

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 40

I. Oktober 1916

52. Jahrg.

Kritische Streifzüge durch das Gebiet der Kokereiindustrie.

Von Zivilingenieur C. Still, Recklinghausen.

(Fortsetzung.)

Besondere Beziehungen für die Vorgänge bei der Benzolabsorption im Innern von Gegenstromwaschern.

Bei den folgenden Betrachtungen über die Absorptionsvorgänge im Innern eines Benzolwaschers mit endlich großer Waschfläche, im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausführungen über solche Vorgänge bei Waschern von unendlicher Größe, spielt die Geschwindigkeit, mit der das Benzol von dem Waschöl aus dem Gas absorbiert wird, eine so wesentliche Rolle, daß es zweckmäßig erscheint, zunächst diesen Vorgang an Hand der Abb. 1 eingehend zu betrachten.

Man denke sich in dem senkrecht gestellten zylindrischen Gefäß *a* den Raum über dem Waschöl wiederum mit reinem Benzoldampf gefüllt, der mit dem benzolhaltigen Waschöl bei der konstanten Temperatur *T* im Gleichgewicht steht. Der Benzoldampfdruck im Dampfraum ist demnach gleich dem Benzoldampfdruck, der vom Benzolgehalt im Waschöl bestimmt wird. Ferner sei angenommen, daß man das Gefäß *a* mit offenem Boden in ein zweites, erheblich größeres Gefäß taucht, das ebenfalls mit demselben Waschöl und dem gleichen Benzolgehalt *c* gefüllt ist. Die Menge der Lösung in diesem größeren Gefäß stelle man sich so groß vor, daß ihre Konzentration durch den Austritt von Benzolteilchen aus dem Gefäß *a* in das größere Gefäß nicht erhöht wird und konstant bleibt. Drückt man nun den Kolben *b* herunter auf einen höhern Druck, so wird, wie aus den frühern Betrachtungen hervorgeht, der Gleichgewichtszustand gestört, und es wandert Benzoldampf aus dem Dampfraum durch die Flüssigkeitsoberfläche in das Waschöl. Hält man diesen mit *P* bezeichneten Benzoldampfdruck auf konstanter Höhe, so wird schließlich ein Beharrungszustand eintreten, bei dem durch die Flächeneinheit der Oberfläche während einer Zeiteinheit eine bestimmte Benzolmenge hindurchgeht, die nach dem Kontinuitätsprinzip auch durch jeden wagerechten Querschnitt der Waschölmasse wandert. Die Konzentration in einem solchen wagerechten Querschnitt, die in allen seinen Punkten gleich groß angenommen sei, ist im Beharrungszustand eine Funktion seines Abstandes von der Oberfläche des Waschöls. Für den Vorgang der Benzolwanderung innerhalb des Waschöls von oben nach unten gelten nun dieselben einfachen

Grundgesetze, die Fourier für die Leitung der Wärme innerhalb von Körpern aufgestellt hat, d. h. die Geschwindigkeit, mit der das gelöste Benzol von oben nach unten wandert, ist proportional dem Konzentrationsgefälle zwischen zwei wagerechten Querschnitten. Bezeichnet man die Konzentration des Benzols im Gefäß *a* an der Oberfläche des Waschöls mit c_a und unten am Boden mit c_i , sowie die Entfernung zwischen diesen beiden Querschnitten mit *e*, so ist

$$W = \frac{Df}{e}(c_a - c_i) \dots \dots \dots 37.$$

D bedeutet eine dem Waschöl und dem gelösten Benzol eigentümliche Konstante, den sogenannten Diffusionskoeffizienten, der, wie er auch bei der Wärmeleitung im Bereich der in Frage kommenden Temperaturen von diesen nicht merklich abhängt, so auch hier von der Größe der Konzentrationen selbst unabhängig ist. *f* bezeichnet die Oberfläche der Flüssigkeit in qm.

Nach dem Kontinuitätsprinzip ist im Beharrungszustande die Benzolmenge, die aus dem Dampfraum in die Flüssigkeit dringt, aber auch gleich der nach Gleichung 37 festgesetzten Benzolmenge *W*. Gelingt es nun, diese Menge *W* auch durch den Dampfdruck *P* und die Temperatur *T* in mathematische Beziehung zu bringen, so würde damit die gesuchte Größe der Benzolabsorptionsgeschwindigkeit in ihrer Abhängigkeit von den gegebenen Größen gefunden sein.

Zur Bestimmung dieser Benzolabsorptionsgeschwindigkeit oder, was dasselbe ist, der Benzolmenge, die in der Zeiteinheit aus dem Dampfraum in die Flüssigkeit tritt, sei zunächst angenommen, daß in Abb. 1 die Oberfläche *f* gleich der Flächeneinheit, also gleich 1 qm ist. Setzt man zunächst voraus, daß in der Gasphase ein Benzoldampfdruck P_a gleich dem Benzoldampfdruck *p* des benzolhaltigen Waschöls herrsche, so besteht nach frühern Darlegungen zweifellos das Gleichgewicht zwischen der Dampf- und der Flüssigkeitsphase. Dieser Gleichgewichtszustand ist aber keineswegs ein absoluter Ruhezustand. Nach Clausius¹ hat man sich ihn im Sinne der kinetischen Gastheorie vielmehr so vorzustellen, daß durch die trennende Flüssigkeitsoberfläche in der Zeiteinheit durchschnittlich zwischen Gas und Flüssigkeit fortwährend ebensoviel Molekeln aus der

¹ Clausius: Kinetische Theorie der Gase, Bd. 3, S. 12.

Flüssigkeit in den Gasraum hineintreten wie umgekehrt aus diesem in die Flüssigkeit zurück. Nach den Lehren der kinetischen Gastheorie¹ gilt nun, wenn bezeichnet:

- P bzw. P_a den Benzolteildruck in der Gasphase,
 - p_a den Benzolteildruck des Waschöls an dessen Oberfläche,
 - N die Zahl der Molekeln in 1 cbm Gas beim Dampfdruck P,
 - N_a die Zahl der Molekeln in 1 cbm Gas beim Dampfdruck P_a ,
 - w ihre Durchschnittsgeschwindigkeit im Raume,
 - u ihre Geschwindigkeitskomponente senkrecht zur Flüssigkeitsoberfläche,
 - M die Masse einer Molekel,
 - n bzw. n_a die Zahl der in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit aus dem Gasraum in die Flüssigkeit übertretenden Molekeln,
- die Gleichung

$$n_a = \frac{N_a u}{2} \dots\dots\dots 38,$$

und es gilt ferner² im Gleichgewichtszustande die Gleichung

$$P_a = p_a = \frac{N_a M w^2}{3} \dots\dots\dots 39.$$

Drückt man den Kolben herunter bis zur Erreichung eines Benzoldampfdrucks $P > P_a$, so wird, wie schon erwähnt, der Gleichgewichtszustand gestört, Benzol wandert aus dem Dampfraum in die Flüssigkeit; zugleich ändert sich die anfängliche Molekelzahl in 1 cbm Gas von N_a auf N.

Die Zahl der nunmehr in der Zeiteinheit aus dem Gasraum in die Flüssigkeit eintretenden Molekeln wird, natürlich immer dieselbe Temperatur T vorausgesetzt,

$$n = \frac{N u}{2} \dots\dots\dots 40$$

und ebenso entsprechend der Gleichung 39

$$P = \frac{N M w^2}{3} > P_a = p_a \dots\dots\dots 41.$$

Durch Division der Gleichungen 40 und 38 und unter Mitberücksichtigung der Gleichungen 41 und 39 erhält man dann:

$$\frac{n}{n_a} = \frac{N}{N_a} = \frac{P}{P_a}$$

also auch

$$\frac{n - n_a}{n_a} = \frac{P - P_a}{P_a} \dots\dots\dots 42$$

oder

$$n - n_a = \frac{n_a}{P_a} (P - p_a) \dots\dots\dots 42a.$$

Setzt man auf der rechten Seite von Gleichung 42a für n_a seinen Wert aus der Gleichung 38 ein, so erhält man auch

$$n - n_a = \frac{N u}{2} (P - p_a) \dots\dots\dots 43.$$

n ist die Zahl der Molekeln, die in der Zeiteinheit beim Benzolteildruck P der Gasphase aus dieser durch die Flächeneinheit in die Flüssigkeit eintreten, n_a die Zahl der Molekeln, die beim Benzolteildruck p_a des Waschöls aus diesem unter gleichen Bedingungen in die Gasphase austreten, folglich ist $n - n_a$ die Zahl der in der Zeiteinheit von der Flächeneinheit des Waschöls »absorbierten« Benzolmolekeln.

Multipliziert man beide Seiten der Gleichung 43 mit dem Faktor M, d. h. der Masse einer Benzolmolekel, und dem Wert g der Fallbeschleunigung, also:

$$(n - n_a) M g = \frac{N_a M g u}{2 P_a} (P - p_a) \dots\dots\dots 43a,$$

so erhält man an Stelle der Molekelzahl das Gewicht des von der Flächeneinheit Waschöl absorbierten Benzols. Setzt man auf der rechten Seite der Gleichung 43a den Unterschied zwischen dem Benzolteildruck in der Gasphase und dem Benzolteildruck des Waschöls gleich der Einheit, das heißt $P - p_a = 1$ at, so liefert die Gleichung 43a diejenige Benzolmenge, die in der Zeiteinheit beim Druckunterschied an der Flüssigkeitsoberfläche von 1 at durch die Flächeneinheit (1 qm) vom Waschöl absorbiert wird, und die für alle fernern Rechnungen mit k_0 bezeichnet werden soll. Dann ist also:

$$k_0 = (n - n_a) M g = \frac{N_a M g u}{2 P_a} \dots\dots\dots 44.$$

Aus dieser Gleichung erhält man das von einer beliebigen Fläche f bei einem beliebigen Druckunterschied $(P - p_a)$ absorbierte Benzolgewicht W durch Multiplizieren mit diesen beiden Faktoren, und dieses W muß wiederum dem durch Gleichung 37 erklärten Benzolgewicht gleich sein, das im Beharrungszustande durch den wagerechten Querschnitt f in 1 sek innerhalb des Waschöls von der Oberfläche aus hineinwandert. Dies gibt:

$$W = \frac{N_a M g u}{2 P_a} f (P - p_a) \\ = k_0 f (P - p_a) = \frac{D}{e} f (c_a - c_i) \dots\dots\dots 45.$$

Aus Gleichung 44 kann man k_0 mit Hilfe bekannter Beziehungen aus der kinetischen Gastheorie zahlenmäßig berechnen. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, daß durchweg gleiche Maßeinheiten für Längen, Zeiten und Kräfte gewählt werden; beispielsweise ist also die bisher aus Bequemlichkeitsgründen benutzte Messung der Drücke in Atmosphären, einem ganz willkürlichen Maß, hier nicht ohne weiteres zulässig. Im folgenden seien m, sek und kg als Maßeinheiten gewählt und der in kg auf 1 qm gemessene Druck mit P_u bezeichnet, zum Unterschied von P, das den Druck in at angibt. Nach Jäger¹ ist

$$u = \sqrt{\frac{2 w^2}{3 \pi}}$$

und wenn man diesen Wert für u und außerdem den Wert von p_a gemäß Gleichung 39 in die rechte Seite von Gleichung 44 einsetzt, so erhält man

$$k_0 = g \sqrt{\frac{3}{2 \pi} \cdot \frac{1}{w^2}} \dots\dots\dots 46.$$

¹ s. Jäger: Fortschritte der Gastheorie, S. 111.
² s. Jäger, a. a. O. S. 7.

¹ a. a. O. S. 114.

Zur Bestimmung von w^2 sei der weitem Betrachtung an Stelle des Volumens von 1 cbm das Volumen eines Kilogramm-Moles oder für Benzol das Volumen von $m_1 = 78$ kg zugrunde gelegt. Bezeichnet man dieses Volumen mit v und die ihm entsprechende Zahl der Molekeln mit n_0 , so ist $N_u = \frac{n_0}{v}$.

Diesen Wert in Gleichung 39 eingesetzt, ergibt bei Berücksichtigung der gewählten Bezeichnungen

$$\frac{n_0 M w^2}{3} = P_u v \dots\dots\dots 47.$$

Diese Gleichung läßt sich auch schreiben

$$\frac{n_0 M w^2}{2} = \frac{3}{2} P_u v \dots\dots\dots 47a,$$

worin die linke Seite die sogenannte kinetische Energie der fortschreitenden Bewegung der Molekeln bedeutet,

da ja $n_0 M = \frac{m_1}{g}$ nichts weiter als die Masse eines Kilogramm-Moles ist. Das Produkt $P_u v$ hat danach den Charakter einer Energie oder Arbeitsgröße, in Meterkilogramm gemessen, die zum Unterschied von andern Energiearten von Ostwald Volumenenergie genannt wird. Nach Abb. 1 kann man sich zur Erzeugung dieser Energieart die Fläche des reibungslos beweglichen Kolbens b 1 qm groß und ihn mit einem Gewicht von der Größe P_u kg belastet denken. Um nun die Gasmasse eines Kilogramm-Moles des in Frage kommenden Stoffes unter dem Druck P_u z. B. durch Verdampfen entstehen zu lassen, muß der Kolben mit dem Gewicht oder dem Druck P_u um den Raum $\frac{3}{2} v$ cbm gehoben werden, wo-

bei er die genannte Volumenenergie von $\frac{3}{2} P_u v$ leistet, die nach Gleichung 47a gleich der kinetischen Energie sämtlicher Molekeln ist. Diese Volumenenergie kann durch die Temperatur T ausgedrückt werden, indem man sich der allgemeinen Gasgleichung 12 bedient, die lautet: $P v = R_0 T$. Darin ist P der frühern Annahme gemäß in at ausgedrückt, P_u bedeutet aber den Druck in kg auf 1 qm, der seinem Zahlenwert nach 10 333 mal größer als P in at ist, oder $P_u = 10\,333 P$. Setzt man daher $P = \frac{P_u}{10\,333}$ in die obige Gasgleichung ein, so wird

$P_u v = 10\,333 \cdot 0,0821 T = 848 T$ oder, mit Berücksichtigung von Gleichung 47 und wenn für den Faktor $n_0 M$ sein Wert $\frac{m_1}{g}$ gesetzt wird,

$$\frac{n_0 M w^2}{3} = \frac{m_1 w^2}{3 g} = 848 T.$$

Damit ergibt sich schließlich:

$$w^2 = 3 g 848 \frac{T}{m_1},$$

und diesen Wert in Gleichung 46 eingesetzt, gibt:

$$k_0 = \sqrt{\frac{9,81}{2 \pi 848} \cdot \frac{m_1}{T}} = 0,043 \sqrt{\frac{m_1}{T}} \dots\dots 48.$$

Hierbei ist k_0 gemessen in kg/sek auf 1 qm Fläche und 1 kg/qm Druckunterschied. Will man k_0 auf einen

Druckunterschied beziehen, der in at gemessen wird, wie dieses Maß beispielsweise in Gleichung 12 benutzt worden ist, so ist Gleichung 48 noch mit 10 333 zu multiplizieren, und man erhält:

$$k_0 = 443 \sqrt{\frac{m_1}{T}} \dots\dots\dots 49.$$

Nach dieser Gleichung 48 bzw. 49 ist k_0 proportional der Quadratwurzel aus dem Molekulargewicht m_1 und umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur T , multipliziert mit einer Maßkonstante, die sich zu rd. 443 ergibt, wenn die Drücke in at gemessen werden. Für die spätern Betrachtungen seien die in Gleichung 37 eingesetzten Konzentrationen c_a und c_i noch durch die ihnen entsprechenden, mit p_a bzw. p_i bezeichneten Benzoldampfdrücke ausgedrückt, die nach Gleichung 41 sind:

$$p_a = p_0 c_a \quad \text{und} \quad p_i = p_0 c_i.$$

Diese Werte in Gleichung 45 eingesetzt, ergibt:

$$W = k_0 f (P - p_a) = \frac{D}{c p_0} f (p_a - p_i) \dots\dots 50.$$

Nach der im Vorhergehenden erfolgten eingehenden Erläuterung des »Absorptionskoeffizienten« k_0 kann nunmehr für endliche Waschergrößen zur Erlangung eines vollständigen Einblicks in die Absorptionsvorgänge geschritten werden.

Zu diesem Zweck seien außer den frühern, unverändert geltend bleibenden Bezeichnungen, die an Hand der Abb. 2 erläutert worden waren, die nachfolgend aufgeführten neuen Bezeichnungen aufgestellt, die an Hand der Abb. 4 noch im Zusammenhang näher erklärt werden sollen.

Weitere Bezeichnungen.

- H in m die Gesamthöhe des Waschers,
- h in m der (veränderliche) Höhenabstand eines beliebigen wagerechten Querschnitts $x-x$ des Waschers, gerechnet vom unten befindlichen Gas-eintritt an,
- F in qm die der Gesamthöhe H entsprechende gesamte Waschfläche,
- f in qm die der Teilhöhe h entsprechende Teilwaschfläche, die also von Gas auf seinem Weg vom Waschereintritt bis zum Querschnitt $x-x$ durchströmt wird,
- V in cbm die Gesamtgasmenge (d. h. Leuchtgas nebst Benzol usw.), die durch den Querschnitt $x-x$ während einer Zeiteinheit (24 st) strömt,
- P in at der (über die Waschfläche veränderliche) Teildruck des Benzols im Gase im Querschnitt $x-x$,
- C in kg/cbm der (über die Waschfläche veränderliche) mittlere Benzolgehalt des Waschöls im Querschnitt $x-x$,
- c die (über die Waschfläche veränderliche) mittlere molekulare Benzolkonzentration des Waschöls im Querschnitt $x-x$,
- γ_1 in kg/cbm der Benzolgehalt des in den Wascher unten eintretenden Gases,
- γ_2 in kg/cbm der Benzolgehalt des aus dem Wascher oben austretenden Gases,

- γ in kg/cbm der (über die Waschfläche veränderliche) Benzolgehalt des Gases im Querschnitt $x-x$,
- p_1 in at der Benzoldampfdruck des vom Wascher unten wegfließenden Waschöls,
- p_2 in at der Benzoldampfdruck des zum Wascher oben aufließenden Waschöls,
- p_a in at der (über die Waschfläche veränderliche) Benzoldampfdruck des Waschöls an der Berührungsfläche zwischen Gas und Öl oder an der Oberfläche des rieselnden Waschöls im Querschnitt $x-x$,
- p_i in at der (über die Waschfläche veränderliche) Benzoldampfdruck des Waschöls an der Rückseite der rieselnden Ölschicht im Querschnitt $x-x$,
- p in at der (über die Waschfläche veränderliche) mittlere Benzoldampfdruck des Waschöls, d. h. der Mittelwert für seine Rieselschichtstärke, im Querschnitt $x-x$,
- W in kg die vom Gas längs der Waschfläche f an das Waschöl abgegebene Benzolmenge.

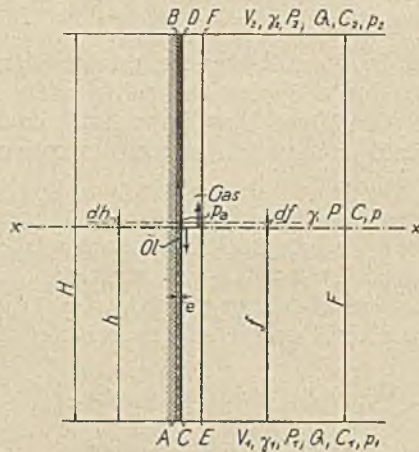


Abb. 4.

Gemäß Abb. 4 denke man sich die gesamte Waschfläche des Waschers in der Oberfläche der senkrechten Wand AB vereinigt, die eine Höhe H gleich der Wascherhöhe und eine gleichförmig angenommene Breite (senkrecht zur Zeichnungsebene) von solcher Abmessung besitzt, daß die der Gesamthöhe H entsprechende Waschfläche gleich der Gesamtwaschfläche F ist. Längs dieser Wand AB soll die unveränderliche Waschölmenge Q in dünner, gleichmäßiger Schicht, die im Schnitt durch das Rechteck A B C D von der Stärke e dargestellt wird, und mit gleichförmiger Geschwindigkeit herunterrieseln, während an dem Ölstrom vorbei die Gesamtmenge des benzolhaltigen Gases aufwärts ebenfalls in gleichmäßiger Schicht, der das Rechteck D C E F entspricht, entlang geführt wird. Allerdings würde bei obigen Voraussetzungen das frei an der Wand AB herunterrieselnde Waschöl nach den Fallgesetzen eine nach unten hin immer wachsende Strömungsgeschwindigkeit bei entsprechend abnehmender Schichtstärke annehmen müssen, indessen wird bekanntlich bei praktischen Ausführungen die Waschfläche über die Höhe H immer in eine große Anzahl einzelner Hordenlagen von sehr geringer Höhe auf-

gelöst und damit ein so häufiges Unterbrechen des Ölstromes herbeigeführt, daß für dessen Bewegung praktisch genau genug eine völlig gleichförmige Rieselgeschwindigkeit über die ganze Wascherhöhe vorausgesetzt werden kann. Auch die Geschwindigkeit des aufwärts strömenden Gases darf bei obigen Annahmen als praktisch völlig konstant gesetzt werden, da die Volumenverminderung des Gases durch Absorption von Benzol, Toluol usw. ganz geringfügig ist; sie macht bei den praktisch in Frage kommenden Benzolmengen, wie leicht nachzurechnen ist, höchstens etwa 1% des Gesamtvolumens aus und wird überdies durch die Abnahme des Gasdruckes zufolge teils des Auftriebs, teils der Strömungswiderstände praktisch größtenteils wieder ausgeglichen.

Nach der Darstellung in Abb. 4 denke man sich noch in dem Abstand h bzw. f vom untern Gaseintritt einen wagerechten Schnitt $x-x$ durch den Wascher gelegt. Durch diesen Querschnitt strömen, wenn sich der Wascher im stationären Betrieb befindet, in der Zeiteinheit aufwärts V cbm Gas vom Benzolgehalt γ , also im ganzen mit dem Gas $V\gamma$ kg Benzol, und abwärts Q cbm Waschöl vom Benzolgehalt C, also im ganzen mit dem Öl QC kg Benzol. Schreitet der Gasstrom vom Querschnitt $x-x$ aus um das unendlich kleine Höhenstück dh bzw. Flächenstück df weiter, so ändert sich sein Benzolgehalt durch Abgabe an das Öl um den unendlich kleinen Betrag $d\gamma$, so daß also in dem unendlich benachbarten Querschnitt die Gesamtbenzolmenge des hindurchströmenden Gases gleich $V(\gamma - d\gamma)$ ist. Ebenso findet man, daß der Benzolgehalt des Waschöls, der bei seinem Austritt aus dem Querschnitt $x-x$ gemäß Voraussetzung gleich C sein sollte, in dem unendlich benachbarten, um dh höher liegenden Querschnitt um den Betrag $-dC$ geändert, also gleich $C - dC$ sein muß. Durch diesen Querschnitt strömen also mit dem Öl $Q(C - dC)$ kg Benzol und durch den tiefer liegenden Querschnitt $x-x$, wie schon erwähnt, QC kg Benzol. Nun muß nach dem Kontinuitätsprinzip im Gleichgewichtszustande für das unendlich kleine Flächenstück df die vom Gase abgegebene unendlich kleine Benzolmenge gleich der vom Öl aufgenommenen sein, oder es muß gelten:

$$V\gamma - V(\gamma - d\gamma) = QC - Q(C - dC) \text{ oder} \\ V d\gamma = Q dC \dots\dots\dots 51.$$

Bezeichnet man diese unendlich kleine Benzolmenge mit dW und schreitet man zur Summierung der gesamten aus dem Gase abgegebenen Benzolmenge längs der Waschfläche im Sinne der Gasströmung oder mit dem benzolabgebenden Körper fort, so ist zu beachten, daß beim Gegenstromprinzip der Benzolgehalt sowohl im Gase als auch im Waschöl in dieser Richtung abnimmt, was mathematisch durch die Gleichung

$$dW = -V d\gamma = -Q dC \dots\dots\dots 52$$

mit dem negativen Vorzeichen auf der rechten Seite ausgedrückt wird. Würde das Gas nicht, wie beim Gegenstromwascher, dem Waschöl entgegengeführt, sondern wie beim Gleichstromwascher mit ihm in gleicher Richtung strömen, so würde im Sinne dieser Strömungsrichtung der Benzolgehalt des Gases abnehmen und der Benzolgehalt im Waschöl zunehmen,

oder $dW = -V d\gamma + Q dC$ sein, ein Fall, der praktisch nicht weiter in Rücksicht gezogen zu werden braucht.

Innerhalb der unendlich kleinen Fläche df ist sowohl der Benzolteildruck P im Gas, als auch der Benzoldampfdruck p_a und p_i des Waschöls konstant, und da nach Gleichung 49 auch k_o eine Konstante ist, wenn wie hier die Temperatur T festliegt, so erhält man, wenn man Gleichung 50 nach W und f differenziert, die Gleichung:

$$dW = k_o (P - p_a) df = \frac{D}{e p_o} (p_a - p_i) df \dots\dots 53$$

oder mit Berücksichtigung von Gleichung 52:

$$\begin{aligned} dW &= -V d\gamma = -Q dC \\ &= k_o (P - p_a) df = \frac{D}{e p_o} (p_a - p_i) df \dots\dots 54. \end{aligned}$$

Nach der Gleichung 19 besteht nun zwischen dem Benzolteildruck P des Gases und seinem Benzolgehalt γ die Beziehung

$$\begin{aligned} P &= \gamma \frac{R_o T}{m_1}, \text{ woraus folgt:} \\ dP &= d\gamma \frac{R_o T}{m_1} \dots\dots 55. \end{aligned}$$

Aus dieser Beziehung ergibt sich mit Berücksichtigung der Gleichung 52:

$$dP = -\frac{R_o T}{m_1 V} dW \dots\dots 56.$$

Ferner ergibt sich aus der mittlern Benzolkonzentration C bzw. c des Waschöls sein mittlerer Benzolteildruck p nach den Gleichungen 11 und 25 zu

$$P = p_o c = p_o g C \dots\dots 57,$$

woraus folgt:

$$dp = p_o g dC \dots\dots 58,$$

und aus dieser Beziehung ergibt sich mit Berücksichtigung der Gleichung 52:

$$dp = -\frac{p_o g}{Q} dW \dots\dots 59.$$

Durch Subtraktion der Gleichung 59 von 56 erhält man die neue Gleichung:

$$dP - dp = d(P - p) = -\left(\frac{R_o T}{m_1 V} - \frac{p_o g}{Q}\right) dW \dots\dots 60.$$

Ferner seien die beiden in Gleichung 54 enthaltenen Endgleichungen wie folgt geschrieben:

$$\begin{aligned} dW &= k_o (P - p_a) df \text{ oder} \\ P - p_a &= \frac{dW}{k_o df} \dots\dots 61 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} dW &= \frac{D}{e p_o} (p_a - p_i) df \text{ oder} \\ \frac{p_a - p_i}{2} &= \frac{dW e p_o}{2 D df} \dots\dots 62. \end{aligned}$$

Addiert man die Gleichungen 61 und 62, so wird:

$$P - p_a + \frac{p_a - p_i}{2} = \frac{dW}{k_o df} \left(1 + \frac{k_o e p_o}{2 D}\right).$$

Die linke Seite dieser Gleichung ist aber auch gleich $P - p$, weil für den mittlern Benzoldampfdruck p des

Waschöls die einfache Beziehung gilt:

$$p = \frac{P_a + P_i}{2}$$

oder umgeformt:

$$-p = -P_a + \frac{P_a - P_i}{2}$$

Danach ergibt sich:

$$P - p = \frac{dW}{df} \frac{1 + \frac{k_o e p_o}{2 D}}{k_o} \dots\dots 63.$$

Nach Division der Gleichung 60 durch 63 wird:

$$\frac{d(P - p)}{P - p} = -\frac{k_o}{1 + \frac{k_o e p_o}{2 D}} \left(\frac{R_o T}{m_1 V} - \frac{p_o g}{Q}\right) df$$

und damit:

$$d \ln (P - p) = -k \left(\frac{R_o T}{m_1 V} - \frac{p_o g}{Q}\right) df \dots\dots 64,$$

wenn

$$k = \frac{k_o}{1 + \frac{k_o e p_o}{2 D}} \dots\dots 65$$

gesetzt wird.

Die physikalische Bedeutung dieses Faktors k , der bei allen zahlenmäßigen Untersuchungen eine wichtige praktische Rolle spielt, ist leicht zu erkennen, wenn man auf die Gleichung 63 zurückgeht und diese im Hinblick auf Gleichung 65 in der Form schreibt:

$$dW = k (P - p) df \dots\dots 63a,$$

und wenn man dann weiter zum Vergleich die Gleichung 61 heranzieht:

$$dW = k_o (P - p_a) df.$$

Der Faktor k hat also eine gleichartige Bedeutung wie der weiter oben erklärte Faktor k_o ; er ist wie dieser ein »Absorptionskoeffizient« für die Flächeneinheit der Waschfläche. Während aber der ursprüngliche Faktor k_o auf den an der Übergangsoberfläche tatsächlich vorhandenen und unmittelbar wirkenden Benzoldruckunterschied $P - p_a$ zwischen Gas und Öl bezogen ist, gilt der abgeleitete Faktor k für eine gewissermaßen nur gedachte, jedenfalls aber nicht unmittelbar den Benzolübergang bestimmende Benzoldruckdifferenz $P - p$. Er ist gleichwohl aber von außerordentlicher praktischer Bedeutung, da beim Wascherbetrieb neben dem Benzolteildruck P des Gases naturgemäß nur der mittlere Benzolteildruck p_a (bzw. p_1, p_2) des Waschöls und nicht der an seiner Oberfläche sich einstellende Benzolteildruck p praktisch in die Erscheinung tritt. Aus diesem Grunde wird auch in allen weiteren Untersuchungen nur noch mit diesem Wert k gerechnet werden. Über die zahlenmäßige Ermittlung des Faktors k wird bei den im letzten Teil folgenden Zahlenbeispielen Näheres gebracht werden.

Die Gleichung 64 ist die grundlegende Differentialgleichung für das Gesetz des Benzolübergangs von Gas an Waschöl längs der ganzen Waschfläche. Wenn auf der linken Seite dieser Gleichung P und p gemäß den

Gleichungen 19 und 57 ausgedrückt werden, so lautet sie:

$$d \ln \left(\frac{R_0 T}{m_1} \gamma - p_0 g C \right) = -k \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q} \right) df \dots 66.$$

Die gefundene Differentialgleichung 64 bzw. 66 muß nun für die Grenzen $f = 0$ und $f = F$ integriert werden. Für die untere Grenze $f = 0$ wird $P = P_1$, $p = p_1$, $\gamma = \gamma_1$ und $C = C_1$; für die obere Grenze $f = F$ wird $P = P_2$, $p = p_2$, $\gamma = \gamma_2$ und $C = C_2$. Der Faktor von df auf der rechten Seite der Gleichungen 64 und 66 enthält nur Glieder, die bei konstanter Temperatur völlig oder doch praktisch konstant sind, so daß dieser Faktor also selbst eine Konstante ist. Die Integration liefert daher unmittelbar:

$$\ln \frac{P_2 - p_2}{P_1 - p_1} = -k \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q} \right) F \dots \dots \dots 67$$

und

$$\ln \frac{\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_2 - p_0 g C_2}{\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_1 - p_0 g C_1} = -k \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q} \right) F \dots \dots \dots 68.$$

Wenn in die beiden vorstehenden Gleichungen der Abkürzung halber die Größe

$$\alpha = k \left(\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q} \right) \dots \dots \dots 69$$

eingeführt wird, so läßt sich an Stelle der Gleichung 67 auch schreiben:

$$P_2 - p_2 = (P_1 - p_1) e^{-\alpha F} \dots \dots \dots 70$$

oder

$$P_1 - p_1 = (P_2 - p_2) e^{\alpha F} \dots \dots \dots 71,$$

worin e die bekannte Basis der natürlichen Logarithmen ist, und ebenso an Stelle der Gleichung 68:

$$\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_2 - p_0 g C_2 = \left(\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_1 - p_0 g C_1 \right) e^{-\alpha F} \dots \dots \dots 72$$

$$\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_1 - p_0 g C_1 = \left(\frac{R_0 T}{m_1} \gamma_2 - p_0 g C_2 \right) e^{\alpha F} \dots \dots \dots 73.$$

Diese vier Gleichungen 70, 71, 72 und 73 sind die verschiedenen Formen für die zahlenmäßigen Gesetze der Benzolabsorption in Gegenstromwaschern.

Allgemeine Deutung der gewonnenen Grundformeln.

Aus den vorstehenden Gleichungen 70 und 71 läßt sich schon eine Reihe allgemeiner Schlüsse ziehen, indem man den Einfluß der verschiedenen Faktoren auf das Endergebnis näher untersucht.

1. Sowohl für die Waschfläche F als auch für die Ölmenge Q seien beliebige endliche Werte als gegeben angenommen. In diesem Fall liefert das Glied:

$$\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q}$$

aus der rechten Seite der Gleichungen 67 und 68, das als Faktor in dem Exponenten von e der Gleichungen 69, 70, 71, 72 und 73 enthalten ist, ein wichtiges Kriterium, jenachdem ob diese Differenz gleich, kleiner oder größer als Null ist.

Wird sie im ersten Fall gleich 0, d. h.

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

oder

$$Q = \frac{p_0 g m_1 V}{R_0 T} \dots \dots \dots 74,$$

so wird für jede beliebige Größe der Waschfläche F nach Gleichungen 70 und 71 die Potenz $e^{-\alpha F} = e^{\alpha F} = e^0 = 1$ und damit

$$P_2 - p_2 = P_1 - p_1.$$

Die Differenz $P - p$ der Benzolteildrücke von Gas und Öl bleibt dann also längs der ganzen Waschfläche konstant. Für diesen Fall findet man aber, wenn man in dem vorstehenden Ausdruck für Q den Wert für g gemäß Gleichung 24 einsetzt:

$$Q = \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T} \dots \dots \dots 74a,$$

das heißt also, die Waschmenge Q nimmt dann denjenigen Wert an, der schon früher gemäß der Gleichung 33 als »Mindestwaschölmenge«, dort zunächst für eine unendlich große Waschfläche F , ermittelt worden war. Hier erhält man schließlich eine ganz allgemeine Definition dieses Begriffs in Gültigkeit für eine beliebig große Waschfläche; diese »Mindestwaschölmenge« ist diejenige Menge, bei deren Verwendung die Differenz $P - p$ der Benzolteildrücke von Gas und Öl längs der ganzen Waschfläche konstant bleibt. Da diese zur Benzolabsorption erforderliche Druckdifferenz $P - p$ immer kleiner ausfällt, je mehr die Waschfläche F an Größe zunimmt, so wird die fragliche Differenz $P - p$, wenn schließlich die Waschfläche unendlich groß wird, an der Grenze überall gleich Null, folglich auch am Gasaustritt $P_2 - p_2 = 0$, und es kann dann sogar $P_2 = 0$ werden, also eine vollständige Benzolabsorption des Gases erfolgen, aber nur dann, wenn auch $p_2 = 0$ ist, d. h. wenn das Waschlöl oben völlig benzolfrei zuläuft. Ist die Waschfläche F dagegen von endlicher Größe, so behält die konstante Differenz $P - p$ ein bestimmtes endliches Maß, ebenso auch die Differenz $P_2 - p_2$, und somit kann niemals $P_2 = 0$ werden, d. h. eine vollständige Benzolabsorption ist unmöglich.

Im zweiten Fall, wenn die Differenz $\frac{R_0 T}{m_1 V} - \frac{p_0 g}{Q}$

negativ und somit $Q < \frac{p_0 g m_1 V}{R_0 T}$ bzw. $Q < \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T}$,

d. h. wenn Q kleiner als die eben definierte Mindestwaschölmenge ist, wird nach Gleichung 69 die Größe α negativ, folglich in Gleichung 70 der Exponent $-\alpha F$ von e eine positive Größe und deshalb die Potenz $e^{-\alpha F} > 1$, weil jede Potenz von e mit beliebigem positivem Exponenten x größer als 1 ist, wie die bekannte unendliche Reihe

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

für positive Werte von x unmittelbar ergibt. Aus diesem Ergebnis $e^{-\alpha F} > 1$ folgt aber nach Gleichung 70, daß

für den vorliegenden Fall

$$\frac{P_2 - p_2}{P_1 - p_1} > 1 \text{ oder } P_2 - p_2 > P_1 - p_1 \text{ ist.}$$

Die Differenz der Benzolteildrucke $P - p$ nimmt demnach im Wascher vom Gaseintritt bis zum Gasaustritt ständig zu. Deshalb fällt also der Benzolteildruck P_2 und damit der Benzolgehalt γ_2 des abziehenden Gases noch größer aus als im ersten Fall. Beide bisher betrachteten Fälle für die Bemessung von Q sind daher für die Praxis unbrauchbar, denn diese verlangt bei endlicher Waschfläche F eine möglichst weitgehende Annäherung der Benzolteildrucke P_2 und p_2 am Gasaustritt.

Der dritte Fall, wo also die Bedingung

$$Q > \frac{p_0 g m_1 V}{R_0 T} \text{ bzw. } Q > \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T} \dots\dots\dots 75$$

erfüllt ist, stellt daher den für die Praxis einzig zulässigen Zustand dar, weil dann, wie sich in gleicher Weise wie vorhin an Hand der Gleichung 71 beweisen läßt,

nach dieser Gleichung stets $\frac{P_2 - p_2}{P_1 - p_1} < 1$ wird, also die

Differenz $P - p$ der Benzolteildrucke von Gas und Öl vom Gaseintritt nach dem Gasaustritt hin ständig abnimmt. Man erkennt jetzt, daß die durch Gleichung 33 festgelegte Waschölmenge Q wirklich die Bedeutung einer Mindestwaschölmenge hat, die praktisch niemals unterschritten werden darf, vielmehr im Gegenteil stets um ein gewisses Maß überschritten werden muß. Dies gilt auch, wie leicht erkennbar, für den ebenfalls schon berücksichtigten Fall $F = \infty$, der nach frühern allgemeinen Berechnungen zuerst auf den gefundenen Mindestwert von Q führte. Für diesen Fall war ja bereits dargelegt worden, daß am Wascheraustritt jedenfalls $P_2 - p_2 = 0$ werden müsse. Dies läßt aber physikalisch nur zu, daß die Differenz $P - p$ längs des Waschweges vom Gaseintritt bis zum Gasaustritt entweder wenigstens konstant bleibt oder doch auf keinen Fall zunimmt, und das führt eben nach vorstehendem auf die Bedingung, daß Q oder G immer mindestens den durch die Gleichung 33 festgelegten Größenwert besitzen.

Die oben erklärte »Mindestwaschölmenge«, die in den bisherigen Formeln eine so bedeutsame Rolle spielte, hat nun aber auch, was das Wichtigste ist, eine ganz bestimmte Bedeutung für den praktischen Betrieb einer Benzolgewinnungsanlage. Sie ist nämlich jenes Mindestmaß an Öl, das überhaupt zur Aufnahme und Gewinnung des gesamten Benzols im Gase unbedingt erforderlich ist. Mit weniger Öl ist es vollständig ausgeschlossen, auch unter den sonst günstigsten Bedingungen, sämtliches Benzol des Gases in den Waschern aufzunehmen und zur Benzolfabrik herüberzubringen. Im ganzen sind im Gase $V \gamma_1$ kg Benzol vorhanden, die von Q cbm Öl bei einem Benzolgehalt C_1 kg/cbm zur Benzolfabrik geführt werden müssen. Hiernach muß bei vollständiger Benzolabwaschung $V \gamma_1 = Q C_1$ oder $Q = \frac{V \gamma_1}{C_1}$ sein. Im Höchst- oder Grenzfall kann nun der Benzolgehalt C_1 des Öls nie höher werden, als sich aus der Gleichung $P_1 = p_0 g C_1$ ergibt. Setzt man den

hierdurch bestimmten Wert $C_1 = \frac{P_1}{p_0 g}$ und den aus der

allgemeinen Gasgleichung folgenden Wert $\gamma_1 = \frac{P_1 m_1}{R_0 T}$ in die vorstehende Gleichung für Q ein, so erhält man wieder den Wert der »Mindestölmenge«

$$Q = \frac{p_0 g m_1 V}{R_0 T} = \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T} \dots\dots\dots 74b.$$

Wegen der weitreichenden Bedeutung, die diese Mindestwaschölmenge für die vorliegenden Untersuchungen besitzt, sei für sie die besondere Bezeichnung Q_{\min} eingeführt, also

$$Q_{\min} = \frac{p_0 g m_1 V}{R_0 T} = \frac{p_0 m_0 V}{\gamma_0 R_0 T} \dots\dots\dots 75$$

gesetzt. Deshalb sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß nach Gleichung 75 Q_{\min} einfach durch die im einzelnen Fall festliegende Gasmenge V gegeben ist und im übrigen nur von der wählbaren Betriebstemperatur T (die auch p_0 eindeutig bestimmt) und den Materialkonstanten m_0 und γ_0 des Waschöls abhängt. Q_{\min} hat daher im einzelnen Fall immer die Bedeutung einer feststehenden Konstante.

Mit Benutzung dieser Bezeichnung Q_{\min} lassen sich auch die Exponenten von e in den Gleichungen 70, 71, 72 und 73 in einer besonders übersichtlichen Form schreiben. Aus Gleichung 69 folgt nämlich bei Berücksichtigung der Gleichung 75:

$$a = k \left(\frac{p_0 g}{Q_{\min}} - \frac{p_0 g}{Q} \right), \text{ folglich} \\ e^{a F} = e^{p_0 g k F \left(\frac{1}{Q_{\min}} - \frac{1}{Q} \right)} \dots\dots\dots 76.$$

Diese Form von $e^{a F}$ ist besonders anschaulich deshalb, weil sie in dem Exponenten nur die Waschfläche F und die Ölmenge Q als Veränderliche enthält und somit zeigt, was von vornherein zu erwarten war, daß nach den Gleichungen 70, 71, 72 und 73 die Benzolteildrucke bzw. die Benzolgehalte von Gas und Öl an den beiden Enden des Waschflächenweges nur von den Größen der Waschfläche und der Ölmenge abhängen.

2. Es sei noch der Fall untersucht, daß bei endlicher Waschfläche F die Waschölmenge Q sehr groß gewählt wird und schließlich ins Unbegrenzte wächst. Nach dem Kontinuitätsprinzip ist für die ganze Wascheranlage die vom Gasstrom V abgegebene Benzolmenge gleich der vom Ölstrom Q aufgenommenen, also:

$$V (\gamma_1 - \gamma_2) = Q (C_1 - C_2).$$

Wird in diesem Grenzfall $Q = \infty$, so wird damit $C_1 - C_2 = 0$ oder $C_1 = C_2$, d. h. die Benzolkonzentration C_2 und damit der Benzolteildruck p_2 des auffließenden Waschöls bleiben längs des ganzen Waschweges unveränderlich. Dann ergibt sich aus Gleichung 70:

$$P_2 - p_2 = P_2 - p_1 = \frac{P_1 - p_1}{e^{\frac{k R_0 T F}{m_1 V}}} \dots\dots\dots 77$$

oder

$$P_2 = \frac{P_1 - p_1}{e^{\frac{k R_0 T F}{m_1 V}}} + p_1 \dots\dots\dots 77a.$$

Aus dieser Gleichung 77a folgt, da das erste Glied auf ihrer rechten Seite für endliche Werte der Waschfläche F stets eine gewisse positive Größe darstellt, daß für $Q = \infty$ der Benzolteildruck P_2 und damit die Benzolkonzentration γ_2 des abziehenden Gases immer eine gewisse positive Größe beibehält, auch in dem günstigsten Fall, wenn die konstante Benzolkonzentration $C_2 = C_1$ des Waschöls und damit sein Benzolteildruck $p_2 = p_1$ gleich Null ist. Bei endlicher Waschfläche F ist es also auch mit noch so großer Ölmenge Q nicht möglich, das Benzol absolut restlos auszuwaschen, vielmehr nähert sich der erreichbare Endzustand des Gases P_2 bei immer weiter wachsendem Q asymptotisch einem ganz bestimmten, durch die Gleichung 77a festgelegten Wert. Aus der Form des Exponenten von e in den maßgebenden Gleichungen 70 und 71, besonders aus der in der Gleichung 76 niedergelegten Form, ersieht man außerdem, daß schon bei einem gewissen endlichen Maß

von Q der Subtrahend $\frac{1}{Q}$ neben dem Minuend $\frac{1}{Q_{\min}}$ praktisch verschwinden und damit die Annäherung an den durch die Gleichung 77 festgelegten Grenzzustand $Q = \infty$ so stark werden muß, daß eine weitergehende Erhöhung von Q auf das Endergebnis keinen nennenswerten Einfluß mehr ausübt. Es gibt also für eine bestimmte Waschanlage von gegebener Waschfläche F eine gewisse wirtschaftlich günstigste Waschölmenge Q , mit der man sich der theoretisch äußersten Grenze der BenzolAuswaschung praktisch soweit nähern kann, daß ein noch weiter gehender Ölaufwand keinen praktischen Wert mehr haben würde. Für dieses Ergebnis, das sich hier schon allgemein aus den geltenden Formeln herauslesen ließ, wird sich die Bestätigung aus später folgenden praktischen Beispielen auch noch zahlenmäßig ergeben.

(Forts. f.)

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

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Vanadium.

Das Metall.

Für die Gewinnung des Metalls werden die natürlich vorkommenden Vanadate entweder unmittelbar verwendet oder, falls nicht Legierungen erzeugt werden sollen, meist erst in die Oxyde übergeführt. In Amerika bilden, wie R. M. Keeney¹ vor der 24. Versammlung der American Electrochemical Society ausführte, die ergiebigste Quelle für Vanadium die peruanischen Ablagerungen von Patronit², einem sulfidischen Erz mit 20% V und 60% S. Es kann³ unmittelbar im elektrischen Ofen verarbeitet werden. Bedeutung hat auch der uraniumhaltige Carnotit, der in Kolorado und Utah in großen Lagern vorhanden ist. Aus ihm wird bisher hauptsächlich das Radium gewonnen. Diese Industrie wird aber nach den Mitteilungen von S. Fischer⁴ vor der American Electrochemical Society erst lohnend, wenn auch Vanadium und Uran gewonnen werden.

Um diese beiden in der aus Carnotit erhaltenen Lösung zu trennen, erhitzt W. F. Bleecker⁵, der seine Schutzrechte auf die Standard Chemical Co. in Canonsburg, Pa., übertragen hat, auf 90°, fällt mit warmer Natronlauge ein Gemenge von Natriumuranat und Uranylhydroxyd, löst den Niederschlag, der noch

etwas Vanadin enthält, in Schwefelsäure, macht mit Soda schwach alkalisch und elektrolysiert mit Anoden aus Kupfer, Nickel oder Eisen. So erhält er deren Vanadate, während Uran in Lösung bleibt.

Von den natürlich vorkommenden Vanadaten hat besonders das des Bleis, der Vanadinit, Bedeutung. Ihn will G. Gin¹ mit einer beschränkten Menge Kohle an geeigneten Orten im elektrischen Ofen behandeln, um die unedlen Metalle frei zu machen und das Vanadin als Trioxyd in die Schlacke überzuführen. So erhält man durch 70 kg Kohle (5 kg-Mol. C) aus 1 t Erz (dessen Zusammensetzung in kg-Mol. beträgt: 0,5 V₂O₅, 2 SiO₂, 0,1 Al₂O₃, 0,2 P₂O₅², 2,4 PbO, 0,6 CuO, 0,8 CaO, 0,2 Fe₂O₃, 0,8 CO₂) 490 kg Blei (2,4 kg-Mol.) und 35 kg Kupfer (0,6 kg-Mol.) sowie 308 kg einer vollkommen schmelzbaren Schlacke mit 24,0% V₂O₅, 39,0 SiO₂, 3,3 Al₂O₃, 9,3 P₂O₅, 15,0 CaO und 9,4 FeO. An Elektroden werden 35 kg, an elektrischer Energie 600 KWst verbraucht. Hat man statt jener Erze mit 15–17% V₂O₅ und 3–4% SiO₂ solche mit 9–10% V₂O₅ und 10–15% SiO₂, so kann man durch die elektrische Reduktion etwa die Hälfte des Gutes ausschalten, während die andere in diesem Fall mit Natriumbisulfat im gewöhnlichen Ofen geschmolzen wird.

Die fein gemahlene Schlacke wird gelinde in einem Luftstrom erhitzt, um V₂O₃ in V₂O₄ überzuführen, und dann mit Soda und etwas Salpeter zur Oxydation zu

¹ Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, S. 785.

² Nach seinem Entdecker auch Rizopatronit genannt. Es ist im wesentlichen Vanadiumtrisulfid, in seinem Vorkommen bei Minasragra in der Nähe von Cerro de Pasco aber mit viel Kieselsäure und Kohle verunreinigt. vgl. T. Hewett (Eng. Min. J. 1906, Bd. 82, S. 386) und J. J. Bravo (Osterr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1908, Bd. 56, S. 166).

³ S. S. 837.

⁴ Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, S. 786.

⁵ Amer. P. 1 050 796, erteilt am 21. Jan. 1913.

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 413. Das Verfahren wurde auch in einem Vortrag vor dem 7. internationalen Kongreß für angewandte Chemie (vgl. Z. B. Z. f. angew. Chem. 1909, Bd. 22, S. 1268 behandelt).

² Rührt von einem Apatitgehalt her.

V_2O_5 und Erzeugung von Natriummetavanadat geschmolzen. Nach dem Auslaugen mit heißem Wasser wird in die erkaltete Lösung Kohlendioxyd zur Fällung von Kieselsäure und Tonerde geleitet. Das Filtrat wird mit Ammoniumkarbonat und -chlorid versetzt und zur Abscheidung von Ammoniummetavanadat konzentriert.

Nach den Erfahrungen von G. Fester¹ sind die aus Lösungen des fünf- und des vierwertigen Vanadiums durch Alkali (als Oxyd, Hydroxyd oder Karbonat) ausgefallenen Verbindungen sehr unrein. Der Niederschlag aus Laugen mit dem vierwertigen Metall ist außerdem schleimig und geht beim Auswaschen leicht in kolloider Form wieder in Lösung. Von diesen Übelständen frei sind Lösungen, die dreiwertiges Vanadium enthalten. Dieses ist etwa nur so stark basisch wie Aluminium und läßt sich vor den stärker basischen zweiwertigen Elementen (wie Eisen, Zink, Mangan, Kalzium), die sonst den Niederschlag verunreinigen, durch vorsichtigen Zusatz von Alkali fraktioniert (zweckmäßig in der Siedehitze) ausfällen. Die so erhaltenen Produkte weisen trocken über 70% V_2O_3 auf. Außerdem sind die Fällungen leicht abzusaugen und auszuwaschen. Vorteilhaft wird die Reduktion der Lösungen elektrolitisch ausgeführt. Dann wird verunreinigendes Kupfer als metallisches Nebenprodukt gewonnen. Vanadinit (Bleivanadat) beispielsweise wird mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, und zwar unter Einleiten von Schwefeldioxyd, um die vierwertige Stufe des Vanadiums zu erhalten. Das Filtrat wird mit Diaphragma zwischen Kupfer als Kathode und Blei in verdünnter Schwefelsäure als Anode elektrolysiert.

In diesem Zusammenhang sei auf eine ältere Erfahrung im Laboratorium hingewiesen. A. C. Chapman und H. D. Law² fanden, daß die Reduktion von Ammoniumvanadat an einer Kathode aus platinisiertem Platin nur bis zu V_2O_3 führt, während sie fast bis zu V_2O_2 an Kathoden aus Zinn, Zink, Kadmium oder Blei geht.

Auch für die elektrothermische Erzeugung von Vanadium sind die höhern Oxyde nicht so geeignet wie die niedern. Letztere will W. C. Arsem (General Electric Co.)³ aus dem Pentoxyd dadurch erhalten, daß er dieses in einen kleinen Graphittiegel packt, ihn in einen größern Tontiegel stellt, den Zwischenraum voll Kohle stampft und auf 800° erhitzt, wozu ein elektrischer Muffelofen dienen kann. So wird eine Beimengung von Kohle vermieden und soll auch die Bildung von Karbid verhütet werden.

O. Ruff und W. Martin⁴, die ebenfalls das Trioxyd dem Pentoxyd vorziehen⁵, formen sein Gemenge mit Zuckerkohle zu Stäben. Diese werden im elektrischen Vakuumwiderstandofen gesintert und dann als Elektroden für den Lichtbogen benutzt, wobei sie niederschmelzen. Gemenge, die etwa 3% Kohle weniger enthalten, als die Gleichung $V_2O_3 + 3 C = 2 V + 3 CO$

erfordert, liefern das reinste Metall. Ein 98,11%iges mit 1,92% C wurde durch Zusammenschmelzen von Vanadiumtrioxyd mit dem Karbid bei etwa 2000° (im Zirkontiegel) erhalten. Letzteres (VC), das silberweiß, äußerst stark metallglänzend und ungemein hart ist, entsteht aus dem Gemenge von Vanadiumtrioxyd und Kohle, das mit wenig Stärkelösung durchfeuchtet und in einen Kohletiegel eingestampft ist, bei etwa 2800°.

Der sulfidische Patronit läßt sich nach R. M. Keeney¹ unmittelbar² im elektrischen Ofen verarbeiten, wenn man Kalk zur Entschwefelung und Kohle zur Reduktion zuschlägt. Natürlich wird das Vanadium mehr oder minder kohlenstoffhaltig.

Um dies zu vermeiden³, will F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁴ Silizium in nicht hinreichenden Mengen zur Entschwefelung benutzen. Trotzdem geht etwas Kohlenstoff in das Metall. Da er hauptsächlich von den Elektroden herrührt, müssen⁵ diese sehr kleine Querschnitte erhalten. Statt mit Silizium kann man auch⁶ mit Karborund (oder einem Gemenge von Silizium und Kohle) schmelzen. Arbeitet man im geschlossenen elektrischen Ofen und hält die nicht oxydierende Atmosphäre aufrecht, so können neben dem Metall Silizium- und Kohlenstoffdisulfid gewonnen werden. Sonst kann man aus ihnen Schwefeldioxyd erhalten. Das Vanadium soll sehr wenig Kohlenstoff und nur Spuren von Schwefel aufweisen. Auch⁷ Kalziumkarbid oder ein Gemenge von Kalk und Kohle ist zur Reduktion brauchbar.

Außer zur Entschwefelung eignet sich Silizium natürlich zur Entfernung des Sauerstoffs aus den Oxyden⁸. In der theoretischen Menge will das Silizium in diesem Falle F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁹ benutzen. Auch wenn man Siliziumkarbid als Reduktionsmittel nimmt¹⁰, wird das Metall kohlenstoffarm. Die bei dem Verschmelzen entstehende Kieselsäure und die im Erz oder Konzentrat vorhandene wird an ein basisches Flußmittel gebunden. Vorteilhaft wird¹¹ diese Reduktion erst vorgenommen, nachdem zunächst das Pentoxyd in einem gewöhnlichen Ofen durch Generator- oder Wassergas zum Trioxyd vorreduziert worden ist. Das Verfahren kann¹² statt durch Siliziumkarbid auch durch Silizium oder Aluminium zu Ende geführt werden. Werden oxydische Erze durch Kalziumkarbid reduziert, so können¹³ dessen beide Bestandteile so vollständig oxydiert werden, daß das Metall ärmer an Kohlenstoff wird, als es bei Reduktion durch Kohlenstoff allein geworden wäre. Enthält das Erz Kieselsäure, so wirkt

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

² In Amerika röstet man ihn meist ab und reduziert dann aluminothermisch. Über die bei letztem Verfahren zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln vgl. W. Prandtl und H. Manz (Z. anorg. Chem. 1912, Bd. 79, S. 209). s. a. bei Vanadineisen, S. 839.

³ Gln arbeitet zu dem Zweck so, wie es bei Vanadineisen (s. S. 839) angegeben ist.

⁴ Amer. P. 855 127 vom 5. März 1907, erteilt am 28. Mai 1907; 858 328 vom 5. März 1907, erteilt am 25. Juni 1907.

⁵ Amer. P. 858 780 vom 30. Jan. 1906, erteilt am 2. Juli 1907.

⁶ Amer. P. 876 313 vom 29. Juli 1907, erteilt am 14. Jan. 1908.

⁷ Amer. P. 893 128 vom 26. Juni 1907.

⁸ vgl. a. B. Neumann, Stahl u. Eisen 1908, S. 356.

⁹ Amer. P. 854 018, vom 23. Sept. 1905, erteilt am 21. Mai 1907.

¹⁰ Amer. P. 858 325 vom 19. Juni 1906, erteilt am 25. Juni 1907.

¹¹ Amer. P. 858 329 vom 12. April 1907, erteilt am 25. Juni 1907.

¹² Amer. P. 866 421 vom 31. Jan. 1907, erteilt am 17. Sept. 1907.

¹³ Amer. P. 898 178 vom 25. Mai 1908, erteilt am 8. Sept. 1908.

¹ D. R. P. 289 245 vom 30. Juli 1914.

² The Analyst 1907, Bd. 32, S. 250.

³ Amer. P. 1 023 290 vom 6. Jan. 1909, erteilt am 16. April 1912.

⁴ Ber. D. chem. Ges. 1910, Bd. 43, S. 1564; Z. f. angew. Chem. 1912,

Bd. 25, S. 49.

⁵ Ebenso Becket, s. Nebenspalte.

außerdem der entstehende Kalk als Flußmittel. Es muß natürlich noch besonders Kalk zugegeben werden, wenn das Erz stark kieselig ist.

Durch Reduktion mit Titan will J. B. Huffard (Electro Metallurgical Co.)¹ Vanadium und seine Legierungen erhalten.

Bor oder Boride², unter ihnen Erdalkaliboride oder Borkarbid³, sowie Borsilizid⁴ hat F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.) als Reduktionsmittel, die vorteilhaft im elektrischen Ofen zu benutzen sind, vorgeschlagen. Die entstehende Kieselsäure wird an Kalk gebunden. Die Schlacken werden auf Borate verarbeitet oder durch Kohle reduziert. In letztem Fall wird beispielsweise eine Legierung von Bor mit Silizium und Kalzium erhalten, die auch noch Vanadium aufweist und von neuem bei der Reduktion benutzt werden kann.

Durch Leichtmetalle (z. B. Kalzium) wollen H. Kuzel und E. Wedekind⁵ im Vakuumlichtbogenofen reduzieren. So soll ein sehr reines amorphes Vanadium erhalten werden.

Weniger Bedeutung als die elektrothermische Erzeugung von Vanadium beansprucht seine Gewinnung durch Schmelzflußelektrolyse. Auf diese Weise hat L. Ott⁶ aus dem Ortho-, Meta-, Di-, Tri- und Pyrovanadat des Natriums, aus Magnesium- und Aluminiummetavanadat sowie aus Cervanadat kein metallisches Vanadium, sondern nur seine Oxyde erhalten können. Ihr Sauerstoffgehalt steigt mit der Stromdichte und mit dem Verhältnis von Säure zu Base.

Auch in der Art wie Aluminium, durch Elektrolyse der Oxyde in einem schmelzflüssigen Bade, kann nach Gin⁷ kein reines Vanadium dargestellt werden, weil sein Schmelzpunkt über dem Siedepunkt des Elektrolyten liegt. Wohl aber lassen sich auf diesem Wege Legierungen, wie Vanadineisen⁸, erzeugen. Dagegen soll⁹ nicht legiertes Vanadium erhalten werden können, wenn man als Bad Kalziumfluorid benutzt und seine Schmelze zwischen Elektroden elektrolysiert, die aus einem Gemenge von Vanadiumoxyden und Kohle gepreßt sind¹⁰.

W. F. Bleecker¹¹ weist darauf hin, daß, wenn man Vanadin (auch andere säurebildende Metalle) nach dem für andere Metalle verwendbaren billigen Verfahren von J. W. Beckman¹² dadurch darzustellen versucht, daß man das Oxyd in der Schmelze seines äquivalenten Gemenges mit Kalk elektrolysiert, es größtenteils als ein Anodenprodukt erhalten wird, daß die Verunreinigungen, die das Bad enthält oder aufnimmt, Verluste an Vanadium bedingen, und daß das Bad durch Angriff der Ofenauskleidung schnell unbrauchbar wird. Beck-

man¹ will so kohlenstoffhaltiges Vanadin (wie auch Chrom und Mangan) erhalten haben.

Nach dem derzeitigen Stande der Versuche glaubt Gin² kaum, daß die Elektrolyse wäßriger Lösungen einen praktischen Erfolg haben könne. Elektrolysiert man nach dem Vorschlag von Cowper-Coles³ eine Lösung von Vanadinsäure bei Gegenwart von Natriumchlorid mit 2 Amp/qcm und 2 V bei 80°, so wird der anfangs metallglänzende Niederschlag bald schmutzig und steigt nicht über eine sehr beschränkte Dicke. Anscheinend wird der Überzug zunächst durch eine Schicht von Wasserstoff geschützt, der bald seine Wirksamkeit verliert.

Legierungen und Verbindungen.

Von den Legierungen ist die wichtigste das Vanadineisen. Es wird industriell gewöhnlich aus dem Gemenge von Vanadiumpentoxyd mit Ferrioxyd (an dessen Stelle auch Eisen treten kann) durch Reduktion mit Kohle elektrothermisch in einem mit Kohle ausgekleideten Ofen erzeugt. Man arbeitet z. B.⁴ mit 900 Amp und 50 V. Es wird aber auf diese Weise immer eine zum mindesten 4%, meist 6% und mehr Kohlenstoff aufweisende Legierung erhalten, die erst weiter entkohlt⁵ werden muß.

Wie Gin⁶ nach Mitteilungen von Nicolardot⁷ berichtet, stellt Girod in Albertville kohlenstoffhaltiges Vanadineisen in einem kippbaren Tiegelofen her, der durch eine Widerstandsmasse in den Wänden geheizt wird. Diese besteht aus einem gepulverten Gemenge von Graphit, Eisen und Kieselsäure oder Magnesia, in dem das Verhältnis der verschiedenen leitenden Stoffe nach Bedarf geändert wird. Die Stromzuführung erfolgt durch vier Polstücke, die abwechselnd mit dem positiven und dem negativen Pol der Stromquelle verbunden sind. Zur Inbetriebsetzung des Ofens werden sie durch dünne Eisendrähte kurz geschlossen; oder man beginnt die Arbeit mit 70–80 V und setzt diese Spannung erst beim eigentlichen Betriebe auf 20–25 V herab. So kann leicht eine Legierung mit 30–50% V und, wenn man zum Schluß Vanadinsäure zusetzt, mit weniger als 4% C erhalten werden. H. Mennicke⁸ bezweifelt die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens, nach dem bei Steigerung der Temperatur auch 80%iges Vanadineisen erzeugt werden kann, weil man von den Einzelmetallen ausgeht. Ferrovanadat, das aus Carnotit durch wiederholtes Eindampfen mit Natronlauge und Fällung der angesäuerten Natriumvanadatlösung durch Ferrosulfat erhalten ist, will S. Fischer⁹ im elektrischen Ofen reduzieren.

Das stark kohlenstoffhaltige Vanadineisen wird weiter entkohlt durch Aufbringen eines Vanadiumoxyds auf seine Schmelze. So läßt sich der Gehalt an Kohlen-

¹ a. a. O. S. 174.

² a. a. O. S. 439.

³ Chem. News 1904, Bd. 79, S. 147.

⁴ vgl. H. Mennicke, Elektrochem. Z. 1914, Bd. 21, S. 10.

⁵ s. weiter unten.

⁶ a. a. O. S. 428.

⁷ Revue d'artillerie, März 1904.

⁸ Elektrochem. Z. 1914, Bd. 21, S. 9.

⁹ Amer. P. 1054 102, erteilt am 25. Febr. 1913; vgl. a. Metall, Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 169.

¹ Amer. P. 942 422, erteilt am 16. Mai 1911. s. die Beschreibung S. 773.

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

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

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

⁵ Franz. P. 419 043 vom 15. Okt. 1909.

⁶ Elektrolyse geschmolzener Molybdate und Vanadate, Dissertation München, Technische Hochschule, 1911, S. 28 und 48.

⁷ a. a. O. S. 439.

⁸ s. S. 840.

⁹ D. R. P. 153 619 vom 5. April 1903.

¹⁰ vgl. a. bei Vanadineisen, S. 840.

¹¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1911, Bd. 19, S. 178.

¹² Amer. P. 973 336. s. a. bei Vanadineisen, S. 840.

stoff bequem auf 1,5% bringen. Die Entkohlung wird, wie auch bei andern Eisenlegierungen, beschleunigt, wenn man nach E. F. Price (Electro Metallurgical Co.)¹, der zu dem Zweck im Induktionsofen arbeitet, Luft durch die hoch erhitze Legierung leitet. Ina bei der hohen Temperatur die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Kohlenstoff größer sein soll als zum Legierungsmetall, können nur unerhebliche Mengen des letztern durch Oxydation verlorengehen.

Gin² schlägt (auch für Vanadium selbst) vor, nicht nur den Kohlenstoff in der stark karburierten Legierung, sondern auch das Silizium in ihren Siliziden durch Vanadinsäure zu oxydieren, die im Induktionsofen auf die Fadoberfläche geworfen wird. Wird ein Gemisch von Vanadinsäure mit Ferrioxyd verwendet, so geht immer Vanadium in die Raffinationsschlacke. Die Kieselsäure wird durch Kalk verschlackt. Man kann also bei Verarbeitung der Silizide auch Kalziumvanadat anwenden. Arbeitet man mit Vanadintetrafluorid, so verflüchtigt sich Siliziumfluorid, das verdichtet oder in Wasser als Kieselflußsäure aufgefangen werden kann. Das gleichfalls verwendbare Vanadinoxyfluorid und Bleifluorid, von dem sich auch das Metall verflüchtigt, sind praktisch noch nicht nutzbar gemacht worden.

Zum Zweck der Erzeugung einer kohlenstoffarmen Legierung Ferrioxyd mit kohlenstoffreichem Rohvanadium zu verschmelzen, ist nach Mennicke³ unvorteilhaft, weil dieses nicht so einfach wie das Vanadineisen gewonnen werden kann.

Vielfach ist der Weg beschriften worden, die rohen Salze oder Oxyde mit andern Stoffen wie Kohle zu behandeln. Aluminium⁴ ist nach W. F. Bleecker und W. L. Morrison⁵ nicht zu empfehlen. Es muß in viel größerer Menge als der theoretischen angewendet werden. Die Ausbeute an Vanadium ist entweder niedrig, oder die Legierung enthält zu viel Aluminium. Günstiger liegen die Verhältnisse, wenn man im elektrischen Ofen, gegebenenfalls nach vorheriger teilweiser Reduktion mit Kohle, arbeitet. In diesem kann die Legierung auch durch Schlacken raffiniert werden. Nur lassen sich verunreinigende unedle Metalle nicht entfernen⁶.

Nach andern Mitteilungen⁷ soll man bei der aluminothermischen Erzeugung von Vanadineisen zur Zündung einen Fluß aus Natriumperoxyd und Aluminium oder Magnesium benutzen und die Vanadinsäure durch Ferrovanadat, $\text{Fe}(\text{VO}_3)_2$, ersetzen. Aber man erhält nach Gin⁸ eine Legierung mit höchstens 27% V und diese zu dem zu hohen Preise von 6,30 \mathcal{M} für 1 kg. Wirtschaftlicher und leicht arbeitet er nach einem gemischten Verfahren⁹, bei dem der Verbrauch an Aluminium um zwei Drittel oder mehr vermindert wird. Ein Gemenge von

Ferrovanadat¹ und Kohle wird in den elektrischen Ofen, der geschmolzenes weiches Eisen enthält, gelacht und, wenn die Reduktion bis zu einem bestimmten Punkt gediehen ist, zu ihrer Beendigung Aluminiumpulver in das Bad gegeben. So erhält man aus 2 Mol. $\text{Fe}(\text{VO}_3)_2$, 10 At. Fe, 9 At. C und 2 At. Al ein 25%iges Vanadineisen (4 Mol. Fe_3V) mit 1–1,5% C. Die Schlacke wird durch Zugabe von etwas Kalk und Kalziumfluorid leichter schmelzbar.

Ein Gemenge von Aluminiumpulver und Magnesiumdraht ist wirksamer und liefert eine Legierung mit 31% V, aber unter höhern Kosten. Ersatz des Magnesiums durch Kalzium führt zu höchstens 30%igem Vanadineisen. Ein 25–30%iges wird aus 50 kg Vanadinsäure und 70 kg Ferrioxyd durch Reduktion mit einem Pulver aus 30 kg 60%igem Siliziumeisen und 40 kg Aluminium erhalten.

Silizium ist nach Bleecker und Morrison nur etwa ein Drittel so teuer wie Aluminium. Sein theoretischer Oxydationswert ist um 25% höher. In bezug auf die Wärmeeinheiten ist allerdings Aluminium vorteilhafter. Die Reaktion zwischen Vanadinpentoxyd und Silizium pflanzt sich zwar nicht von selbst fort, ist aber exothermisch, so daß nur so viel Wärme zugeführt zu werden braucht, wie zum Schmelzen des Kalks notwendig ist, der zum vollständigen Trennen des Vanadins von der Schlacke beigemischt werden muß. Die Kosten des Vanadins hängen ab von den Kosten des rohen Oxyds auf die Gewichtseinheit des in ihm enthaltenen und daraus gewinnbaren Metalls, die gegeben sind, von der Haltigkeit und der Art des rohen Oxyds, von den Reduktionskosten auf die Gewichtseinheit gewonnenen Metalls, von dem Wirkungsgrade des Reduktionsverfahrens und der dem Stahl zugefügten Legierung. Mit Aluminium lassen sich im günstigsten Fall 70% des Vanadins reduzieren, während in der fertigen Legierung 1–2% Aluminium bleiben. Im elektrischen Ofen steigt der Wirkungsgrad auf 90%, unter Verbrauch von 1,2 kg Aluminium auf 1 kg Vanadin. Die fertige Legierung weist eine Spur Aluminium, unter 1% Kohlenstoff und weniger als 2% Silizium auf. Die Reduktion mit Silizium ergibt etwa 85% Wirkungsgrad, erfordert 1,25 kg Silizium und liefert eine Legierung mit Spuren von Aluminium, weniger als 0,30% Kohlenstoff und 4–5% Silizium. Letzterer Gehalt kann durch einen zweiten Arbeitsgang unter 1% gebracht werden. Benutzung elektrischer Energie führt zu einer Ersparnis.

Durch Reduktion mit Siliziumeisen, das in einem besondern elektrischen Ofen erzeugt wird, erhält E. F. Price² aus den Oxyden bei Gegenwart basischer Flußmittel kohlenstoffarmes Vanadineisen in dem bei Titaneisen³ beschriebenen ununterbrochenen Arbeitsgang. F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.) reduziert im elektrischen Ofen entweder⁴ ein Gemisch von Vanadiumoxyd mit Eisen oder seinen Oxyden

¹ Amer. P. 886 858 vom 24. Sept. 1907, erteilt am 5. Mai 1908.

² a. a. O. S. 430.

³ a. a. O. S. 10.

⁴ Vanadium selbst kann aluminothermisch nicht erhalten werden.

⁵ Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 492.

⁶ s. a. den Vergleich zwischen der Reduktion mit Aluminium und mit Silizium in der Nebenspalte.

⁷ vgl. die Beschreibung von Nicolardot in Rev. d'artillerie, März 1904, von G. Gin a. a. O. S. 434 mitgeteilt.

⁸ a. a. O. S. 437.

⁹ vgl. dazu auch Mennicke, a. a. O. S. 8.

¹ Verwendet man Vanadinsäure, so erhält man bestenfalls ein Vanadin mit 5–6% C.

² Amer. P. 852 347 vom 14. April 1905, erteilt am 30. April 1907.

³ s. S. 775. vgl. a. die Verfahren zur Erzeugung der Legierungen des Chroms, Mangans usw. mit Eisen in einem spätern Aufsatz.

⁴ Amer. P. 858 325 vom 19. Juni 1906.

durch Siliziumkarbid oder¹ entschwefelt Vanadiumsulfid durch Siliziumeisen in solchen Mengen, daß der Schwefel an Silizium gebunden werden kann, oder² behandelt das Gemisch mit Eisen oder seinem Sulfid mit Karborund. Soll bei der Anwendung von Siliziumeisen (50%ig) die Legierung sehr wenig Silizium aufnehmen, so wendet man³ etwas weniger Ferrosilizium an, als zur vollständigen Reduktion des Erzes oder Konzentrats nötig ist⁴. Zu der geschmolzenen Mischung wird ein basisches Flußmittel gefügt, das die Kieselsäure bindet. Man arbeitet⁵ ununterbrochen, zieht Metall und Schlacke zeitweise ab und erhitzt vor erneutem Zufügen des Gemenges vorteilhaft höher, als zur Einleitung der Reaktion notwendig ist. Siliziumeisen kann⁶ im elektrischen Ofen auch nur zur Beendigung der Reduktion benutzt werden, nachdem die höhern Oxyde im gewöhnlichen Ofen durch Kohle, Generator- oder Wassergas in niedere übergeführt worden sind.

Die Schlacke, die bei der Reduktion der Vanadiumoxyde in Gegenwart von Eisen durch Silizium, Aluminium usw. entsteht, wird⁷ mit letztern Reduktionsmitteln im Überschuß unter Zuschlag von Eisen oder, wenn sie Verbindungen des Vanadiums und des Siliziums enthält, mit den zu deren Reduktion hinreichenden Mengen Kohle oder Kalziumkarbid geschmolzen. Das so erzeugte Aluminium oder Silizium enthaltende Vanadineisen wird von diesen Verunreinigungen durch Schmelzen mit Vanadinerz oder -konzentrat befreit⁸. Die auf dieser dritten Stufe fallende Schlacke wird unter Eisenzuschlag wie auf der zweiten Stufe behandelt. In der Praxis kann man die zweite und vierte Stufe des Verfahrens zusammenfallen lassen.

Das zum Legieren mit dem Vanadium nötige Eisen kann⁹ von den Elektroden geliefert werden. Sie werden gekühlt, um ihren Verbrauch und die Zusammensetzung der Legierung zu regeln.

Auch Boreisen¹⁰ hat derselbe Erfinder zur Erzeugung von Vanadineisen vorgeschlagen.

Bei der Reduktion durch Siliziumeisen wird häufig stark siliziumhaltiges Vanadineisen erhalten. Dieses behandelt E. F. Price¹¹ mit einem Oxyd des Eisens oder Vanadiums¹². Das Rohprodukt wird im ununterbrochenen Arbeitsgang aus kieseligem Vanadiumsulfiderz durch Rösten, Mischen mit Eisen oder Ferrioxyd und Kohle in gerade hinreichender Menge und elektrisches Verschmelzen unter Zuschlag von Kalk erhalten. Die Elektroden sind in die Beschickung eingebettet. Der Ofen ist, wenigstens im Schlackengebiet, mit Kohle ausgekleidet und mit Abstichlöchern für die Schlacke

und die Legierung versehen. Der Reduktionsraum wird mit einer beträchtlichen Menge Beschickung umgeben gehalten, um Wärmeausstrahlung zu verhindern und Elektroden sowie Metall vor der Luftenwirkung zu schützen. Schlacke und Legierung werden innerhalb oder außerhalb des Ofens geschieden. In dem Maße, wie sie abgestochen werden, wird frische Beschickung nachgegeben.

Auch Vanadindifluorid ist zur Entfernung des Siliziums aus dem Vanadineisensilid vorgeschlagen worden. Auf diese Weise hochprozentiges Vanadineisen zu erzeugen, ist aber nach Mennicke¹ zu umständlich und zu teuer.

Außer durch Siliziumeisen läßt sich nach G. Boerick² ein Gemenge von Vanadinoxiden und Ferrovanadat auch durch Manganeisen reduzieren. Silizium und Mangan werden fast vollständig oxydiert und gehen in die Schlacke. Ein Teil des Mangans verdampft. Die Legierung ist kohlenstoffarm, enthält aber stets Silizium und Mangan.

Eine durch Kalk erhaltene Schmelze von Ferrioxyd mit einem der Vanadiumoxyde schlägt J. W. Beckmann³ zur Erzeugung von 50%igem Vanadineisen vor. Ferri- und Vanadiumoxyd werden ständig ergänzt.

Durch eine der gebräuchlichen Aluminiumgewinnung entsprechende Arbeitsweise läßt sich Vanadineisen (wie auch manche andere Legierung) bequem erhalten. G. Gin⁴ trägt Vanadintri- oder -pentoxyd in eine Kalziumvanadiumfluorid-Schmelze von der Zusammensetzung $\text{CaFl}_2 \cdot 2\text{V}_2\text{Fl}_4$ ⁵ ein und elektrolysiert zwischen einer Anode aus Kohle und einer Kathode aus Eisen, Nickel, Kupfer oder Blei. So entstehen die Legierungen des Vanadins mit diesen Metallen. Aus Vanadinblei kann dann das Blei im elektrischen Ofen verflüchtigt werden. Bei einer Stromdichte auf 1 qcm von 1,2 Amp an der Anode und 2 Amp an der Kathode kann das Bad durch die Widerstandserhitzung geschmolzen gehalten und die Elektrolyse mit 10–12 V durchgeführt werden. Der Schmelzpunkt liegt über 1100°. Lienen Blei oder Kupfer als Kathode, so wird er durch Zugabe von Kaliumfluorid erniedrigt, damit jene Metalle nicht verflüchtigt werden. Der Widerstand der Schmelze beträgt etwa 0,4 Ohm/cm/qcm. Er wird herabgesetzt durch Zugabe von V_2O_4 . Das Tetroxyd dient zugleich zur Erneuerung des Elektrolyten.

Bei einem andern Verfahren wird Vanadintrifluorid elektrolysiert⁶. Dieses wird aus dem Anodenmaterial und Fluor gebildet, das bei der Elektrolyse einer leicht schmelzenden Lösung von Ferrofluorid in Kalziumfluorid entsteht. Als Anode dient ein Bündel von Stäben, die aus einem Gemenge von 1 Mol. Vanadintrioxyd und

¹ Amer. P. 855 157 vom 5. März 1907, erteilt am 28. Mai 1907; 858 328 vom 5. März 1907.

² Amer. P. 876 313 vom 29. Juli 1907.

³ Amer. P. 855 157; 866 561 vom 22. Dez. 1906, erteilt am 17. Sept. 1907.

⁴ Als Nebenprodukte gibt, je nach Art des Ofens, das Amer. P. 855 157 Siliziumdisulfid bzw. Schwefeldioxyd und sehr fein verteilte Kieselsäure an.

⁵ Wie es im Amer. P. 876 313 (vgl. S. 837) entsprechend bei der Erzeugung des reinen Vanadiums geschieht.

⁶ Amer. P. 866 421 vom 31. Juni 1907, erteilt am 17. Sept. 1907.

⁷ Amer. P. 866 562 vom 12. Jan. 1907, erteilt am 17. Sept. 1907.

⁸ Eine ähnliche Arbeitsweise gibt das Amer. P. 891 898 desselben Erfinders an (vgl. Stahl u. Eisen 1909, S. 1162).

⁹ Amer. P. 892 211 vom 8. Jan. 1908, erteilt am 30. Juni 1908.

¹⁰ Amer. P. 924 130, erteilt am 8. Juni 1909.

¹¹ Amer. P. 875 208 vom 29. Dez. 1906, erteilt am 31. Dez. 1907.

¹² vgl. auch die kurz vorher behandelte Arbeitsweise von Becke.

¹ a. a. O. S. 10.

² Amer. P. 958 851, erteilt am 24. Mai 1910.

³ Amer. P. 978 338; 19. Versammlung d. Amer. Electrochem. Soc.; Chem. Eng. 1911, Bd. 13, S. 158; Z. f. Elektrochem. 1911, Bd. 17, S. 451.

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 15, S. 227; Bd. 16, S. 439. vgl. a. seine Mitteilungen auf dem 7. internat. Kongreß f. angew. Chem., über die u. a. Z. f. angew. Chem. 1909, Bd. 22, S. 1268, berichtet.

⁵ Aus einem Gemenge von 1 Mol. reinem CaO und 2 Mol. V_2O_4 , durch konzentrierte oder gasförmige Fluorwasserstoffsäure erhalten. Man sättigt einen Überschuß an Säure durch Kalk ab, konzentriert die Lösung, trocknet und erhitzt auf Dunkelrotglut.

⁶ vgl. D. R. P. 153 619 vom 5. April 1903.

3 At. Kohle geformt sind. Ihr spezifischer elektrischer Widerstand bei 15° beträgt nach den Messungen von Chaumat und Petitalot 0,0137 Ohm/cm/qcm. Solche Elektroden vertragen eine Belastung mit 75% der für Kohlen von demselben Querschnitt benutzten Stromdichte. Kathode ist ein Stahlblock. Zur Erzeugung von Vanadineisen mit mehr als 25% V sollte die Kathodenfläche kleiner als die wirksame Anodenfläche gewählt werden. Das Bad wird bei 11–12 V genügend flüssig bei einer Stromdichte auf 1 qcm Querschnitt von 2 Amp an der Anode und 6 Amp an der Kathode. Da eine kleine Menge Fluor durch Bildung von Kohlenstofftetrafluorid an der Anode verlorengeht, setzt man dem Bade von Zeit zu Zeit neues Ferrofluorid zu. Nach jedem Abstich von Vanadineisen¹ wird frisches Eisen in das Bad eingeführt und geschmolzen. Mit Abänderungen kann das Verfahren auch zur Darstellung anderer Vanadinlegierungen (z. B. mit Kupfer oder Mangan) benutzt werden.

Gin hat auch, wie Mennicke² mitteilt, ein Gemenge von Vanadoferrosulfid (1 Mol.) und Kalziumfluorid (2 Mol.) oder eine Mischung von Vanadoferrofluorid mit Kalziumsulfid, die sich beim Schmelzen in erstere umsetzt, benutzt. Das Gemisch schmilzt bei 1000°. Die Elektrolyse wird bei 1700° mit einer Anodenstromdichte von 200 Amp/qdm bei 10–12 V durchgeführt. Der Schmelzraum ist aus Magnesitsteinen, die von einem Eisenblechmantel zusammengehalten werden, aufgeführt. Seine Sohle besteht aus Kohlenblöcken. Auf ihnen liegt eine fest gestampfte Decke kleiner Vanadineisenstücke als Kathode. Die Anode besteht aus einem Bündel Kohlenstäbe von 10–15 cm Seitenlänge. Sie sind 4–5 cm voneinander entfernt, damit die Schwefeldämpfe besser entweichen können³. Für ununterbrochenes Arbeiten benutzt man Anoden aus Vanadintrioxyd oder aus dem Pentoxyd und Kohle. Das so erhaltene Vanadineisen soll sehr rein, besonders kohlenstoffarm sein.

Vanadineisen dient fast ausschließlich zur Erzeugung von Vanadinstahl. Diesen unmittelbar aus Eisenerzen, Vanadinsäure und Koks elektrisch herzustellen, hält Mennicke⁴ nicht für zweckmäßig wegen der großen Verwandtschaft des Vanadiums zum Kohlenstoff und der leichten Verschlackbarkeit seiner Oxyde. Allerdings konnten⁵ in einem Versuchsofen von Evans kleine Mengen titanhaltigen Eisenerzes mit Nickel und Vanadium auf besten Elektrowerkzeugstahl umgeschmolzen werden. Auch L. Baraduc-Muller⁶ berichtet, daß in Ougrée-Marihay (Belgien) mit Erfolg Qualitätsstähle durch Einbringen von Briketts aus Siliziumkarbid und Nickel- sowie Chromoxyd in Eisenschmelzen erzeugt werden konnten. Nach Gin⁷ ist, wenn man Vanadin in

Stahl durch sein Karbid einführen will, zu beachten, daß dieses einen hohen Schmelzpunkt und eine sehr beschränkte Löslichkeit im Stahl besitzt, sowie daß das feste wegen seines geringen spezifischen Gewichts an die Oberfläche steigt. Man muß also den Stahl sehr heiß gießen und ihn schnell abkühlen. Soll 1% Vanadin in den Stahl gebracht werden, so kommen gleichzeitig 0,22% Kohlenstoff hinein. Etwa gleich groß ist dessen Menge, wenn man das von Gin bevorzugte Doppelkarbid $V_3C_2 + Fe_3C + Fe_3$ verwendet. Dieses enthält 60–65% Fe, 27–30% V und weniger als 7% C. Man kann aber im elektrischen Ofen leicht ein bei 30% V nur 1–2% C aufweisendes Doppelkarbid erzeugen, wenn man Vanadintrioxyd-Kohlenbriketts in einem Ofen, in dem das Gemenge nicht in Berührung mit einem Kohlenherd oder Kohlenelektroden kommt, verarbeitet und den größeren Teil des Kohlenstoffs durch Aufwerfen von Vanadinpentoxyd auf das Bad und Anwendung eines Lichtbogens oxydiert. In den fertigen Stahlguß sind nach Bleecker und Morrison vom Vanadium der Eisenlegierung wahrscheinlich im Durchschnitt 70 oder 75%, von dem im Oxyd 60–64% überzuführen. Demnach muß es vorteilhafter sein, das Vanadinpentoxyd oder ein Vanadat dem Stahl oder dem Eisen unmittelbar zuzufügen. Tatsächlich ist dies wirtschaftlich, wenn die Vanadinverbindung innig mit einer kleinen Menge Hammerschlag und 10% Siliziumüberschuß gemischt wird¹. Beim Herdschmelzen wird die Menge des Eisenoxyds vermindert oder die des Siliziums erhöht, beim Tiegelschmelzen letztere herabgesetzt. Aus Gußeisen erhält man im elektrischen Ofen sehr dichte Stäbe. Dem Stahl setzt man das Vanadigemenge im elektrischen Ofen am besten unmittelbar vor dem Abstechen in den Löffel zu. Chrom wird als 60%iges Chromeisen, Silizium als 85%iges Siliziumeisen und Mangan als 50%iges Manganeisen beigegeben². Ersetzt man in dem (auf Gußeisen wirkenden) Gemisch Silizium durch Aluminium (9,2 T. durch 4,7 T.), so wird die Einwirkung heftiger. Die entstehende aluminiumreiche Schlacke ist bei der Temperatur des geschmolzenen Eisens nicht flüssig genug für die beste Wirkung des Vanadins.

Ganz ähnlich dem Vanadineisen lassen sich andere Vanadinlegierungen erhalten. In manchen Fällen eignen sich die Silizide gut zu ihrer Darstellung, die meist elektrothermisch erfolgt.

Ein Vanadinsilizid V_2Si hat G. Gin³ im elektrischen Ofen aus einem Gemenge von 3 Mol. Vanadinpentoxyd, 1 Mol. Siliziumdioxyd und 13 At. Koks (oder dem Gewicht nach 10 T. V_2O_5 , 1 T. SiO_2 und 3 T. C) unter Verwendung von 200 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt erhalten. Eine beträchtliche Menge Vanadin-

¹ Reines Vanadin kann praktisch nur fest erhalten werden.

² a. a. O. S. 35.

³ Sie werden abgesaugt und auf Schwefelsäure verarbeitet. Mit dieser zersetzt man das aus dem aufgebrauchten Elektrolyten erhaltene Kalziumfluorid, leitet den Fluorwasserstoff in konzentrierte Kaliumfluoridlösung, zersetzt die entstandene Verbindung KHF_2 durch Erhitzen und zersetzt mit dem Fluorwasserstoff Vanadineisensilizid. Kalziumfluorid wird aus Siliziumfluorid, Kalziumsulfid aus dem Sulfat wiedergewonnen.

⁴ a. a. O. S. 39.

⁵ Canad. Min. J. 1911, S. 579 und 591; Stahl u. Eisen 1911, S. 687.

⁶ Rev. Métall. 1911, Bd. 8, S. 673.

⁷ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 426.

¹ z. B. geben 22 kg Gußeisenabfall mit 120 g einer Mischung aus 10 T. Kalziumvanadat, 9,2 T. Si und 10 T. V_2O_5 sowie mit 60 g einer Mischung aus 100 T. Hammerschlag und 21,4 T. Si im elektrischen Ofen eine Legierung mit 0,23% Vanadin.

² Beispielsweise wurden in einem kleinen mit Magnesit ausgekleideten Bogenofen 45 kg Stahl, 1,7 kg Nickel, 170 g Manganeisen, 115 g Siliziumeisen und 820 g Chromeisen mit 540 g einer Mischung aus 10 T. Kalziumvanadat, 10 T. V_2O_5 und 9,2 T. Si sowie mit 200 g einer Mischung aus 100 T. Hammerschlag und 21,4 T. Si behandelt. Der so gewonnene Stahl enthält 1,23% Cr, 0,20 C und 0,33 Vanadin.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 15, S. 229; Bd. 16, S. 429.

säure verflüchtigt sich. Sehr viel kleiner ist die Verflüchtigung bei Anwendung von Vanadintrioxyd (3 Mol. auf 7 At. C). Aus technischen Materialien entsteht ein Silizid von der Zusammensetzung 71,16% V, 5,40 Fe, 22,16 Si, 0,72 C. Leichter läßt sich das Eisendoppelsilizid darstellen. Mischt man nach der Gleichung $4 V_2 O_3 + 4 Fe Si_2 + 4 C = Fe_4 Si_5 V_6 + V_2 O_2 + 3 Si O_2 + 4 CO$ Pulver des sehr spröden 60%igen Siliziumeisens mit Vanadiumtrioxyd, formt mit 4–6% Pech Briketts und behandelt sie im doppelherdigen Ofen mit gestampftem Magnesitherd, so erhält man eine Siliziumlegierung mit 45,04% V, 33,52 Fe, 19,40 Si und 0,62 C. Das Silizid oder Doppelsilizid kann aus Vanadintrioxyd oder -tetroxyd erzeugt, die Kohle in beiden Fällen durch Karborund ersetzt werden. Das Doppelsilizid $V_2 Si + Fe_2 Si$ entsteht auch¹, wenn in einem elektrischen Ofen mit zwei beweglichen Elektroden reiches Siliziumeisen geschmolzen und auf die Schmelze ein Gemenge von Vanadiumtrioxyd und Kohle gegeben wird.

Zur Erzeugung von Vanadinnickel verfährt Becket wie beim Vanadineisen, indem er ein Gemenge von Vanadiumoxyd mit Nickel oder seinem Oxyd durch Siliziumkarbid reduziert oder Vanadiumsulfid durch Siliziumeisen entschwefelt oder sein Gemisch mit Nickel oder dessen Sulfid durch Karborund umsetzt. Auch Gin² arbeitet ähnlich und in demselben Ofen wie bei Vanadineisen. Zunächst wird die kohlenstoffhaltige Legierung (z. B. 4 VC + Ni) durch Reduktion eines Gemenges von Vanadinpentoxyd und Nickeloxyd mit Kohle dargestellt und diese dann durch Nickeloxyd oder Vanadinsäure entkohlt; oder man erzeugt ein Doppelsilizid (z. B. $V_2 Si + Ni_2 Si$) und entfernt das Silizium aus ihm durch ein Gemenge von Vanadinsäure mit Kalk.

H. L. Herrenschmidt³ trägt in ein Schlackenbad ein Gemisch von Nickelovanadat und Kokspulver ein und entkohlt durch nachträgliche⁴ Behandlung mit Nickeloxyd bei einer Temperatur, die wenig über dem Schmelzpunkt des Karbids liegt.

Vanadinnickel kann nach Gin gewonnen werden durch Schmelzen von Vanadineisen mit Nickel oder durch Behandlung von gekohltem Vanadineisen mit Nickeloxyd oder aus Vanadineisensilizid durch Entfernen des Siliziums mit Nickeloxyd oder aus $V Si_2$ durch ein Gemenge der Oxyde des Eisens und Nickels in

¹ a. a. O. Bd. 16, S. 431.

² a. a. O. S. 432.

³ Franz. P. 171 205; nach Mennicke, a. a. O. S. 37.

⁴ Verwendet man von Anfang an weniger Koks, so leidet die Ausbeute, die wegen der leichten Verschlackbarkeit des Vanadiums an sich nicht hoch ist, erheblich.

Gegenwart von Kalk. Das aluminothermische Verfahren ist nicht so praktisch.

Vanadinchromeisen auf aluminothermischem Wege zu erzeugen, ist ziemlich kostspielig. Besser stellt man ein Vanadinchromsilizid (z. B. $2 V Si + 3 Cr_2 Si$) dar und entfernt das Silizium durch ein Gemenge von Eisenoxyd und Kalk. So wurde eine industriell recht brauchbare Legierung mit 11,3% V, 33,9 Cr und 54,8 Fe erhalten.

Auch Vanadinwolframeisen läßt sich zwar leicht, aber nur mit hohen Kosten durch aluminothermische Reaktion erhalten. Gin¹ zieht es deshalb auch hier vor, zunächst ein Doppelsilizid durch Reduktion des Gemenges von Vanadin-, Wolfram- und Kieselsäure mit Kohle zu erzeugen und ihm das Silizium durch Ferrioxyd bei Gegenwart von Kalk zu entziehen. Auf diese Weise gelangte er zu einer Legierung mit 4,7% V, 50,2 W und 45,1 Fe.

Vanadinkupfer kann nach Mennicke² auf aluminothermischem Wege in guter Beschaffenheit, nach Gin³ so unmittelbar mit gutem Ergebnis nicht dargestellt werden. Viel leichter erhält man es, wenn Vanadinsilizid ($V_2 Si$) mit überschüssigem Kupfer (z. B. 10 At.) geschmolzen und auf das Bad ein Gemenge von Kupferoxyd und Kalk in kleiner Menge geworfen wird. Die Reaktion tritt unter Bildung von $Cu_6 V$ und $Ca Si O_3$ fast augenblicklich ein. Cuprivanadat will G. Boericke⁴ elektrothermisch reduzieren. Vanadinkupfer stellt nach G. L. Norris⁵ besonders die Vanadium Metals Co. in Groton, Conn., dar.

Aus dem Schmelzfluß einer Verbindung hat Gin⁶ Legierungen des Kupfers, Nickels und Bleis mit Vanadium, ähnlich wie des Eisens⁷, durch Elektrolyse von Kalziumvanadiumfluorid, in das ein Vanadiumoxyd eingetragen wird, mit einer Kathode der zu legierenden Metalle erhalten. Sind diese Blei oder Kupfer, so muß, damit sie sich nicht verflüchtigen, der Schmelzpunkt des Bades durch Zugabe von Kaliumfluorid herabgesetzt werden. Aus dem Vanadinblei kann durch höheres Erhitzen in dem Bade Vanadium erhalten werden.

Vanadiumkarbid leitet nach C. R. Böhm⁸ elektrisch sehr gut. Ein Glühfaden daraus zerstäubt aber leicht.
(Forts. f.)

¹ a. a. O. S. 433.

² a. a. O. S. 36.

³ a. a. O. S. 433.

⁴ Amer. P. 959 048, erteilt am 24. Mai 1910.

⁵ Brass World 1911, Bd. 9, S. 383; angeführt bei Mennicke.

⁶ a. a. O. S. 439.

⁷ S. S. 810.

⁸ Chem.-Ztg. 1907, Bd. 31, S. 1037.

Leuchtgasgewinnung und Elektrizitätserzeugung im Ruhrbergbau.

Im letzten Jahrzehnt, in dem eine außerordentliche Zunahme der Kokserzeugung und der Preßkohlenherstellung der Ruhrzechen erfolgt und ihre Nebenproduktengewinnung auf eine ungeahnte Höhe gestiegen ist, hat

sich die Auswertung der Steinkohle auch noch nach zwei weiteren Seiten entwickelt. Gemeint ist die Gewinnung von Leuchtgas aus Koksöfen und die Erzeugung von elektrischer Kraft, wobei neben den Koksofengasen auch

die Gase der Hochöfen, die vielfach mit den Zechen auch in betrieblicher Verbindung stehen, als Kraftquelle in Betracht kommen.

Die bei dem Vorgang der Verkokung freiwerdenden Gase der Kohle haben mit der Gewinnung der in ihnen enthaltenden sogenannten Nebenprodukte ihre wirtschaftliche Rolle noch nicht ausgespielt. Eine der Verwendungsmöglichkeiten, die für den sich daran ergebenden Überschuß über den zur Heizung der Koksöfen notwendigen

Bedarf bestehen, ist die Gewinnung von Leuchtgas, der seit einer Reihe von Jahren eine stark wachsende Bedeutung zukommt. Die Mengen an Leuchtgas, die jährlich auf den Zechen des Industriegebiets aus Koks- ofengas gewonnen werden, sind uns vom Jahre 1903 an bekannt und können aus der folgenden Zusammenstellung entnommen werden, die der Vollständigkeit halber auch die Erzeugungsmenge der beiden vor- handenen Zechen-Gasanstalten angibt.

Zahlentafel 1.

Leuchtgasherstellung auf den Zechen des niederrheinisch-westfälischen Bergbaubezirks
von 1903–1914 (cbm).

| Zechc | 1903 | 1904 | 1905 | 1906 | 1907 | 1908 | 1909 | 1910 | 1911 | 1912 | 1913 | 1914 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Scharnhorst ¹ | — | — | — | — | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 |
| Preußen I ¹ | — | — | — | — | 60 000 | 63 000 | 60 000 | 66 000 | 60 000 | 60 000 | 60 000 | 47 000 |
| Dorstfeld | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 294 225 | 326 580 | 334 387 |
| Graf Schwerin | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 932 649 | 1 007 918 | 938 083 |
| König Ludwig | 86 496 | 88 135 | 125 528 | 130 130 | 58 174 | 13 810 | 9 650 | 2 699 | 1 215 | 386 100 | 2 430 800 | 2 660 800 |
| Neu-Iserlohn ¹ | — | — | — | — | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 | 65 000 |
| Amalia | — | — | — | — | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 25 000 | 23 000 |
| Lothringen | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 13 700 000 | 5 566 934 | 6 473 359 |
| Hannover | — | — | — | — | — | — | — | 152 690 | 8 564 460 | 9 119 410 | 9 505 150 | 8 945 010 |
| Rhein-Elbe u. Alma | — | — | — | — | — | 225 054 | 5 216 738 | 101 368 03 | 124 264 07 | 13 891 712 | 14 813 452 | 15 810 108 |
| Friedrich Ernestine | — | — | — | — | — | — | — | 2164 000 | 3 790 000 | 6 718 000 | 4 517 000 | 6 192 150 |
| Prosper III | — | — | — | — | — | 15 072 | 521 730 | 544 550 | 700 600 | 785 800 | 895 950 | 1 156 050 |
| Mathias Stinnes | — | — | — | — | — | — | — | — | 913 000 | 2 998 000 | 18 050 000 | 18 659 609 |
| Helene u. Amalie | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 522 765 | 2 421 973 | 2 982 303 | 2 991 365 |
| Köln-Neuessener Bergwerks-Verein | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 230 670 | 615 554 |
| Prosper I ¹ | 306 348 | 558 780 | 577 800 | 694 840 | 792 980 | 972 920 | 553 130 | 1 447 540 | 1 583 080 | 1 740 520 | 2 054 200 | 4 908 790 |
| Carolus Magnus | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 453 000 | 7 699 000 | 4 903 000 | 5 192 630 |
| Victoria Mathias | — | — | — | — | — | — | — | 7 590 000 | 8 639 000 | 6 955 000 | 10 640 000 | 8 465 000 |
| Germania | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 388 463 | 589 795 |
| Sälzer-Neuack | — | — | — | — | — | 5 297 850 | 13 282 750 | 13 876 550 | 13 497 944 | 12 977 865 | 9 052 888 | 11 569 577 |
| Essener Bergwerks- Verein „König Wilhelm“ | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 810 727 | 6 742 239 | 14 256 025 | 12 847 413 |
| Deutscher Kaiser | — | — | — | 3 000 | 652 970 | 4 166 794 | 4 262 430 | 6 003 760 | 25 096 420 | 30 922 970 | 35 445 010 | 40 414 910 |
| Shamrock I/II ² | 562 260 | 625 100 | 640 530 | 742 310 | 788 500 | 826 060 | 785 540 | 734 417 | 726 462 | 735 990 | 698 505 | 502 784 |
| Wilhelmine-Victoria ² | 418 313 | 429 336 | 466 627 | 498 429 | 475 720 | 487 620 | 449 770 | 263 380 | 190 500 | — | — | — |
| O.-B.-B. Dortmund | 1374117 | 1701351 | 1810485 | 2068709 | 2958344 | 12195180 | 25271738 | 43106389 | 85505580 | 119211453 | 137954848 | 149442365 |
| Rheinpreußen | — | — | — | — | 716 659 | 620 127 | 563 480 | 505 690 | 538 800 | 653 808 | 762 700 | 898 600 |
| Niederrheinisch- westfälischer Bergbaubezirk | 1374117 | 1701351 | 1810485 | 2068709 | 3675003 | 12815307 | 25835218 | 43612079 | 86044380 | 119865261 | 138717548 | 150340965 |

¹ Geschätzt. ² In Gasanstalten hergestellt.

Danach zeigt die Herstellung von Leuchtgas aus Koksöfen einen Aufschwung, dem selbst die Kriegszeit keinen Abbruch zu tun vermocht hat. Im Jahre 1914 wurden auf den Zechen des Industriegebiets 150,3 Mill. cbm Leuchtgas hergestellt gegen 138,7 in 1913. Seit dem Ausgangsjahr der Zusammenstellung hat sich die Herstellung mehr als verhundertfacht; während in 1903 nur zwei Zechen, König Ludwig und Prosper I, Leuchtgas aus Koks ofengas gewannen, betrug im Jahre 1914 ihre Zahl 23. Eine Ruhrzeche betreibt die Leuchtgasgewinnung auf einer Gasanstalt, es ist dies die Zeche Shamrock I/II, wogegen die derselben Gesellschaft Hibernia gehörige Zeche Wilhelmine-Victoria die Leuchtgasherstellung auf gleichem Wege in 1911 eingestellt hat.

Die Verwertung des Koksgasüberschusses zu Beleuchtungs zwecken ist wesentlich durch die vervollkommnete Brennereinrichtung, im besondern die Erfindung des Gasglühlichts begünstigt worden; auch der stark vorschreitende Verbrauch von Gas zu Heiz- und Kochzwecken kam der Verwendung des Koksgases zugute. Unübersehbare Aussichten eröffneten sich für dieses, nachdem die Verwendung des Gases durch die Ermöglichung seiner Fernübertragung unter einem gewissen Druck nicht mehr an die Nähe der Erzeugungstätte gebunden war. Bereits ist eine große Zahl von Städten — sie liegen nicht nur im eigentlichen Industriegebiet, sondern auch weiter ab — dazu übergegangen, ihren Gasbedarf nach Stilllegung ihrer eigenen Gas-

Zahlentafel 2.

Erzeugung und Verbrauch von elektrischer Energie auf den Zechen und Hütten im Ruhrbezirk von 1909 - 1914 (1000 KWst).

| | 1909 | 1910 | 1912 | 1913 | 1914 |
|--|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Eigene Erzeugung: | | | | | |
| auf der Zeche | 364 426 | 477 412 | 848 041 | 1 035 265 | 1 181 447 |
| auf sonstigen Anlagen des Eigentümers der Zeche (Hütte usw.) | 201 674 | 273 471 | 402 141 | 466 967 | 507 635 |
| zus. | 566 100 | 750 883 | 1 250 182 | 1 502 232 | 1 689 082 |
| Verbrauch an selbsterzeugter Energie: | | | | | |
| auf der Zeche | 365 392 | 487 328 | 851 457 | 998 244 | 1 110 326 |
| auf sonstigen Anlagen des Eigentümers der Zeche (Hütte usw.) | 185 356 | 238 518 | 350 505 | 444 687 | 513 252 |
| an Dritte abgegeben .. | 15 352 | 25 037 | 48 220 | 59 301 | 65 504 |
| zus. | 566 100 | 750 883 | 1 250 182 | 1 502 232 | 1 689 082 |
| Verbrauch an fremder Elektrizität | 14 504 | 18 582 | 36 767 | 618 331 | 88 792 |

anstalten durch Koksofengas zu decken. Im engsten Zusammenhang mit der Gasfernversorgung steht die starke Zunahme der Erzeugung der Gewerkschaft Deutscher Kaiser, die im Jahre 1914 bei 40,4 Mill. cbm an der Gesamtgewinnung der Ruhrzechen an Koksofengas mit 26,88% beteiligt war. Die Gewerkschaft versorgt zum guten Teil die Städte des bergischen Landes mit Gas. An zweiter Stelle finden wir die Gewerkschaft Mathias Stinnes (Essen) mit 18,7 Mill. cbm, es folgen die Zeche Rhein-Elbe und Alma (Gelsenkirchen) mit 15,8 Mill. cbm, der Essener Bergwerks-Verein „König Wilhelm“ (Essen) mit 12,8, die unter der Kruppschen Gußstahlfabrik bauende Gewerkschaft Sälzer-Neuack mit 11,6 Mill. cbm. Die übrigen Werke haben zum Teil auch sehr hohe Erzeugungsmengen, erreichen jedoch alle nicht die Ziffer von 10 Mill. cbm.

Den Koksofengasen kommt auch eine große Bedeutung für die Entwicklung des elektrischen Betriebes im Ruhrbergbau zu. Zum Betrieb von Gas- kraftmaschinen verwandt oder unter Dampfkesseln verfeuert, geben sie zu einem guten Teil die Kraftquelle für die elektrische Energie ab, die in wachsendem Umfang im Bergbau Verwendung findet. Wie weit letztere durch unmittelbare Verfeuerung von Kohle oder aus den Koksofengasen erzeugt wird, ist eine Frage, die sich der Beantwortung entzieht. Über die Erzeugung von elektrischer Energie auf den Zechen und Hütten des Industriegebiets vom Jahre 1909 ab unterrichtet die Zahlentafel 2.

Zahlentafel 3.

Elektrizitätserzeugung einiger wichtiger Bergwerksgesellschaften und Zechen im Ruhrbezirk in 1914 (1000 KWst).

| Zeche | Erzeugung | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------|--------|---------|---------|--|---------|---------|---------|---------|
| | auf der Zeche | | | | | auf sonstigen Anlagen des Eigentümers der Zeche (Hütte usw.) | | | | |
| | 1910 | 1911 | 1912 | 1913 | 1914 | 1910 | 1911 | 1912 | 1913 | 1914 |
| Gelsenkirchener Bergwerks-A.G. | 47 602 | 71 065 | 95 859 | 121 729 | 131 445 | — | — | 14 260 | 9 337 | 33 680 |
| Hibernia | 43 917 | 48 148 | 54 954 | 55 040 | 54 027 | — | — | — | — | — |
| Harpener Bergbau-A.G. | — | 43 306 | 54 293 | 61 146 | 65 854 | — | — | — | — | — |
| Gutehoffnungshütte | 22 374 | 27 185 | 33 352 | 37 702 | 40 531 | 49 484 | 46 423 | 52 856 | 61 988 | 61 017 |
| Phoenix | 12 604 | 13 742 | 15 080 | 17 240 | 18 669 | 88 735 | 115 510 | 138 703 | 167 161 | 191 728 |
| Fried. Krupp A.G. | 7 366 | 8 409 | 11 187 | 12 173 | 12 856 | — | — | — | — | — |
| Mülheimer Bergwerks-Verein | 3 589 | 3 616 | 4 145 | 4 141 | 3 352 | — | — | — | — | — |
| Deutsch-Luxemburg | — | 57 964 | 76 990 | 122 321 | 141 272 | — | — | — | — | — |
| Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein | 8 080 | 10 236 | 11 688 | 11 688 | 12 472 | — | — | — | — | — |
| Arenbergsche A.G. für Bergbau und Hüttenbetrieb | 9 989 | 12 651 | 15 073 | 16 512 | 17 146 | 500 | 2 352 | 314 | 307 | — |
| König Ludwig | 13 136 | 13 305 | 13 324 | 11 294 | 10 743 | — | — | — | — | — |
| Deutscher Kaiser | 1 511 | 1 553 | 651 | 1 344 | 960 | 134 752 | 169 420 | 195 803 | 228 174 | 221 210 |
| Bergwerksgesellschaft Trier | 4 316 | 12 964 | 16 936 | 24 823 | 32 000 | — | — | — | — | — |
| Ewald | 9 235 | 9 788 | 15 525 | 17 793 | 25 483 | — | — | — | — | — |
| Emscher Lippe | 16 000 | 20 000 | 27 552 | 22 420 | 21 299 | — | — | — | — | — |
| Königliche Bergwerksdirektion | — | — | — | 57 857 | 65 923 | — | — | — | — | — |
| Hermann (Bork) | — | — | — | 17 573 | 21 457 | — | — | — | — | — |
| de Wendel | — | — | — | 15 396 | 15 093 | — | — | — | — | — |
| Maximilian | 9 195 | 15 783 | 10 210 | 5 508 | 10 547 | — | — | — | — | — |
| ver. Westphalia | 11 800 | 12 700 | 12 800 | 13 200 | 17 328 | — | — | — | — | — |
| Massener Tiefbau | 2 583 | 3 850 | 6 546 | 12 002 | 15 038 | — | — | — | — | — |
| Constantin der Große | 13 400 | 15 560 | 22 500 | 29 876 | 33 791 | — | — | — | — | — |
| Friedrich der Große | — | — | 9 256 | 10 367 | 10 694 | — | — | — | — | — |
| Consolidation | 12 000 | 12 745 | 12 933 | 13 500 | 13 423 | — | — | — | — | — |
| Rheinische Stahlwerke | 6 003 | 6 264 | 6 710 | 9 576 | 10 546 | — | — | — | — | — |
| Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabr. | 15 340 | 14 238 | 14 423 | 18 145 | 15 450 | — | — | — | — | — |
| Stinnessche Zechen | — | — | 10 303 | 19 884 | 20 140 | — | — | — | — | — |
| Zollverein | 7 000 | 7 000 | 7 000 | 13 850 | 21 600 | — | — | — | — | — |
| Königin Elisabeth | 8 197 | 8 732 | 9 581 | 8 978 | 12 248 | — | — | — | — | — |
| Neumühl | 9 250 | 10 000 | 14 640 | 19 050 | 18 500 | — | — | — | — | — |
| Rheinpreußen | 34 513 | 36 645 | 43 335 | 46 607 | 45 203 | — | — | — | — | — |
| Friedrich Heinrich | — | — | 2 051 | 2 314 | 12 100 | — | — | — | — | — |

Von 1909 bis 1914 ist danach die Gewinnung von elektrischer Energie von 566 Mill. KWst auf 1689 Mill. KWst gestiegen und hat sich somit fast verdreifacht.

Über die Erzeugung einer Reihe von Gesellschaften des Industriegebiets an elektrischer Kraft liefert die Zahlentafel 3 nähere Angaben.

Wie in der Herstellung von Leuchtgas steht die Gewerkschaft Deutscher Kaiser den übrigen Gesellschaften auch in der Erzeugung von elektrischer Kraft mit fast 222 Mill. KWst voran; es kommt ihr zunächst der Phoenix mit 210 Mill. KWst. Alsdann folgen mit 141 Mill. KWst Deutsch-Luxemburg und mit 131 Mill.

KWst Gelsenkirchen, die im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Gesellschaften die Elektrizität ganz überwiegend oder ausschließlich auf ihren Zechenanlagen herstellen und auch verbrauchen. Letzteres erklärt sich vor allem aus dem Umstand, daß ihre bedeutendsten Eisenwerke nicht im hiesigen Industriegebiet liegen.

Als Versorger anderer Verbraucher mit Elektrizität kommen die großen industriellen Werke des Ruhrgebiets nur in beschränktem Umfang in Betracht; 1914 haben sie zwar immerhin 66 Mill. KWst an Dritte abgegeben, dafür aber auch eine noch etwas größere Menge an fremder Elektrizität bezogen. Nähere Angaben bietet die Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4.

Elektrizitätsverbrauch einiger wichtiger Bergwerksgesellschaften und Zechen im Ruhrbezirk in 1914 (1000 KWst).

| Zeche | Verbrauch auf der Zeche | | | | Verbrauch auf sonstigen Anlagen des Eigentümers der Zeche (Hütte usw.) | | | | An Dritte abgegeben | | | | Verbrauch an fremder Elektrizität | | | |
|---|-------------------------|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------|------|------|-------|
| | 1910 | 1912 | 1913 | 1914 | 1910 | 1912 | 1913 | 1914 | 1910 | 1912 | 1913 | 1914 | 1910 | 1912 | 1913 | 1914 |
| Gelsenkirchener Bergw.-A.G. | 47602 | 109138 | 129631 | 116880 | — | 463 | 778 | 47862 | — | 518 | 657 | 383 | — | 544 | 192 | 694 |
| Hibernia | 29963 | 38235 | 40819 | 39424 | — | — | — | — | 13955 | 16719 | 14220 | 14603 | — | — | — | — |
| Harpener Bergbau-A.G. | — | 44881 | 50217 | 52057 | — | 4218 | 8021 | 5660 | — | 5194 | 2908 | 8137 | — | 2172 | 5048 | 10782 |
| Gutehoffnungshütte | 13597 | 20939 | 22503 | 21903 | 58260 | 65268 | 76633 | 78079 | — | — | 553 | 1565 | 1430 | 1817 | 8773 | 9973 |
| Phoenix | 25989 | 29879 | 34245 | 38795 | 70821 | 122351 | 148826 | 170659 | 4529 | 1552 | 1330 | 943 | 468 | 1329 | 3637 | 1622 |
| Fried. Krupp A.G. | 6608 | 9715 | 9957 | 10203 | 758 | 1472 | 2216 | 2646 | — | — | — | — | 6196 | 6741 | 6490 | 7318 |
| Mülheimer Bergwerks-Verein | 3589 | 4145 | 4141 | 2552 | — | — | — | — | — | — | — | — | 801 | 483 | 1007 | 2060 |
| Deutsch-Luxemburg | — | 70398 | 104183 | 118233 | — | — | 14735 | 19772 | — | 6592 | 3403 | 3267 | — | 5807 | 1529 | 2427 |
| Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein | 8056 | 11663 | 11624 | 12423 | 18 | 15 | 21 | 21 | 6 | 11 | 43 | 28 | — | — | — | — |
| Arenbergsche A.G. für Bergbau und Hüttenbetrieb | 7441 | 11968 | 11951 | 14128 | 1011 | 314 | 307 | — | 2037 | 3105 | 4561 | 3018 | — | 1183 | 3777 | — |
| König Ludwig | 12568 | 12690 | 10589 | 10016 | — | — | — | — | 568 | 634 | 705 | 727 | — | — | — | — |
| Deutscher Kaiser | 31646 | 45580 | 48484 | 52761 | 103780 | 148468 | 177618 | 169410 | — | 838 | 2407 | 3416 | — | — | — | — |
| Bergwerkges. Trier | 3585 | 14431 | 17000 | 20010 | — | — | — | — | 731 | 2505 | 7823 | 11990 | — | — | — | — |
| Ewald | 9213 | 15490 | 17793 | 25483 | — | — | — | — | 22 | 35 | — | — | — | — | — | — |
| Emscher Lippe | 15987 | 27533 | 22396 | 21285 | 6 | 8 | 10 | — | 7 | 11 | 15 | 14 | 268 | 449 | 328 | 202 |
| Kgl. Bergwerksdirektion | — | — | 51283 | 55699 | — | — | 5008 | — | — | — | 1566 | 10224 | — | — | 5559 | 14059 |
| Hermann (Bork) | — | — | 17480 | 17191 | — | — | — | 2295 | — | — | 93 | 1970 | — | — | — | — |
| de Wendel | — | — | 15358 | 14971 | — | — | — | — | — | — | 38 | 122 | — | — | — | — |
| Maximilian | 9195 | 10210 | 5508 | 10531 | — | — | — | — | — | — | — | 16 | — | — | — | — |
| ver. Westphalia | 11800 | 12800 | 13200 | 1764 | — | — | — | 15565 | — | — | — | — | — | — | 240 | — |
| Massener Tiefbau | 2583 | 6546 | 12002 | 15038 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Constantin der Große | 13000 | 21770 | 28741 | 33121 | — | — | — | — | 400 | 730 | 1135 | 670 | — | — | 717 | 1031 |
| Friedrich der Große | — | 7392 | 8299 | 8277 | — | 1332 | 1256 | 1158 | — | 532 | 812 | 1258 | — | — | — | — |
| Consolidation | 12000 | 12933 | 13500 | 13423 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Rheinische Stahlwerke | 6003 | 6706 | 9572 | 10543 | — | 4 | 4 | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — |
| Bochumer Verein | — | — | 16131 | 15450 | — | — | 2014 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Stinnesche Zechen | — | 10303 | 19884 | 20140 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Zollverein | 7000 | 7000 | 13697 | 21600 | — | — | 150 | — | — | — | 3 | — | — | — | — | 65 |
| Königin Elisabeth | 7840 | 9509 | 8978 | 12248 | — | — | — | — | 357 | 72 | — | — | 8 | 1064 | 2592 | 852 |
| Neumühl | 9250 | 14640 | 19050 | 18500 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Rheinpreußen | 28468 | 30500 | 34591 | 45203 | — | — | — | — | 6045 | 12835 | 12016 | — | — | — | — | — |
| Friedrich Heinrich | — | 2051 | 2314 | 12100 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

E. Jüngst.

Volkswirtschaft und Statistik.

Roheisenerzeugung der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke im August 1916.

| | Gießerei- | Bessemer- | Thomas- | Stahl- und | Puddel- | Gesamterzeugung | |
|--|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------|-----------|
| | Roheisen und Gußwaren I. Schmelzung | Roheisen (saures Verfahren) | Roheisen (basisches Verfahren) | Spiegeleisen (einschl. Ferromangan, Ferrosilizium usw.) | Roheisen (ohne Spiegeleisen) | 1915 | 1916 |
| | t | t | t | t | t | t | t |
| Januar | 164 389 | 16 875 | 683 752 | 191 354 | 21 998 | 874 133 | 1 078 368 |
| Februar | 156 528 | 12 207 | 663 422 | 184 603 | 19 923 | 803 623 | 1 036 683 |
| März | 161 556 | 16 965 | 713 691 | 202 134 | 19 848 | 938 438 | 1 114 194 |
| April | 165 895 | 13 864 | 687 689 | 187 704 | 18 564 | 938 679 | 1 073 716 |
| Mai | 161 191 | 4 646 | 713 425 | 212 430 | 20 882 | 985 968 | 1 112 574 |
| Juni | 176 222 | 14 650 | 692 140 | 181 245 | 17 250 | 989 877 | 1 081 507 |
| Juli | 174 782 | 12 612 | 723 754 | 206 183 | 16 975 | 1 047 503 | 1 134 306 |
| August | 170 145 | 11 029 | 727 096 | 221 051 | 15 971 | 1 050 610 | 1 145 292 |
| <i>Davon im August</i> | | | | | | | |
| Rheinland-Westfalen | 57 328 | 7 848 | 282 603 | 131 377 | 56 | 469 603 | 479 212 |
| Siegerland, Kreis Wetzlar und Hessen-Nassau | 29 937 | 2 962 | — | 36 655 | 4 651 | 68 254 | 74 205 |
| Schlesien | 10 554 | 219 | 14 176 | 29 621 | 10 484 | 64 364 | 65 054 |
| Mitteldeutschland | 2 576 | — | 19 708 | 15 106 | — | 32 340 | 37 390 |
| Norddeutschland (Küsten- werke) | 17 455 | — | — | 4 358 | — | 20 104 | 21 813 |
| Süddeutschland und Thüringen | 5 909 | — | 17 186 | 278 | — | 21 216 | 23 373 |
| Saarbezirk | 8 363 | — | 77 927 | 3 656 | — | 71 912 | 89 946 |
| Lothringen | 15 882 | — | 168 788 | — | 437 | 161 598 | 185 107 |
| Luxemburg | 22 141 | — | 146 708 | — | 343 | 141 219 | 169 192 |
| Januar bis August 1916 | 1 330 708 | 102 848 | 5 604 969 | 1 586 704 | 151 411 | | 8 776 630 |
| „ „ „ 1915 | 1 584 666 | 117 463 | 4 652 290 | 1 073 673 | 200 739 | 7 628 831 | |
| ± 1916 gegen 1915 % | - 16,03 | - 12,44 | + 20,48 | + 47,78 | - 24,57 | | + 15,05 |

Kohleneinfuhr der Schweiz im Jahre 1915.

| | 1. Vierteljahr | | 2. Vierteljahr | | 3. Vierteljahr | | 4. Vierteljahr | | Ganzes Jahr | |
|------------------------------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|-------------|-----------|
| | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 |
| | t | t | t | t | t | t | t | t | t | t |
| Steinkohle | | | | | | | | | | |
| Deutschland | 380 669 | 417 071 | 388 651 | 353 470 | 261 535 | 533 858 | 397 523 | 378 065 | 1 428 377 | 1 682 465 |
| Österreich-Ungarn | 1 155 | 735 | 1 123 | — | 4 305 | — | 3 199 | 10 | 9 782 | 746 |
| Frankreich | 44 104 | 1 541 | 42 336 | 2 800 | 19 086 | 2 372 | 15 147 | 165 | 120 673 | 6 878 |
| Belgien | 38 104 | 8 896 | 24 443 | 3 508 | 14 616 | 69 904 | 252 | 83 482 | 77 415 | 165 789 |
| Holland | 4 246 | 11 982 | 3 260 | 390 | 1 994 | — | 20 378 | — | 29 878 | 12 372 |
| Großbritannien | 3 537 | 418 | 6 477 | 159 | 12 190 | 182 | 8 921 | 7 | 31 126 | 749 |
| zus. | 471 815 | 440 643 | 466 290 | 360 327 | 313 726 | 606 316 | 445 420 | 461 729 | 1 697 251 | 1 868 999 |
| Braunkohle | | | | | | | | | | |
| Deutschland | 87 | 292 | — | 120 | — | 20 | — | 11 | 87 | 442 |
| Österreich-Ungarn | 257 | 416 | 179 | — | 335 | 16 | 631 | 335 | 1 402 | 768 |
| Frankreich | 87 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Andere Länder | — | — | 47 | — | 21 | — | 748 | — | 903 | — |
| zus. | 431 | 708 | 226 | 120 | 355 | 36 | 1 379 | 346 | 2 392 | 1 210 |
| Koks | | | | | | | | | | |
| Deutschland | 104 526 | 87 775 | 80 869 | 170 063 | 77 860 | 160 483 | 142 535 | 163 267 | 405 790 | 581 587 |
| Österreich-Ungarn | 112 | 200 | 508 | 383 | 132 | 144 | 161 | 0,3 | 913 | 727 |
| Frankreich | 13 011 | 1 669 | 8 375 | 427 | 5 148 | 295 | 10 595 | 102 | 37 129 | 2 494 |
| Italien | 11 | — | 2,5 | — | 10 | — | 8 | — | 31 | — |
| Belgien | 1 744 | — | 1 209 | 330 | 1 043 | 1 815 | — | 1 883 | 3 996 | 4 048 |
| Großbritannien | — | — | 268 | — | 189 | — | 75 | — | 581 | — |
| Vereinigte Staaten | 478 | — | 882 | — | 921 | — | 496 | — | 2 777 | — |
| Holland | — | — | 10 | — | — | — | 215 | — | 235 | — |
| Andere Länder | 59 | 68 | — | — | — | 36 | — | — | — | 84 |
| zus. | 119 941 | 89 712 | 92 123 | 171 203 | 85 303 | 162 773 | 154 085 | 165 252 | 451 452 | 588 940 |
| Preßkohle | | | | | | | | | | |
| Deutschland | 234 707 | 179 394 | 230 246 | 186 923 | 148 706 | 242 697 | 281 345 | 158 451 | 895 003 | 767 463 |
| Österreich-Ungarn | 212 | — | 126 | — | 68 | — | 246 | — | 651 | — |
| Frankreich | 15 514 | 589 | 15 369 | 1 441 | 7 848 | 491 | 5 909 | — | 44 640 | 2 511 |
| Italien | 10 | — | 0,4 | — | — | — | — | — | 10 | — |
| Belgien | 3 077 | 1 213 | 5 475 | 1 761 | 2 848 | 37 671 | — | 40 397 | 11 401 | 81 043 |
| Holland | 755 | 1 050 | 285 | — | 1 403 | — | 2 473 | — | 4 916 | 1 050 |
| Andere Länder | — | 50 | — | 0,1 | 0,3 | 151 | 179 | 201 | 181 | 226 |
| zus. | 254 275 | 182 296 | 251 501 | 190 125 | 160 873 | 281 010 | 290 153 | 199 049 | 956 802 | 852 293 |

Die Wiederausfuhr der Schweiz an mineralischem Brennstoff ist geringfügig; sie betrug in 1915 (1914) 1867 (5917) t Koks und 127 (209) t Preßkohle. Die ausgeführten Koks mengen — es dürfte sich dabei lediglich um Gaskoks handeln — gingen nach Italien (834 t), Österreich-Ungarn (625 t), Frankreich (89 t) und Deutschland (320 t).

Der Versand der Werke des Stahlwerks-Verbandes im August 1916 betrug insgesamt 250 831 t (R. hstahlgewicht) gegen 282 875 t im Juli d. J. und 250 080 t im August 1915. Der Versand war um 32 044 t niedriger als im Juli d. J. und 751 t höher als im August 1915

| | Halbzeug t | Eisenbahn- material t | Formeisen t | zus. t |
|---------------------|---------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| 1915 | | | | |
| Januar | 51 832 | 151 841 | 51 943 | 255 016 |
| Februar | 66 050 | 140 490 | 60 365 | 266 905 |
| März | 86 865 | 160 435 | 104 260 | 351 560 |
| April | 80 143 | 132 210 | 93 762 | 306 115 |
| Mai | 62 002 | 142 207 | 84 357 | 288 566 |
| Juni | 77 804 | 154 736 | 86 412 | 318 952 |
| Juli | 61 768 | 118 737 | 77 587 | 258 092 |
| August | 59 303 | 120 057 | 70 720 | 250 080 |
| September | 67 220 | 117 426 | 62 194 | 246 840 |
| Oktober | 68 344 | 130 981 | 57 953 | 257 278 |
| November | 69 099 | 118 942 | 53 709 | 241 750 |
| Dezember | 75 089 | 135 820 | 54 061 | 264 970 |
| zus. | 825 519 | 1 623 882 | 856 723 | 3 306 124 |
| 1916 | | | | |
| Januar | 75 045 | 157 345 | 53 894 | 285 784 |
| Februar | 74 491 | 141 076 | 66 702 | 282 269 |
| März | 82 787 | 153 994 | 74 868 | 311 649 |
| April | 83 132 | 119 936 | 68 688 | 271 756 |
| Mai | 80 765 | 142 327 | 88 528 | 311 620 |
| Juni | 77 483 | 134 584 | 86 686 | 298 753 |
| Juli | 69 386 | 130 465 | 83 024 | 282 875 |
| August | 73 208 | 94 977 | 82 646 | 250 831 |
| Jan. — Aug. 1916 | 616 297 | 1 074 704 | 604 536 | 2 295 537 |
| „ „ 1915 | 545 767 | 1 120 713 | 628 806 | 2 295 286 |
| ± 1916 gegen 1915 | + 70 530 | — 46 009 | — 24 270 | + 251 |

Kohlen-Ein- und -Ausfuhr der Niederlande im 1. Halbjahr 1916.

| | Groß- britannien und Irland t | Deutsch- land t | Belgien t | Frankreich t | inges. t |
|---------------------|---|-----------------------|--------------|-----------------|-------------|
| Einfuhr | | | | | |
| 1. Vierteljahr 1915 | 437 788 | 1 293 413 | 55 471 | — | 1 786 900 |
| 1916 | 263 840 | 1 147 629 | 163 268 | — | 1 574 737 |
| 2. Vierteljahr 1915 | 327 974 | 1 138 677 | 41 508 | — | 1 508 159 |
| 1916 | 313 438 | 985 188 | 199 724 | — | 1 498 350 |
| 1. Halbjahr 1915 | 765 762 | 2 432 090 | 96 979 | — | 3 295 059 |
| 1916 | 577 278 | 2 132 817 | 362 992 | — | 3 073 087 |
| Ausfuhr | | | | | |
| 1. Vierteljahr 1915 | — | 158 916 | 29 048 | — | 188 767 |
| 1916 | — | 31 956 | 1 680 | 1000 | 48 108 |
| 2. Vierteljahr 1915 | — | 34 771 | 1 192 | — | 35 963 |
| 1916 | — | 5 508 | — | — | 7 447 |
| 1. Halbjahr 1915 | — | 193 687 | 30 240 | — | 224 730 |
| 1916 | — | 37 464 | 1 680 | 1000 | 55 555 |

Verkehrswesen.

Amtliche Tarifveränderungen. Oberschlesischer Staats- und Privatbahnkohlenverkehr, Tfv. 1100, Heft 3, gültig vom 1. März 1914. Seit 19. Sept. 1916 ist die Station der Liegnitz-Rawitscher Eisenbahn: »Krehlau Übergang a. d. Lissa - Guhrau - Steinauer Kleinbahn« mit den um 20 Pf. für 1000 kg gekürzten Frachtsätzen nach Krehlau (Liegn. R.) — Seite 28 - 32 des Tarifs — in den Kohlenverkehr einbezogen worden.

Deutsch-dänisch-schwedischer Ausnahmetarif für Steinkohle usw. Seit 21. Sept. 1916 ist die Station Rodby Havn der Lolländischen Eisenbahn in den Tarif einbezogen worden.

Saarkohlenverkehr nach Österreich. Der Ausnahmetarif für die Beförderung von Steinkohle, Preßsteinkohle und Steinkohlenkoks von Saargrubenstationen nach den Stationen Meran, Söll-Leukenthal und Untermais der k. k. österr. Staatsbahnen, Bozen - Gries, Innsbruck, Hauptbf., Trient und Wörgl der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft (österr. Linien), ferner nach Kufstein Ort und transit, Salzburg Ort und transit und Simbach transit der K. Bayer. Staatseisenbahnen r. d. Rheins, gültig im Rückvergütungswege ab 1. Jan. 1913, tritt mit Ablauf des Jahres 1916 außer Kraft.

Patentbericht.

Anmeldungen,

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

Vom 11. September 1916 an.

14 d. Gr. 17. F. 40 742. H. Flottmann & Co., Herne (Westf.). Förderrinnenmotor; Zus. z. Pat. 276 766. 1. 4. 16.

23 e. Gr 1. Z. 9370. Zeller & Gmelin, Eisingen (Württbg.). Verfahren zur Herstellung von hochviskosen Schmierölen aus dünnflüssigen Ölen, wie z. B. Gasöl u. dgl. 27. 4. 15.

59 a. Gr. 11. G. 43 845. Friedrich Gordan, Charlottenburg, Dahlmannstr. 10. Mehrteiliger, doppelt verstellbarer Saugkorb mit schwimmendem Fußventil. 25. 3. 16.

59 a. Gr 11. R. 42 883. August Rönneburg, Ulzen (Hann.). Kolbenpumpe. 14. 2. 16.

59 b. Gr. 2. K. 62 397. Dipl.-Ing. Georg Kühne, Zürich (Schweiz); Vertr.: Pat.-Anwälte H. Nähler, Dipl.-Ing. F. Seemann und Dipl.-Ing. Vorwerk, Berlin SW 11. Entlastungsvorrichtung für die Stopfbüchse auf der Einlaufseite von umlaufenden Maschinen. 30. 5. 16.

78 e. Gr. 5. B. 79 519. Ambrosius Kowastch, Charlottenburg, Leibnitzstr. 78, und Carl Alexander Baldus, Charlottenburg, Kaiserdamm 115. Patrone zum Sprengen mit flüssigen Gasen; Zus. z. Pat. 244 036. 4. 2. 15.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Die am 10. Februar 1916 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

81 e. M. 55 567. Auf einem Fahrgestell angeordnete, wagerecht hin und her verschiebbare Schaufel zum Verladen von Massengut, besonders von Kohlen in Förderwagen u. dgl. ist zurückgenommen worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 11. September 1916.

5 d. 651 974. Eduard Vogt, Husen b. Kurl. Selbsttätige Wagenablaufvorrichtung an Förderkörben und Aufzügen. 26. 7. 16.

10 a. 651 767. Heinrich Koppers, Essen (Ruhr), Moltkestraße. Arbeitsgerätschaft zur Herstellung der Lehm-

dichtung bei Türen von Kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks. 16. 8. 16.

12 e. 651 543. Karl Schiel, Berlin, Wiciefstr. 58. Vorrichtung zum Waschen und Reinigen von Gasen und Dämpfen. 14. 7. 14.

12 e. 651 770. K. & Th. Möller, G. m. b. H., Brackwede (Westf.). Einrichtung zur Staubabscheidung aus Luft und Gasen. 16. 8. 16.

59 b. 651 941. Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon bei Zürich (Schweiz); Vertr.: Th. Zimmermann, Stuttgart, Rotebühlstr. 59. Sicherheitsvorrichtung für Läufer von Kreisrädern. 19. 1. 14.

81 e. 651 548. C. Lührigs Nachf. Fr. Gröppel, Bochum. Wagenkipper. 26. 8. 15.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind an dem angegebenen Tage auf drei Jahre verlängert worden:

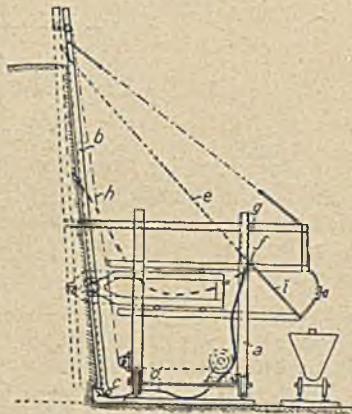
27 b. 570 413. Heinrich Borniger, Dresden, Bismarckplatz 10. Luftgebläse. 1. 8. 16.

59 a. 570 700. Seitz-Werke Theo & Geo Seitz, Kreuznach. Motorpumpe. 8. 8. 16.

Deutsche Patente.

5 b (11). 294 204, vom 24. November 1915. Heinrich Berrendorf in Köln. *Bagger, besonders zur Gewinnung von anstehendem Gebirge, Kohle und Erdmassen.*

Am oberen Ende einer an einem Fahrgestell *a* angeordneten Verlade-schurre *i* ist das eine Ende eines biegsamen Bandes *d* befestigt, dessen anderes Ende mit Schneidwerkzeugen *c* versehen ist. Die letztern sind an einem Seilzug *h* o. dgl. befestigt, mittels dessen sie am Stoß auf- und abwärts bewegt werden. Die Werkzeuge können dabei in einem Ausleger *b* geführt werden und das an der Schurre *i* liegende Ende des Bandes kann gleitend in einer Führung *f* *g* gelagert sein. Bei der Auf- und Abwärtsbewegung der Werkzeuge lösen diese das Gut vom Stoß, wobei es auf das Band *d* fällt und von diesem in die Schurre *i* rutscht, wenn das Band die gespannte Lage *e* einnimmt.



5 c (4). 293 938, vom 7. März 1912. Heinrich Heidekamp in Hamborn-Neumühl. *Zweiteiliger hölzerner, durch Klemmbänder zusammengehaltener Grubenstempel.*

Der Stempel besteht aus zwei gleich langen Teilen, die mit einer schrägen, ebenen Fläche gegeneinander stoßen und durch zwei z. B. schellenartige Klemmglieder miteinander verbunden sind. Diese sind in der Nähe der oberen und unteren Enden der schrägen Stoßfläche der Stempelteile um den Stempel gelegt.

5 d (3). 294 037, vom 5. Februar 1913. Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte in Rosenberg (Oberpfalz). *Explosionsflammenlöschvorrichtung.*

Die Vorrichtung besteht aus möglichst nahe an der Firste quer zur Grubenstrecke angebrachten, zur Aufnahme von flammenlöschenden Mitteln dienenden Behältern, die mittels unterhalb ihres Schwerpunktes liegender, auf der unteren Seite abgeflachter Zapfen frei drehbar, d. h. ohne Verwendung einer Feststellvorrichtung, auf der Streckenzimmerung aufrufen und durch den bei einer Explosion auftretenden Luftdruck gedreht werden, wobei das in ihnen befindliche flammenlöschende Mittel verspritzt wird.

21 h (11). 294 135, vom 5. Juni 1915. Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H. in Duisburg-Meiderich.

Verfahren zur Herstellung von Elektrodenpaketen für elektrische Öfen.

Nach dem Verfahren sollen die zu einem Paket gehörigen Elektroden in ungebranntem Zustande zu einem Paket verbunden und darauf im Paket in einem Elektrodenbrennofen gebrannt werden.

35 c (1). 294 137, vom 3. Februar 1914. Dr.-Ing. Franz Jordan in Berlin-Friedenau. *Zweiseilgreiferwinde.*

Die Winde wird durch einen Motor angetrieben, der ständig im Hubsinn läuft und zwecks Schließens und Hebens des Greifers mit der Antriebachse gekuppelt, zwecks Anhaltens, Öffnens und Senkens des Greifers dagegen von dieser Achse entkuppelt wird. Die zuletzt genannten Vorgänge sowie das Schließen des Greifers werden dabei durch Kupplungen und Bremsen hervorgerufen, die durch einen Druckluftschalter gesteuert werden. Dieser dient gleichzeitig auch zum Kuppeln und Entkuppeln. Die Bremsen und Kupplungen können so ausgebildet bzw. ihre Brems- und Kupplungswege so bemessen werden, daß die Summe der Bremskraft der Bremsen und die Schließkraft der Kupplungen auch während des Überschaltens von der einen in die andere Greiferbewegung stets die zum sichern und stoßfreien Halten und Überleiten in den neuen Greifer-vorgang erforderliche Größe hat.

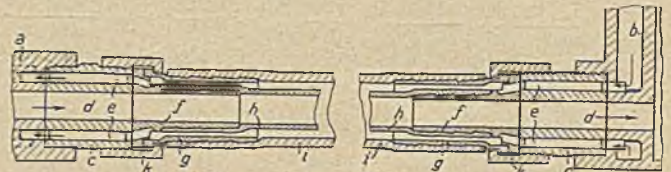
40 a (12). 294 160, vom 29. Juli 1914. New Metals-Process Company in Chikago (V. St. A.). *Verfahren zur Verhüttung von Erzen.*

Die Erze sollen gemäß dem Verfahren in verhältnismäßig flacher Schicht mit dem Mehrfachen ihres Volumens an reitem kohlenstoffhaltigem Brennstoff in einer Reduzierkammer behandelt werden. Durch den Brennstoff sollen die einzelnen Erzstücke voneinander isoliert werden, so daß unter der Wirkung einer hinreichenden Luftmenge bei einer das Metall schmelzenden und zu Kugeln formenden Temperatur eine reduzierende Atmosphäre entsteht, bei der ein allgemeines Schmelzen der schlackenbildenden Bestandteile stattfindet und die Metalle sowie die erdigen Bestandteile gewonnen werden. Der dabei abgestochene Brennstoff und die an ihm hängenden kleinen Metallteilchen sollen alsdann wiederholt mit frischen Erzmassen und genügendem frischem Brennstoff in die Reduzierkammer eingeführt werden.

40 a (43). 294 119, vom 20. Mai 1914. Westdeutsche Thomasphosphat-Werke, G. m. b. H. in Berlin. *Verarbeitung von Erzen in einem zweiteiligen Verfahren.*

Die Erze sollen zuerst zwecks Enternung der Gangart in einem elektrischen Ofen unter Luftabschluß oder in reduzierender Atmosphäre eingeschmolzen werden. Darauf soll die Schmelze unter Zurückhaltung der Schlacke in einen gewöhnlichen metallurgischen Ofen (Flammofen oder Konverter) übergeführt und in diesem in üblicher Weise auf die verschiedenen Metalle verarbeitet werden; die man aus den Erzen gewinnen will.

87 b (2). 294 122, vom 22. Oktober 1915. Heinrich Christiansen in Pinneberg. *Doppelschlauch für Werkzeuge mit Antrieb durch schwingende Luftsäulen.*



An den Enden des innern Schlauches *h* sind die mit einem Flansch ausgestatteten Rohrtüllen *f* befestigt, deren Flansch mit Bohrungen versehen ist und auf welche die Rohrtüllen *g* aufgeschoben sind. Diese sind wieder auf den Enden des äußern Schlauches *i* befestigt. Die Tüllen *g* werden dabei durch eine Ausdehnung der Flanschen der Tüllen *f* so zentriert, daß zwischen den beiden Rohrtüllen

ein ringförmiger Kanal verbleibt. Die Schlauchenden bzw. deren Tüllen *f* und *g* werden mit dem Werkzeug *a* und der Luftpumpe *b* mit Hilfe von Zwischenstücken *c* verbunden, die eine mittlere Bohrung *d* und diese umgebende achsmäßige Bohrungen *e* haben und diese in das Werkzeug bzw. die Luftpumpe geschraubt, anderseits mit den Schlauchenden durch Überwurfmutter *k* verbunden werden. Durch diese werden gleichzeitig die Flanschen der Rohrtüllen *f* und *g* aufeinander und die Flanschen der Tüllen *f* gegen die Zwischenstücke *c* gepreßt.

Bücherschau.

Gerichts- und Verwaltungsgeologie. Die Bedeutung der Geologie in der Rechtsprechung und Verwaltung. Für Geologen, Bergleute und Ingenieure, Richter, Rechtsanwälte und Verwaltungsbeamte, gerichtliche und Parteigutachter. Von Geh. Bergrat Professor Dr. P. Krusch, Abteilungsdirigenten an der Kgl. Geologischen Landesanstalt Berlin. 653 S. mit 157 Abb. Stuttgart 1916, Ferdinand Enke. Preis geh. 24 M.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, unter dieser Überschrift ein recht zerstreut liegendes Wissensgebiet zusammenzufassen. Die mannigfachen Erscheinungen, die man unter dem Begriff »Gerichts- und Verwaltungsgeologie« zusammenbegreifen kann, fügen sich keineswegs zu dem logischen Bau einer einheitlichen Disziplin zusammen, vielmehr handelt es sich hierbei um eine Summe von Einzelerscheinungen, in denen die Geologie als Wissenschaft im öffentlichen Leben, und zwar besonders auf dem Gebiet der Rechtsprechung und Verwaltung, praktische Bedeutung erlangt. Die Anregung zur Zusammenstellung des vorliegenden Werkes mögen dem Verfasser vielleicht die zahlreichen Rechtsfälle geboten haben, in denen die Entscheidung wesentlich von einem geologischen oder praktisch-bergmännischen Gutachten abhängig ist. Die Hinzunahme der entsprechenden Fälle auf dem Gebiet der Verwaltung war hierbei naheliegend. Die Berührungspunkte zweier so verschiedener Dinge, einer Wissenschaft einerseits und der Rechts- und Verwaltungspraxis andererseits, müssen natürlich ganz zufällige und verstreute Erscheinungen sein, von denen täglich neuartige auftreten. Es ist ein Verdienst, die wichtigsten dieser bisher aufgetretenen privat- und öffentlich-rechtlichen Erscheinungen der geologischen Wissenschaft in einem Werke zusammenzufassen. Im wesentlichen besteht dieses, dem Gesagten entsprechend, aus der Darstellung einer großen Anzahl von Beispielen, die teils nach geologischen Grundsätzen, teils nach anderweitiger Gleichartigkeit geordnet sind. Daß diese wenn auch noch so eingehende Zusammenstellung nicht unbedingt erschöpfend sein kann, ist selbstverständlich, da im täglichen Leben ständig neue Sonderfragen auftreten können, in denen die Geologie ein entscheidendes Wort zu sprechen hat. Eine erstmalige Zusammenstellung zahlreicher derartiger praktischer Fälle erscheint sehr willkommen, zumal Veröffentlichungen über das genannte Gebiet, soweit sie überhaupt vorliegen, bisher in der Fachliteratur weit verstreut waren. Sie ermöglichen vor allem zum ersten Male einen Überblick über die zahlreichen Aufgaben der praktischen Geologie.

Im einzelnen werden besprochen: Erschütterungen, Rutschungen und Senkungen der Erdoberfläche, Bergschläge, Gasausbrüche, Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen, Unglücksfälle durch hohe Grubentemperatur, Kohlensäureausbrüche u. dgl.; auch das wichtige Gebiet des Erzhandels und des Verkehrs mit andern nutzbaren Mineralien, besonders die Handelsmarken und die Feststellung ihres Herkunftortes, ferner das große Kapitel der

absichtlichen und unabsichtlichen Täuschungen bei Vorkommen nutzbarer Mineralien, Fehlbohrungen, Auslegung von Verträgen, Wasserentziehungen, Immissionen usw. Wenn die getroffene Disposition vielleicht nicht jedem Leser zweckmäßig erscheinen mag, so ist zu bedenken, daß eine einheitliche Gliederung des Stoffes bei der unbegrenzten Vielseitigkeit weder nach geologischen, noch nach rechtlichen, oder andern Gesichtspunkten möglich ist. Die angeführten Fälle berühren privates und öffentliches Recht, unter letztem besonders Bergrecht und Handelsrecht, sowie Sondergesetze, wie Wassergesetz und Moorschutzgesetz; diese beiden sowie das Allgemeine preußische Berggesetz werden, soweit sie das Thema berühren, eingehender behandelt. Bei Besprechung der berggesetzlichen Bestimmungen folgt der Verfasser im wesentlichen dem Kommentar von Arndt.

Das Werk eignet sich in gleicher Weise für Nachschlagezwecke wie auch zum Studium der behandelten Fragen aus der praktischen Geologie. Einer gewissen Erweiterung fähig erscheint das Gebiet der Verwaltungsgeologie, um bei der gewählten Bezeichnung zu bleiben. Beispielsweise dürften die Bergpolizeiverordnungen noch mancherlei Gelegenheit zu praktisch-geologischen Betrachtungen bieten; auch einige Fragen aus dem Berggesetz, wie die Begriffsbestimmung gewisser Mineralien bei Verleihung von Bergwerkseigentum, besonders von Stein- und Braunkohle, können noch zu eingehenderer Behandlung empfohlen werden. Gleichwohl enthält das Werk eine Fülle einschlägigen Stoffes, der aus einer reichen praktischen Erfahrung mitgeteilt wird, und der zum großen Teil in keiner andern Literatur zu finden ist, so z. B. viele Angaben aus der Praxis des Erzhandels. Das Werk wird somit in den meisten praktisch-geologischen Fragen ein guter Ratgeber sein; aber auch zum Studium ist es jedem Bergmann zu empfehlen.

Dr. T.

Handbuch der Holzkonservierung. Unter Mitwirkung von Fachleuten hrsg. von Marine-Oberbaurat Ernst Trotschel †, Berlin. 551 S. mit 220 Abb. Berlin 1916, Julius Springer. Preis geh. 18 M., geb. 19,60 M.

Das für den Bergbau wichtigste Material ist das Holz, und zwar in seiner Verwendung als Grubenausbau. In der Materialienwirtschaft des Steinkohlenbergwerks hat es sowohl nach seiner Menge als auch nach den Kosten die größte Bedeutung. An den Kosten für Materialien ist es etwa zu 40 - 50% beteiligt.

Im Gegensatz zu dieser Bedeutung ist es in der bergmännischen Literatur nur in sehr geringem Maße behandelt worden. Eine Monographie über Grubenholz ist bisher nicht vorhanden. In den Werken über Bergbaukunde nimmt in den Kapiteln über Grubenausbau die Art des Verbauens den größten Raum ein, während über das Holz als Ausbaumaterial sowie die Erhöhung seiner Haltbarkeit und Lebensdauer nur kurze Angaben gebracht werden. Neben dieser technischen Seite des Grubenausbaus ist aber die wirtschaftliche für den Betriebsleiter von mindestens ebenso großer Bedeutung; für ihn besteht die Frage: Wie läßt sich der technisch richtige Ausbau mit den geringsten Kosten herstellen? Die richtige Beurteilung dieser Frage setzt aber eine gewisse Kenntnis der Eigenschaften des Holzes, seines Wertes und der Gebräuche des Holzhandels voraus, die mangels eines Sonderwerkes aus der einschlägigen Literatur zusammengesucht werden muß.

Schon früh wird der Bergmann die Erfahrung gemacht haben, daß in der feuchten und warmen Luft der Grube das Holz leicht zur Fäulnis neigte und eine merkliche Verkürzung seiner Lebensdauer erfuhr. Der Ersatz faulen

Holzes durch neues verursachte nicht nur Kosten für die Beschaffung, sondern auch für das Einbauen. Versuche, das Holz durch andere, gegen Fäulnis widerstandsfähigere Materialien zu ersetzen, hatten nicht unter allen Verhältnissen Erfolg. Daher sann man auf Mittel, die Lebensdauer des Holzes selbst zu verlängern.

Wie man sieht, hat die Kenntnis von Verfahren über Konservierung des Holzes für den Bergmann eine gewisse Bedeutung. Wer sich über diesen Gegenstand unterrichten wollte, war hauptsächlich auf gelegentliche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und die Druckschriften von Firmen angewiesen, die Imprägnierungsanlagen und Imprägniermittel für Grubenholz lieferten.

Eine Lücke in dieser Literatur auszufüllen, erscheint das vorliegende Buch berufen.

Die Einführung gibt einen kurzen geschichtlichen Überblick über die zu verschiedenen Zeiten und bei den verschiedensten Völkern in Gebrauch gewesenen Erhaltungsmittel und -verfahren für Hölzer.

Der erste Teil enthält eine eingehende Naturgeschichte des Holzes in bezug auf seinen Aufbau, seine Struktur und seine Bestandteile sowie eine gründliche Beschreibung der für die Zerstörung des Holzes in Betracht kommenden Einflüsse mechanischer Art und durch Schädlinge. Letztere sind Pilze, Landtiere und Wassertiere, von denen eine genaue, durch vielfache Abbildungen erläuterte Naturgeschichte gegeben wird. Ihr Vorkommen, ihre Lebensbedingungen und die Art ihrer schädigenden Tätigkeit werden eingehend dargestellt. Kommt hiervon auch manches für die Praxis des Bergmanns weniger in Betracht, so ist es doch als Grundlage für die Beurteilung der Wirkung von Konservierungsmitteln von großer Bedeutung, zumal sich das Buch wohl an alle Kreise wendet, die mit der Verarbeitung des Holzes zu tun haben.

Der zweite Teil behandelt die Konservierung des Holzes nach den drei Gesichtspunkten: Die Vorbehandlung vor und nach der Fällung, die Konservierungsverfahren und die Konservierungsmittel. Die Ausführungen dieses Teiles sind außerordentlich klar und anschaulich. Sie geben ein Bild von den Veränderungen, die Aufbau und Eigenschaften des Holzes auf dem Wege vom lebenden Stamm bis zum Verbrauchsgut erfahren und deren genaue Kenntnis für ein erfolgreiches Imprägnieren wichtig ist. Dafür genügt es nicht, daß das Holz einfach in Verbindung mit einem Imprägniermittel gebracht wird, sondern es muß soweit von diesem durchdrungen werden, daß den Schädlingen jedes Eindringen unmöglich gemacht wird. Nach diesen Gesichtspunkten werden die einzelnen Konservierungsverfahren und -mittel kritisch eingehend besprochen. Man erhält so einerseits eine Erklärung dafür, warum so manches imprägnierte Holz seinen Zweck nicht erfüllen konnte, andererseits dafür, welche peinliche Sorgfalt bei der Auswahl des zu imprägnierenden Holzes erforderlich ist und welche genaue Durcharbeitung einem Imprägnierungsverfahren zuteil werden muß.

Der dritte Teil handelt von dem Verhalten roher und imprägnierter Hölzer gegen äußere Einwirkungen. Hier ist geschildert, wie durch das Imprägnieren des Holzes seine Festigkeit beeinflußt wird, und wie sich der Unterschied rohen und imprägnierten Holzes im Verhalten gegen Luft und Wasser geltend macht.

Im vierten und letzten Teil werden die Anwendungsgebiete des imprägnierten Holzes behandelt. Er umfaßt die Unterabschnitte: Eisenbahnoberbau, Stangen und Leitungsmaste, Grubenbau, Wasserbau, Schiffsbau, Hochbau, Straßenbau und Brückenbau. Dieser Teil bietet neben wertvollen statistischen Unterlagen eine Ergänzung und Be-

reicherung des in den ersten Teilen enthaltenen Stoffes und enthält Winke für die Praxis.

Da der Bergbau ein starker Verbraucher von Holz ist und die Lebensdauer des Grubenausbaus eine hervorragend wirtschaftliche Frage des Bergwerksbetriebes darstellt, wird eine ausführliche Darstellung der Holzimprägnierung in bergmännischen Kreisen lebhaft Beachtung finden. Vom Standpunkt dieser Leser mag über das Buch das folgende gesagt werden.

Der erste Teil, der von dem Bau des Holzes und den Holzschädlingen handelt, könnte wohl wesentlich kürzer gefaßt sein, da er fast die Hälfte des Buches beansprucht. Der zweite Teil bringt in anschaulicher Darstellung alles für die Beurteilung des Wertes einer Holzimprägnierung. Wissenswerte und wird dem Bergwerksleiter ein Urteil darüber ermöglichen, ob für die jeweiligen Grubenverhältnisse ein Imprägnieren überhaupt in Frage kommt und welches Verfahren sich dafür eignet. Diese Ausführungen werden durch die des dritten Teils zweckentsprechend ergänzt. Aus dem vierten Teil kommt für den Bergmann hauptsächlich die Anwendung des Imprägnierens beim Grubenholz in Betracht. Hier berücksichtigt die Darstellung fast ausschließlich die technische Seite, während die Gesichtspunkte, die für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Imprägnierens maßgebend sind, nur angedeutet werden. Zunächst überschätzt anscheinend der Verfasser die Menge des für eine Imprägnierung in Frage kommenden Holzes, zu dem sämtliches Abbau- und Abbaustreckenholz wegen der Kürze der Standdauer und der ausschließlichen Beanspruchung auf Druck nicht gehört. Ferner wird nur das Holz in solchen Hauptförder- und Wetterstrecken zu berücksichtigen sein, die lange Zeit ohne Einwirkung des Gebirgsdrucks bleiben. Aber auch hier wird in den im einziehenden Wetterstrom stehenden Strecken eine stärkere Beeinträchtigung des Holzes durch Fäulnis oft nicht vorhanden sein, destomehr allerdings in den Strecken mit ausziehendem Wetterstrom, die aber bei ihrer Lage auf obern Sohlen meist auch der Druckwirkung des Abbaus ausgesetzt sind. Außerdem kommen für Imprägnierung noch Grubenschwellen und Schachtausbauhölzer in Betracht. Man wird annehmen können, daß im deutschen Bergbau höchstens 5% des verbrauchten Grubenholzes einer Imprägnierung bedürfen. Bei dieser Sachlage spielt die Frage der Wirtschaftlichkeit einer Imprägnierungsanlage an der Verbrauchsstelle eine große Rolle, zumal damit gerechnet werden muß, daß hier mangels fachmännischer Aufsicht auch manches ungeeignete Holz zur Imprägnierung gelangt. Derartige für die Beurteilung der Grubenholzimprägnierungsfrage wichtige Angaben fehlen in dem erwähnten Abschnitt, während die vier technischen Gesichtspunkte richtig und vollständig wiedergegeben sind.

Das Buch füllt, wie bereits erwähnt wurde, eine oft lebhaft empfundene Lücke aus und ist für die Beurteilung aller Imprägnierungsfragen ein wertvoller und sehr empfehlenswerter Ratgeber.

Sch.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

(Die Schriftleitung behält sich eine Besprechung geeigneter Werke vor.)

Die deutsche Volkswirtschaft im Kriege. Nachtrag August 1916. 32 S. Berlin, Direktion der Disconto-Gesellschaft. Grimsehl, E.: Lehrbuch der Physik. Zum Gebrauch beim Unterricht, bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. 2 Bde. 1. Bd. Mechanik, Akustik und Optik. 3., verm. und verb. Aufl. 978 S. mit 1063 Abb. und 2 Taf. 2. Bd. Magnetismus und Elektrizität.

3. Aufl. Durchges. und erg. von J. Classen, H. Geitel, W. Hillers und W. Koch. 552 S. mit 517 Abb. und 1 Bildnis. Leipzig, B. G. Teubner. Preis des 1. Bds. geh. 11 *M.*, geb. 12 *M.*, des 2. Bds. geh. 7 *M.*, geb. 8 *M.*, beide Bde. zus. bezogen geh. 16 *M.*, geb. 18 *M.*
- Hirschfeld, Erwin: Leitfaden zum Kriegssteuergesetz (Kriegsgewinnsteuer). Erläuterung mit praktischen Beispielen und Hilfstafeln zur Berechnung als Anleitung zur Kriegs- (und Besitz-) stenererklärung und mit dem Abdruck des Kriegssteuergesetzes sowie des Besitzsteuergesetzes. 96 S. Berlin, W. Moeser. Preis kart. 2,80 *M.*
- Klein, G., unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner: Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. (Die deutsche Braunkohlenindustrie, 1. Bd.) 2., vollständig neubearb. Aufl. 890 S. mit 606 Abb. im Text und auf Kunstdruckeinlagen, 29 Taf. in besonderm Bd. und 1 geologischen Karte. Halle (Saale), Wilhelm Knapp. Preis geh. 45 *M.*, geb. 49 *M.*
- Krusch, P.: Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung. 75 S. mit 20 Abb. und 3 Taf. Essen, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift »Glückauf«. Preis kart. 6 *M.*
- Rohrberg, Albert: Theorie und Praxis des Rechenschiebers. (Mathematische Bibliothek, 23. Bd.) 50 S. mit 2 Abb. Leipzig, B. G. Teubner. Preis kart. 80 Pf.
- Sachs, Arthur: Die Bodenschätze der Erde: Salze, Kohlen, Erze, Edelsteine. Zur Einführung für Laien und Studierende. 37 S. mit 6 Abb. Leipzig, Franz Deuticke.
- Technisches Hilfsbuch. Hrsg. von Schuchardt & Schütte. 3. Aufl. 407 S. mit Abb. Berlin, Julius Springer. Preis geb. 2 *M.*
- Tille, Armin: Ein Kämpferleben. Alexander Tille 1866 bis 1912. 61 S. mit 1 Bildnis. Gotha, Friedrich Andreas Perthes. Preis geh. 1,50 *M.*
- Ungeheuer, M.: Berggesetzgebung und Bergwirtschaft im Großherzogtum Luxemburg. 134 S. Luxemburg, Victor Bück.
- Walb, Ernst: Kriegsteuern und Bilanzen. (Mit den Gesetzestexten und Ausführungsbestimmungen) 2., neubearb. Aufl. 94 S. Bonn, Alexander Schmidt. Preis geh. 2,80 *M.*
- Wiedenfeld, Kurt: Ein Jahrhundert rheinischer Montan-Industrie (Bergbau - Eisenindustrie - Metallindustrie - Maschinenbau) 1815 - 1915. (Moderne Wirtschaftsgestaltungen, 4. H.) 163 S. Bonn, A. Marcus und E. Webers Verlag. Preis geh. 5 *M.*, geb. 6 *M.*
- Dissertationen.**
- Erzinger, Leonhard: Über den Aufbau alkylierter und anderer Cumarine aus Äpfelsäure und Methyläpfelsäure. (Technische Hochschule Berlin) 64 S.
- Fildermann, Josef: Über die Kondensation von β -Phenylhydracrylsäure mit Phenolen zu Phenylhydrocumarinen. (Technische Hochschule Berlin) 60 S.
- Heymann, Hans: Schwingungsvorgänge beim Auswuchten raschumlaufender Massen nach dem System Lawaczeck. (Technische Hochschule Darmstadt) 79 S. mit 85 Abb.
- Jung, August: Der Zeitzählertarif. Ein Beitrag zur Tarifrage für den Verkauf von Elektrizität. (Technische Hochschule Darmstadt) 136 S. mit 45 Abb. Berlin, Julius Springer.
- Landsberg, Fritz: Über die sachlichen Förderkosten des Eisenbahnbetriebes. (Technische Hochschule Darmstadt) 71 S. mit 6 Zahlentaf.
- v. Voß, Günther: Über indigoide Farbstoffe. (Technische Hochschule Darmstadt) 29 S.

Zeitschriftenschau.

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

Mineralogie und Geologie.

Zur Kenntnis westdeutscher Schwerspatlagerstätten. Von Meyer. Z. pr. Geol. März. S. 67/71. Angaben und Beobachtungen über die Altersstellung der Schwerspatgänge im Schwarzwald und im Dillenburgischen, mit denen die bisher vertretene Anschauung nicht übereinstimmt.

Zircon-bearing pegmatites in Virginia. Von Watson. Bull. Am. Inst. Juli. S. 1237/43*. Angaben über ein Zirkonvorkommen in Virginien.

Über die Wasserverhältnisse im Lothringer Jura. Von Klüpfel. (Schluß.) Z. pr. Geol. März. S. 57/67*. Das große Wasserbecken im Lothringer Dogger. Das Malmbecken westlich von der Maas. Winke für das Aufsuchen von Wasser. Versorgung der verschiedenen Gegenden.

Bergbautechnik.

Deutschlands Steinkohlenvorkommen mit besonderer Berücksichtigung der Koks-kohlen. Von Simmersbach. (Schluß.) St. u. E. 21. Sept. S. 916/22*. Kohlenvorräte und -zusammensetzung in Oberschlesien, Niederschlesien, einigen kleineren preußischen Steinkohlengebieten und im Königreich Sachsen. Gesamtkohlenvorräte Deutschlands.

Die Steinkohle Hollands. (Schluß.) Z. Bergb. Betr. L. 15. Sept. S. 241/3. Schätzung der Kohlenvorräte Hollands. Bergrechtliche Verhältnisse. Der staatliche Bergbaubetrieb. Die aufeinanderfolgenden Annexionen.

Die elektrischen Anlagen der Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerks »Vereinigte Welheim«. Von Steiner. E. T. Z. 21. Sept. S. 509/12*. Allgemeine Angaben über die neue Zechenanlage. Die Hauptmaschinenhalle. Dampfturbinen. Kondensationsanlage. (Forts. f.)

Der Kohlenabbau unter verbauten Stadtgebieten. Von Goldreich. (Forts.) Mont. Rdsch. 16. Sept. S. 551/5*. Einwirkungen des Abbaus auf Gegenstände über Tage. (Forts. f.)

Modern methods of mining and ventilating thick pitching beds. Von Crankshaw. Bull. Am. Inst. Juli. S. 1159/69*. Heutiges Abbau- und Bewetterungsverfahren bei einem mächtigen Anthrazitkohlenflöz.

Stoping in the Calumet and Arizona mines, Bisbee, Ariz. Von Wilson. Bull. Am. Inst. Juli. S. 1099/1117*. Einzelheiten über die Abbaufverfahren.

Über maschinelle Bohr- und Schrämarbeit bei steiler Ablagerung. Von Loos. Mont. Rdsch. 16. Sept. S. 549/51. Erfahrungen und Ergebnisse der maschinemäßigen Bohrarbeit. Angaben über Leistungen und Kosten. (Forts. f.)

Track layout at mine tipples. Von Holbrook. Coal Age. 29. Juli. S. 180/2*. Zweckmäßige Anordnung der Förderbahnen für den Betrieb von Sieberei- und Verladeanlagen.

The flotation of minerals. Von Anderson. Bull. Am. Inst. Juli. S. 1119/36. Allgemeine Ausführungen über die Erzanreicherung mit Hilfe der Schwimmverfahren.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Versuche an einem Stierle-Kessel mit Betrachtungen über den Wärmedurchgang. Von

Kammerer. (Forts.) Z. Bayer. Rev. V. 15. Sept. 141/2. Zusammenfassung der vorangegangenen Betrachtungen. Allgemeines über Wärmeübertragung durch Strahlung. Strahlung im Vorwärmer. (Forts. f.)

Dampfthermostatregler. Von Koch. Z. Dampfkr. Betr. 15. Sept. S. 289/91*. Beschreibung und Vergleich zweier Heißdampfregler.

Die Großgasmaschinen. Von Witz. (Forts.) Z. Dampfkr. Betr. 15. Sept. S. 291/3*. Ausführungen von Großgasmaschinen der A.G. Gebr. Körting und der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. (Schluß f.)

Diesell engines versus steam turbines for mine power plants. Von Haas. Bull. Am. Inst. Juli. S. 1171/83*. Gegenüberstellung der Kräfteerzeugungskosten mit Dieselmotoren und Dampfturbinen.

Die Verwendung der Zoelly-Leiträder von Dampfturbinen für überkritische Dampfgeschwindigkeiten. Von Loschge. Z. d. Ing. 16. Sept. S. 770/5*. (Schluß f.)

Einiges über Druckluftschlämmer. Von Rizor. Ann. Glaser. 15. Sept. S. 94/7*. Besprechung von 3 Arten von Druckluftschlämmern zur Verwendung im Betrieb von Eisenbahnwerkstätten.

Stahlbänder als Ersatz für Lederriemen. Braunk. 15. Sept. S. 227/30. Allgemeine Ausführungen über den Ersatz von Lederriemen durch Stahlbänder nebst Vergleichstafel für die Kraftübertragung.

Elektrotechnik.

Zukunftsfragen in der Elektrizitätsversorgung. Von Geutebrück. Techn. Bl. 16. Sept. S. 145/7. Nachtrag zu einem frühern gleichnamigen Aufsatz. Besprechung weiterer Abhandlungen über die Elektrizitätsversorgung. (Schluß f.)

Erdschlußströme in Hochspannungsnetzen. Von Petersen. (Schluß.) E. T. Z. 21. Sept. S. 512/4*. Schutzvorkehrungen durch Begrenzung des Erdschlußstromes und durch Erdungsschalter. Berechnung des Erdschlußstromes und der Teilkapazitäten von Freileitungen. Erdschlußströme von Dreiphasenkabeln.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Die Eisenindustrie Schwedens. Von Simmersbach. Techn. Bl. 16. Sept. S. 147/8. Wirtschaftliche und statistische Angaben. (Schluß f.)

Feuerungen von Herdöfen. Von Wilda. Feuerungstechn. 15. Sept. S. 286/7*. Kritische Besprechung derartiger Feuerungen für verschiedene Brennstoffe.

Kontinuierliche Walzwerke. Von Illies. St. u. E. 21. Sept. S. 909/16. Besprechung zweier Arbeiten der letzten Jahre über diesen Gegenstand.

Versuche über die Bearbeitbarkeit von Gußeisen und Metallegierungen. Von Keßner. Gieß. Ztg. 15. Sept. S. 274/7*. Statt der als ungeeignet anzusehenden Kugeldruckhärte zieht der Verfasser den Bohrversuch zur Prüfung der Bearbeitbarkeit heran. Versuchsanordnung. Das Diagramm des Bohrversuches. Der Einfluß des Bohrdruckes auf die Bearbeitbarkeit von Gußeisen und Flußeisen. (Forts. f.)

Sandaufbereitungsvorrichtungen der Badischen Maschinenfabrik in Durlach. Von Lohse. (Forts.) Gieß. Ztg. 15. Sept. S. 277/80*. Beschreibung einer Anlage für 4–5 cbm Stundenleistung mit mechanischer Zubereitung des Altsandes aus der Gießerei und Abfuhr des fertig aufbereiteten Sandes nach den Verwendungsstellen. Selbsttätige Aufbereitungsanlage für Modellsand und Masse mit 3 cbm Stundenleistung. (Schluß f.)

Die Elektrochemie im Jahre 1915. Von Arndt. Ch. Ind. Juli. S. 276/89. Aug. S. 325/40. Bericht über die Fortschritte der wissenschaftlichen und der technischen Elektrochemie.

Die Versuche zur Gewinnung von Kalisalzen aus Salzsolen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Mayer. Kali. 15. Sept. S. 273/8. Allgemeines über die amerikanischen Bestrebungen. Vorkommen und Entstehung von Salzablagerungen, kalihaltigen Solen, Laugen und Schlämmen in den Ver. Staaten. Geologische und geographische Verhältnisse des Great-Basin-Bezirks. Die chemische Zusammensetzung der Flüsse, Seen, Solen, Schlämme und Salze. (Forts. f.)

Der chemische Aufbau der Naturasphalte. Von Marcussen. (Schluß.) Z. angew. Ch. 19. Sept. S. 349/51. Bildung und Zusammensetzung der Asphaltene sowie der Asphaltogensäuren und ihrer Anhydride als Bestandteile der Asphalte.

Schnellmethode zur Bestimmung des Schwefels im Leuchtgas. Von Mylius und Hüttner. J. Gasbel. 16. Sept. S. 477/9*. Beschreibung der Einrichtung für das abgeänderte Platinverfahren, nach dem der Schwefel unter Anwendung von nur 200 ccm des Gases in einer halben Stunde bestimmt werden kann. Ausführung der Verbrennung. Schwefelbestimmungen.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Kaliwerksbesitzer — Kalibergwerksbesitzer — Bergwerksbesitzer. Von Werneburg. Kali. 15. Sept. S. 278/81. Feststellungen über die verschiedenen Begriffe.

Personalien.

Die etatmäßigen Professoren an der Bergakademie in Berlin Geh. Bergrat Franke, Fuhrmann, Geh. Bergrat Dr. Jahnke, Geh. Bergrat Dr. Pufahl, Geh. Bergrat Dr. Rauff, Geh. Bergrat Dr. Scheibe, Geh. Bergrat Dr. Stavenhagen, Bergrat Dr. Tübben und Geh. Bergrat Vater sind zu etatmäßigen Professoren an der Technischen Hochschule Berlin ernannt worden.

Die Hüttenassessoren Beyer und Hüttich sind zu Hüttenamtännern bei den Kgl. Hüttenwerken bei Freiberg (Sa.) ernannt worden.

Der Hüttenamtmann Dr. Lange ist an das Kgl. Blaufarbenwerk Oberschlema versetzt worden.

Das Eiserne Kreuz erster Klasse ist verliehen worden: dem Bergassessor Schlafke (Bez. Dortmund), Oberleutnant d. R. im Feld-Art.-Rgt. 11,

dem Bergreferendar Dichtl (Bez. Halle), Leutnant d. R. im Telegraphenbatl. 1.

Dem Bergbaubeflissenen Witte (Bez. Bonn), Leutnant d. R. im Garde-Pionierbatl., sind das Eiserne Kreuz erster Klasse und die Hessische Tapferkeitsmedaille verliehen worden.

Das Eiserne Kreuz ist verliehen worden: dem Bergreferendar von Marées (Bez. Clausthal), Gefr. im Garde-Pionierbatl.,

dem Bergbaubeflissenen Lühgen (Bez. Dortmund), Leutnant d. R. im Landw.-Feld-Art.-Rgt. 254,

dem Bergbaubeflissenen Brandts, Leutnant d. R. in der 6. Garde-Minenwerfer-Komp.

Den Tod für das Vaterland fand am 7. April der Betriebsassistent und Markscheider Erwin Burckhardt beim Zwickauer Brückenberg-Steinkohlenbauverein.