorgehoben werden mag, der Bahnbau vermutlich auch Fortschritte gemacht haben wird.

Rechnet man in Deutschland zu den Eisenbahnen für das Jahr 1914 die im Betrieb befindlichen nebenbahnähnlichen Kleinbahnen hinzu, so ergibt sich folgendes Eisenbahnnetz:

Preußen . . . 38 464 + 10 434 = 48 898 km,
Deutschland . 64 319 + 11 097 = 75 416 km.

Sobald wir später vollständigeres, zuverlässigeres Zahlenmaterial erhalten, werden wir die üblichen Übersichten wieder in früherem Umfang bringen. Unter Berücksichtigung der vorläufigen Ermittlungen für das Jahr 1914 erhöht sich die im Archiv für Eisenbahnwesen 1915, S. 510 ff. für das Jahr 1913 berechnete Länge des Eisenbahnnetzes der Erde von 1 104 217 km auf 1 113 540 km.

Erweiterung des Eisenbahnnetzes der Erde im Jahre 1914.
(Vorläufige Ermittlung.)

Länder	Länge der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen am Ende des Jahres		Zuwachs km
	1913 km	1914 km	
I. Europa			
Deutschland:			
Preußen	38 031	38 464	433
Bayern	8 543	8 626	83
Sachsen	3 188	3 190	2
Württemberg	2 193	2 198	5
Baden	2 395	2 417	22
Elsaß-Lothringen	2 107	2 107	—
Übrige deutsche Staaten	7 273	7 317	44
zus. Deutschland	63 730	64 319	589
Großbritannien	37 717	38 135	418
Frankreich	51 188	51 431	243
Italien	17 634	17 964	330
Niederlande	3 256	3 339	83
Schweiz	4 863	5 077	214
Norwegen	3 092	3 164	72
Griechenland	1 609	1 628	19
Bulgarien	1 931	2 124	193
Montenegro	—	18	18
zus. Europa	121 290	122 880	1 590

Länder	Länge der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen am Ende des Jahres		Zuwachs km
	1913 km	1914 km	
II. Amerika			
Canada	47 150	49 549	2 399
Vereinigte Staaten einschl. Alaska	406 335 ¹	411 215	4 880
Paraguay	373	468	95
Chile	6 370	8 058	1 688
Argentinien	32 215	33 649	1 434
zus. Amerika	492 443	502 939	10 496
III. Asien			
China	9 854	9 982	128
Siam	1 130	1 457	327
Japan	10 986	11 922	936
zus. Asien	21 970	23 361	1 391
IV. Afrika.			
Ägypten	5 946	5 966	20
Algier und Tunis	6 382	6 791	409
zus. Afrika	12 328	12 757	429
Wiederholung			
I. Europa	121 290	122 880	1 590
II. Amerika	492 443	502 939	10 496
III. Asien	21 970	23 361	1 391
IV. Afrika	12 328	12 757	429
zus.	648 031	661 937	13 906

¹ Die im Archiv für Eisenbahnwesen 1915, S. 514, für die Vereinigten Staaten von Amerika veröffentlichte Zahl 410 918 km stammte nicht aus amtlichen Quellen und bezog sich wahrscheinlich schon auf eine spätere Zeit; die jetzt angegebene Zahl 406 335 km ist aus den inzwischen eingegangenen amtlichen Veröffentlichungen des amerikanischen Bundesverkehrsamts (s. Archiv für Eisenbahnwesen 1916, S. 175/176) genommen.

Verkehrswesen.

Kohlen-, Koks- und Preßkohlenbewegung in den Rhein-Ruhrhäfen im Monat August 1916.

Häfen	August		Januar — August	
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t
nach Koblenz und oberhalb von Duisburg-Ruhrorter Häfen	482 250	404 566	3 615 195	3 433 987
Rheinpreußen	19 453	22 021	174 540	190 003
Schwegern	13 145	4 196	104 151	53 699
Walsum	46 527	55 069	317 409	405 792
zus.	561 375	485 852	4 211 295	4 083 481
	— 75 523		— 127 814	
bis Koblenz aussch. von Duisburg-Ruhrorter Häfen	4 043	1 005	31 028	4 695
Rheinpreußen	17 483	22 027	114 072	168 539
Walsum	777	67	2 207	948
zus.	22 303	23 099	147 307	174 182
	+ 796		+ 26 875	
nach Holland von Duisburg-Ruhrorter Häfen	79 566	76 427	764 323	555 659
Rheinpreußen	14 341	20 222	166 408	122 099
Schwegern	10 846	8 522	120 631	91 297
Walsum	20 578	10 052	170 509	141 928
zus.	125 331	115 223	1 221 871	910 983
	— 10 108		— 310 888	

Häfen	August		Januar—August	
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t
nach Belgien von Duisburg-Ruhr- orter Häfen . . .	42 486	9 983	494 280	117 763
Rheinpreußen . .	11 012	14 206	82 593	107 796
Schwelgern . . .	4 182	1 493	16 486	9 473
Walsum	—	134	6 771	9 268
zus.	57 680	25 816	600 130	244 300
	— 31 864		— 355 830	
nach andern Gebieten von Duisburg-Ruhr- orter Häfen . . .	7 490	20 296	73 190	188 682
Rheinpreußen . .	700	—	700	—
Schwelgern . . .	—	—	—	2 505
zus.	8.190	20 296	73 890	191 187
	+ 12 106		+ 117 297	
von Duisburg-Ruhr- orter Häfen . . .	Gesamtabfuhr zu Schiff			
Rheinpreußen . .	615 835	512 277	4 978 016	4 300 786
Schwelgern . . .	62 989	78 476	538 314	588 437
Walsum	28 173	14 211	241 268	156 734
zus.	67 882	65 322	496 896	557 936
	774 879	670 286	6 254 494	5 603 892
	— 104 593		— 650 602	

Patentbericht.

Anmeldungen,

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

Vom 14. September 1916 an.

20 a. Gr. 18. P. 34 806. J. Pohl, A.G. und Wilhelm Ellingen, Köln-Zollstock. Knotenkupplungsapparat für Seilschwebbahnen; Zus. z. Anm. P. 34 644. 4. 5. 16.

35 a. Gr. 9. S. 39 851. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Vorrichtung zum Aufschieben von Förderwagen auf Förderkörbe; Zus. z. Pat. 287 036. 19. 8. 13.

35 a. Gr. 22. A. 26 335. A.G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz); Vertr.: Robert Boveri, Mannheim-Käferthal. Verfahren zur selbsttätigen Aufhebung des Seilrutschens bei Adhäsionsantrieben. 27. 7. 14.

40 c. Gr. 6. D. 28 631. Louis Devaucelle, Courbevoie (Seine); Vertr.: Dr. K. Michaelis, Pat.-Anw., Berlin W 35. Verfahren zur elektrolytischen Gewinnung von Aluminium. 31. 3. 13.

78 e. Gr. 5. K. 61 450. Ambrosius Kowastch, Charlottenburg, Leiknizstr. 78, und Rudolf Mewes, Berlin, Pritzwalkerstr. 8. Verfahren und Vorrichtung zur Verwandlung eines Tauchgefäßes zum Sättigen von Patronen für das Sprengen mit flüssiger Luft in ein Aufbewahrungs- oder Transportgefäß. 22. 11. 15.

Vom 18. September 1916 an.

10 a. Gr. 22. D. 31 913. Arthur McDougal Duckham, Highfield, Ashtead (England); Vertr.: Dr. W. Karsten und Dr. C. Wiegand, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Verfahren zum kontinuierlichen Verkoken von Kohle. 23. 7. 15. Großbritannien 23. 7. 14.

27 e. Gr. 9. R. 42 920. Moriz Rosenthal, Wien; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, C. Weihe, Dr. H. Weil und M. M. Wirth, Frankfurt (Main), W. Dame und T. R. Koehnhorn, Berlin SW 68. Regelung für Kreiselpumpe. 21. 2. 16. Österreich 14. 12. 15.

40 b. Gr. 1. H. 69 322. Carl Haßler, Aalen (Württbg.). Verfahren zur Herstellung eines antimonfreien Lagerweißmetalles. 1. 12. 15.

40 b. Gr. 1. H. 69 628. Carl Haßler, Aalen (Württbg.). Verfahren zur Herstellung antimonfreier Lagerweißmetalle; Zus. z. Anm. H. 69 322. 1. 2. 16.

42 l. Gr. 4. B. 79 546. Dr. Richard Brandt, Ludwigshafen (Rhein), Gartenstr. 9. Vorrichtung zur gasanalytischen Bestimmung von Edelgasen und Stickstoff. 15. 5. 15.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Die am 14. Februar 1916 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

1 a. M. 57 089. Verfahren zum Klären des Abwassers beim Entwässern von Kohlen, Erzen u. dgl. ist zurückgenommen worden.

Versagung.

Auf die am 24. Januar 1916 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

10 a. H. 67 203. Vorrichtung zum Löschen, Sieben und Verladen von Koks. ist ein Patent versagt worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen.

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 18. September 1916.

5 a. 652 450. Autogenwerk Sirius G. m. b. H., Düsseldorf-Eller. Erdbohrer. 8. 8. 16.

5 b. 652 364. Heinrich Schmidt, Saarbrücken, Feldmannstr. 47, und Alex Flegel, Von der Heydt b. Saarbrücken. Schlagschrämmaschine. 14. 7. 16.

19 f. 652 295. Karl Theodor Herrmann, Langen, Bez. Darmstadt. Stollenrahmen aus Eisenbetonbohlen. 10. 8. 16.

24 b. 652 356. Alfred Mehlhorn, Hamburg, Trostbrücke 2. Zerstäuber für flüssigen Brennstoff. 19. 6. 16.

27 b. 652 086. Ludwig Kopp, Augsburg, Frickingerstraße 5. Leistungsregler mit Differentialkolben und Betätigung durch das Druckmedium. 21. 8. 16.

35 b. 652 340. Orenstein & Koppel - Arthur Koppel A.G., Berlin. Einrichtung für das selbsttätige Öffnen von Förderkübeln. 22. 10. 15.

35 b. 652 366. Friedrich Edelman, Cannstatt. Selbstgreifer. 21. 7. 16.

47 g. 652 105. Dipl.-Ing. Leonhard Kurzmann, Mannheim, Wespinstr. 4. Druck- und Saugventil für raschlaufende Druckverdichter. 16. 8. 15.

47 g. 652 381. Samson - Apparate - Baugesellschaft m. b. H., Mannheim. Mit Hilfe eines elastischen, durch eine Ausdehnungsflüssigkeit beeinflussten Schlauches selbsttätig wirkende Vorrichtung zum Regeln und Schließen von Leitungen, zum Signalgeben usw. 19. 8. 16.

50 e. 652 363. Deutsche Luftfilter-Baugesellschaft m. b. H., Breslau. Filter zur Reinigung der Betriebsluft für Kompressoren, Turbodynamos u. dgl. 12. 7. 16.

59 a. 652 242. Philipp Hannach, Lissa (Posen). Vorrichtung gegen Einfrieren an Pumpen. 25. 8. 16.

78 e. 652 112. Sprengluft-Gesellschaft m. b. H., Essen (Ruhr). Zünder für flüssige Sauerstoff-Sprengladungen. 2. 2. 16.

78 e. 652 113. Sprengluft-Gesellschaft m. b. H., Essen (Ruhr). Zünder für Sprengladungen. 2. 2. 16.

78 e. 652 117. Sprengluft-Gesellschaft m. b. H., Essen (Ruhr). Sprengpatronenhülle. 24. 2. 16.

81 e. 652 436. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Selbsttätige Füllvorrichtung für Becherwerke. 16. 11. 15.

81 e. 652 441. Deutsche Maschinenfabrik A.G., Duisburg. Fahrbarer Wagenkipper. 22. 7. 16.

81 e. 652 460. Amme, Giesecke & Konigen, A.G., Braunschweig. Becherwerk. 19. 8. 16.

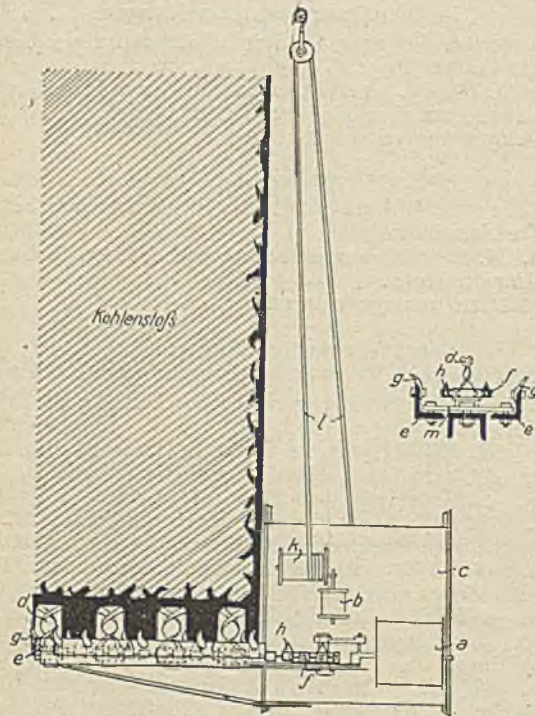
Deutsche Patente.

1 a (10). 294 203, vom 26. September 1915. Carl Lichtenstern und Franz Schery in Witkowitz,

Mähren. Doppelschieberverschluß für Kohlenentwässerungsvorrichtungen.

Der Verschluß besteht aus einem vollen Schieber und einem unter diesem liegenden, für sich beweglichen, durchlochten Schieber, der beim Entleeren mit dem vollen Schieber zwangsläufig verbunden werden kann.

5 b (9). 294 306, vom 22. Juni 1915. Adalbert Rutemborn in Altenessen. Schrämmaschine, bestehend aus einer Reihe nebeneinander liegender Bohrer, die mittels einer Kette gemeinsam angetrieben werden.



Die Kette *f* der Maschine, die durch einen Motor *a* bewegt wird und die Bohrer *d* antreibt, ist auf der nach dem Arbeitsstoß gerichteten Seite mit Schrämszähnen *h* besetzt und dient zum Antrieb von in der senkrechten Ebene liegenden, zweiarmigen Hebeln *m*, deren mit nach dem Kohlenstoß gerichteten Schneidzähnen *g* besetzte Arme Schrämszangen *e* tragen, die oberhalb und unterhalb der Bohrer *d* angeordnet sind. Durch die Zähne *h* wird die Kohle, die zwischen den Bohrern *d* stehen bleibt, fortgebrosen und aus dem Schram befördert. Der Vorwärtsschub, d. h. die Vorwärtsbewegung des die Maschine tragenden Schlittens *c* wird wie üblich durch eine auf dem Schlitten angeordnete, durch einen Motor *b* angetriebene Seiltrommel *k* mittels eines Seilzuges *l* bewirkt.

5 b (12). 294 205, vom 24. Februar 1915. Fritz Diehl in Frankfurt (Main). Abbauverfahren von in geringer Tiefe liegenden goldhaltigen Sandlagern.

Nach dem Verfahren sollen goldhaltige Sandschichten mittels Loch-an-Loch-Bohrung gewonnen werden.

26 d (6). 293 960, vom 9. November 1915. Heinrich Bauerachse und Otto Estner in Dortmund. Aus Spiralen bestehender Einbau für Benzolwascher, Gaswascher u. dgl.

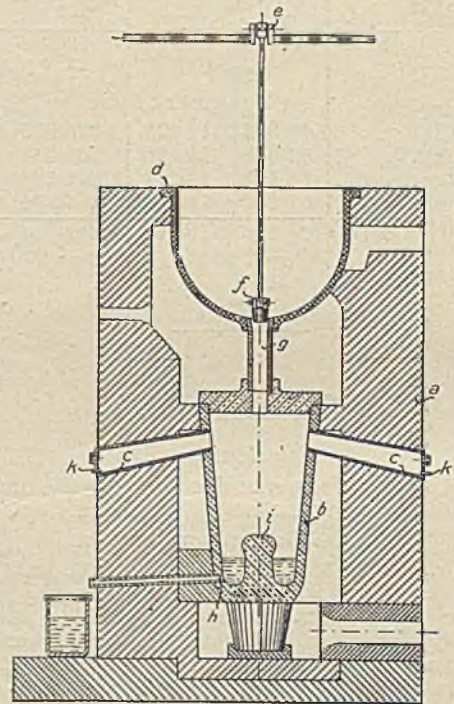
Der Einbau besteht aus uhrfederförmig gewundenen Holzfurnierbändern. Diese Furnierspiralen bleiben außerordentlich lange gebrauchsfähig, weil sie keinen eigenen innern Bewegungen ausgesetzt sind, wie sie sich bei stoßweisem Eintreten des Gases bemerkbar machen können. Sie lassen sich auch gut gegeneinander festlegen, so daß sie einen in sich ganz starren Körper bilden, und bieten die größte Oberfläche auf dem kleinsten Raum.

26 d (8). 294 130, vom 25. Februar 1916. Dipl.-Ing. Karl Burkheiser in Dortmund. Verfahren zur Zurück-

führung des mit den Kondensaten ausgefallenen Ammoniaks in den Gasstrom.

Man gibt die ausgefallenen dünnen Ammoniakwasser auf eine Destillierkolonne auf, verdichtet die entstehenden ammoniakhaltigen Dämpfe zu einer konzentrierten Flüssigkeit und wäscht mit diesem verdichteten Wasser den Gasstrom vor seinem Eintritt in die eigentliche Ammoniakgewinnungsstelle. Das aus diesen Waschvorrichtungen ablaufende Wasser läuft mit den übrigen Kondensaten zusammen und wird von neuem auf der Destillierkolonne verarbeitet. Ganz besonders vorteilhaft wird diese Arbeitsweise, wenn man das Gas mit dem konzentrierten Ammoniakwasser an einer Stelle wäscht, wo das Gas noch heiß ist, also beispielsweise in der sogenannten Luftkühlung.

40 a (34). 294 287, vom 5. Februar 1916. Georg Heinecker in Breslau. Verfahren und Vorrichtung zur Abscheidung des Zinks aus zinkhaltigen Legierungen.



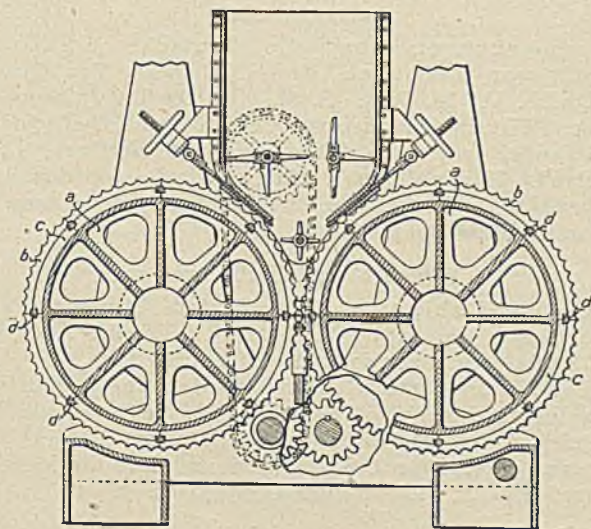
Die in einem Raume flüssig erhaltene Legierung soll absatzweise in kleinen Mengen in einen zweiten, stark beheizten Raum eingeführt und zerstäubt werden. Dann soll das Zink abdestilliert, aufgefangen und verdichtet werden. Die durch das Patent geschützte Vorrichtung ist ein zweiteiliger Ofen *a*, in den über einer stehenden Retorte *b* mit einem Bodenaufsatz *i* ein Schmelzkessel *d* eingehängt ist. Letzterer ist mit der Retorte *b* durch ein mittleres Rohr *g* verbunden, dessen oberes, durch den Boden des Schmelzkessels hindurchgeführtes Ende durch ein an einer Kurbel *e* hängendes Ventil *f* geschlossen ist. An den oberen Teil der Retorte *b* sind Kondensationsrohre *c* mit einer Abstichöffnung *k* angeschlossen, und am Boden der Retorte ist eine Abstichöffnung *h* vorgesehen. Infolge der dem Ventil *f* durch die Kurbel *e* erteilten Bewegung fließen absatzweise kleine Mengen der in dem Schmelzkessel *d* verflüssigten Legierung durch das Rohr *g* in die Retorte, in der die Masse beim Auftreffen auf den Bodenaufsatz *i* verstäubt wird und gegen die heiße Wandung der Retorte spritzt. Dabei verdampft das in der Legierung enthaltene Zink, und der Zinkdampf tritt in die Kondensationsrohre *c*, in denen er zu metallischem Zink verdichtet wird. Die übrigen Bestandteile der Legierung hingegen sammeln sich im flüssigen Zustand auf dem Boden der Retorte, so daß sie durch die Abstichöffnung *h* aus der Retorte entfernt werden können.

50 c (5). 294 270, vom 5. Juni 1914. Firma G. Polysius in Dessau. *Länglich ausgebildeter Mahlkörper zum Vermahlen in Trommelmühlen.*

Der Mahlkörper soll, damit er bei der Trommeldrehung außer der ihm durch diese Drehung erteilten Bewegung von ihr unabhängige Bewegungen ausführt, so geformt sein, daß sein Querschnitt und damit seine Masse von einem Ende zum andern zu- bzw. abnimmt. Beispielsweise kann der Mahlkörper eine kegel- oder birnenförmige Gestalt haben.

Die beabsichtigte Wirkung kann auch dadurch erzielt werden, daß ein symmetrischer, z. B. ein zylindrischer, Mahlkörper mit Aussparungen (Einbuchtungen) von verschiedener Abmessung versehen wird.

80 a (24). 294 266, vom 22. Juli 1914. St. Louis Briquette Machine Company in St. Louis, Missouri, V. St. A. *Walzenpresse zur Herstellung von Briketts aus pulverförmigem Brennstoff.*



Die gegenläufig angetriebenen Walzen *a* der Presse haben zusammenarbeitende Formringe, die aus mehreren Teilen *b* bestehen und mit vorspringenden Rippen *c* in Nuten der Walzen eingreifen. Zur festen Verbindung der Formringe mit den Walzen dienen parallel zu den Walzachsen verlaufende Stangen *d* von trapez- (schwalbenschwanz-) förmigem Querschnitt, die von einer der Stirnseiten der Walzen her durch entsprechend geformte Aussparungen der Walzen und der Rippen der Formringe geschoben werden. Die Stangen können an ihren beiden Enden mit Gewinde versehen werden, auf die zwecks Erleichterung des Herausziehens und Einschubens der Stangen eine Handhabe geschraubt werden kann. Die Gewinde können gegen Beschädigungen durch aufgeschraubte Kappen geschützt werden, und die Stangen *d* können aus zwei Teilen bestehen, von denen jeder von einer Stirnseite der Walzen her in deren Aussparungen geschoben wird.

80 b (8). 294 021, vom 5. Juni 1914. Dr.-Ing. Alfred Krieger in Ickern, Post Habinghorst, Westf. *Verfahren zur Herstellung von feuerfesten Steinen.*

Dolomit wird mit Quarz oder Magnesiumsilikaten in solchen Mengenverhältnissen gebrannt, daß der Kalk des Dolomits durch die Kieselsäure des Quarzes oder Silikates gebunden wird und die Magnesia in freier Form vorhanden ist.

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.

Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. Ergebnisse eigener Reisen und paläontologische Untersuchungen. Von Frech. (Schluß.) Z. Geol. Ges. H. 3. S. 289/325. Fortsetzung der die Paläontologie und vergleichende Stratigraphie des Tauros behandelnden Ausführungen. Erdgeschichte und Gebirgsbau Anatoliens.

Beitrag zur Geologie von Deutsch-Südwest-Afrika. Von Rimann. Z. Geol. Ges. H. 3. S. 327/43*. Kurzer Bericht über die 1910 und 1911 ausgeführten geologischen Aufnahmen, besonders im Gelände zwischen dem Bastardland und dem Land der Khanashottentotten sowie im Naukluftgebirge.

Über Meerestransgressionen und daran sich anknüpfende Fragen. Von Deecke. Z. Geol. Ges. H. 3. S. 360/91. Besprechung der Trans- und Regressionserscheinungen unter besonderer Berücksichtigung der einwandernden Tierwelt und ihrer Entwicklung.

Ptilocrinus, eine neue Krinoidengattung aus dem Unterdevon der Eifel. Von Wanner. Z. Geol. Ges. H. 3. S. 343/59*. Beschreibung einer neuen Art und Gattung, für die der Name Ptilocrinus Dohmi, nach dem Sammler der untersuchten Fundstücke, vorgeschlagen wird.

Über einige Proctotrypidae (Bethylinae, Cerafironinae und Scelioninae) aus dem subfossilen und dem rezenten Kopal von Zanzibar und von Madagaskar. Von Meunier. Z. Geol. Ges. H. 3. S. 391/5*. Beschreibung neuer Formen.

Bergbautechnik.

Iron pyrites deposits in southeastern Ontario, Canada. Von Hopkins. Bull. Am. Inst. Aug. S. 1361/9*. Kurzer Überblick über Vorkommen und Gewinnung von Eisenpyriten.

Les mines de wolfram de Vaulry et Cieux (Haute-Vienne). Von Huré. Bull. St. Et. Jan./März. S. 99/115*. Lagerungs- und Gewinnungsverhältnisse der genannten Wolframvorkommen.

Mining and milling practice at Santa Gertrudis. Von Rose. Bull. Am. Inst. Aug. S. 1295/1332*. Bergbauliche und hüttenmännische Angaben aus dem Pachuca-Bezirk.

Coal mining under the river Waikato and lake Hakanoa, N. Z. Coll. Guard. 1. Sept. S. 399/400*. Kohlenabbau unter einem Fluß und einem See.

Die elektrischen Anlagen der Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerks »Vereinigte Welheime. Von Steiner. (Forts.) E. T. Z. 28. Sept. S. 521/3*. Angaben über die beiden Kühltürme, das 6 Steilrohrkessel enthaltende und für 14 Kessel Raum bietende Kesselhaus, die beiden Turbodynamos und die wie sie von den Siemens-Schuckertwerken gelieferte Schaltanlage. (Forts. f.)

Surface plant at Broodsworth Main colliery. Coll. Gurad. 1. Sept. S. 401/2*. Beschreibung der Tagesanlagen der genannten Grube.

The health of old colliers. Von Haldane. Trans. Engl. Inst. Aug. S. 469/83. Die Sterblichkeitsverhältnisse der englischen Kohlenbergleute.

An explanation of the flotation process. Von Taggart und Beach. Bull. Am. Inst. Aug. S. 1373/86*. Erklärung des Schwimmaufbereitungsvorgangs.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Gasfeuerungen für Dampfkessel. Von Pradel. Z. Dampfk. Betr. 29. Sept. S. 305/10*. Allgemeines über Gasfeuerungen und die Beschaffenheit des zu verheizenden Gases. Einteilung der Brennerarten. Beschreibung verschiedener Ausführungen von Mischbrennern und Bunsenbrennern. (Schluß f.)

Boilers heated by coke-oven gas. (Forts.) Ir. Coal Tr. R. 8. Sept. S. 280/1*. Beschreibung weiterer Bauarten von Dampfkesseln mit Koksofengasbeheizung.

Über das Wachsen von Roststäben. Von Loschge. Z. Dampfk. Betr. 22. Sept. S. 297/8*. Angaben über die Ursache dieser Erscheinungen und die Möglichkeit ihrer Vermeidung.

Die Großgasmaschinen. Von Witz. (Schluß.) Z. Dampfk. Betr. 22. Sept. S. 298/300*. Ausführungen von Großgasmaschinen der Görlitzer Maschinenbau-Anstalt und Eisengießerei.

Bremsversuche an einer neuen schnellaufenden Wasserturbine. Z. Turb. Wes. 20. Sept. S. 265/7*. Die von der Maschinenfabrik Escher, Wyß & Cie. gebaute Schnellläuferturbine und die Versuchsanordnung. Besprechung der in Schaubildern dargestellten Hauptcharakteristiken. (Schluß f.)

Die Verwendung der Zoelly-Leiträder von Dampfturbinen für überkritische Dampfgeschwindigkeiten. Von Loschge. (Schluß.) Z. d. Ing. 23. Sept. S. 795/8*. Vergleich der Rechnungsergebnisse mit Versuchswerten. Vorgehen bei Berechnung einer Turbinenstufe mit Zoelly-Leitrad für überkritische Druckgefälle.

Über geschmierte Arbeitsräder. Von Gümbel. (Schluß.) Z. Turb. Wes. 20. Sept. S. 268/72*. Beurteilung und Wahl der Zahnform geschmierter Triebe. Sicherung gleichmäßiger Druckübertragung und Schmierung.

Elektrotechnik.

Zur staatlichen Elektrizitätsversorgung des Königreiches Sachsen. Von Soberski. El. Bahnen. 24. Sept. S. 282/7. Besprechung der Regierungsdenkschrift, in der die geplanten Maßnahmen dargelegt und begründet worden sind, vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Historique des forges de Decazeville. Von Lévêque. Bull. St. Et. Jan./März. S. 5/97*. Die geschichtliche Entwicklung der Hüttenwerke von Decazeville. (Forts. f.)

Zur Metallurgie des Gußeisens. St. u. E. 28. Sept. S. 933/9*. Besprechung von Arbeiten aus dem eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule zu Aachen. (Schluß f.)

The atmospheric oxidation of iron pyrites. Von Winmill. Trans Engl. Inst. Aug. S. 500/9. Die Oxydation von Eisenpyriten an der Luft.

Features of the new copper smelting plants in Arizona. Von McGregor. Bull. Am. Inst. Aug. S. 1257/79*. Beschreibung einiger Verbesserungen auf den in den letzten 5 Jahren geschaffenen Kupferschmelzanlagen.

The 2000-ton leaching plant at Anaconda. Von Laist und Aldrich. Bull. Am. Inst. Aug. S. 1281/93*. Beschreibung einer großen Kupferlaugungsanlage und des angewandten Verfahrens.

Die Metallographie des Zinns und die Theorie der Formänderung bildsamer Metalle. Von Czochralski. Metall u. Erz. 22. Sept. S. 381/93*. Allgemeines über die Gefügeuntersuchung. Das natürlich kristallisierte

Metall. Das dekristallisierte Metall. Das rekristallisierte Metall und die Rekristallisationsvorgänge.

Über die Ausbeutesteigerung an Montanwachs durch die Druckextraktion der Braunkohle. Von Fischer und Schneider. Braunk. 22. Sept. S. 235/7. Allgemeine Angaben. Versuchseinzelheiten.

Das Wesen der Holztränkung mit Quecksilbersublimat. Von Nowotny. El. u. Masch. 24. Sept. S. 461/8*. Untersuchungen über den Verlauf der Kyanisierung an betriebsmäßig ausgeführten Trogbeschickungen von Kiefern, Fichten und Lärchen, deren Ergebnisse einen Einblick in das Wesen dieser Tränkungsart gewähren. Folgerungen daraus für den Betrieb.

Die spezifische Wärme fester Körper. Von v. Jüptner. Feuerungstechn. 15. Sept. S. 281/5*. Aufstellung bisher fehlender einheitlicher Formeln für die spezifische Wärme fester Körper. Sie stützen sich meist auf die Quantentheorie.

Volkswirtschaft.

Bemerkungen über die deutsche Volkswirtschaft vor und nach dem Kriege. Von Quatz. Z. D. Eis. V. 23. Sept. S. 857/61. Die Entwicklung der großen Wirtschaftszweige vor dem Kriege. Deutschlands Welthandel vor dem Kriege und der Wettbewerb mit England. Handelsbilanz. Einfuhrbedarf. Ausfuhr. Das Sinken des Geldwertes als wirtschaftliche Einwirkung des Krieges. (Schluß f.)

Verkehrs- und Verladewesen.

Coal and shipping. Von Warden-Stevens. (Forts.) Coll. Guard. 8. Sept. S. 449/51*. Beschreibung von Kohlenverladeanlagen in kanadischen Häfen.

Ein Beitrag zur Geschichte des Selbstgreifers. Von Pietrkowski. Fördertechn. 15. Sept. S. 140/1*. Mitteilung über eine bisher unbekannte, im Jahre 1848 in Amerika patentierte Greiferbauart und ihre Beziehungen zur spätern Entwicklung des Greiferbaus.

Personalien.

Das Eiserne Kreuz erster Klasse ist verliehen worden: dem Markscheider Schlegel aus Zalenze, Oberleutnant d. R., dem Markscheider Spaeder aus Heinitz, Oberleutnant d. R.

Der Eiserne Halbmond ist verliehen worden: dem Markscheider Dr. Wandhoff, Dozenten an der Technischen Hochschule in Aachen, Führer einer Kriegsvermessungsabteilung, dem Markscheideraspiranten Oeser aus Mengede, Unteroffizier d. R.

Den Tod für das Vaterland fanden: am 25. September der Hilfsarbeiter bei dem Oberbergamt in Breslau, Gerichtsassessor Dr. Fritz Tewaag, Oberleutnant und Batterieführer im Feld-Art.-Rgt. 135, Inhaber des Eisernen Kreuzes,

am 30. September der Bergassessor Heinrich Vaerst (Bez. Dortmund), Oberleutnant und Kompagnieführer im Pionier Batl. 10, Inhaber des Eisernen Kreuzes erster Klasse und des Goldenen Lippeschen Verdienstkreuzes, im Alter von 35 Jahren.

Gestorben:

am 30. September zu Gerthe der Markscheider Friedrich Brinkmann im Alter von 50 Jahren.