

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 39

23. September 1916

52 Jahrg.

### Kritische Streifzüge durch das Gebiet der Kokereiindustrie.

Von Zivilingenieur C. Still, Recklinghausen.

In mehreren Abhandlungen<sup>1</sup> hat der Verfasser bereits wiederholt darauf hingewiesen, daß sich die physikalischen Grundgesetze sehr oft mit großem Nutzen auch auf Aufgaben aus dem praktischen Kokereibetriebe anwenden lassen, selbst in Fällen, wo die in Wirklichkeit meist recht rohen Formen der praktischen Ausführung die Annahme begründet erscheinen lassen, daß eine theoretische Betrachtung keine unmittelbaren fruchtbringenden Ergebnisse liefern wird.

In den nachstehenden Ausführungen sollen einige derartige Fragen behandelt werden, die bei der Gewinnung des Benzols und der verwandten Kohlenwasserstoffe aus den Gasen der Kokereien oder Leuchtgasanstalten eine Rolle spielen und deren richtige Beantwortung für den praktischen Betrieb erhebliche Bedeutung besitzt.

Die Gewinnung dieser Kohlenwasserstoffe aus Gasen der erwähnten Art erfolgt im Betriebe bisher wohl ausschließlich durch Absorption mit Hilfe bestimmter »Waschöle«, die mit den Gasen in innige Berührung gebracht werden und dabei die Benzolkohlenwasserstoffe aufnehmen. Für die praktischen Ausführungsformen dieses so einfach scheinenden Absorptionsverfahrens und für die Wahl der zu seiner Verwirklichung nötigen Mittel sind bislang immer nur rohe Erfahrungsregeln maßgebend gewesen, ohne daß man durch tiefere Einblicke in die Theorie der sich abspielenden Vorgänge versucht hätte, sich die Einflüsse der verschiedenen für das Ergebnis maßgebenden Faktoren klar zu machen und zahlenmäßig nachzuprüfen. Beispielsweise weiß man schon aus praktischer Erfahrung, daß für das Waschergebnis, d. h. das prozentuale Ausbringen oder den Grad des Ausbringens an Benzol aus den Gasen neben der selbstverständlich sehr wichtigen Größe der Waschanlage verschiedenartige Umstände, wie Menge und Beschaffenheit des Waschöls, seine Zusammensetzung nach mehrmaliger Verwendung, Temperaturen von Waschöl und Gas usw., maßgebend sind. Bisher sind aber noch keine grundlegenden und zahlenmäßigen Beziehungen aufgestellt worden, die das Größenmaß und die Bedeutung der erwähnten Einflußfaktoren abzuschätzen gestatten und damit ein Mittel zu ihrer planmäßigen, richtigen Wahl an die Hand geben würden.

Die Ausfüllung dieser Lücke soll die Aufgabe der nachstehenden, sich streng auf physikalische Grundgesetze

stützenden Untersuchungen sein. Schon hier kann vorweg bemerkt werden, daß auf diesem Wege eine ganze Reihe sehr bemerkenswerter Einblicke zu gewinnen ist und verschiedene, im Betriebe mitunter streitige oder mindestens ungeklärte Fragen über die Betriebsführung zweifelsfrei beantwortet werden können. Zu solchen weiter unten noch ausgiebig zu klärenden Streitfragen gehört u. a. auch die Bedeutung eines mehr oder weniger weitgehenden »Abtreibens« beim Abdestillieren des Benzols aus dem »gesättigten« Waschöl, wodurch dieses zur erneuten Verwendung in den Waschern geeignet gemacht werden soll. Eine ähnlich umstrittene Frage ist ferner der Einfluß eines wiederholten Hindurchführens (»Umpumpens«) des Waschöls durch die Wascher in der Absicht, seinen Sättigungsgrad an Benzol zu erhöhen, was ja immer letzten Endes auf ein möglichst hohes Benzol-ausbringen hinauslaufen soll.

Namentlich der erste dieser herausgegriffenen beiden Fälle hat gerade in jüngster Zeit neue Bedeutung erlangt, da sich hinsichtlich der Führung des Destillationsbetriebes mehr und mehr eine Auffassung und eine Gewohnheit geltend gemacht haben, die in ihren praktischen Folgen einer hohen Benzol-ausbeute nur nachteilig sein können, besonders jetzt, wo für unsere Kriegführung die Benzolkohlenwasserstoffe bekanntlich außerordentlich wertvoll geworden sind. Es gilt jetzt fast allgemein auf diesem Gebiet als erstrebenswertes Ziel, beim Abdestillieren des Benzols aus dem Waschöl ein möglichst »hochprozentiges« Benzolvorprodukt als Destillat zu erhalten, das also nur geringe Mengen an übergegangenen Waschölbestandteilen als »Ballast« mitführt. Hier läßt sich aus einem klaren Einblick in die Theorie sofort die unbedingte Verwerfung dieser Ansicht folgern, die sich fast zur Bedeutung einer unfehlbaren Betriebsregel entwickelt hat. Der Erfolg einer nach dieser Ansicht durchgeführten Betriebsweise wird nämlich nach den später folgenden Darlegungen fast ausnahmslos mit einem Rückgang der Benzol-ausbeute erkauft. Wäre diese aus den einfachsten physikalischen Anschauungen zu gewinnende Erkenntnis in Fachkreisen weiter verbreitet, so würde man sicherlich nicht so übertriebenen Wert darauf legen, beim Destillationsbetriebe in der Benzolgewinnung auf ein möglichst »hochprozentiges« Benzolvorprodukt hinzuarbeiten, obschon es sich im Gegenteil fast immer als richtiger erweist, das Waschöl, wie man betriebstechnisch sagt, möglichst »scharf abzutreiben« und damit ein »schlechtes«, d. h. weniger

<sup>1</sup> s. Glückauf 1908, S. 961; 1911, S. 1509.

benzolhaltiges Vorprodukt herzustellen. Nur ein solches möglichst restloses Abdestillieren des Benzols aus dem Waschöl schafft die unbedingte Sicherheit, daß das Benzol auch aus den Gasen vollständig ausgewaschen und gewonnen wird.

Nach dieser weiter unten noch näher begründeten Ansicht des Verfassers ist also in erster Linie darauf zu achten, daß das Benzol aus dem Waschöl restlos abdestilliert wird, und erst in zweiter Linie sollte auf die Güte des abdestillierten Benzolvorprodukts Rücksicht genommen werden. Das gewonnene Benzolvorprodukt erfordert ja immer noch eine erneute Behandlung zu seiner weitem Zerlegung und Rektifikation, und es spielt dann praktisch gar keine Rolle, ob ein größerer oder geringerer Destillationsrückstand an Waschölbestandteilen verbleibt, auch selbst nicht unter Berücksichtigung des für die Anwärmung des »Öballastes« benötigten geringen Dampfverbrauchs. Aus dieser grundlegenden Erwägung heraus ist es auch für den Verfasser beim Bau von Benzolfabriken immer feste Regel geblieben, überall da, wo es irgend zugänglich erscheint, für die beiden vorgenannten verschiedenartigen Aufgaben des Destillationsbetriebes zwei völlig getrennte, unabhängig voneinander zu betreibende Destilliervorrichtungen vorzusehen, so daß der Destilliermeister sein Augenmerk unbehindert immer auf Erzielung eines tadellos abgetriebenen Waschöls richten kann. Nur in solchen Fällen, in denen die örtlichen Verhältnisse besondere Bedingungen und Einschränkungen auferlegen, wird man eine zusätzliche Beanspruchung der Waschölestilliervorrichtung in Kauf nehmen, wie es auch bei einem vom Verfasser vor Jahresfrist geschaffenen Dephlegmationsverfahren geschieht. Dieses Verfahren jedoch zu verallgemeinern und es im Betriebe ganz nach Belieben zu benutzen, wie es neuerdings in ähnlicher oder gleicher Weise verschiedentlich von anderer Seite versucht wird, zeugt von einer vollständigen Verkennung der Gründe, die eine Benutzung dieses Verfahrens gerechtfertigt erscheinen lassen. Es wäre deshalb praktisch verfehlt, beispielsweise dort, wo die Rektifizierblase zur Zerlegung des Vorproduktes in seine Bestandteile (Benzol, Toluol usw.) schon vorhanden ist, die Destillation des Benzols aus dem Waschöl durch Hinzunahme der Dephlegmation zu verwickeln und dadurch den Betrieb unnötig zu erschweren.

Ähnlich in der Wirkung wie bei dem erörterten Fall der Herstellung des hochprozentigen Benzolvorprodukts liegt die Sache auch bei dem weitem oben erwähnten Beispiel des wiederholten »Umpumpens« des Waschöls durch die Wascher, einem Vorgehen, das sich auf Grund der theoretisch zu gewinnenden Einblicke in seinem praktischen Erfolg ebenfalls wohl in allen Fällen nicht nur als wertlos, sondern sogar als nachteilig erweist, wie weiter unten auch an Hand von Zahlenbeispielen dargetan werden wird.

Selbstverständlich sind mit diesen vorweg erwähnten Beispielen die verschiedenartigen Aufschlüsse, die die nachstehenden Darlegungen zu bieten vermögen, bei weitem nicht erschöpft, jedoch kann dies alles naturgemäß erst weiter unten im Zusammenhang entwickelt und erläutert werden.

Für den praktischen Betrieb der eigentlichen Benzol- auswaschung aus Destillationsgasen haben sich bisher im Grunde genommen als Betriebsregeln nur einige recht rohe Vorschriften und Gebräuche bezüglich der Auswahl und Beschaffenheit des Waschöls herausgebildet. Man benutzt bekanntlich in der Regel ein Waschöl, das seiner Zusammensetzung nach zumeist ein Gemisch von bestimmten, bei der Destillation des Steinkohlenteers gewonnenen schweren Teerölen ist. Vornehmlich verwendet man ein Öl, das beim Abdestillieren im Destillierkolben bis 200° C höchstens 10 % und bis 300° C mindestens 80 – 90 % übergehen läßt. Außerdem soll das Waschöl nach den bisher üblichen Vorschriften in einem Reagensglas auf 0° C abgekühlt kein Naphthalin ausscheiden. In einigen Fällen hat man statt des Steinkohlenteeröls auch Braunkohlenteeröle und andere Öle von ähnlichen Eigenschaften, beispielsweise Schieferöle oder auch Teeröle aus den Gasen von Hochöfen, die mit gewissen bituminösen Kohlen betrieben werden, mit Vorteil verwandt. Wie weit das eine oder andere Öl den Vorzug verdient, soll später näher erörtert werden. Einzelne bestimmte Bedingungen für die Eigenschaften eines guten Waschöls ergeben sich schon von vornherein einfach durch die Anforderungen des Betriebes. So wird z. B. bei Waschöl aus Steinkohlenteer u. a. die Bedingung gestellt, daß das Öl möglichst naphthalin- und anthrazenfrei sein soll. Namentlich wird mit Recht besonderer Wert darauf gelegt, daß das Öl wenig Anthrazen enthält, weil das in dem Waschöl aufgelöste Anthrazen beim Umlauf des Öles innerhalb der Anlage sowohl an den Hordenflächen der Benzolwascher als auch an den Kühlrohren der Ölkühler oder den Heizrohren der Vorwärmer kesselsteinartige feste Ablagerungen bildet. Eine bestimmte Vorschrift über den praktisch zulässigen Anthrazengehalt im Waschöl besteht leider noch nicht, obschon sie wichtiger wäre als die oben genannte einfache Vorschrift über den Naphthalinengehalt. Durch die angeführten Ablagerungen in den Benzolwaschern werden die Zwischenräume der Horden vollständig verstopft und bei den Kühlern die Kühlrohre mit einer isolierenden festen Schicht bedeckt, die hauptsächlich aus Anthrazen besteht und die Kühlwirkung naturgemäß stark beeinträchtigt. Die Entfernung solcher Anthrazenansätze gelingt durch sogenanntes Ausdampfen mit Wasserdampf gar nicht oder nur in sehr beschränktem Maße; sie müssen vielmehr mit großer Mühe von den Hordenflächen abgeklopft oder von den Kühlrohren abgebrannt werden. Weniger störend als das Anthrazen wirkt das Naphthalin im Waschöl. Es wird in den meisten Fällen schon beim ersten Durchgang des mit Benzol beladenen Waschöls durch die Öldestilliervorrichtung in der eigentlichen Benzolfabrik abgeschieden und zusammen mit dem Benzolvorprodukt gewonnen, in dem es sich nachher aufgelöst vorfindet, und aus dem es sich bei der weitem Verarbeitung schließlich in den Naphthalinpfannen ausscheidet. Man wird aber selbstverständlich das Naphthalin beim frischen Waschöl nicht gern mitkaufen, da es nur als unnützer Ballast mitgeschleppt und bei niedrigerem Naphthalinpreis schließlich zum höhern Ölpreis bezahlt wird. In diesen Punkten ist es sonach nicht schwer, das Zweckmäßigste herauszufinden.

Nicht so einfach läßt sich entscheiden, nach welchen Gesichtspunkten im allgemeinen die sonstigen Eigenschaften der Waschöle beurteilt werden müssen. In dieser Beziehung bietet eine nähere Betrachtung der Vorgänge beim Absorbieren von Benzol und der physikalischen Gesetze, nach denen sie sich abspielen, eine Möglichkeit zur Erlangung vielfacher bemerkenswerter Aufschlüsse. Einige Rechnungsbeispiele werden dies in nachstehendem erläutern.

Leser, die auf einen nähern Einblick in die etwas schwierigen mathematischen Beziehungen für die in Frage kommenden Vorgänge weniger Wert legen, finden im letzten Teil der Abhandlung die gewonnenen Ergebnisse zusammengestellt.

### Ermittlung der Dampfspannung des Benzols, Toluols und Xylols im Waschöl.

Um einen allgemeineren Überblick über die physikalischen Vorgänge bei der Aufnahme der Kohlenwasserstoffe zu gewinnen, mögen die bei der Behandlung dieser Frage in Betracht kommenden Vorgänge der Absorption von Kohlenwasserstoffen bei der Berührung des Kokerei- oder Leuchtgas mit Waschöl an Hand der Abb. 1 erläutert werden. Diese Abbildung stellt einen stehenden Zylinder *a* von beliebiger Größe dar, in dem sich ein Kolben *b* auf und ab bewegen kann. Im Innern des Zylinders befindet sich ein flüssiges Gemisch von Waschöl, Benzol, Toluol und Xylol in der Zusammensetzung, wie es bei der Benzolgewinnung gebraucht wird. Über der Flüssigkeit im Dampfraum befindet sich Kokerei- oder Leuchtgas, das die genannten Benzole dampfförmig enthält, und zwar in einer solchen Menge und Zusammensetzung, daß Gleichgewicht besteht, d. h., daß weder Benzole aus dem Gas in die Flüssigkeit noch umgekehrt aus der Flüssigkeit in das Gas treten. Diesem sogenannten Gleichgewichtszustand entsprechen bei bestimmten Temperaturen des Gases und Waschöls auch ganz bestimmte Dampfspannungen der Benzole im Gas.

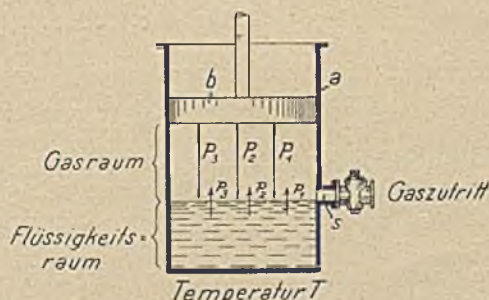


Abb. 1.

Sind die Dampfspannungen der Benzole im Gas größer als die Dampfspannung, die dem genannten Gleichgewichtszustand zwischen Dampfraum und Flüssigkeit entspricht, so ist das Gleichgewicht zwischen dem Gas und dem Waschöl gestört, was sich nach Abb. 1 durch Niederdrücken des Kolbens erreichen läßt. In

diesem Fall tritt natürlich Benzol aus dem Gas in das Waschöl ein oder es wird, wie man zu sagen pflegt, Benzol vom Waschöl absorbiert. Das Umgekehrte tritt selbstverständlich ein, wenn die Benzoldampfspannungen im Gas geringer als die Gleichgewichtspannungen sind. In diesem Zustand treten Benzole aus dem Waschöl in das Gas, und zwar bei der beschriebenen Einrichtung immer solange, bis die Dampfspannungen der Benzole im Gas wieder den Dampfspannungen der Benzole im Waschöl entsprechen. In diesem Fall ist wieder der Gleichgewichtszustand hergestellt. Damit nun im Betriebe Benzol aus dem Gas vom Waschöl aufgenommen wird, müssen danach die Dampfspannungen der Benzole im Gas größer sein als die Dampfspannungen der Benzole im Waschöl. Die Aufgabe besteht deshalb zunächst darin, zwischen dem Gehalt des Benzols, Toluols und Xylols im Waschöl und deren Dampfspannungen eine mathematische Beziehung aufzusuchen.

Zur Ermittlung dieser Beziehungen bedienen wir uns im folgenden des bekannten klassischen Werkes von Dr. Max Planck »Vorlesungen über Thermodynamik«<sup>1</sup>, dem auch die nachstehenden Bezeichnungen größtenteils entnommen sind.

Wir betrachten eine bestimmte, aber beliebig wählbare Menge, etwa 1 cbm, des Flüssigkeitsgemisches in dem Gefäß nach Abb. 1 und nennen:

$P_1, P_2, P_3$  in Atmosphären die Teildampfspannung des Benzols, Toluols und Xylols im Gas,

$p_1, p_2, p_3$  in Atmosphären die Dampfspannung des Benzols, Toluols und Xylols im Waschöl,

$P_0$  in Atmosphären den Dampfdruck des reinen Benzols bei der Temperatur  $T$  des ganzen Systems,

$n$  die Gesamtzahl aller Moleküle in der Flüssigkeit,

$\mu_0$  die Zahl der Moleküle von reinem Waschöl,

$\mu_1$  die Zahl der Moleküle von reinem Benzol,

$\mu_2$  die Zahl der Moleküle von reinem Toluol,

$\mu_3$  die Zahl der Moleküle von reinem Xylol.

Hiernach ist:

$$n = \mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3.$$

Die »molekularen« Konzentrationen der verschiedenen Bestandteile werden dann:

$$\left. \begin{aligned} \text{für Benzol } c_1 &= \frac{\mu_1}{n} = \frac{\mu_1}{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3} \\ \text{für Toluol } c_2 &= \frac{\mu_2}{n} = \frac{\mu_2}{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3} \\ \text{für Xylol } c_3 &= \frac{\mu_3}{n} = \frac{\mu_3}{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3} \end{aligned} \right\} \dots 1.$$

In allen praktisch vorkommenden Fällen ist nun die Gesamtanzahl der in der Lösung enthaltenen Benzol-, Toluol- und Xylolmoleküle klein im Vergleich zur Anzahl der Waschölmoleküle; sie beträgt immer nur wenige Prozente davon. Infolgedessen kann bei den vorstehenden Quotienten in den Nennern die Summe  $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3$  gegen  $\mu_0$  ganz vernachlässigt werden, ohne daß ein merkbarer Fehler entsteht. Mit dieser für alle weiteren Rechnungen äußerst wertvollen Vereinfachung ist also endgültig zu setzen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{für Benzol } c_1 = \frac{\mu_1}{\mu_0} \\ \text{für Toluol } c_2 = \frac{\mu_2}{\mu_0} \\ \text{für Xylol } c_3 = \frac{\mu_3}{\mu_0} \end{array} \right\} \dots\dots\dots 2.$$

Im übrigen soll bei allen fernern Rechnungen allein die Absorption des Benzols betrachtet werden, weil nach dem bekannten Henry-Dalton'schen Absorptionsgesetz eine Flüssigkeit (im vorliegenden Fall das Waschöl) aus einem Gasgemisch die einzelnen Bestandteile unabhängig voneinander absorbiert, geradeso, als wenn jeder Bestandteil für sich allein vorhanden wäre, und unter sonst gleichen Umständen jeden proportional seinem Teildruck in das Gemisch aufnimmt. Hiernach wird also bei dem Beispiel der Abb. 1, wenn durch den Stutzen *s* ein Gas mit Benzol, Toluol, Xylol u. a. von den Teildrücken  $P_1, P_2, P_3$  usw. eingeführt wird, jeweils solange Benzol, Toluol, Xylol usw. vom Gas in das Waschöl hineinwandern, bis ein Ausgleich der Teildampfdrücke in der Gasphase mit denjenigen in der Flüssigkeitsphase eingetreten ist, also  $P_1 = p_1, P_2 = p_2, P_3 = p_3$  geworden ist und so fort. Jedenfalls sieht man schon, daß es für weitere Rechnungen immer genügen wird, die Absorption eines der Bestandteile, am besten natürlich des stets in vorherrschender Menge vorhandenen Benzols, für sich allein zu betrachten.

Die als Waschöle dienenden Teeröle bestehen bekanntlich in der Hauptsache aus einer Reihe von flüssigen Kohlenwasserstoffen, die ineinander gelöst sind und sich bei ihrer gegenseitigen Berührung chemisch nicht beeinflussen. In gleicher Weise sind auch die aus den Gasen zu gewinnenden Benzolkohlenwasserstoffe, wie Benzol, Toluol, Xylol usw., in dem Waschöl gelöst, ohne unter sich und von dem Waschöl chemisch beeinflußt zu werden.

Zur Verdeutlichung der weitem Betrachtungen denke man sich nach Abb. 1 in dem Gefäß *a* 1 cbm Waschöl mit einer gewissen Menge von flüssigem Benzol innig vermischt, so daß sich eine sogenannte gleichteilige Lösung ergibt, d. h. eine solche, die in allen ihren Teilen »homogen« genannt werden kann. Die Löslichkeit des Benzols und auch des Toluols, Xylols usw. in dem Waschöl ist unbegrenzt. Man könnte deshalb mit dem Waschöl auch so viele Benzole vermischen, daß schließlich letztere überwiegen und selbst als Lösungsmittel bezeichnet werden können. Vom theoretischem Standpunkte aus ist es bekanntlich gleichgültig, welcher Stoff der Lösung als Lösungsmittel bezeichnet wird. Im allgemeinen bezeichnet man aber den in der größten Menge vorhandenen Stoff als das Lösungsmittel.

Eine chemische Veränderung oder Umbildung der Benzole wie auch des eigentlichen Waschöls findet bei der genannten Vermischung oder dem Lösungsvorgang, wie gesagt, nicht statt. Die Stoffe sind gegeneinander indifferent, weshalb auch eine meßbare Wärmemenge bei dem Lösungsvorgang nicht frei oder gebunden wird, und da sich außerdem annehmen läßt, daß eine Volumenänderung nicht stattfindet, kann die soge-

nannte Verdünnungswärme bei der Lösung von Benzolen im Waschöl praktisch gleich Null gesetzt werden.

Unter diesen Umständen und unter der Voraussetzung, daß für den Dampf der ideale Gaszustand gilt und das spezifische Volumen des Dampfes groß gegen das der Flüssigkeit angenommen wird, ist in der von Planck<sup>1</sup> abgeleiteten Kirchhoff'schen Formel (dort Gleichung 178) die Verdünnungswärme  $A = 0$  zu setzen und man erhält somit:

$$\frac{R}{m} T^2 \left[ \frac{\partial \left( \log \frac{P_1}{P_0} \right)}{\partial T} \right]_c = 0 \dots\dots\dots 3.$$

In dieser Gleichung bedeutet *R* die bekannte »Gas-konstante« in absoluten Einheiten und *m* das Molekulargewicht des gelösten Stoffes, während *c* die (bei der partiellen Differentiation konstant gedachte) molekulare Konzentration bedeutet, der also  $c_1$  für das angenommene Beispiel entsprechen würde.

In dem Ausdruck der linken Seite von Gleichung 3 sind die Faktoren *R*, *T*, *m* und  $\partial T$  sämtlich von Null verschiedene Zahlen, woraus sich also unmittelbar ergibt:

$$\partial \left( \log \frac{P_1}{P_0} \right)_c = 0 \dots\dots\dots 4.$$

Die Integration der Gleichung 4 liefert die Formel

$$\log \frac{P_1}{P_0} = \log k \dots\dots\dots 5,$$

worin *k* eine vorläufig noch nicht bestimmte Konstante darstellt. Nach der Phasenregel<sup>2</sup>:  $P + F = B + 2$ , in der im vorliegenden Fall *P* und auch *B* gleich 2 ist, wird  $F = 2$ , d. h., der Gleichgewichtszustand ist durch 2 Variable bestimmt, für die hier Temperatur und Konzentration gewählt worden sind. Die Gleichungen 3, 4 und 5 sind, was zu beachten ist, sämtlich unter der Voraussetzung abgeleitet, daß nur die Temperatur *T* als veränderlich, dagegen die Konzentration  $c_1$  als konstant angesehen wird. Daher ist in Gleichung 5 die dortige Konstante *k* noch von *c* abhängig, so daß für alle Fälle zu schreiben ist:

$$\log \frac{P_1}{P_0} = \log f(c_1) \dots\dots\dots 6.$$

Da hierin  $p_0$ , wie schon früher bemerkt wurde, eindeutig durch *T* gegeben ist, so ist Gleichung 6 schon eine allgemeine Form der gesuchten Funktion zwischen  $p_1, T$  und  $c_1$ . In dieser wäre also nur noch  $f(c_1)$  zahlenmäßig auszudrücken. Hierzu benutzen wir die von Planck<sup>3</sup> abgeleitete Beziehung für die Abhängigkeit der Konzentration von Druck und Temperatur bei Absorptionvorgängen der vorliegenden Art, die lautet (dort Gleichung 224):

$$\frac{\partial \log c_1}{\partial p_1} = \frac{v}{R T},$$

worin nach der allgemeinen Zustandsgleichung für Gase

$$\frac{v}{R T} = \frac{1}{p_1}$$

<sup>1</sup> a. a. O. S. 204  
<sup>2</sup> s. Glückauf 1911, S. 1512.  
<sup>3</sup> a. a. O. S. 246.

ist; folglich

$$\partial \log c_1 = \frac{\partial p_1}{p_1} = \partial \log p_1 \dots \dots \dots 7.$$

Ferner liefert die Differentiation nach  $c_1$  der allgemeinen durch Gleichung 6 gegebenen Funktion (für konstantes  $p_0$  bzw.  $T$  und veränderliches  $c_1$ ) die Relation:

$$\partial \log p_1 = \partial \log f(c_1)$$

und damit durch Einsetzen in Gleichung 7:

$$\partial \log c_1 = \partial \log f(c_1) \dots \dots \dots 8.$$

Die Integration der Gleichung 8 ergibt:

$$\log f(c_1) = \log c_1 + \log K \dots \dots \dots 9,$$

worin  $K$  eine konstante, für alle Werte von  $c_1$  und  $p_1$  geltende Größe darstellt. Durch Einsetzung des durch Gleichung 9 gegebenen Wertes für  $\log f(c_1)$  in die allgemeine Funktionsgleichung 6 geht diese über in:

$$\log p_1 - \log p_0 = \log c_1 + \log K$$

oder

$$\log \frac{p_1}{p_0} = \log K c_1$$

oder

$$\frac{p_1}{p_0} = K c_1 \dots \dots \dots 10.$$

Diese Beziehung muß unter den gemachten Voraussetzungen allgemein gelten, also z. B. auch für den Fall, daß in dem betrachteten Flüssigkeitsgemisch von  $\mu_0$  Molekülen Waschöl und  $\mu_1$  Molekülen Benzol die Anteilmenge des Waschöls ganz verschwindet, also  $\mu_0 = 0$  wird.  $u_2$  und  $u_3$  sind ja auch gleich 0, da nur das Benzol berücksichtigt wird. In diesem Fall wird nach Gleichung 1  $c_1 = 1$ , zugleich aber auch  $p_1 = p_0$ , woraus sich also nach Gleichung 10  $K = 1$  ermittelt. Hieraus folgt das Ergebnis:

$$\frac{p_1}{p_0} = c_1 \text{ oder } p_1 = c_1 p_0 \dots \dots \dots 11.$$

Dies ist die gesuchte Beziehung zwischen den Variablen  $p_1$ ,  $p_0$  (bzw.  $T$ ) und  $c_1$  des Systems, die für alle fernern Rechnungen die Grundlage liefert. Sie besagt einfach, daß der Benzoldampfdruck  $p_1$  des gesättigten Waschöls bei der Temperatur  $T$  und der molekularen Konzentration  $c_1$  gleich dem im Verhältnis  $c_1$  verkleinerten Dampfdruck  $p_0$  des reinen Benzols bei der Temperatur  $T$  ist.

Diese durch Gleichung 11 ausgedrückte Beziehung läßt sich auf verschiedene Weise ableiten, aber immer nur unter der Bedingung, daß die vorgenannte Verdünnungswärme oder die Mischungswärme gleich Null ist.

Die vorstehend für den Benzoldampfdruck  $p_1$  abgeleitete Gleichung 11 gilt mit der Einsetzung der entsprechenden Größenbezeichnung selbstverständlich auch für alle andern vom Waschöl aufgenommenen Bestandteile, wie Toluol, Xylol usw.

Natürlich läßt sich aus der Gleichung 11 auch die Konzentration ohne weiteres berechnen, wenn etwa der Benzoldampfdruck des Waschöls  $p_1$  und die Temperatur  $T$  bzw. der dadurch bestimmte Dampfdruck  $p_0$

des reinen Benzols gegeben sind. In den vorkommenden technischen Rechnungen werden in den meisten Fällen die Temperatur und der Benzoldampfdruck gegeben sein, letzterer nämlich durch den Benzolgehalt im Gas, z. B. in g/cbm Gas bei 15 oder 0° C und 760 mm QS. Andere Fälle lassen sich auf diese Größen leicht wie folgt umrechnen.

Sind in 1 cbm Gas von 15° C bei 760 mm QS beispielsweise 20 g Benzol gefunden worden und soll berechnet werden, wie groß hiernach die Teildampfspannung des Benzols im Gas ist, so ergeben sich folgende Beziehungen. Rechnet man, wie üblich, den Druck  $P$  in Atmosphären (at = 760 mm QS) und das spezifische Volumen, das mit  $v$  bezeichnet sei, gleich dem Volumen eines Moles (Kilogramm-Moles) in cbm, so lautet die allgemeine Gasgleichung:

$$P v = R_0 T = 0,0821 T \dots \dots \dots 12.$$

$T$  bezeichnet bekanntlich die sogenannte absolute Temperatur von -273° C an gezählt oder  $T = 273 + t$ , wenn  $t$  die Temperatur in Graden Celsius bezeichnet;  $v$  in Kubikmetern ist, wie erwähnt, das Volumen eines Kilogramm-Moleküls oder eines Mols, d. h. das Gasvolumen eines beliebigen chemischen Stoffes, der zum Gewicht sein Molekulargewicht in Kilogramm hat, z. B. 78 kg Benzol ( $C_6H_6$ ), 32 kg Sauerstoff ( $O_2$ ), 18 kg Wasser ( $H_2O$ ) oder 92 kg Toluol ( $C_7H_8$ ) und so fort. Unter Zugrundelegung dieser Maßeinheit für  $v$  ergibt sich bekanntlich für die »Gaskonstante«  $R_0$  ein für sämtliche Gase gleich großer Zahlenwert, nämlich  $R_0 = 0,0821$ , was die Zahlenrechnungen sehr vereinfacht.

Hat man es nicht mit einem Gasvolumen  $v$  gleich einem Mol, sondern mit einem Gasvolumen  $V$  zu tun, das insgesamt  $N$  Gasmole enthält, so wird natürlich einfach  $V = N v$ , und Gleichung 12 geht über in

$$P V = R_0 T N = 0,0821 T N \dots \dots 13,$$

wobei die Maßeinheiten selbstverständlich wie oben angenommen, also  $P$  in at und  $V$  in cbm gerechnet werden müssen.

Als Gas soll z. B. ein Volumen  $V$  cbm gewöhnliches Leuchtgas vom Gesamtdruck  $P$  und der Temperatur  $T = 273 + t$  zugrunde gelegt werden. Diese Gasmenge enthalte:

- $\mathfrak{N}$  Mole »reines« Leuchtgas, d. h. benzolfreies Leuchtgas,
- $\mathfrak{N}_1$  Mole Benzol,
- $\mathfrak{N}_2$  Mole Toluol,
- $\mathfrak{N}_3$  Mole Xylol.

Für das ganze Gasgemisch gilt dann nach der allgemeinen Gasgleichung 13:

$$P V = 0,0821 T (\mathfrak{N} + \mathfrak{N}_1 + \mathfrak{N}_2 + \mathfrak{N}_3) \dots 14.$$

Für das Benzol allein mit dem Teildruck  $P_1$  gilt ebenso

$$P_1 V = 0,0821 T \mathfrak{N}_1 \dots \dots \dots 15.$$

Die Division der Gleichungen 14 und 15 liefert zunächst:

$$\frac{P_1}{P} = \frac{\mathfrak{N}_1}{\mathfrak{N} + \mathfrak{N}_1 + \mathfrak{N}_2 + \mathfrak{N}_3} \dots \dots \dots 16,$$

d. h. der Teildruck eines Gasbestandteils verhält sich zu dem Gesamtdruck wie die Anzahl seiner Gasmole zur Gesamtzahl der Mole in dem Gasgemisch.

<sup>1</sup> vgl. u. a. Z. f. phys. Chemie 1908, Bd. 6 7 und 747; 1910, Bd. 71, S. 191.

<sup>1</sup> Nernst Theoretische Chemie, 6. Aufl., S. 44.

Die Gleichung 16 läßt sich für spätere Verwendungszwecke sehr nutzbringend vereinfachen, wenn in dem Nenner der rechten Seite die Summe  $\mathfrak{N}_1 + \mathfrak{N}_2 + \mathfrak{N}_3$  der Benzol-, Toluol- und Xylolmole wegen ihrer Kleinheit gegen die Zahl  $\mathfrak{N}$  der reinen Leuchtgasmole vernachlässigt wird. Hiermit erhält man dann als genügende Annäherung:

$$P_1 = P \cdot \frac{\mathfrak{N}_1}{\mathfrak{N}} \dots\dots\dots 17.$$

Wenn der Benzolgehalt in kg/cbm gegeben ist, benutzt man zur zahlenmäßigen Berechnung des Benzoldruckes zweckmäßiger Gleichung 15. Multipliziert man diese Gleichung auf beiden Seiten mit dem Molekulargewicht des Benzols  $m_1$  und schreibt sie in nachstehender Form

$$P_1 m_1 = 0,0821 T \frac{\mathfrak{N}_1 m_1}{V} \dots\dots\dots 18,$$

so erkennt man, daß hierin der Quotient  $\frac{\mathfrak{N}_1 m_1}{V}$  einfach das Gewicht des gasförmigen Benzols auf eine Volumeneinheit darstellt, das mit  $\gamma$  (in kg/cbm) bezeichnet sei. Man erhält demnach aus Gleichung 18:

$$P_1 = \frac{\gamma}{m_1} 0,0821 T \dots\dots\dots 19$$

und hieraus mit Einsetzung des Zahlenwerts  $m_1 = 78$  für Benzol:

$$P_1 = \gamma \frac{1,05 (273 + t)}{10^3} \dots\dots\dots 20.$$

Hat man also, wie bei dem oben gedachten Zahlenbeispiel, etwa den Benzolgehalt des Gases zu  $\gamma = 20$  g/cbm bei einer Gastemperatur  $t = 15^\circ$  C und dem Gesamtdruck  $P$  at gefunden, so ist  $\gamma = 0,020$  kg/cbm, und man findet nach Gleichung 20 den Benzolteildruck im Gas zu

$$P_1 = \frac{0,020}{10^3} 1,05 (273 + 15) = 0,006 \text{ at.}$$

Allgemeine Gesetze für die Benzolabsorption in Gegenstromwaschern.

Im folgenden soll die durch die Gleichung 11 gegebene, als grundlegend bezeichnete Beziehung verwertet werden, um einige allgemeine Gesetze für den Vorgang der Benzolabsorption aus Gasen in Gegenstromwaschern, zunächst ohne Berücksichtigung der im Wascherinnern sich abspielenden Einzelvorgänge, abzuleiten.

Zur Erläuterung möge die in Abb. 2 gegebene schematische Darstellung eines Benzolwaschers dienen, in der an den Ein- und Austrittstellen von Gas bzw. Waschöl die hauptsächlichsten der nachfolgenden Bezeichnungen, die jeweils in Betracht kommen, vermerkt sind. Für Werte, die sich auf eine Zeiteinheit beziehen, wird 1 Tag = 24 st zugrunde gelegt.

Bezeichnungen.

$T = 273 + t$  die überall gleiche Temperatur,  
 $V_1$  in cbm die Gesamtgasmenge am Eintritt  
 $V_2$  in cbm die Gesamtgasmenge am Austritt  
 d. h. Leuchtgas nebst Benzol usw.

$P_0$  in at der überall gleiche Gesamtdruck des Gases,  
 $P_1$  in at der Teildruck des Benzols im eintretenden Gas,  
 $P_2$  in at der Teildruck des Benzols im austretenden Gas,  
 $C_1$  in kg/cbm der Benzolgehalt des unten wegfließenden  
 $C_2$  in kg/cbm der Benzolgehalt des oben zufließenden  
 $Q$  in cbm das Volumen | der ein- und austretenden  
 $G$  in kg das Gewicht | Waschölmenge,  
 $\gamma_0$  in kg/cbm das Raumgewicht des Waschöls,  
 $m_0$  das »mittlere« Molekulargewicht des Waschöls,  
 $m_1 = 78$  das Molekulargewicht des Benzols,  
 $N$  die Zahl der »reinen« Leuchtgasmole (d. h. benzolfreien Leuchtgases), die in den Wascher unten ein- und oben austreten,

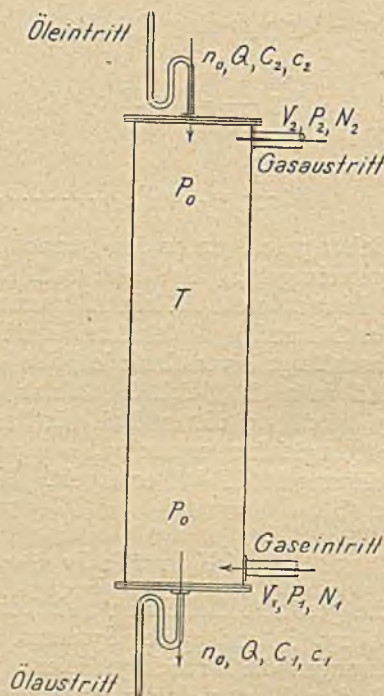


Abb. 2.

$N_1$  die Zahl der Benzolmole, die mit dem Gas in den Wascher eintreten,  
 $N_2$  die Zahl der Benzolmole, die mit dem Gas aus dem Wascher austreten,  
 $n_0$  die Zahl der in den Wascher ein- und austretenden Waschölmole,  
 $n_2$  die Zahl der mit dem Öl in den Wascher eintretenden Benzolmole,  
 $n_1$  die Zahl der mit dem Öl aus dem Wascher austretenden Benzolmole,  
 $p_0$  die Dampfspannung des reinen Benzols bei der Temperatur  $T$ ,  
 $c_1$  die molekulare Benzolkonzentration in dem vom Wascher unten wegfließenden Waschöl,  
 $c_2$  die molekulare Benzolkonzentration in dem dem Wascher oben zufließenden Waschöl.

Zwischen den vorstehend erklärten Größen bestehen, wie ohne weiteres erkennbar ist, folgende einfache Beziehungen:

$$c_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1} \text{ und } c_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_2} \dots\dots 21,$$

was schon durch Gleichung 1 mit andern Buchstabenbezeichnungen ausgedrückt worden war. Wie dort für die etwas vereinfachte Gleichung 2 begründet ist, sei auch hier die Vereinfachung eingeführt, daß  $n_1$  bzw.  $n_2$  ihrer Kleinheit wegen in den Nennern gegen  $n_0$  vernachlässigt werden sollen, was also ergibt:

$$c_1 = \frac{n_1}{n_0} \text{ und } c_2 = \frac{n_2}{n_0} \dots\dots\dots 22.$$

Ferner gilt:

$$n_1 = \frac{Q C_1}{m_1},$$

$$n_2 = \frac{Q C_2}{m_1},$$

$$n_0 = \frac{Q \gamma_0}{m_0}.$$

Mit Einsetzung dieser Werte in Gleichung 22 erhält man, unter Kürzung des in den Zählern und Nennern vorkommenden Faktors  $Q$ ,

$$c_1 = \frac{C_1}{\frac{m_1 \gamma_0}{m_0}} \text{ und } c_2 = \frac{C_2}{\frac{m_1 \gamma_0}{m_0}} \dots\dots\dots 23.$$

Führt man nun zur Abkürzung wegen der häufigen Wiederkehr die Hilfsgröße

$$g = \frac{m_0}{m_1 \gamma_0} \dots\dots\dots 24$$

ein, die also reine Materialkonstanten des Waschöls und Benzols enthält, so lassen sich die Gleichungen 23 in der Form schreiben:

$$c_1 = g C_1 \text{ und } c_2 = g C_2 \dots\dots\dots 25.$$

Ferner gilt nach der oben abgeleiteten Gleichung 17 unter Berücksichtigung der hier gewählten Bezeichnungen:

$$P_1 = P_0 \frac{N_1}{N} \text{ und } P_2 = P_0 \frac{N_2}{N} \dots\dots\dots 26.$$

Ohne weiteres läßt sich nun im voraus sagen, daß bei Anwendung einer bestimmten Waschölmenge das Benzol am besten dann ausgewaschen wird, wenn der Wascher hinsichtlich der Waschfläche möglichst groß bemessen wird.

Setzt man einen gewissen normalen Wascherdurchmesser von endlicher Größe voraus, je nach der Gasmenge von etwa 2 - 4 m, und denkt man sich den Wascher unendlich hoch ausgeführt, so wird die Waschfläche ebenfalls unendlich groß, das Gas bleibt unendlich lange mit dem Waschöl in Berührung und damit wird ein sogenannter Grenzfall erreicht, bei dem sich zweifellos mit einer gewissen noch zu bestimmenden geringsten Ölmenge die größtmögliche Benzolmenge auswaschen läßt, die zu absorbieren überhaupt theoretisch denkbar ist. In diesem Fall, d. h. bei richtiger Wahl der Waschölmenge, wird der Benzolteildruck  $P_1$  bzw.  $P_2$  im Gas sowohl am Gaseintritt als auch am Gasaustritt gleich dem

Benzoldampfdruck des benzolhaltigen Waschöls, wie es oben an Hand der Abb. 1 erläutert worden ist. Diese Bedingung, daß an jeder Stelle der Teildruck des Benzols im Gas gleich dem Benzoldampfdruck des benzolhaltigen Waschöls sein muß, der damals mit  $p_1$  bezeichnet worden war, führt unter Berücksichtigung der Grundgleichung 11 auf die Beziehungen:

$$P_1 = P_0 c_1 \text{ und } P_2 = P_0 c_2 \dots\dots\dots 27.$$

Werden hierin die einzelnen Größen gemäß den Gleichungen 22 und 26 ausgedrückt, so erhält man:

$$\left. \begin{aligned} P_0 \frac{N_1}{N} &= P_0 \frac{n_1}{n_0} \text{ und} \\ P_0 \frac{N_2}{N} &= P_0 \frac{n_2}{n_0} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 28.$$

Die zweite Gleichung von der ersten abgezogen ergibt:

$$\frac{P_0}{N} (N_1 - N_2) = \frac{P_0}{n_0} (n_1 - n_2) \dots\dots\dots 29.$$

Wenn sich der Betrieb des Benzolwaschers im Beharrungszustand befindet, ist aber auch nach dem Kontinuitätsprinzip:

$$N_1 - N_2 = n_1 - n_2 \dots\dots\dots 30,$$

d. h., die in der Zeiteinheit in den Wascher mit dem Gas eintretende abzüglich der mit dem Gas austretenden Benzolmenge ist gleich der mit dem Öl in derselben Zeit austretenden Benzolmenge abzüglich der mit ihr eintretenden, oder, kürzer gesagt, die vom Gas abgegebene Benzolmenge ist gleich der vom Öl aufgenommenen.

Gleichung 29 durch 30 geteilt ergibt:

$$\frac{P_0}{N} = \frac{P_0}{n_0} \dots\dots\dots 31.$$

Multipliziert man beide Seiten dieser Gleichung mit dem Ölgewicht  $G = Q \gamma_0 = m_0 n_0$ , das in der Zeiteinheit den Wascher durchläuft, so wird, nach  $G$  aufgelöst,

$$G = Q \gamma_0 = \frac{P_0 m_0 N}{P_0} \dots\dots\dots 32.$$

Aus der allgemeinen Gasgleichung 13 folgt, wenn man entsprechend den Bezeichnungen des vorliegenden Falles den Gesamtgasdruck durch  $P_0$  und das Gasvolumen mit genügender Genauigkeit durch das in cbm gemessene Anfangsvolumen  $V_1$  des Gases ausdrückt, die Beziehung:

$$N = \frac{P_0 V_1}{0,0821 T}$$

Dies in Gleichung 32 eingesetzt ergibt:

$$G = Q \gamma_0 = \frac{P_0 m_0 V_1}{0,0821 T} \dots\dots\dots 33.$$

Berücksichtigt man, daß zur größtmöglichen Benzol- auswaschung diese Größe  $G$  die geringste Ölmenge bei einer unendlich großen Waschfläche bezeichnet, so ist leicht zu erkennen, daß man für ein endliches Maß an Waschfläche die Ölmenge  $G$  praktisch größer machen muß, als die Ausdrücke 32 oder 33 ergeben, denn was an Waschfläche gegenüber dem gedachten Grenzfall weniger vorhanden ist, muß natürlich, um ein möglichst hohes Benzol- ausbringen zu erreichen, durch eine größere Öl-

menge ersetzt werden, was allerdings auch, wie sich später zeigen wird, eine gewisse Grenze hat. Für technische Rechnungen schreibt man deshalb besser:

$$G \geq \frac{P_0 m_0 N}{P_0} \dots\dots\dots 34$$

und

$$G \geq \frac{P_0 m_0 V_1}{0,0821 T} \dots\dots\dots 35.$$

Der letzte Ausdruck läßt sich auch schreiben:

$$\frac{G}{V_1} \geq \frac{P_0 m_0}{0,0821 T} \dots\dots\dots 36$$

oder

$$\frac{G}{V_1} \geq \frac{P_0 m_0}{0,0821 (273 + t)} \dots\dots\dots 36a,$$

und in dieser Form stellt er dann das Waschölgewicht auf 1 Volumeneinheit des Gases, gemessen in kg auf 1 cbm Gas, dar.

Zur Ausrechnung eines Zahlenbeispiels sind die Zahlenwerte des Dampfdruckes  $p_0$  des reinen Benzols für verschiedene Temperaturen  $T$  bzw.  $t$  erforderlich und deshalb in Zahlentafel 1<sup>1</sup> zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

t . . . . . °C	-10	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$p_0$ . . . . . mm QS	13	25	34	45	59	76	96	120	149	184

Setzt man z. B. die Temperatur  $t$  zu 25° C und das mittlere Molekulargewicht  $m_0$  des Waschöls annahmeweise zu 170 fest, so wird  $p_0 = 96$  mm QS =  $\frac{96}{760}$  at, und man erhält nach Formel 36a

$$\frac{G}{V_1} \geq \frac{\frac{96}{760} \cdot 170}{0,0821 (273 + 25)} = 0,88 \text{ kg/cbm,}$$

d. h. zum Waschen von 1 cbm Gas von 25° C sind mindestens 0,88 kg Waschöl erforderlich. Beachtenswert ist dabei auch, daß der Benzolgehalt  $\gamma$  des Gases nicht in Erscheinung tritt.

Aus der Gleichung 32 bzw. 34 als der allgemeinsten Formel für das Ölgewicht  $G$  sind die Faktoren klar zu erkennen, die einen Einfluß auf die benötigte Mindestölmenge haben. Legt man eine bestimmte zu waschende Gasmenge zugrunde, deren Größe also durch die Zahl ihrer Mole  $N$  ein für allemal gegeben wäre, so verhalten sich die erforderlichen Gewichtsmengen Öl zunächst umgekehrt wie die jeweiligen Gesamtdrücke des Gases; man würde also z. B. in demselben Maße, wie man das Gas verdichtet, die Mindestmenge des Öles verkleinern. Dieser Fall hat praktisch nur geringe Bedeutung, da der Gasdruck  $P_0$  im allgemeinen bei den hier in Betracht gezogenen Fällen immer gleich 1 at ist. Im übrigen ersieht man aus der Gleichung 32 bzw. 34, daß das Mindestölgewicht unter sonst gleichen Verhältnissen proportional dem Dampfdruck  $p_0$  von reinem Benzol zunimmt, der ja bekanntlich eine Funktion der Temperatur  $T$  bzw.  $t$  allein ist und mit zunehmender Temperatur

wesentlich steigt. Beispielsweise beträgt nach Zahlentafel 1 der Benzoldampfdruck  $p_0$  bei 20° C 76 mm QS, bei 30° C 120 mm QS und bei 40° C 184 mm QS. Hieraus folgt, daß das für eine unendlich große Wascheranlage zu berechnende Mindestölgewicht, wenn es bei 20° C die Größe 1 besitzt, bei 30° C die Größe  $\frac{120}{76} = 1,58$

und bei 40° C sogar die Größe  $\frac{184}{76} = 2,42$  haben muß,

um jedesmal ein gleiches Benzol ausbringen zu verbürgen. Für praktische Fälle, wo natürlich immer nur Wascheranlagen von endlicher Größe in Frage kommen, muß sich dieses Gesetz für den Einfluß der Temperatur nicht ohne weiteres wenigstens zahlenmäßig genau gleichbleiben. Es wird jedoch später an Hand der eingehenden Theorie gezeigt werden, daß die vorstehend für unendlich große Waschflächen gefundenen Beziehungen über den Einfluß der Temperatur mit sehr großer Annäherung auch für Wascheranlagen von endlicher Größe gelten. Jedenfalls bleibt somit der Einfluß der Temperatur immer dem Wesen nach völlig gleichartig, daß nämlich mit steigender Temperatur in den Washern auch die erforderliche Waschölmenge erheblich größer wird. Mit der Verwendung einer größeren Ölmenge ist natürlich auch eine entsprechend größere Ausführung der Benzolfabrik im allgemeinen nötig, so daß sich die Baukosten der eigentlichen Benzolfabrik bei einer mangelhaften Gas- und Ölkühlung jedenfalls wesentlich erhöhen müssen, wenn man ungenügendes Auswaschen des Benzols vermeiden will. Im allgemeinen berechnet man die Größenverhältnisse einer Benzolfabrik auf eine Gas- und Öltemperatur von 25° C.

Der erläuterte Einfluß der Temperatur auf die Größe des Mindestölgewichtes  $G$  ist so wichtig, daß es lohnend erscheint, ein Zahlenbeispiel rechnerisch und schaubildlich durchzuarbeiten. Die Mindestölmenge  $G$  für eine Gasmenge von  $V_1 = 200\,000$  cbm in 24 st, gerechnet bei 25° C und 1 at, soll ermittelt und die Änderung ihrer Größe mit der Temperatur festgestellt werden.

Nach Gleichung 33 wird mit der Festsetzung  $m_0 = 170$  und  $T = 273 + 25$

$$G = P_0 \frac{170 \cdot 200\,000}{0,0821 (273 + 25)} = \frac{96}{760} \cdot \frac{170 \cdot 200\,000}{0,0821 \cdot 298} = 175\,300 \text{ kg.}$$

Für andere Arbeitstemperaturen als 25° C ändert sich in den Zahlenfaktoren der Rechnung, wie die allgemeine Formel 32 zeigt, nur der Zahlenwert von  $p_0$ , da alle andern Faktoren ( $m_0, N, P_0$ ) für das betrachtete Beispiel unveränderlich sind. Wenn man dies beachtet, so erhält man durch Einsetzen der Werte von  $p_0$  aus Zahlentafel 1 die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Ergebnisse.

Zahlentafel 2.

Temperatur t . . . . . °C	-10	0	10	20	25	30	40
Waschölgewicht $G$ kg	23750	45700	82600	139500	175300	219300	336000

<sup>1</sup> Kalender für das Gas- und Wasserfach 1915, S. 16.



Die vorstehenden Zahlenergebnisse sind in Abb. 3 schaubildlich aufgetragen worden. Der außerordentlich große Einfluß der Temperatur auf die erforderliche Waschölmenge ist ganz augenfällig.

In Abb. 3 ist zur Ergänzung noch durch den Abzissenpunkt  $t = 0^\circ$  eine Tangente an die gezeichnete Kurve gelegt worden, wodurch die bemerkenswerte Beziehung erkennbar wird, daß das Mindestwaschölgewicht in dem Temperaturbereich zwischen ungefähr  $15$  und  $30^\circ \text{C}$ , also gerade den praktisch vorkommenden Grenzen, sehr annähernd proportional der Temperatur  $t$  ist.

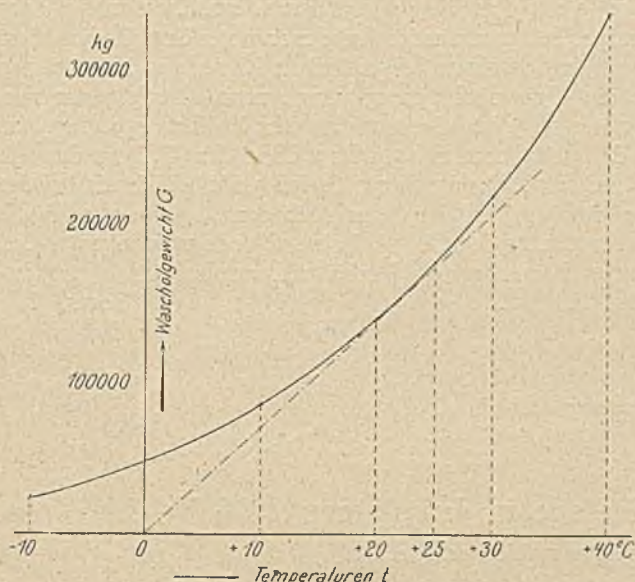


Abb. 3. Mindestwaschölgewichte für eine Gasmenge von 200 000 cbm in 24 st.

Eine weitere höchst bemerkenswerte Beziehung ergibt sich aus Gleichung 32 bzw. 33; sie besagt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen das benötigte Mindestölgewicht proportional mit dem Molekulargewicht  $m_0$  des Waschöls steigt. Je höher das Molekulargewicht des Waschöls ist, desto mehr Waschöl muß also unter sonst gleichen Verhältnissen unter die Wascher fließen. Zu beachten ist, daß sich diese Angabe auf das Ölgewicht  $G$  und nicht das Ölvolumen  $Q$  bezieht. Wird die Ölmenge in cbm ausgedrückt, so wird an Waschölvolumen weniger benötigt, je höher das spezifische Gewicht des Waschöls ist. Das mittlere Molekulargewicht des Waschöls kann demnach gewissermaßen als Maßstab für seine Brauchbarkeit angesehen werden. Je kleiner das mittlere Molekulargewicht ist, desto weniger Waschöl ist für den Umlauf notwendig.

In der wissenschaftlichen Literatur lassen sich bislang keine auf Versuchen beruhenden Angaben über das mittlere Molekulargewicht von Waschölen finden; es bedarf daher vielleicht nur der vorstehend begründeten Anregung, um die wissenschaftliche Forschung auch auf diesen Punkt zu lenken. Übrigens ist die Bestimmung des mittleren Molekulargewichts von Waschöl nach den bekannten Verfahren zur Molekulargewichtsbestimmung von gelösten Körpern nach Ansicht des Verfassers nicht

mit erheblichen praktischen Schwierigkeiten verknüpft<sup>1</sup>, so daß sich für den praktischen Betrieb wohl ein einfaches Verfahren ausbilden ließe, das laufend zur Betriebsüberwachung auch von Laboratoriumsgehilfen leicht ausgeführt werden könnte. Jedenfalls läßt sich aber aus den vorangegangenen Betrachtungen ohne weiteres schließen, daß die schweren Kohlenwasserstoffe, wie Anthrazen und noch höher siedende pechartige Bestandteile als Beimengungen des Waschöls, die sein mittleres Molekulargewicht unnötig erhöhen, für eine gute Aufnahmefähigkeit des Öls an Benzolen, abgesehen von sonstigen unpraktischen und störenden Betriebseigenschaften, nachteilig sind. Nach der vorstehenden Theorie würde z. B. Benzol am besten von Toluol, danach von Xylol, Solventnaphtha usw. absorbiert werden. Im praktischen Betriebe sind aber diese Stoffe als Absorptionsmittel ausgeschlossen, da ja der Gasstrom in jedem Kubikmeter ebensoviel von den Waschflüssigkeiten dampfförmig mitführt, wie sein Volumen selbst beträgt. Je höher demnach die Dampfspannung der Waschflüssigkeit ist, desto größer ist das Gewicht an Waschflüssigkeit, das der Gasstrom fortträgt, indem er sich damit sättigt.

Wenn in 24 st beispielsweise rd. 200 000 cbm Gas durch den Wascher bei  $25^\circ \text{C}$  strömen, werden ebenso viele Kubikmeter Waschöldampf von dem für diese Temperatur geltenden Dampfdruck mitgeführt. Je geringer nun die Dampfspannung der zu benutzenden Waschflüssigkeit ist, desto geringer ist das Gewicht an Waschöl, das vom Gas mitgenommen wird. Auch praktisch ist die durchschnittliche Dampfspannung eines Waschöls niemals gleich Null, weshalb wohl immer etwas Waschflüssigkeit vom Gas dampfförmig mitgeführt wird, die sich auch durch die sogenannten, auf Stoßwirkung beruhenden Ölausscheider nicht abfangen läßt. Je nach der Behandlung des Gases in der Kondensationsanlage oder je nach der Zusammensetzung des Gases kommen allerdings auch im Betriebe Fälle vor, in denen der Waserverlust an Öl tatsächlich gleich Null ist. In solchen Fällen ist anzunehmen, daß das Gas schon vor der Berührung mit der Waschflüssigkeit mit den entsprechenden Bestandteilen des Waschöls gesättigt war, was insofern leicht zu erklären ist, als sich ja auch das Waschöl aus Teerölen zusammensetzt, die ursprünglich im heißen Rohgas dampfförmig als Bestandteile des Teers enthalten waren und im Verlauf der Kondensation des Gases nach und nach verdichtet wurden.

Der Ölverlust läßt sich demnach nur dann vorausrechnen, wenn man außer dem Dampfdruck und der Dampfdichte des zu verwendenden Waschöls auch die im Gase vielleicht schon vorhandenen Ölbestandteile und ihre Dampfspannung bei der gegebenen Temperatur kennt. In Wirklichkeit werden sich diese Zahlen versuchsmäßig nicht leicht feststellen lassen. Man wird sich aber auch schon ein Bild von dem unvermeidlichen Waschölverlust machen können, wenn man voraussetzt, daß vorher keine Ölbestandteile im Gas enthalten sind und damit vom Gas so viel Kubikmeter dampfförmiges Waschöl von der in Frage kommenden Dichte mitgeführt werden, wie das die Wascher durchströmende

<sup>1</sup> s. die bekannten Lehrbücher von Nernst, Vorlesungen von van t'Hoff, H. 2, S. 27, und ähnliche Lehrbücher.

Gasvolumen ausmacht. Aus diesem Grund eignet sich auch natürlich selbst das schon höher siedende Xylol nicht als Waschmittel für Benzol, weil der Waschölverlust außerordentlich hoch sein würde, wie aus dem folgenden Zahlenbeispiel hervorgeht.

Bei einer Kokereianlage, die in 24 st. auf 25° C und 760 mm QS bezogen, 200 000 cbm Kokereigas erzeugt und Xylol als Waschöl verwendet, würden bei einem Betriebsdruck von 1 at oder 760 mm QS entsprechend der Dampfspannung von Xylol, die bei 25° C 28,5 QS beträgt,  $V = \frac{760 \cdot 200\,000}{760 - 28,5} = 208\,000$  cbm dampfförmiges Xylol entzogen. 1 cbm Xyloldampf wiegt<sup>1</sup> bei 25° C und 760 mm QS 4,33 kg, folglich bei 28,5 mm QS  $\frac{4,33 \cdot 28,5}{760} = 0,1625$  kg; man erhält daher als Ergebnis eine Menge von  $208\,000 \cdot 0,1625 = 33\,800$  kg oder 33,8 t, die täglich an Xylol verloren gehen würde, abzüglich der geringen Menge Xylol, die vorher im Gas enthalten ist, was bei 200 000 cbm Gas täglich etwa 500 kg ausmachen würde.

<sup>1</sup> Kalender für das Gas- und Wasserfach 1915, S. 17.

Aus diesem Beispiel ersieht man zur Genüge die praktische Notwendigkeit der Verwendung höher siedender Waschflüssigkeiten mit niedrigen Dampfspannungen. Auf den einzelnen Anlagen fallen die Waschölverluste bekanntlich sehr verschieden aus, was, wie bereits erwähnt worden und aus den vorstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, nicht immer auf die mangelhafte Wirkung der Waschölausscheider zurückzuführen, sondern in den meisten Fällen durch die Zusammensetzung des Gases und Waschöls begründet ist. Je nach der Einrichtung und der Betriebsweise der Kondensations- und Nebengewinnungsanlagen, wodurch die höher siedenden Teeröle im Gas bis zu den Benzolwaschern mehr oder weniger belassen werden, wird man unter Umständen überhaupt mit keinem eigentlichen Ölverlust zu rechnen haben. Nebenbei bemerkt kann man streng genommen von einem Ölverlust nicht unmittelbar sprechen, da ja das von Gasen mitgeführte Öl in dem Fall, in dem sie später zur Heizung dienen, seine volle Heizkraft bei der Verbrennung ergibt, wenn auch dem Geldwert nach die Verbrennung des Öls bei hohen Ölpreisen, wie unter den heute herrschenden Verhältnissen, natürlich unwirtschaftlich ist.

(Forts. f.)

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

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

### Legierungen des Siliziums<sup>1</sup>.

Siliziumeisen wird von Gehalten über 14–16% Silizium ab ausschließlich im elektrischen Ofen gewonnen. Unter den Rohstoffen sind nach S. M. Cope man<sup>2</sup> Eisenabfälle oder Stahlspäne den Pyriten oder andern Eisenerzen vorzuziehen, weil durch letztere leicht zu viel Schwefel und Phosphor in die Legierung kommen. Nach W. Pick und W. Conrad<sup>3</sup> geht allerdings der als Sulfid in den Ausgangsstoffen (gerösteten Pyriten, schwefelreichen Kohlen) vorhandene Schwefel nicht in das Siliziumeisen über, sondern nur der Sulfatschwefel. Vom Phosphor wird ein großer Teil, namentlich bei hohen Spannungen, verflüchtigt. Trotzdem dürfen die Eisendrehspäne nicht über 0,1%, Gußeisenabfälle nicht 1% Phosphor enthalten. In den Drehspänen vorhandenes Mangan wird vollständig, Kupfer zur Hälfte verflüchtigt. Ein für die Erzeugung von Siliziumeisen recht geeigneter Rohstoff sind nach Ch. Louis<sup>4</sup> fast reine Eisensilikatschlacken aus dem Frischofen. Sand ist nach Cope man zu unrein. Statt seiner muß Quarz, der nicht zu fein sein darf, verwendet werden. Verbindungen des Kalziums, Aluminiums und Magnesiums sollte er, wie auch

die Kohle, nach Pick und Conrad nicht enthalten weil diese Metalle zu spätem Zerfall des Siliziumeisens führen. Namentlich wirkt in dieser Hinsicht Kalzium schädlich, wenn es sich mit Phosphor verbindet. Die Verbindung würde bei der Beförderung und Lagerung des Siliziumeisens selbstentzündlichen und giftigen Phosphorwasserstoff entwickeln. Damit die Bildung dieses Gases und anderer schädlicher Stoffe vermieden werde, ist man nach Cole man auch von der Verwendung des Kalks als Flußmittel fast vollständig abgegangen. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß, je reiner die Rohstoffe sind, sich desto weniger Schlacke bildet, was anzustreben ist, und desto besser das Ausbringen wird. Deshalb verwendet die Compagnie générale d'Electrochimie in Bozel für die 80%ige Legierung statt des für die 25- und 50%igen Sorten benutzten Anthrazits die teurere Holzkohle. In Wednesfield gewinnt die British Coalite Co. Ltd. 99%ige Kieselsäure aus 8,5% Bitumen enthaltendem Sandstein. Sie wird im Gemenge mit 95,4%igem Eisenoxyd (gefällt) und 10% Anthrazit mit Pech<sup>1</sup> angemacht. Nachdem die flüchtigen Kohlenwasserstoffe abgetrieben sind, hat man gut mit Kohle durchmischte Stücke von hohem elektrischem Widerstand. Der Reduktionsstoff braucht nach Pick und Conrad nicht getrocknet zu werden. Aschengehalt schadet nichts. Aus diesem Grunde werden nach Louis von

<sup>1</sup> Über die mit Vanadium, Wolfram und Molybdän s. unter diesen Metallen.

<sup>2</sup> Englisches Gelbbuch; Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 133.

<sup>3</sup> Stahl u. Eisen 1908, S. 793 und 836; Z. d. Ing. 1908, S. 1007; Die Herstellung von hochprozentigem Ferrosilizium im elektrischen Ofen, Halle 1909.

<sup>4</sup> Bull. Technol. 1911, S. 941; Rev. de Mét. 1911, Bd. 8, Extraits S. 62.

<sup>1</sup> Pechkoks würde zu gut leiten.

einigen Fabriken aschereiche Anthrazite, die für die gewöhnliche Benutzung unbrauchbar sind, mit Vorteil verwendet, wenn sie Kieselsäure und Ferrioxyd zugleich enthalten. Da ein Teil des Koks ohne zu reduzieren verbrennt, nimmt man der Erfahrung nach so viel Kilogramm Koks wie die Kieselsäure Kilogramm Sauerstoff enthält.

Die Öfen<sup>1</sup> werden aus feuerfesten Steinen aufgebaut, außen mit Eisen bekleidet und innen zuweilen mit einer Kohlenmasse, die der für die Elektroden benutzten ähnelt, überzogen. Kleine Öfen sind nach Pick und Conrad unvorteilhafter als große. Als allgemeine Regeln für den Bau haben zu gelten: 1. Die Elektroden müssen von der Beschickung durch eine Gasschicht getrennt sein, damit, wenn in der Hitze die Beschickung elektrisch leitend wird, der Strom nicht durch den ganzen Ofenquerschnitt und die gleichfalls leitend werdenden Wände gehen kann, sondern die Energie in der Mitte konzentriert bleibt. Eine solche Gashülle kann sich nicht bilden, wenn die Beschickung auf den Elektroden liegt. Deshalb sind sie aufzuhängen. 2. Die beste Ofenauskleidung ist die durch die Beschickung. Außer ihr wird nur Kohle nicht durch das Siliziumeisen angegriffen. Die Wände sind zu kühlen. 3. Der Strom sollte, außer bei Öfen für weniger als 800 KW, nicht durch eine Bodenelektrode zugeführt werden, weil sich Kohle und Eisen zu verschieden ausdehnen. Auch bei kleinen Öfen tritt dazu der Übelstand, daß von einer Bodenelektrode aus der Strom durch die schon fertige Legierung gehen muß. 4. Die Eisenplatten der Elektrodenhalter müssen rechtwinklig zu den Kanten des Kohlenbündels liegen, um den Strom in letztem zu konzentrieren. Die Halter sollten Wasserkühlung haben.

Gleichstrom und Wechselstrom unterscheiden sich in der Nutzwirkung nicht. Ersterer führt aber, abgesehen von den Umständen, die seiner Natur nach gegen ihn sprechen, durch Elektrolyse leicht Verunreinigungen (K, Na, Ca, Al) in das Siliziumeisen ein. Im allgemeinen wählt man für kleine Öfen Einphasenstrom, für große (mit mehreren tausend PS) Dreiphasenstrom. Die Transformatoren sind bis zu 2000 KW einphasig, darüber dreiphasig. Für einen Vierphasenofen kann man entweder drei einphasige Transformatoren oder einen dreiphasigen benutzen.

<sup>1</sup> Die auch zur Stahlherstellung und -reinigung benutzbaren werden in dem Aufsatz über Eisen behandelt werden.

Die Spannung, die man anwenden kann, hängt von der Art des Reduktionsmittels ab. Holzkohle läßt 60–80 V zu. Bei Benutzung von Kohle oder Anthrazit nimmt man besser niedrigere (25–50 V). Je höher die Spannung ist, desto reiner, besonders desto ärmer an Phosphor scheint die Legierung zu werden. Große Stromdichte führt nach Gin zu beträchtlicher Verflüchtigung von Silizium und zu hohen Energiekosten. Indessen steigt die notwendige Stromdichte mit der Siliziummasse, die in die Legierung gehen soll. Louis gibt für 30%iges Siliziumeisen 250–300 Watt auf 1 cbdm innern Ofenraum an, während für 50%iges 350 Watt und für noch reichere Legierungen 400 Watt günstig sind.

Damit sich möglichst wenig Silizium verflüchtigen kann, müssen die Elektroden ständig in der Beschickung eingebettet bleiben, so daß die heißen Gase und Dämpfe vor ihrem Austritt in die Luft die obere Beschickungsschichten durchstreichen. Das ist mit feinem Quarzsand nicht zu erreichen. Beim Heben der Elektroden die verhältnismäßig gut leitende Kohle, beim Senken den verhältnismäßig schlecht leitenden Quarz hinzuzufügen<sup>1</sup>, empfiehlt sich nicht. Ständige Stromschwankungen und unregelmäßige Gasentwicklung zeigen an, daß man abstecken muß. Dies sollte nicht öfter als nötig geschehen. Im übrigen spielen hierbei der angestrebte Gehalt der Legierung und die Größe des Ofens eine Rolle. Nach dem Festwerden des Blocks und seiner Zerkleinerung überzieht man die noch heißen kleinen Stücke häufig, wenigstens wenn 50%iges Siliziumeisen vorliegt, mit Paraffin oder taucht sie in Petroleum, um ihren spätern Zerfall an der Luft zu verhüten. Pick und Conrad empfehlen, Copeman verwirft dies, weil man so behandeltes Ferrosilizium vor seiner Benutzung erst wieder erhitzen muß und sich dabei schädliche Gase bilden können.

Die Energieausbeute bei der Erzeugung von Siliziumeisen hängt von dem gewünschten Siliziumgehalt der zu erschmelzenden Legierung, von der Art und Reinheit der Rohstoffe, von dem angewendeten Verfahren, von der Strom- bzw. Energiedichte, von der Spannung und von der Ofenführung ab. Louis gibt folgende Zusammenstellung der bei gutem Betriebe zu erhaltenden Ausbeuten:

<sup>1</sup> vgl. das Patent von Preece, S. 816.

Ausgangsstoffe	% Si in der Legierung	kg auf 1 KWst	KWst auf 1 t	KW-Jahre auf 1 t	t auf 1 KW-Jahr
Reiner Quarz, Koks und Eisendrehspäne . . . . .	25	0,25	4 000	0,476	2,1
	50	0,125	8 000	0,902	1,05
	75	0,083	12 000	1,43	0,70
Frischofenschlacke und Koks . . . . .	25	0,25	4 000	0,876	2,1
	30	0,207	4 800	0,572	1,75
Frischofenschlacke, Holzkohle und Flintstein . . . . .	35	0,179	5 600	0,665	1,50
	50	0,120	8 000	0,952	1,05
Quarz, Eisenerz, Koks oder Anthrazit . . . . .	25	0,207	4 800	0,572	1,75
	50	0,104	9 600	1,144	0,875
25%iges Siliziumeisen . . . . .	50	0,104	9 600	1,144	0,875

Verwendung von Eisenerzen statt der Drehspäne vermindert das Ausbringen. Benutzung von Ferrosilikat-schlacken erhöht es. Die Silikate sind leichter schmelzbar

als die Kieselsäure und werden bei verhältnismäßig niedriger Temperatur reduziert, so daß die Verflüchtigung von Silizium stark herabgesetzt wird. Mit einem großen

Dreiphasenofen für 1800 KW konnten nach Pick und Conrad aus einer 54% (198 610 kg) Quarz (95% SiO<sub>2</sub>, 3,9% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 20% (86 840 kg) Eisen (98,5%ig) und 30% (124 810 kg) Holzkohle (71,9% C, 4% Asche) in 633 st oder durch 44 764 KW-Tage 162 479 kg 45- bis 50%iges Siliziumeisen mit 77 285 kg Silizium unter Verbrauch von 6106 kg Elektroden erzeugt werden. Das entspricht 1,73 kg reinem Silizium auf 1 KW-Tag oder einem Ausbringen von 57,28%. Dazu kommen in der Wärmebilanz 8,61% verflüchtigtes Silizium, 0,23% verflüchtigtes Eisen und 33,88% Wärmeverlust durch Leitung, Strahlung usw. Copeman gibt an, daß in den Keller-Leleux-Werken in Livet (Isère), die 5 Keller-Öfen für je 1200 PS mit je 500 kg Ausbringen in 2 st und 3 Öfen für je 500 KW mit je 2 t Ausbringen in 24 st haben, für 1 t 30%iges Siliziumeisen 3500 KWst gebraucht werden, und daß 20 t der Legierung täglich unter Verbrauch von 4000 PS erzeugt werden können.

Den Gesteigungspreis für 1 t 50%iges Siliziumeisen gibt Louis zu 155 *M* an. Diese verteilen sich folgendermaßen: Allgemeine Unkosten 6,40 *M*, 0,952 KW-Jahr (zu 40 *M*) 37,90 *M*, 50 kg Elektroden 14,00 *M*, 1850 kg Quarz (1 t 4,80 *M*) 8,90 *M*, 825 kg Koks (1 t 29 *M*) 23,80 *M*, 525 kg Eisendrehspäne (1 t 48 *M*) 25,20 *M*, verschiedene Stoffe 1,20 *M*, Verpackung 4,80 *M*, Unterhaltungskosten 7,20 *M*, Löhne 20,00 *M*, Tilgung 5,60 *M*.

Von neuern Anlagen sei die der Porsgrunds Elektrometallurgische A.S. in Porsgrund, Norwegen, erwähnt, die im Dezember 1915 in Betrieb kam.

Die Zahl der Vorschläge<sup>1</sup>, die auf dem Gebiete der elektrothermischen Erzeugung von Siliziumeisen in dem Berichtszeitraum gemacht worden sind, ist nicht groß, weil die wesentlichen Erfordernisse durch langjährigen Betrieb erprobt sind.

Das Gemenge von Kieselsäure, Eisen (oder Eisenerz) und Koks erhitzt E. F. Price<sup>2</sup> in einem nach unten zusammengezogenen Schacht zwischen einer Bodenelektrode aus einer wassergekühlten Gußstahlplatte und einem obern Eisenring, der zugleich die Beschickungsvorrichtung trägt. Ehe die Beschickung als Erhitzungswiderstand dienen kann, wird der Stromdurchgang durch andere Mittel eingeleitet. Nach einiger Zeit wirkt natürlich die auf der Stahlplatte erstarrte Legierungsschicht als Bodenelektrode. Der untere Teil der Beschickung wird wegen des geringern Querschnitts am stärksten erhitzt. Bei einem andern Ofen von E. F. Price zur Erzeugung von Siliziumeisen<sup>3</sup> oder dem manganhaltigen Siliziumspiegel<sup>4</sup> wird ein Bogen zwischen der Kohlenauskleidung und zwei Elektroden, die von oben herabhängen, erzeugt. Man gibt auf den Herd zunächst eine kleine Menge der Beschickung, die aus einem Gemenge von Kieselsäure, Eisen oder Eisenerz (im zweiten Fall unter Zumischung von Mangan) und Koks besteht. Das Verhältnis der Bestandteile muß so gewählt werden, daß die Beschickung in der Hitze teilweise leitet, oder letzteres muß durch Zugabe von Eisenstücken bzw. Magneteisenerz und Koks erreicht werden. Der Ofen

wird dann allmählich gefüllt, bis unter normalen Arbeitsbedingungen die Elektroden in die Beschickung eingebettet sind. Dann wird außerdem die Spannung so niedrig gehalten, daß durch die Beschickung hindurch kein wesentlicher Stromschluß eintreten kann. Die hohe Schicht der Beschickung hält die Wärme im Ofen zusammen und schützt die Elektroden vor Oxydation und Abkühlung durch die Luft. Der Tiegel oder der Herd kann<sup>1</sup> so eingerichtet werden, daß er sich nach genügender Ansammlung von Legierung durch einen neuen ersetzen läßt. Will man 50%iges und höhergrädiges Siliziumeisen erzeugen und mit einer obern Elektrode, die in die Beschickung eingebettet ist, arbeiten, so muß nach Price<sup>2</sup> eine große Menge Kieselsäure<sup>3</sup> angewendet werden. Die Beschickung wird dann praktisch ein Nichtleiter für Elektrizität, so daß kein Kurzschluß mit der Bodenelektrode eintreten kann. Wie Kieselsäure muß auch Koks verhältnismäßig reichlich vorhanden sein, um die Reduktion zu erleichtern und die Elektroden zu schützen. Die untere Elektrode bildet zugleich die Sohle des Ofens<sup>4</sup>. Die Schachtwände bestehen auch aus Kohle oder besser aus Quarz, Siloxicon oder Karborund. Sie sind, wie gewöhnlich, von einem Metallgehäuse umgeben, an dem die eine Stromanschlußklemme befestigt ist. Beim Beginn der Arbeit wird die Beschickung durch den Lichtbogen eingeschmolzen.

Sind die Eisenerze schwefelhaltig<sup>5</sup>, so bleiben nach A. Wiens<sup>6</sup> bei Erzeugung einer Legierung mit 6% Silizium etwa 3% Schwefel in ihr. Erst bei etwa 20% Si wird der Schwefelgehalt praktisch klein genug. Liegen zinkhaltige Eisenpyrite vor, so muß man sie zunächst rösten und kann dann als Nebenprodukt Zinkoxyd kondensieren.

Statt von den gewöhnlich benutzten Stoffen kann man nach F. J. Tone<sup>7</sup> auch von Siliziumkarbid und Eisen ausgehen. Eine Beschickung aus 40 T. Karborund und 56 T. Eisen (1 Mol.: 1 At.) liefert Siliziumeisen mit 33% Silizium. Den bei der Reaktion frei werdenden Kohlenstoff kann man weiter auf Kieselsäure oder auf ein Eisenoxyd wirken lassen. Demgemäß läßt sich von Anfang an mit einem Gemenge von Siliziumkarbid, Kieselsäure und Eisenoxyd arbeiten. Die typische Gleichung wäre dann:  $5 \text{ SiC} + \text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \text{ FeSi}_3 + 5 \text{ CO}$ . Vorteilhafter läßt man aber das Siliziumdioxyd fort und benutzt die Reaktion  $3 \text{ SiC} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Fe}_2\text{Si}_3 + 3 \text{ CO}$ . Das schwefelhaltige Eisen-silikat, das bei der Verhüttung geschwefelter Nickelerze als wertloses Nebenprodukt erhalten wird, will Th. L. Willson<sup>8</sup> im elektrischen Bogenofen (wie er bei der Kalziumkarbidindustrie benutzt wird) in Siliziumeisen überführen<sup>9</sup>. Die beim Erhitzen von Gemischen von Silizium, Kalk und eisenhaltigem Koks im elektrischen

<sup>1</sup> Amer. P. 855 478 und 855 479 vom 14. Nov. 1905, erteilt am 4. Juni 1907.

<sup>2</sup> Amer. P. 373 328 vom 14. Nov. 1905, erteilt am 10. Dez. 1907.

<sup>3</sup> Gegen deren Benutzung hat Copeman (vgl. S. 815) Bedenken.

<sup>4</sup> Eine Abbildung bringt z. B. Electrochem. Met. Ind. 1908, Bd. 6, S. 74.

<sup>5</sup> vgl. a. Willson, S. 817.

<sup>6</sup> Amer. P. 973 732; Z. f. Elektrochem. 1911, Bd. 17, S. 124.

<sup>7</sup> Amer. P. 833 427 vom 18. Mai 1905, erteilt am 16. Okt. 1906.

<sup>8</sup> Amer. P. 847 267 vom 11. April 1904, erteilt am 12. März 1907.

<sup>9</sup> Das Verfahren ist dasselbe wie das zur Darstellung von Silizium-nickelisen angewendete.

<sup>1</sup> Einige sind bereits bei der Besprechung des Siliziums selbst gestreift worden.

<sup>2</sup> Amer. P. 882 417 vom 14. Nov. 1905, erteilt am 17. März 1908.

<sup>3</sup> Amer. P. 861 224 vom 31. Aug. 1904, erteilt am 23. Juli 1907.

<sup>4</sup> Amer. P. 861 225 vom 14. Nov. 1905, erteilt am 23. Juli 1907.

Ofen entstehenden Eisensilizide untersuchte B. L. Vanzetti<sup>1</sup>.

Der elektrische Widerstand von Elektrolyteisen wird nach den Untersuchungen von Ch. F. Burgess und J. Aston<sup>2</sup> durch Zusatz von Silizium von 12,1 Mikroh/cm auf 62,2, also auf das 5,13fache, bei 4,655% Silizium gesteigert. Siliziumeisen ist nach F. M. Perkins<sup>3</sup> ein brauchbares Elektrodenmaterial für die Elektrolyse geschmolzener Salze. Wegen seiner Säurebeständigkeit dient es zur Herstellung von Kondensatoren bei der Erzeugung von Salpetersäure und von Abdampfpfannen für Säuren.

Gekohltes Titansiliziumeisen<sup>4</sup>, das zur Refinement von Stahl verwendet werden soll, erhält F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)<sup>5</sup> im elektrischen Ofen entweder durch Reduktion der Oxyde mit Kohle oder durch Behandlung von Titanoxyl mit Kohle unter gleichzeitiger oder nachfolgender Zugabe von Siliziumeisen<sup>6</sup>.

Andere Siliziumlegierungen (Silizide) oder auch Doppelsilizide stellt F. J. Tone (Carborundum Co.) entweder<sup>7</sup> aus dem Gemenge der Oxyde (oder von Kieselsäure und Metall) durch Reduktion mit Kohlenstoff in Gegenwart eines Flußmittels durch Schlacken-erhitzung dar<sup>8</sup> oder<sup>9</sup> durch Einwirkung des Legierungsmetalls oder der Metalle auf Siliziumkarbid<sup>10</sup>.

Metallsilizide und -karbosilizide erhalten L. E. Muller und L. H. Baraduc<sup>11</sup> durch Erhitzen (gewöhnliches<sup>12</sup> oder elektrisches durch Lichtbogen oder Widerstand) von Metalloxyden oder oxydischen Erzen mit Siliziumoxykarbid (Siloxicon) oder Siliziumkarbid (Karborund), wobei vorteilhaft Flußmittel zugesetzt werden. Enthalten diese noch Aluminiumverbindungen und, als teilweisen Ersatz für Kalk, Bariumsulfat, so wird die Bildung der Silizide begünstigt. Die Legierungen sollen, außer zu Schleifsteinen, zur Gewinnung von Stahl ohne Gußblasen, zum Frischen von Gußstahl, zur Herstellung besonderer Stahlsorten und zur Herstellung von Geräten für die metallurgische und die chemische Industrie verwendet werden. Für letztern Zweck eignen sie sich durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, Salzlösungen und -schmelzen. Die andern Verwendungsmöglichkeiten ergeben sich durch ihre nicht zu hohe Schmelzbarkeit, die Leichtflüssigkeit ihrer Schmelzen, ihre hohe Dichte und ihre geringe Oxydierbarkeit.

Die Silizide der darzustellenden Metalle will G. Gin<sup>13</sup> für die Elektroden bei der Elektrolyse ihrer geschmolzenen Oxyde oder basischen Silikate verwenden. Sie

<sup>1</sup> Gazz. chim. ital. 1906, Bd. 36, 1. Hälfte, S. 498.

<sup>2</sup> Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 133.

<sup>3</sup> Electrician, 26. März 1909; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 221.

<sup>4</sup> Eine typische Zusammensetzung ist: 43,69% Fe, 33,70 Ti, 14,23 Si, 8,32 C, 0,08 Al, Spur Ca.

<sup>5</sup> Amer. P. 940 665, erteilt am 23. Nov. 1909.

<sup>6</sup> Andere Titansiliziumeisen-Legierungen sind unter Titan (S. 775) behandelt worden.

<sup>7</sup> Amer. P. 842 273 vom 16. Dez. 1905, erteilt am 29. Jan. 1907.

<sup>8</sup> vgl. a. die Manganlegierung in einem noch folgenden Aufsatz.

<sup>9</sup> Amer. P. 833 427 vom 18. Mai 1905, erteilt am 16. Okt. 1906.

<sup>10</sup> vgl. a. Siliziumeisen, S. 816, und Aluminiummangansilizid in einem noch folgenden Aufsatz.

<sup>11</sup> D. R. P. 210 216 vom 29. Nov. 1906, Priorität vom 29. Nov. 1905. vgl. a. S. Hermann, Elektrochem. Z. 1910, Bd. 17, S. 190 und 220.

<sup>12</sup> Dieses genügt in den meisten Fällen. So lassen sich beispielsweise Legierungen von Silizium mit Nickel, Chrom oder Mangan allein oder noch mit Eisen schon durch die Gebläseflamme bei 1500° erhalten.

<sup>13</sup> D. R. P. 175 886 vom 30. März 1905.

schmelzen allmählich durch die Stromwärme und liefern kohlenstoffreies Metall.

Bei der Verarbeitung geschwefelter Erze kommt man nach Th. L. Willson<sup>1</sup> mit etwa den halben Mengen der Zuschläge aus, die sich berechnen, wenn man den gesamten Schwefel an Kalzium binden, aus diesem CaO(SiO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> erzeugen und aus diesem durch Kohle Kalzium und Silizium frei machen will. Im Bogenofen, der dem sonst zur Erzeugung von Kalziumkarbid benutzten gleicht, soll der Schwefel abgetrieben und gewonnen werden können. Enthält das Erz 44–48% Fe, 4–7% Ni, 1–2% Cu, 26–28% S und 14–22% unlösliche Bestandteile (Diorit), so erhitzt man 300 T. davon mit 120 T. Kalkstein, 98 T. Sand und 107 T. körnigem Koks 2–3 st lang (wenn der Ofen zu Anfang kalt ist) mit 4000 Amp und 35–37 V. Die Legierung weist dann 75,6% Fe, 9,4 Ni, 12,46 Si, 0,635 S, 0,76 Cu und 1,445% unbestimmte Verunreinigungen auf. Wird sie bei ununterbrochenem Arbeiten abgestochen, so bleibt das Kalziumsulfid im Ofen, so daß nach den ersten paar Stunden die Menge des Kalksteinzuschlags stark vermindert werden kann. Wenn dann auch entsprechend mehr Sand nötig ist, wird das Verfahren doch verbilligt. Die Entschwefelung wird vervollständigt, wenn man höher erhitzt oder die Kieselsäuremenge vergrößert oder kurz vor dem Abstechen Flußpat zufügt.

Das Verfahren eignet sich auch für die neukaledonischen Silikaterze, die Eisen, Nickel und Magnesium enthalten. Der Kieselsäurezuschlag kann bei ihnen natürlich im allgemeinen unterbleiben. Die erforderliche Kalkmenge vermindert sich mit wachsendem Magnesiumgehalt. An Koks ist so viel nötig, wie die im Erz vorhandenen Sauerstoffverbindungen erfordern.

Arme Nickelsilikate verarbeitet<sup>2</sup> die Consolidated Nickel Co., Webster, Jackson Co., nach einem von Th. Hennig angegebenen Verfahren im elektrischen Ofen auf Silizide, die in die Stahlindustrie gehen. Aus durchschnittlich 2% Nickel aufweisenden Gemengen von Garnierit (7,3% Ni, 29 Al, 10 Mg, 1,8 Fe, 37,5 SiO<sub>2</sub>, 11,9 H<sub>2</sub>O) und Dunit (1,7% Ni, 6,7 Al, 28,2 Mg, 8,3 Fe, 41,8 SiO<sub>2</sub>, 10,9 H<sub>2</sub>O) erhält man durch Reduktion mit Kohle (ohne Kalk) stahlgraue Silizide mit 40–50% Fe, 10–30 Ni, 5–10 Al, 20–30 Si, 3–5 Cr, 3–4 C.

Siliziummangan erhält die Soc. an. La Néo Métallurgie<sup>3</sup> mit Gehalten von 10–50% Si durch Erhitzen der Gemenge von Kieselsäure, Manganoxyl und Kohle im elektrischen Ofen. F. J. Tone (Carborundum Co.)<sup>4</sup> zieht dem Lichtbogenofen Widerstandserhitzung vor<sup>5</sup>. Er taucht die untern Enden zweier senkrechter Elektroden in eine Beschickung aus 38% Kieselsäure, 24% Braunstein, 21% Kohle und 17% Kalk, in der letzterer natürlich als Flußmittel dient. Hat sich erst einmal flüssige Legierung auf dem Tiegelboden gesammelt und sich über ihre Schlacke ausgebreitet, so dient diese als Erhitzungswiderstand. Ersetzt man den Braunstein durch Manganisen, so entsteht die entsprechende dreimetallische Legierung.

<sup>1</sup> Amer. P. 847 267 und 847 300 vom 11. April 1904, erteilt am 12. März 1907; Electrochem. Metall. Ind. 1907, Bd. 5, S. 140.

<sup>2</sup> Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 277.

<sup>3</sup> Franz. P. 330 276 vom 3. Sept. 1908.

<sup>4</sup> Amer. P. 842 273 vom 16. Dez. 1905, erteilt am 29. Jan. 1907.

<sup>5</sup> vgl. vorher bei Silizium, S. 790.

Eine Legierung aus 140 T. Silizium, 55 T. Mangan und 54 T. Aluminium ( $\text{Al}_2\text{MnSi}_3$ ), erhält F. J. Toner<sup>1</sup>, ähnlich wie Siliziumeisen<sup>2</sup>, aus einem Gemenge von 200 T. Karborund, 87 T. Braunstein und 102 T. Tonerde.

Siliziumkupfer hat P. Lebeau<sup>3</sup> durch Erhitzen von 100 T. Silizium mit 10 T. Kupfer im elektrischen Ofen als kristallinische Masse darstellen können. Das über die Formel  $\text{Cu}_2\text{Si}$  überschüssige Kupfer destilliert ab. Dagegen liefert nach O. Hönigschmied<sup>4</sup> Thoriumoxyd mit Silizium ein Silizid, das stark durch Oxyd verunreinigt ist.

Cersilizid stellten J. Sterba<sup>5</sup> und A. Hirsch<sup>6</sup> dar durch Erhitzen eines trocknen Gemisches von 17,2 T. Cerdioxyd und 8,5 T. Silizium mit 600 Amp und 120 V. Um aus der erkalteten Schmelze die reine (nur durch etwas Eisen verunreinigte) Verbindung  $\text{CeSi}_2$  abzuscheiden zu können, muß sie nach sorgfältigem Befreien von Schlacke und Pulvern mit 5–10%iger Alkalilauge ausgekocht und mit Wasser gewaschen werden. E. Sandlar<sup>7</sup> hat im Lichtbogen am vorteilhaftesten mit einem Gemenge aus Cerkarbid, Kieselsäure und Kalk arbeiten können, während bei Abwesenheit des letztern die Ausbeute klein ist, weil sich viel Cersilizid verschlackt<sup>8</sup>, und wenig bessere Ergebnisse als diese bei Einwirkung von Kalziumkarbid auf Cerdioxyd-Quarzmischung erzielt werden. Immerhin hat letzteres Verfahren den Vorteil, daß man vom Cerdioxyd ausgehen kann, also die großen Verluste vermeidet, die bei seiner Umwandlung in das Karbid eintreten. Man trägt<sup>9</sup> ein Gemenge aus 100 T. Cerdioxyd, 73 T. Quarz und 110 T. Kalziumkarbid in kleinen Anteilen sehr langsam in einen Lichtbogen ein, der zwischen einem kathodischen, in Schamotte eingebauten Graphittiegel und einer auf und ab beweglichen Kohlenanode mit 130–150 Amp bei 65 V erzeugt ist, und schmilzt die sehr kleinen und äußerst stark in der Schlacke verteilten Kügelchen durch Eintauchen der Anodenkohle in die Schmelze zu etwas größeren zusammen. Die möglichst von Schlacke befreiten Kugeln enthielten 73,30% Ce, 23,75 Si und 3,49 C<sup>10</sup>. Bei einem Gemenge von 100 T. Cerkarbid, 72 T. Quarz und 50 T. Kalk muß<sup>11</sup> namentlich im Anfang die Stromstärke zeitweise auf 150 Amp erhöht werden. Später kann die Mischung in größeren Mengen eingetragen werden. Schließlich 5 min langes Eintauchen der Anode in das flüssige Bad schmilzt die kleinen Kugeln der Legierung zu einer großen zusammen. Sie enthielt 73,24% Ce, 24,10 Si und 3,28 C. Auch das aus 100 T. Cerdioxyd und 19 T. Kalziumkarbid durch 180 Amp entstehende goldgelbe Gemisch von unverändertem Dioxyd, Karbid und Oxykarbid liefert<sup>12</sup> eine ziemlich große Menge Cersilizid (mit 72,95% Ce, 24,90 Si

und 2,62 C), wenn es mit Quarz und (zur vollständigeren Reduktion) mit etwas Kalziumkarbid durch 130–140 Amp niedergeschmolzen wird.

Das Cersilizid ist silberweiß oder stahlgrau, hat starken Metallglanz und große Härte, ist ziemlich spröde und leicht zu pulvern. Das Pulver vertrennt in der Gasflamme wie Magnesium. Die Legierung mit 15% Si gibt<sup>1</sup> beim Reiten mit Stahl Funken wie Cereisen. Sie und die andern Silizide sind ausgezeichnete Reduktionsmittel.

Bei gleichzeitiger Gegenwart von Ferrioxyd in der Beschickung entstehen Eisencersilizide. Solche von annähernd der Formel  $\text{Fe}_{16}\text{CeSi}_{13}$  hat Sandlar<sup>2</sup> aus einem Gemenge von 93 T. Ferrioxyd, 21 T. Cerikarbonat, 58 T. Kieselsäure und 60 T. Kohle<sup>3</sup> durch 170–180 Amp erhalten<sup>4</sup>. Es genügt auch die im rohen Cerdioxyd vorhandene Kieselsäure, wenn 352 T. der letztern mit 170 T. Ferrioxyd und 115 T. Kalziumkarbid niedergeschmolzen werden<sup>5</sup>. Dementsprechend wird<sup>6</sup> das Doppelsilizid auch aus 140 T. Cerit und 100 T. Kohle erhalten, wenn man das Gemisch zunächst in kleinen, dann in größeren Anteilen in einen mit 120–130 Amp und 30–40 V gezogenen Lichtbogen einträgt, nach vollständigem Beschicken die Anode noch einige Zeit in die leichtflüssige Schlackendecke taucht<sup>7</sup>, wodurch die Arbeitszeit wesentlich abgekürzt wird, und schließlich die Legierung aus der fein gepulverten Schlacke auf gleiche Weise aus-schmilzt. Einer der so erhaltenen Körper wies im Durchschnitt 64,38% Fe, 15,39 Ce und 28,12 Si auf. Die Zusammensetzung ähnlich dargestellter Produkte war etwa dieselbe. Das Eisencersilizid ist<sup>8</sup> grau, stark metallglänzend, sehr hart, so daß es leicht Glas ritzt, sehr spröde, beständig und durch Flüssigkeiten schwer angreifbar.

Kalziumsilizid will H. Goldschmidt<sup>9</sup> bzw. die Firma Th. Goldschmidt<sup>10</sup> kohlenstofffrei durch Erhitzen eines Gemenges aus 2 T. Kalk und 1 T. Silizium erhalten. Ein Teil des Kalks wird reduziert, ein anderer bildet eine flüssige Schlacke. Damit die Legierung leicht getrennt werden kann, muß die Schlacke beim Abkühlen bröcklig werden. Zu dem Zweck vermischt man obiges Gemenge mit einem Flußmittel. Beispielsweise setzt man zu 100 T. des Kalk-Silizium-Gemenges 15 T. Kalziumfluorid und 5–10 T. Kalziumchlorid und erhitzt im elektrischen Ofen. So wird eine Legierung aus etwa 60 T. Silizium und 40 T. Kalzium erhalten. Ähnlich sind Barium- und Strontiumlegierungen darstellbar. Ihre leichten Körner können von der Schlacke leicht abgeseibt werden. Silizium läßt sich durch Siliziumeisen, Kalk durch Kalkstein oder ein anderes Kalziumsalz ersetzen, das beim Erhitzen Oxyd liefert. Die Einwirkung des Siliziums auf den Kalk geht<sup>11</sup> etwa schon

<sup>1</sup> Amer. P. 833 427 vom 18. Mai 1905, erteilt am 16. Okt. 1906.  
<sup>2</sup> s. S. 816.

<sup>3</sup> Chem.-Ztg. 1905, Bd. 29, S. 1283.

<sup>4</sup> Chem.-Ztg. 1906, Bd. 30, S. 113.

<sup>5</sup> Compt. rend. Acad. sci. 1902, Bd. 135, S. 172; Ann. Chim. Phys.

1901, 8. Reihe, Bd. 2, S. 230.

<sup>6</sup> Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1911, Bd. 20, S. 71.

<sup>7</sup> Über die Darstellung von Cersilizium, Dissertation der Technischen Hochschule München, Frankenthal 1912, S. 36.

<sup>8</sup> Allerdings ist das Silizid (72,75% Ce, 26,44% Si) kohlenstofffrei.

<sup>9</sup> a. a. O. S. 35.

<sup>10</sup> Der Kohlenstoff ist wohl als unverändertes Karbid vorhanden.

<sup>11</sup> a. a. O. S. 33.

<sup>12</sup> a. a. O. S. 45.

<sup>1</sup> Hirsch, a. a. O. S. 97.

<sup>2</sup> a. a. O. S. 25.

<sup>3</sup> Ist die Menge der Kohle nur halb so groß, so wird Cerdioxyd nicht reduziert, sondern Siliziumeisen (mit 21% Si) erhalten.

<sup>4</sup> Das Produkt wies 64,36% Fe, 10,02 Ce und 25,98 Si auf.

<sup>5</sup> Es entstand ein Körper mit 63,11% Fe, 10,94 Ce und 26,12 Si.

<sup>6</sup> a. a. O. S. 11.

<sup>7</sup> Dabei stieg die Stromstärke auf 150–170 Amp und sank die

Spannung auf 10 V.

<sup>8</sup> a. a. O. S. 20.

<sup>9</sup> Amer. P. 915 172, erteilt am 16. März 1909.

<sup>10</sup> D. R. P. 204 567 vom 19. Mai 1905.

<sup>11</sup> Amer. P. 921 607, erteilt am 11. Mai 1909.

beim Schmelzpunkt des Gußeisens vor sich. Wird nach dem obigen Verfahren eine Legierung mit etwa  $\frac{2}{3}$  Si und  $\frac{1}{3}$  Ca erhalten, so reichert man sie nach H. Goldschmidt und O. Weil<sup>1</sup> verteilhaft an Kalzium an. Zu dem Zweck wird sie mit Eisen (1 : 1–2 kg) unter einer Kalziumchloriddecke niedergeschmolzen. So erhält man über Siliziumeisen eine Legierung mit etwa  $\frac{2}{3}$  Ca und  $\frac{1}{3}$  Si. Dasselbe Verfahren ist auf andere Erdalkalisilizide anwendbar.

Die Bildung der Kalziumsilikate, die wegen ihrer schweren Reduzierbarkeit die Ausbeute an Siliziumkalzium verringern, will die Compagnie générale d'Electro-Chimie de Bozel<sup>2</sup> dadurch vermeiden, daß sie als Ausgangstoffe Kalziumkarbid und Silizium nimmt. Ebenso sind die andern Erdalkalisilizide darstellbar. Nach T. L. Willson und M. M. Haff<sup>3</sup> kann man im elektrischen Ofen auch Gemenge von Erdalkalidkarbid und Kieselsäure mit so viel Kohlenstoff erhitzen, wie der Sauerstoff der Kieselsäure erfordert. Eine geeignete Ofenbeschickung besteht z. B. aus 64 T. Kalziumkarbid, 120 T. Quarz und 24 T. Kohle.

Das technisch dargestellte »Silikokalzium«, das Blasenbildung im Stahl verhindert und dem Eisen Phosphor und Schwefel entzieht, ist nach E. Donath und A. Lißner<sup>4</sup> wahrscheinlich als eine feste Lösung verschiedener Kalzium-Silizium-Verbindungen<sup>5</sup> mit freiem Silizium (gefunden in einer Probe unter 60,21% Si, 38% freies), vielleicht auch freiem Kalzium und geringen Verunreinigungen aufzufassen. In das Eisen tritt Kalzium nicht ein, wohl aber Silizium, und zwar in Form der als Silicon bekannten Si-H-O-Verbindung. Als Entschwefelungsmittel für Stahl bewährt sich nach H. Goldschmidt<sup>6</sup> das technisch kohlenstofffreie Kalziumsilizid

<sup>1</sup> Amer. P. 938 758, erteilt am 2. Nov. 1909.

<sup>2</sup> D. R. P. 206 785 vom 7. April 1908.

<sup>3</sup> Amer. P. 934 379, erteilt am 14. Sept. 1909.

<sup>4</sup> Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1909, Bd. 57, S. 611 und 624.

<sup>5</sup> S. Tamara (Z. f. anorg. Chem. 1909, Bd. 62, S. 81) konnte wegen experimenteller Schwierigkeiten nur die eine Verbindung CaSi<sub>2</sub> (in den 35% Si enthaltenden Legierungen) feststellen.

<sup>6</sup> Electrochem. Metall. Ind. 1908, Bd. 6, S. 244.

mit etwa 30% Kalzium und einigen Hundertteilen Eisen, das (wie Silizium) grobkristallinisch, sehr spröde und lufttätig ist. Auch die anwesenden Oxyde werden entfernt, indem sie Silikate bilden. Diese steigen als höchst dünnflüssige Schlacke, die nicht vor dem Stahl erstarrt, an die Oberfläche der Schmelze. Auch Nickel-, Kupfer- oder Bronzeuß kann durch Kalziumsilizid gereinigt werden. Die Thermitreaktionen<sup>1</sup> verlaufen ruhiger als mit Kalzium und schneller als mit Silizium. Sie gehen wie beim aluminothermischen Verfahren vor sich. Nur wird, namentlich beim Verarbeiten großer Mengen der Anfangstoffe, die Schlacke viel flüssiger und erstarrt nicht so schnell wie die mit Aluminium entstehende Korundschlacke. Das gilt namentlich für eine Thermitmischung, die auf 2 T. Kalzium etwa 1 T. Silizium als Einzelmetalle enthält und im Kalorimeter etwa 720 Wärmeeinheiten entwickelt, d. h. gegen 100 weniger als das gebräuchliche Aluminiumthermit. Mehr Kalzium macht die Reaktionen schneller und heftiger und die Schlacke weniger flüssig. Mehr Silizium verzögert die Wirkung.

Ähnlich verhält sich ein Gemenge von 60 T. Magnesium und 40 T. Silizium. Seine Anwendung bringt aber gewisse Nachteile mit sich. Bei der Darstellung der Legierung<sup>2</sup> verdampft zu viel Magnesium, weil Silizium schwerer auf Magnesia als auf Kalk wirkt. Ähnliches gilt für Strontiumsilizid<sup>3</sup>, während 40%iges Bariumsilizid bei verhältnismäßig niedriger Temperatur erhalten werden kann.

Auch eine Legierung aus Silizium (47–57%), Kalzium (15–25%) und Aluminium (2,5–6,5%) empfehlen C. W. Leavitt & Co.<sup>4</sup> beim Stahlguß als Mittel zur Entfernung von Sauerstoff und Schwefel an Stelle des Aluminiums.

(Forts. f.)

<sup>1</sup> a. a. O. S. 360.

<sup>2</sup> Ihre Anwendung ist, wie die des Gemenges der Einzelmetalle, an Stelle des Aluminiumthermits durch das D. R. P. 221 331 vom 27. Jan. 1906 der Firma Th. Goldschmidt geschützt.

<sup>3</sup> s. dagegen die Angaben im vorhergehenden Amer. P. 921 607.

<sup>4</sup> Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 131.

## Bericht des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins über das Geschäftsjahr 1915/16.

(Im Auszug.)

Neben andern Industriezweigen ist es gerade dem deutschen Braunkohlenbergbau, allerdings mit Anspannung aller Kräfte, gelungen, der großen Schwierigkeiten Herr zu werden, die der Krieg unserm Wirtschaftsleben gebracht hat, dadurch, daß er in der Lage war, zur Sicherstellung einer ausreichenden Kohलगewinnung in Deutschland während der Kriegszeit mehr beizutragen als der Steinkohlenbergbau. In diesem war im Jahre 1915 ein Rückgang der Förderung gegen 1914 von 14,8 Mill. t = 9,17% zu verzeichnen, während die Braunkohलगewinnung um 4,4 Mill. t oder 5,27% zugenommen hat. Sie erreichte damit eine Höhe von 88,4 Mill. t gegen 87,1 Mill. t im Jahre 1913. Bei der Preßkohلenerzeugung ist dagegen sowohl im Steinkohlen- als auch im Braunkohlenbergbau eine

Zunahme festzustellen; sie belief sich bei letzterm auf 1,9 Mill. t oder 8,87%. Die gesamte Kohलगförderung im Deutschen Reich betrug 1915 235 Mill. t gegen 245,5 Mill. t in 1914, d. s. 10,4 Mill. t oder 4% weniger. Dieser Rückgang machte sich selbstverständlich auf dem Kohलगmarkt stark fühlbar. Die Nachfrage nach Kohلe überzog während des Jahres 1915 bei weitem das Angebot. An dem Förderausfall ist fast ausschließlich, jedenfalls ganz überwiegend, der Mangel an Arbeitskräften schuld. Der Wagenmangel ist im Berichtsjahr nicht in dem Maß in Erscheinung getreten wie zu Beginn des Krieges, wenn er auch mehrfach, namentlich in den Herbstmonaten (September bis Dezember 1915), Schichtverkürzungen und Feierschichten nötig machte.

Steigende Löhne, Rückgang der Arbeitsleistung und eine starke Verteuerung der Betriebsstoffe machten eine Preiserhöhung für die Erzeugnisse der Braunkohlenindustrie notwendig, jedoch sind mit den bisher während des Krieges vorgenommenen Preissteigerungen noch nicht die in früheren Hochkonjunktoren erzielten Preise erreicht worden, denen ganz erheblich niedrigere Selbstkosten zugrunde lagen. Auch hatte bei Ausbruch des Krieges der nichtsyndizierte Teil der mitteldeutschen Braunkohlenwerke mit Preisen zu rechnen, die bei der großen Mehrzahl der Werke nicht die Selbstkosten deckten. Da durch die Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 13. April 1916 über die Ausdehnung der Bekanntmachung vom 11. November 1915 auf Verträge über die Lieferung von Steinkohle und Braunkohle bestimmt worden ist, daß für den Fall der Festsetzung von Höchstpreisen für Brennstoffe diese auch auf früher abgeschlossene Lieferungsverträge Anwendung finden sollen, hat jedenfalls die Regierung ein Druckmittel in der Hand, ein übermäßiges Ansteigen der Kohlenpreise zu verhindern. Es ist zu hoffen, daß es nach den während des Krieges gemachten Erfahrungen mit Höchstpreisen nicht zu einem derartigen Eingriff kommt. Die bisherige Preispolitik des Braunkohlenbergbaus muß als durchaus maßvoll bezeichnet werden und beweist, daß man allen wirtschaftlichen und politischen Rücksichten voll Rechnung getragen hat, so daß die Anwendung von Höchstpreisen aus dieser Preispolitik keinesfalls gerechtfertigt werden könnte. Wenn auch unverkennbar zu den Gewerben, die während des Kriegsjahres 1915 günstig arbeiten konnten, der Kohlenbergbau gehört, so ist doch bei Beurteilung der Gewinnergebnisse der Gesellschaften zu berücksichtigen, daß sie günstiger erscheinen, als sie tatsächlich sind, denn mit Beendigung des Krieges werden den Werken beträchtliche Ausgaben dadurch erwachsen, daß die während des Krieges aus naheliegenden Gründen zurückgestellten Erneuerungen, Verbesserungen und Aus- und Vorrichtungsarbeiten nachgeholt werden müssen. Im übrigen zeigen die Jahresergebnisse der Braunkohlengesellschaften doch auch, daß eine ganze Reihe von Werken trotz der eingetretenen Preiserhöhungen noch ertraglos geblieben ist oder nur die schon früher erzielten Gewinne verteilen konnte.

Die in der Berichtszeit wiederholt aufgenommenen Versuche, das am 31. März 1913 aufgelöste mitteldeutsche Braunkohlensyndikat wieder aufleben zu lassen, sind ergebnislos geblieben. Im allgemeinen volkswirtschaftlichen und im Interesse des mitteldeutschen Braunkohlenbergbaus wäre es zu begrüßen gewesen, wenn die Verhandlungen Erfolg gehabt hätten. Durch eine Syndizierung der mitteldeutschen Braunkohlenwerke wäre auch die Gefahr beseitigt worden, daß früher oder später auf Grund der Bundesratsverordnung vom 12. Juli 1915 über die Errichtung von Vertriebsgesellschaften für den Steinkohlen- und Braunkohlenbergbau die Landeszentralbehörden die Besitzer der Braunkohlenwerke in einem Zwangssyndikat zusammenfassen. Die Errichtung einer derartigen Zwangsgesellschaft würde zur Folge haben, daß die beteiligten Werke in der Förderung und im Absatz ihrer Erzeugnisse nicht mehr frei sind und namentlich bezüglich der Preisbildung unter weitgehendem Einfluß der Aufsichtsbehörde stehen. Nach dem Kriege werden ungeliebte Lasten zu tragen sein, und nicht zum geringsten von der deutschen Industrie. Es ist nicht zu verkennen, daß die einzelnen Industrien zur Tragung dieser Lasten besser in der Lage sein werden, wenn sie sich eng zusammenschließen und alle Vorteile ausnutzen, die bei freiem Wettbewerb in Fortfall kommen. Dieser Zusammenschluß muß aber freiwillig erfolgen. Die Erfahrungen, die mit dem

Zwangseingriff des Staates in der Kaliindustrie gemacht worden sind, lassen weitere staatliche Eingriffe nicht als wünschenswert und besonders nicht als geeignet erscheinen, eine höhere Wirtschaftlichkeit des Bergbaus herbeizuführen. Die deutsche Industrie, im besondern auch der Kohlenbergbau, hat vor dem Kriege und während des Krieges so hervorragende Zeugnisse für ihre Entwicklungs- und Anpassungsfähigkeit abgelegt und damit das Vertrauen gerechtfertigt, daß sie auch ohne die Fessel des Zwangssyndikats den starken Anforderungen, die in steuerlicher Hinsicht in Zukunft an sie gestellt werden müssen, Genüge leisten wird.

Bis zum Ende des Jahres 1915 waren 30 bis 40% der Beamten und Arbeiter, die vor Ausbruch des Krieges auf den Werksanlagen beschäftigt waren, dem Rufe zu den Fahnen gefolgt. Der notgedrungen herangeholte Ersatz, bei dem es sich um Kriegsgefangene, Internierte, ungelernete Arbeiter aus andern Berufen, jugendliche und weibliche Arbeitskräfte handelte, blieb in seinen Leistungen naturgemäß hinter der der früheren Berufsarbeiter im besten Mannesalter weit zurück, so daß ein Rückgang der Durchschnittsleistung der Gesamtbelegschaft eintrat. Die andauernde Entziehung der eingearbeiteten Arbeitskräfte durch die Einberufung zum Heeresdienst brachte es mit sich, daß das Personal an wichtigen Betriebspunkten häufig wechseln, daß frisch angelernten Kräften die Führung und Überwachung von Maschinen und Triebwerken übertragen werden mußte. Infolgedessen kam es häufig zu Betriebsstörungen, die sich umso störender bemerkbar machten, als es ganz besonders an Handwerkern mangelte, so daß die notwendigen Ausbesserungen nur langsam, zum Teil auch schlecht ausgeführt wurden.

Wenn es trotz dieser und anderer Schwierigkeiten gelungen ist, eine unter den obwaltenden Umständen sehr beachtliche Steigerung der Braunkohlenförderung und Preßkohlenherstellung zu erzielen, so gelang das nur, weil man die Vorrichtungsarbeiten nach Möglichkeit einschränkte, Tiefbaubetriebe und Naßpreßsteinwerke stilllegte und die Arbeiter dieser Betriebe zur Kohlegewinnung im Tagebau heranzog, wo die Leistung des Mannes höher ist. Auch von den in den Abraumbetrieben beschäftigten Leuten wurden viele an die Kohlegewinnungsarbeiten verlegt. Das hatte aber wieder die bedenkliche Folge, daß die Abraumarbeiten im Rückstande blieben und die Vorräte an abgedeckter Kohle in besorgniserregender Weise abnahmen. Der Verein sah sich deshalb veranlaßt, unter Beibringung statistischer Unterlagen bei den zuständigen Behörden darauf aufmerksam zu machen, daß, wenn den Abraumbetrieben nicht die unbedingt notwendigen Facharbeiter, wie Lokomotivführer und Baggerführer, belassen oder wieder zugeführt würden, in absehbarer Zeit die Kohlegewinnung nicht mehr in dem bisherigen Umfang weitergeführt werden könnte. Diesen Vorstellungen blieb der Erfolg nicht versagt.

Ein Erlaß des Kriegsministeriums wies die zuständigen militärischen Kommandobehörden auf die Wichtigkeit der Aufrechterhaltung der Abraumbetriebe für die ungestörte Förderung von Braunkohle und für die Erzeugung von Preßkohle hin und ordnete die Zurückstellung unentbehrlicher Arbeitskräfte der Abraumbetriebe an, soweit dies mit dem militärischen Interesse irgend vereinbar wäre. Auch in andern Erlassen des Kriegsministeriums kommt das Bestreben zum Ausdruck, durch möglichst weitgehendes Entgegenkommen bei der Behandlung von Anträgen auf Zurückstellung und Entlassung von Bergleuten den ungestörten Fortgang der Kohlenförderung sicherzustellen. Trotzdem hat der empfindliche Mangel an Handwerkern und andern Facharbeitern in unverminderter Stärke an-



gehalten, woraus für die Betriebsführung andauernd die größten Schwierigkeiten erwachsen sind und weiter erwachsen.

Wie sehr es auch an andern Arbeitskräften fehlte, zeigt der Umstand, daß die Zahl der im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau beschäftigten Kriegsgefangenen inzwischen auf rd. 20 000 Mann gestiegen ist. Der Verein hat im Laufe der Berichtszeit mehrfach Veranlassung gehabt, mit dem Kriegsministerium und den ihm untergeordneten Militärbehörden in Verhandlungen über Mißstände, die sich aus der Gefangenenbeschäftigung ergeben haben, zu treten. Seine Beschwerden bezogen sich in der Hauptsache darauf, daß nicht mit genügender Strenge gegen die widersetzlichen Kriegsgefangenen von den Wachmannschaften vorgegangen würde, daß es dem Arbeitgeber nicht möglich sei, dem willkürlichen Krankmelden der Kriegsgefangenen und der Verweigerung von Sonntags- und Überarbeit entgegenzutreten, kurz, daß es an der nötigen Disziplinargewalt fehle, um die Leute zu regelmäßiger Arbeit anzuhalten. Die Vorstellungen bewirkten nach dieser Richtung hin entschieden Abhilfe.

Dagegen gelang es nicht, ein Entgegenkommen der Militärbehörde in der Frage der Erhöhung der Rückvergütungssätze für die Beköstigung der Kriegsgefangenen zu erreichen. Durch statistische Erhebungen konnte nachgewiesen werden, daß die durchschnittlichen Kosten der Arbeitgeber für Verpflegung und Unterbringung der Kriegsgefangenen die vom Militärfiskus gewährten Rückvergütungsbeträge nicht unerheblich übersteigen. Bei den anziehenden Preisen für Nahrungsmittel erhöhten sich dabei naturgemäß von Monat zu Monat die vom Arbeitgeber aufzuwendenden Kosten für den Unterhalt der Gefangenen. Die Mehraufwendungen stellen einen recht erheblichen Zuschlag zu dem der Verrechnung mit dem Gefangenenlager zugrunde gelegten Lohn der Kriegsgefangenen dar und verteuern die Arbeitskraft in einer Weise, die außer jedem Verhältnis zu der Arbeitsleistung steht. Diese selbst kann im Durchschnitt nur mit 60 bis 70% der Leistung des einheimischen Arbeiters angenommen werden, in vielen Fällen betrug sie nur 25 bis 30%. Selbstverständlich liegt es den Werksverwaltungen fern, aus der Beschäftigung der Kriegsgefangenen einen besondern Gewinn durch eine im Verhältnis zu den Löhnen einheimischer Arbeiter niedrigere Bezahlung der Arbeitskraft des Kriegsgefangenen erzielen zu wollen, sie legen aber wohl mit Recht Verwahrung dagegen ein, daß sie Aufwendungen für die Arbeitsleistung der Kriegsgefangenen machen sollen, die schließlich nicht gerechtfertigt sind und den Unwillen der einheimischen Arbeiter erregen. Diese Klagen sind übrigens aus allen Kreisen der Industrie laut geworden. Wohl oder übel hat sich die mitteldeutsche Braunkohlenindustrie im April 1916 noch zu einer Heraufsetzung der Kriegsgefangenenlöhne verstehen müssen, trotzdem bei den zunehmenden Schwierigkeiten einer ausreichenden Nahrungsmittelversorgung für die Kriegsgefangenen an und für sich schon mit einer Erhöhung der Aufwendungen und mit einem weitem Rückgang der Arbeitsleistung gerechnet werden mußte; es ist schließlich nur mit Hilfe dieser Arbeitskräfte möglich, die Kohlenförderung so weit aufrechtzuerhalten, wie es bisher geschehen ist.

Unter dem Zeichen des Burgfriedens ist es im Laufe der Berichtszeit zu irgendeiner nennenswerten Ausstandsbewegung der Braunkohlenbergarbeiter nicht gekommen. Die Werksbesitzer zeigten in Berücksichtigung der zunehmenden Verteuerung der Nahrungs- und notwendigsten Gebrauchsartikel nicht nur allen berechtigten Wünschen der Bergarbeiter auf eine Aufbesserung ihres Einkommens das weitgehendste Entgegenkommen, sondern erhöhten

in angemessenen Zeitabschnitten, auch schon ehe Wünsche laut wurden, freiwillig die Teuerungszulagen.

Die von verschiedenen Bezirksleitungen des Verbandes der Bergarbeiter Deutschlands in diesem Frühjahr an die Braunkohlenwerke gerichteten Anträge auf Erhöhung der Teuerungszulagen um bestimmte, sehr hohe Beträge fanden dadurch ihre Erledigung, daß alles, was in dieser Beziehung billigerweise gefordert werden konnte, bereits geschehen war. Die in Form von Lohnaufbesserungen und Teuerungszulagen gewährten Mehrleistungen bis April 1916 bedeuten eine Einkommensteigerung des Bergarbeiters um durchschnittlich 20% des Verdienstes in der Zeit vor Ausbruch des Krieges.

Dabei ist von den Werksverwaltungen nichts unversucht geblieben, um den Bergarbeitern und ihren Familien den Bezug von Lebensmitteln, so besonders Kartoffeln, zu ermöglichen. Leider war es bei der herrschenden Lebensmittelknappheit nicht immer möglich, eine ausreichende Versorgung der Bergarbeiter zu erzielen, und so zeigte sich schließlich ein erhebliches Nachlassen der Arbeitslust und, namentlich infolge des Fett- und Fleischmangels, auch der Arbeitskraft. Vielfach wurden das Verfahren von Überstunden und die Sonntagsarbeit mit dem Hinweis auf die ungenügende Ernährung abgelehnt.

Der Verein nahm deshalb mehrfach Veranlassung, das Kriegsministerium und andere amtliche Stellen auf die Notwendigkeit einer bessern Ernährung der Bergarbeiter aufmerksam zu machen. Ebenso wurde der Verein beim Kriegsernährungsamt darum vorstellig, daß bei der in Aussicht genommenen stärkern Nahrungsmittelversorgung der besonders schwer arbeitenden Industriearbeiter außer den unterirdisch arbeitenden Bergleuten unbedingt auch die im Tagebau bei der Gewinnung und Förderung beschäftigten Leute berücksichtigt werden müßten, was anscheinend zunächst nicht ins Auge gefaßt war. Nach neuern Mitteilungen ist anzunehmen, daß wenigstens für den besonders schwer arbeitenden Teil der Belegschaft des Braunkohlenbergbaus und der Preßkohlenwerke eine bessere Versorgung vom Kriegsernährungsamt sichergestellt wird.

In Arbeitgeberkreisen blickt man mit einer gewissen Besorgnis auf die überreiche Anerkennung des vaterländischen Verhaltens der gewerkschaftlichen Arbeiterorganisationen und ihrer Führer im Kriege, die ihnen von fast allen bürgerlichen Parteien und im besondern auch von Vertretern der Staats- und Reichsregierung bekundet worden ist. Die Befürchtung ist nicht unbegründet, daß dadurch das Kraftbewußtsein der gewerkschaftlichen Arbeiterverbände und ihrer Führer außerordentlich erstarken wird, und bereits liegen Erfahrungen dafür vor, daß dieses Kraftbewußtsein zu immer maßloseren Wünschen der Organisationen auf sozialpolitischem Gebiet und damit zu einer starken Beunruhigung unseres wirtschaftlichen Lebens führen wird. Die im Reichstag neuerlich eingebrachten Anträge der Arbeitervertreter und die Auslassungen in der gewerkschaftlichen Presse zeigen auch immer deutlicher, wie zielbewußt darauf hingearbeitet wird, den Arbeitern in ihrer Gesamtheit, im besondern auch ihren Verbänden, ein weitgehendes Mitbestimmungsrecht über die Arbeitsbedingungen zu verschaffen. Hierhin gehört beispielsweise die bei der Beratung des Etats des Innern von der sozialdemokratischen Partei aufgestellte Forderung, daß zur Beilegung von Arbeitsstreitigkeiten für die einzelnen Industriebezirke Kriegsausschüsse oder Schiedskommissionen errichtet werden sollen. Tatsächlich ist die Heeresverwaltung dem Gedanken der Einrichtung derartiger Kriegsausschüsse, in denen Arbeitgeber und Arbeitnehmer sitzen sollen, wenigstens für die mit Heereslieferung betrauten Unternehmungen bereits nahegetreten.

wenn auch zunächst nur für die Zeit des Krieges. Da aber zu befürchten ist, daß die Arbeiterverbände diese Kriegsausschüsse agitatorisch ausbeuten werden, und daß sie sich nach Beendigung des Krieges sehr schwer wieder werden beseitigen lassen, hat die Vereinigung deutscher Arbeitgeberverbände bereits Vorstellungen gegen die Ausführung dieses Vorhabens erhoben, von dem man nur eine Störung des Wirtschaftsfriedens zu erwarten hat. Erfreulicherweise ist von dem Kriegsministerium die Erklärung abgegeben worden, daß eine zwangsweise Errichtung von Kriegsausschüssen nicht beabsichtigt wird. Immerhin zeigt der Vorgang, der übrigens nicht allein dasteht, wie geneigt man im allgemeinen ist, allen von gewerkschaftlichen Kreisen ausgehenden Wünschen auf Einschränkung der bisherigen Rechte der Arbeitgeber entgegenzukommen.

Als sicher kann man wohl annehmen, daß die vom Bundesrat und Reichstag im Frühjahr 1916 angenommene Novelle zum Reichsvereinsgesetz, wonach die Gewerkschaften künftig nicht als politische Vereine behandelt werden dürfen, wenn sie sich mit solchen wirtschaftspolitischen und sozialen Angelegenheiten befassen, die mit ihrem eigentlichen Aufgabenkreise, der Erlangung günstiger Lohn- und Arbeitsbedingungen, im Zusammenhang stehen, zur Erstarkung der Gewerkschaften beitragen wird.

Dahin zielt auch das Bemühen, die zwangsweise Einführung öffentlicher Arbeitsnachweise durchzusetzen. Von den Sozialpolitikern und in der gewerkschaftlichen Presse ist in der Berichtszeit lebhaft für die Errichtung von öffentlichen unparteiischen Arbeitsnachweisen Stimmung gemacht worden. Auch hat sich der Reichstag in einer Resolution vom 20. März 1915 für die Herstellung eines Netzes von derartigen Arbeitsnachweisen ausgesprochen, mit dem Erfolg, daß die Landeszentralbehörden durch Bundesratsverordnung ermächtigt worden sind, Gemeindebehörden zu verpflichten, öffentliche Arbeitsnachweise zu errichten. Auf Anregung der Vereinigung deutscher Arbeitgeberverbände wurde über die Frage der Errichtung eines Arbeitsnachweises der Arbeitgeber im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau verhandelt. Man gelangte dabei jedoch zu der Überzeugung, daß der Ausführung des Planes, der bereits früher eingehend nach allen Seiten erwogen worden war, zu große organisatorische Schwierigkeiten im Wege stehen, vor allem wegen der großen räumlichen Ausdehnung des Braunkohlenbezirks.

Weil nach allen bisherigen Erfahrungen ein wirklich paritätisches Wirken der öffentlichen Arbeitsnachweise nicht angenommen werden kann und die Gewerkschaften zu der Erwartung berechtigt sind, auf dem Weg über den öffentlichen Arbeitsnachweis weitem Einfluß auf die Lohn- und Arbeitsbedingungen zu erlangen, liegt es natürlich im Interesse des Arbeitgebers, sich nicht unter die öffentlichen Nachweise zwingen zu lassen. Da an die Errichtung eines eigenen Arbeitgebernachweises für den Braunkohlenbergbau Mitteldeutschlands jetzt nicht mehr gedacht werden kann, ist dies vielleicht zu erreichen durch Anschluß an die schon bestehenden oder zu errichtenden gemischten Arbeitgebernachweise.

Nach allem ist nach dem Kriege mit schwierigen Arbeiterverhältnissen zu rechnen; nicht wirtschaftsfriedlichen Zeiten, sondern Zeiten lebhafter Auseinandersetzung zwischen Arbeitgeber- und Arbeiterorganisationen gehen wir entgegen, denn trotz aller Anerkennung der Verdienste und des vaterländischen Verhaltens der Arbeiter in Deutschlands schweren Zeiten wird es notwendig sein, den vielfach so falsch beurteilten »Herrn-im-Hause-Standpunkt« zu verteidigen. Unter diesen Umständen lag es nahe, daß man in Regierungs- und Arbeitgeberkreisen dem Gedanken

der Förderung der nationalen Arbeiterbewegung, die sich vor Ausbruch des Krieges ja schon in erfreulicher Entwicklung befand, näher getreten ist. Darf man sich doch von einer Erstarkung dieser Organisationen zum mindesten eine Abschwächung der auf parteipolitischen Gegensätzen beruhenden künftigen Auseinandersetzungen zwischen Arbeitgebern und den gewerkschaftlich organisierten Arbeitern versprechen.

Der durch die Absperrung unsere: Auslandszufuhr erzeugte Mangel an Rohstoffen der verschiedensten Art hat im Interesse der Landesverteidigung zu einer weitgehenden Beschlagnahme vieler Rohstoffe, im besondern auch gewisser Metalle und Legierungen geführt. Damit wurde die Industrie darauf angewiesen, der Frage des Rohstoffersatzes nahe zu treten. Die vom Reichsamt des Innern eingerichtete Metallfreigabestelle ist für alle Freigaben von Sparmetallen zuständig, die für mittelbare Kriegslieferungen und unentbehrliche Friedenslieferungen notwendig sind, und soll der Industrie in der Verwendung von Ersatzmetallen beratend zur Seite stehen. Zur Durchführung der notwendigen Einschränkung des Verbrauchs von Sparmetallen durch Verwendung von Ersatzmetallen ist von der Metallfreigabestelle der Zusammenschluß der einzelnen Industriezweige zu Beratungs- und Verteilungsstellen betrieben worden. Die Geschäftsstelle des Vereins hat für den mitteldeutschen Braunkohlenbergbau die Aufgaben einer solchen Beratungsstelle übernommen und ist bemüht gewesen, unter möglichster Berücksichtigung der Bedürfnisse der Braunkohlenwerke an Sparmetallen, in der Richtung einer von der Not gebotenen Sparwirtschaft zu wirken. Die ihr hiermit gestellten Aufgaben waren nicht ganz leicht. Denn es ist nur zu begreiflich, daß von der Industrie den noch unerprobten Ersatzstoffen, die in großen Mengen auf den Markt kamen, ein starkes Mißtrauen entgegengebracht wurde; zudem schreckte der vorhandene Mangel an Handwerkern und zuverlässigen Maschinenwärtern sowie an guten Schmierstoffen von Versuchen mit neuen Lagermetallen ab. Immerhin kann gesagt werden, daß, wo nur angängig, Ersatz für die Sparmetalle in die Betriebsanlagen und Maschinen eingebaut worden ist und nicht unerhebliche Metallmengen für den unmittelbaren Kriegsbedarf freigemacht worden sind. Selbstverständlich brachten die Sparvorschriften große Erschwernisse für die Betriebsführung mit sich, die unter vielen andern Schwierigkeiten in der zurückliegenden Kriegszeit zu überwinden waren.

Auch auf andern Gebieten konnte sich der Verein an der Durchführung kriegswirtschaftlicher Maßnahmen beteiligen; so hat er als Vermittlungsstelle zur Haferbeschaffung für Grubenpferde, für die Sprengstoffverteilung und (zur Unterstützung der Kriegskohलगesellschaft) an der Brennstoffversorgung des besetzten östlichen Gebietes mitwirken können.

Die großen finanziellen Anforderungen, die das Reich stellen muß, haben in der Berichtszeit zu der Einbringung mehrerer Gesetzentwürfe im Reichstag Veranlassung gegeben. Der Gesetzentwurf über die Kriegsgewinnsteuer, der nicht nur die Kriegsgewinne, sondern jeden in die Kriegszeit fallenden Vermögenszuwachs mit einer außerordentlichen Abgabe belegt, konnte von Handel, Gewerbe und Industrie als annehmbar bezeichnet werden, in der Voraussetzung, daß bei der Ausfertigung der Steuer die starke Abnutzung aller Betriebe in der Kriegszeit und die Erschöpfung der Rohstofflager berücksichtigt werde. Von den gleichzeitig eingebrachten Verkehrssteuergesetzentwürfen, der Quittungsstempelsteuer, der Erhöhung der Post- und Telegraphengebühren und des Frachturkundenstempels, die der Industrie weitere Lasten bringen,

hat der letztere Anlaß zur Beanstandung gegeben, weil darin auch eine Besteuerung der über nichtöffentliche Bahnanlagen, wie Schienenbahnen, Schwebebahnen und Seilbahnen gehenden Erzeugnisse vorgesehen war, die sicher eine große Erschwerung der Betriebsführung und eine mehrfache Besteuerung der Endprodukte zur Folge gehabt hätte. Die in einer gemeinschaftlichen Eingabe industrieller und bergbaulicher Vereine der Reichstagskommission vortragenen Belenken haben zur Beseitigung dieser Gesetzesbestimmung geführt. Die Erhöhung des Frachtkundenstempels ist außerordentlich stark (von 20 Pf. auf 1  $\mathcal{M}$  bei Frachtbeträgen unter 25  $\mathcal{M}$  und von 50 Pf. auf 2  $\mathcal{M}$  bei Beträgen über 25  $\mathcal{M}$ ). Unzweifelhaft wird die Braunkohle von der Stempelerhöhung weitaus stärker betroffen als die Steinkohle, was sich aus ihrem viel geringern Wert ergibt. Der Anregung einer verschiedenen Bemessung des Stempels nach dem Wert der Wagenladungsgüter stand man in der Reichstagskommission aber entschieden ablehnend gegenüber. Es muß auch zugegeben werden, daß

sich daraus für die Eisenbahnverwaltung außerordentliche Weiterungen und Schwierigkeiten für die Abwicklung des Frachtverkehrs ergeben hätten.

Das voraussichtliche Ergebnis der neuen Reichssteuern wird auf 650 Mill.  $\mathcal{M}$  dauernde Mehreinnahmen des Reiches und auf 1½ bis 2 Milliarden  $\mathcal{M}$  einmalige Einnahmen geschätzt. Die Zahlen zeigen, mit welcher außerordentlichem Anwachsen der steuerlichen Belastung die Industrie zu rechnen hat, und wie notwendig es nach Kriegsschluß sein wird, für eine möglichst schnelle Überführung der gesamten deutschen Industrie in werterzeugende Friedensarbeit zu sorgen und die industrielle Tätigkeit auf das äußerste anzuspannen. Ohne Frage wird sich, abgesehen von andern, aus diesem Bedürfnis heraus für längere Zeit eine überaus starke Nachfrage nach Kohle für Industriezwecke entwickeln, selbst dann, wenn es den Gegnern gelingen sollte, Deutschlands Weltmarktabsatz in gewerblichen Erzeugnissen in dem Umfang, wie sie es hoffen, einzuschränken und zu unterbinden.

## Volkswirtschaft und Statistik.

**Bericht des Vorstandes des Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats über den Monat August 1916.** Die Zechenbesitzerversammlung vom 15. September 1916 hielt die Beteiligungsanteile für September und Oktober in Kohle, Koks und Preßkohle in der bisherigen Höhe aufrecht. Die Vollziehung des neuen Syndikatsvertrages konnte noch nicht stattfinden. Der Vorsitzende empfahl, davon in der heutigen Versammlung Abstand zu nehmen, weil es noch nicht gelungen ist, die Händlerfrage vollständig zu lösen. Die Verhandlungen darüber sollen fortgeführt werden, und es wurde deshalb vorgeschlagen, die Vollziehung des neuen Syndikatsvertrages auf den 14. Oktober zu verschieben. Die Versammlung erklärte sich damit einverstanden. Sodann wurde in die Erörterung des neuen Syndikatsvertrages eingetreten. Die Vertragsänderungen, die vom Ausschuß vorgeschlagen wurden, fanden die Genehmigung der Versammlung. Über die Beteiligungsziffern im neuen Syndikat konnte mit wenigen Ausnahmen eine Einigung erzielt werden. Schließlich ist zu erwähnen, daß das Kohlen-

Syndikat auf die 5. Kriegsanleihe 40 Mill.  $\mathcal{M}$  zeichnen und der Nationalstiftung 1 Mill.  $\mathcal{M}$  überweisen wird. Dem vom Vorstand erstatteten Monatsbericht entnehmen wir folgendes:

Die Nachfrage war im Berichtsmonat besonders infolge stärkern Einsetzens der Versorgungen für Hausbrandzwecke fortgesetzt lebhaft. Die für den Absatz zur Verfügung stehenden Kohlenmengen reichten zur vollen Befriedigung der Anforderungen nicht aus, zumal die Förderleistungen der Zechen eine weitere Abschwächung erfahren haben. Die Ausfälle in den Kohlenlieferungen sind, soweit zugänglich, durch Einschlebung von Koks und Preßkohle ausgeglichen worden. Der Koks- und Preßkohlenabsatz hat sowohl insgesamt als auch arbeitstäglich das vormonatige Ergebnis überschritten.

Im Vergleich zum Vormonat, der einen Fördertag weniger hatte, stellt sich das Ergebnis des Berichtsmonats wie folgt:

Der rechnermäßige Absatz in Kohle ist um 29 026 t gestiegen, arbeitstäglich um 8188 t = 3,27% gefallen;

Monat	Zahl der Arbeitstage	Kohlenförderung		Rechnermäßiger Absatz			Gesamt-Kohlenabsatz		Versand einschl. Landabsatz, Deputat und Lieferungen der Hüttenzechen an die eigenen Hüttenwerke						
		insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	in % der Betei- ligung	insges. t	arbeits- täglich t	Kohle		Koks		Preßkohle		
									insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	insges. t	arbeits- täglich t	
1916															
Jan.	24 <sup>1/4</sup>	7 542 982	311 051	6 004 998	247 629	68,68	7 847 464	323 607	4 350 958	179 421	1 998 677	64 473	353 366	14 572	
Febr.	25	7 697 792	307 912	5 815 544	232 622	64,35	7 657 412	306 296	4 371 908	174 876	1 842 608	63 528	342 327	13 693	
März	27	8 320 676	308 173	6 354 468	235 351	65,11	8 317 000	308 037	4 701 983	174 148	2 067 290	66 687	350 481	12 981	
April	23	7 235 857	314 602	5 745 259	249 794	69,10	7 546 978	328 129	4 034 571	175 416	2 074 762	69 159	301 590	13 113	
Mai	27	8 435 478	312 425	6 700 816	248 178	68,66	8 548 787	316 622	4 700 648	174 098	2 276 700	73 442	350 568	12 984	
Juni	22 <sup>3/8</sup>	7 347 464	328 378	5 852 811	261 578	72,36	7 589 623	339 201	3 884 853	173 625	2 249 839	74 995	294 357	13 156	
Juli	26	8 161 726	313 913	6 502 775	250 107	69,19	8 342 287	320 857	4 436 983	170 653	2 356 213	76 007	323 334	12 436	
August	27	8 232 179	304 896	6 531 801	241 919	66,93	8 368 512	309 945	4 435 299	164 270	2 363 449	76 240	347 110	12 856	
Jan.-August	201 <sup>6/8</sup>	62 974 154	312 333	49 508 472	245 547	67,95	64 218 063	318 502	34 917 203	173 179	17 229 538	70 613	2 663 133	13 208	

der Gesamtabsatz in Kohle ist um 1684 t, arbeitstäglich um 6383 t = 3,74% gefallen;

in Koks um 7236 t, arbeitstäglich um 233 t = 0,31% gestiegen;

in Preßkohle um 23 776 t, arbeitstäglich um 420 t = 3,38% gestiegen.

Der Absatz für Rechnung des Syndikats einschließlich des auf Vorverkäufe entfallenden Absatzes ist in:

Kohle um 10 142 t, arbeitstäglich um 5858 t = 3,96% gefallen;

Koks um 11 134 t, arbeitstäglich um 360 t = 0,65% gestiegen;

Preßkohle um 26 343 t, arbeitstäglich um 560 t = 4,99% gestiegen.

Der auf die Verkaufsbeteiligung der Mitglieder anzurechnende Absatz stellte sich im Berichtsmonat in:

Kohle auf 66,93% gegen 69,19% im Vormonat;

Koks auf 80,62%, einschließlich 1,86% Koksgrus, gegen 80,01% und 1,32% im Vormonat;

Preßkohle auf 66,94% gegen 64,07% im Vormonat.

Die Förderung belief sich auf 8 232 179 t und ist gegen den Vormonat um 70 453 t gestiegen, arbeitstäglich um 9017 t = 2,87% gefallen.

Erfordert wurden für den Absatz an Kohle einschließlich der für abgesetzten Koks und Preßkohle sowie der für Betriebszwecke der Zechen verbrauchten Kohle rechnermäßig 8 368 512 t, tatsächlich dagegen 8 353 626 t; die demnach über die Förderung hinaus mehr abgesetzte und

verbrauchte Kohlenmenge von 121 447 t entfällt auf den Versand aus den Lagerbeständen der Zechen.

Die Kokserzeugung belief sich auf 2 331 666 t und ist gegen das vormonatige Ergebnis um 521 t, arbeitstäglich um 17 t = 0,02% gestiegen.

Die Preßkohlenherstellung betrug 352 053 t, was gegen den Vormonat eine Steigerung von 25 009 t, arbeitstäglich von 460 t = 3,66% ergibt.

Der Eisenbahnversand hat sich bei günstigerer Wagengestellung ohne größere Störungen vollzogen; ebenso der Umschlagverkehr in den Rheinhäfen.

Der Versand über den Rhein-Weser- und Dortmund-Ems-Kanal hat infolge der bessern Wagengestellung für den Eisenbahnversand gegen den Vormonat eine Abschwächung erfahren. Er betrug in der Richtung nach:

	t
Ruhrort . . . . .	311 516
Emden . . . . .	69 605
Minden-Bremen . . . . .	20 065
Minden-Hannover . . . . .	300
Datteln-Hamm . . . . .	2 967
zus.	404 453
arbeitstäglich	14 980
im Juli 1916	16 823

**Steinkohlen-, Koks- und Preßkohlegewinnung Belgiens im 1. Halbjahr 1916<sup>1</sup>.** Die Steinkohlenförderung und die Erzeugung von Koks und Preßkohlen Belgiens im 1. Halbjahr 1916 stellten sich wie folgt:

	Bergbaubezirk									Insgesamt Belgien		
	Lüttich			Charleroi			Mons			Steinkohle t	Koks t	Preßkohle t
	Steinkohle t	Koks t	Preßkohle t	Steinkohle t	Koks t	Preßkohle t	Steinkohle t	Koks t	Preßkohle t			
1. Vierteljahr 1915	835 000	20 014	65 195	1 270 540	21 000	75 000	844 697	60 000	6 290	2 950 237	101 014	146 485
1916	1 083 608	33 443	122 965	1 916 493	64 422	421 053	1 283 445	106 035	17 479	4 283 546	203 900	561 497
2. „ 1915	910 870	19 040	82 777	1 350 987	33 428	82 890	913 830	59 764	13 200	3 175 687	112 232	178 867
1916	1 068 620	34 903	122 596	1 916 937	66 318	330 312	1 209 629	103 691	13 330	4 195 186	204 912	516 238
1. Halbjahr . . 1915	1 745 870	39 054	147 972	2 621 527	54 428	157 890	1 758 527	119 764	19 490	6 125 924	213 246	325 352
1916	2 152 228	68 346	245 561	3 833 430	130 740	801 365	2 493 074	209 726	30 809	8 478 732	403 812	1 077 735

<sup>1</sup> Die bereits auf S. 780 gebrachte Mitteilung enthält in der Zusammenzählung Fehler, weshalb sie hier wiederholt wird.

## Verkehrswesen.

**Kohlen-, Koks- und Preßkohlenbewegung auf dem Rhein-Herne-Kanal im August 1916.**

Hafen	August		Jan. — Aug.	
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t
Arenberg-Prosper . . . . .	25 526	50 822	170 488	332 601
Bergfiskus . . . . .	45 207	51 059	275 081	434 129
Bismarck . . . . .	26 585	38 941	198 720	287 556
Concordia . . . . .	15 853	17 901	60 634	110 507
Dortmund . . . . .	2 527	2 070	25 000	6 428
Emscher-Lippe . . . . .	—	—	3 600	—
Friedrich der Große . . . . .	15 971	11 623	123 134	90 319
Hardenberg . . . . .	338	—	1 348	1 036
Hibernia . . . . .	2 000	4 947	6 842	54 111
Köln-Neuessen . . . . .	10 922	23 508	20 190	133 216
König Ludwig . . . . .	10 100	17 263	80 188	93 589
König Wilhelm . . . . .	3 226	8 274	12 023	67 640
Mathias Stinnes . . . . .	22 149	29 207	179 407	226 017
Minister Achenbach . . . . .	3 305	630	18 646	16 847
Nordstern . . . . .	3 719	4 625	23 641	46 602
Unser Fritz . . . . .	—	12 342	—	58 220
Victor . . . . .	2 516	—	11 080	8 820
Wanne-West . . . . .	45 764	60 624	160 070	513 008
zus.	235 708	333 836	1 370 092	2 480 646

**Ämtliche Tarifveränderungen.** Niederschlesischer Staats- und Privatbahn-Kohlenverkehr, Heft 1 vom 1. Okt. 1913. Die an der Neubaustrecke Riesenburg-Miswalde gelegenen Stationen Alt-Christburg, Jakobsdorf (Kr. Rosenberg, Westpr.) und Münsterberg (Kr. Mohrungen) sind seit 12. Sept. 1916 und die übrigen Stationen Groß Teschendorf, Riesenkirch und Vorwerk (Kr. Mohrungen) mit dem Tage der Eröffnung für den Wagenladungsverkehr in den Tarif einbezogen worden.

Bayerisch-Sächsischer Güterverkehr, Tarifheft 2. Seit 15. Sept. 1916 ist die Station Stockheim (Ofr.) der Bayerischen Staatseisenbahnen als Versandstation in die Abteilung A des Ausnahmetarifs 6 für Brennstoffe aufgenommen worden.

## Patentbericht.

### Anmeldungen,

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

Vom 4. September 1916 an.

5 c. Gr. 4. B. 74 465. Wilhelm Breil, Essen (Ruhr), Kaiserstr. 66. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von doppelten Auskleidungen für Gefrierschächte. 28. 10. 13.

50 c. Gr. 5. N. 15 356. Bruno Neumann, Berlin, Demminerstr. 7. Vorschrotmühle mit eingebautem Windsichter. 25. 5. 14.

50 d. Gr. 10. M. 59 015. Maschinenfabrik Baum A.G., Herne. Mehrfachwindsichter zur Entstaubung von Materialien, besonders Feinkohle. 14. 1. 16.

61 a. Gr. 19. D. 31 928. Drägerwerk, Heinr. und Bernh. Dräger, Lübeck. Luftreinigungspatrone mit gekörnter Chemikalienfüllung für Atmungsrichtungen. 27. 7. 15.

87 b. Gr. 2. H. 67 169. James Miners Holman und John Leonard Holman, Camborne, England; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler, E. Maemecke, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Beim Rückhub mit verminderter wirksamer Druckfläche arbeitender ventillosen Bohrhammer. 24. 7. 14. England 8. 1. 14.

Vom 7. September 1916 an.

20 a. Gr. 18. P. 34 644. J. Pohlig, A.G., Köln-Zollstock, und Wilhelm Ellingen, Köln-Lindenthal, Immermannstr. 5/9. Knotenkupplungsapparat für Seilschwebbahnen. 28. 2. 16.

26 b. Gr. 20. G. 43 612. Gesellschaft für elektrische Grubenlampen mit Wetteranzeiger m. b. H., Essen (Ruhr). Azetylenentwickler mit Saugeinlage zur Zuführung des Wassers. 14. 1. 16.

#### Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 4. September 1916.

1 a. 651 411. Georg Schwidtal, Waldenburg i. Schl. Kolbensetzmaschine. 30. 5. 16.

10 a. 651 435. Gustav Ostermeier, Mülheim (Ruhr), Charlottenstr. 96. Vorrichtung zum Dichten von Koksofen-türen. 1. 8. 16.

20 a. 651 341. Maschinenfabrik Baum A.G., Herne. Mitnehmeranordnung für Gelenkketten. 13. 6. 16.

20 a. 651 342. Maschinenfabrik Baum A.G., He ne. Klappbarer Mitnehmer für Gliederketten usw. 13. 6. 16.

20 c. 651 348. Christian Queens, Gladbeck (Westf.), Bogenstr. 41. Verstellbare, bei entgegengesetzt der Zugrichtung auftretendem Druck selbsttätig sich zurückschiebende Kupplungszugstange mit um Zapfen drehbarem Führungslager für Grubenholzteckel. 5. 7. 16.

21 h. 651 436. Heinrich Seibert, Berlin-Pankow, Kissingenstr. 40. Elektrischer Ofen, besonders zur Kohlenstoffbestimmung in Eisen und Stahl mit Heizkörpern aus Karborundum. 1. 8. 16.

23 f. 651 481. L. B. Lehmann, Dresden, Ostra-Allee 2b. Vorrichtung zum Abdrücken der bei selbsttätigen Seifen- u. dgl. Pressen am Oberstempel anhaftenden Preßlinge. 28. 7. 16.

24 b. 651 336. Fr. E. Menger, Ölfeuer-Apparate-Bau, Wiesbaden. Zerreißvorrichtung für Gase und Flüssigkeiten. 10. 12. 15.

24 b. 651 337. Fr. E. Menger, Ölfeuer-Apparate-Bau, Wiesbaden. Naphthalinschmelzanlage. 13. 12. 15.

24 b. 651 338. Fr. E. Menger. Ölfeuer-Apparate-Bau, Wiesbaden. Auswechselbare Windführungshülse mit Ölleitung. 16. 12. 15.

24 b. 651 339. Fr. E. Menger, Ölfeuer-Apparate-Bau, Wiesbaden. Windführungshülse für Vergaser. 16. 12. 15.

24 c. 651 353. Georg Just, Berlin, Oderbergerstr. 37. Zwischenwandplatte für Wärmeaustauscher (Rekuperatoren). 14. 7. 16.

24 c. 651 354. Georgs - Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, A.G., Georgsmarienhütte b. Osnabrück. Generator. 19. 7. 16.

24 c. 651 488. Hermann Goetz, Berlin-Schöneberg, Merseburgerstr. 9. Drehrost für Gaserzeuger. 1. 8. 16.

27 b. 651 364. L. A. Riedinger Maschinen- und Bronzewaren-Fabrik A.G., Augsburg. Kühler für mehrstufige Luftkompressoren, besonders für Schiffszwecke. 7. 8. 16.

27 c. 651 440. A.G. Kühnle, Kopp & Kausch, Frankenthal (Pfalz). Doppelgebläse mit gemeinsamer Kraftwelle und gemeinsamen zwei Lagern. 5. 8. 16.

27 c. 651 445. Eduard Link, Bochum, Joachimstr. 15. Ventilator für Handbetrieb mit Rollengetriebe. 9. 8. 16.

35 a. 651 333. Eduard Tillack, Berlin, Schönhauser Allee 132. Bremsbacke zum Auffangen von Fahrkörben. 7. 4. 15.

47 d. 651 408. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Seilklemme. 22. 1. 16.

#### Verlängerung der Schutzfrist.

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

1 a. 569 470. Lentz & Zimmermann G. m. b. H., Düsseldorf-Rath. Schüttelsieb usw. 25. 7. 16.

1 b. 633 472. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Elektromagnetischer Scheider usw. 21. 7. 16.

4 a. 566 901. Bochum-Lindener Zündwaren- und Wetterlampenfabrik C. Koch, m. b. H., Linden (Ruhr). Grubensicherheitslampe usw. 10. 7. 16.

5 a. 564 205. Internationale Bohrgesellschaft, Erkelenz. (Rhld.). Fangvorrichtung für Bohrstangen usw. 29. 7. 16.

10 a. 568 917. Heinrich Flasche, Bochum. Dampfstrahl-Füllgasabsaugung usw. 19. 7. 16.

20 i. 605 925. Bohrmaschinenfabrik Glückauf G. m. b. H., Gelsenkirchen. Vorrichtung zum Verteilen von Förderwagen usw. 20. 7. 16.

21 h. 565 843. Charles Orme Bastian, London; Vertr.: E. W. Hopkins, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Spiralförmiger Widerstand usw. 22. 7. 16.

27 c. 623 265. A.G. der Maschinenfabriken Escher Wyß & Co., Zürich; Vertr.: H. Nähler und Dipl.-Ing. F. Seemann, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Leitvorrichtung usw. 14. 7. 16.

42 i. 566 129. Jean Frisch, Düsseldorf, Klosterstr. 116. Vorrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes usw. 31. 7. 16.

47 g. 611 187. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G., Augsburg. Ventil für Verdichtungsmaschinen usw. 20. 7. 16.

50 b. 609 427. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Verbundmühle usw. 21. 7. 16.

59 a. 566 982. Ph. Maysaarth & Co., Frankfurt (Main). Pumpe usw. 14. 7. 16.

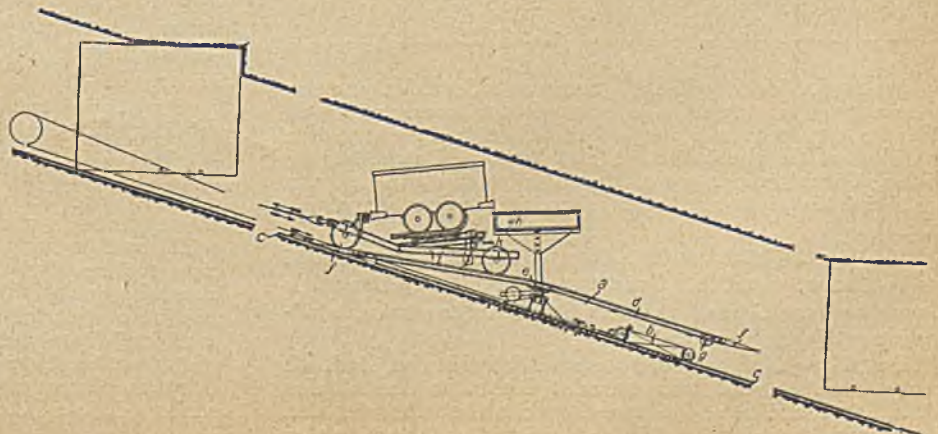
59 c. 611 885. Ernst Danneberg, Berlin, Frankfurterallee 180. Regulierbare Düsenrichtung usw. 8. 7. 16.

87 b. 622 841. Heinrich Christiansen, Pinneberg, Schlagregulierung usw. 10. 7. 16.

#### Deutsche Patente.

5 d (5). 294 004, vom 16. September 1915. Vereinigte Königs- & Laurahütte, A.G. für Bergbau & Hüttenbetrieb in Berlin. *Bremsbergfördereinrichtung mit unterlaufendem Gegengewicht.*

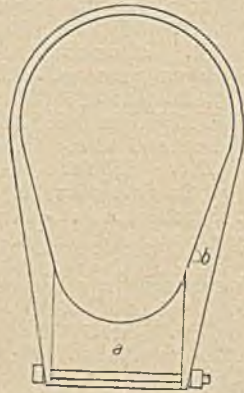
An der Stelle des Bremsberges, an der sich das Bremsgestell *i* und das Gegengewicht *b* treffen, ist oberhalb der



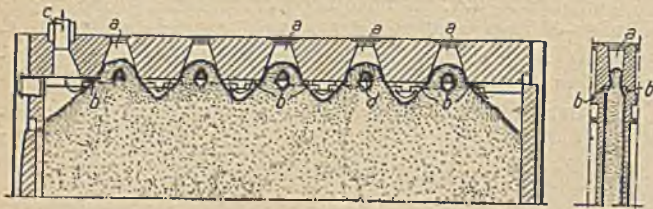
Förderbahn eine Brücke *a* mit einem Gleis *d* gelagert, die um eine quer zum Fördergleis *c* liegende Achse *e* drehbar ist und durch das über sie fahrende Bremsgestell gekippt wird. Das Gegengewicht läuft dabei unter der Brücke hindurch, so daß ein besonderes, neben dem Fördergleis liegendes Gleis für das Gegengewicht nicht erforderlich ist. Wenn bei fortschreitendem Abbau die Treffstelle von Bremsgestell und Gegengewicht eine andere wird, kann die Brücke ohne weiteres an die neue Treffstelle verlegt werden. Auf der Achse *e* der Brücke kann seitlich vom Fördergleis ein Rollgewicht *h* befestigt werden, das die Brücke in der jeweiligen Lage hält und die beim Kippen der Brücke auftretenden Stöße abschwächt. Die Schienen der Brücke, deren Plattform aus zwei oberhalb der Drehachse winklig zusammenstoßenden Teilen bestehen kann, können an den Enden mit federnden Zungen *f* versehen sein, die ein sanftes Aufsetzen der Brücke auf das Fördergleis *c* bewirken, und unter den Enden der Brückenplattform können Vorsprünge (Schuhe) *g* so angebracht werden, daß sie beim Aufsetzen der Brücke auf das Fördergleis dessen Schienen umfassen und die Brücke bzw. deren Gleis in der richtigen Lage zum Fördergleis halten.

5 d (9). 294 032, vom 11. Mai 1911. Stephan, Frölich & Klüpfel in Scharley (Schles.). Spülversatzrohrleitung zur Verlegung in wagerechter oder geneigter Lage. Zus. z. Pat. 293 155. Längste Dauer: 9. Januar 1926.

Die Rohre der Leitung bestehen aus einer sichelförmig gestalteten, verstärkten Schleifbahn *a* und einem von oben nach unten allmählich stärker werdenden, gebogenen Walzstück *b*, das die Schleifbahn zu einem Rohre ergänzt. Die Schleifbahn und das Walzstück können durch Schrauben o. dgl. miteinander verbunden oder miteinander verschweißt werden. Die Schleifbahn kann auch an das Walzstück angegossen werden.



10 a (19). 294 009, vom 10. April 1915. Heinrich Koppers in Essen (Ruhr). Einrichtung zur gefahrlosen Ableitung der bei der Beschickung von Koksöfen sich entwickelnden Füllgase. Zus. z. Pat. 291 053. Längste Dauer: 16. Juli 1929.



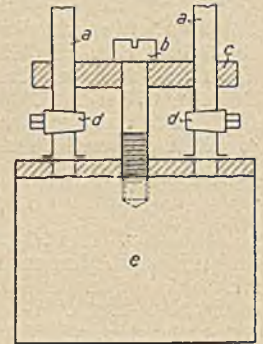
Im untern Teil der Einfüllöffnungen *a* der Öfen sind um diese Öffnungen verlaufende, nach dem Kammerinnern zu offene Aussparungen *b* vorgesehen, die mit der unter dem natürlichen Böschungswinkel einfallenden Kohle Kanäle bilden, durch welche die sich entwickelnden Füllgase um die Schüttkegel herum nach dem Steigerohr *c* strömen können.

21 e (3). 293 430, vom 29. August 1915. Arthur Riedel in Kössern, Amtsh. Grimma (Sa.). Verfahren zur Gewinnung von Generatorgas aus Haufenwerken unter Zuführung von Dampf und Luft.

Das Gas wird aus den brennenden Haufen dadurch herausgetrieben, daß man einzelne Rohre in den Haufen hineinleitet und nun den zwischen den Rohren gelegenen Teilschnitt des Haufens für sich allein bearbeitet, bis er

seine wertvollen Bestandteile abgegeben hat. In das Rohr werden die zum Betrieb der Generatoren erforderlichen Mittel — Luft, Dampf, Wasser, neutrale Gase — zugeführt und durch das andere Rohr die Entgasungs- oder Vergasungsprodukte abgeleitet. Man kann die Rohre auch abwechselnd zur Zuführung der Vergasungsmittel und zur Abführung der Gase gebrauchen.

21 h (11). 293 883, vom 24. November 1915. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin. Einrichtung zum Auswechseln wassergekühlter Elektrodenfassungen.



Jede Fassung *e* wird mittels einer leicht lösbaren Verbindung, z. B. mittels der Schraube *b* gegen die Enden der Rohre *a* gepreßt, durch die das zum Kühlen der Fassung *e* dienende Wasser in die Fassung geleitet wird. Die Rohrenden sind dabei mit Hilfe der Hähne *d* o. dgl. absperrbar.

27 d (3). 293 380, vom 24. Mai 1914. Ernst Reinhard in Gelsenkirchen. Strahlgebläse.

Die Vorrichtung, die zur Belüftung entlegener Arbeitsstellen bei Bergwerken unter Tage dienen soll, besteht aus einem in das weite Belüftungsrohr eingesetzten Druckrohr mit einer Anzahl hintereinander liegender Ausströmungsdüsen, deren Ausströmungsöffnung durch einen von zwei benachbarten Düsen begrenzten Spalt gebildet wird. Dieser Spalt ist regelbar gestaltet, so daß je nach dem Luftbedarf und nach der in der Druckluft herrschenden Spannung die Wirkung des Gebläses eingestellt werden kann. Die Regelung erfolgt durch mittels Gewinde auf das Luftdruckrohr aufgesetzte Düsenkörper, die längsverschiebbar miteinander gekuppelt sind, so daß durch Drehung einer der Düsen gleichzeitig alle Ringspalten eingestellt werden. Die Gewindegänge der einzelnen Düsen können eine sich derart gesetzmäßig ändernde Ganghöhe besitzen, daß sich die Spaltöffnung nach der durch ihre Lage zum Ausströmungsrohr einerseits und zum Belüftungsrohr andererseits bedingten Luftgeschwindigkeit richtet.

38 h (2). 293 890, vom 22. April 1915. Grubenholzmprägnierung G. m. b. H. in Berlin. Verfahren zur Konservierung von Holz.

Das Verfahren besteht darin, daß wässrige Lösungen von holzkonservierenden Salzen (z. B. Phenolate, Naphtholate, Alkalifluoride, Schwermetallsalze) oder feuerfestmachenden Salzen (z. B. Ammonium- und Magnesiumverbindungen) und Trioxymethylen in gebräuchlicher Weise in das Holz eingeführt werden.

88 a (1). 293 591, vom 23. Juli 1913. Dr.-Ing. Victor Kaplan in Brünn (Österreich). Kreiselmachine (Wasser-, Dampf- oder Gasturbine bzw. Kreiselpumpe oder -gebläse). Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Österreich vom 11. Dezember 1912 beansprucht.

Das Lauf- und Leitrad der Kreiselmachine ist so ausgebildet, daß den Stirnkanten der festen oder beweglichen Leitschaukeln die Aufgabe der Führung des Arbeitsmittels in das Laufrad oder aus dem Laufrad zufällt. Dabei erhält der den Stirnflächen der festen oder beweglichen Leitschaukeln zugehörige und benachbarte Laufradschaufelraum eine solche radiale Breite, daß der Durchfluß des Arbeitsmittels zum größern Teil oder ganz in oder aus diesen Räumen zwanglos erfolgt. Das Laufrad kann aus einem im Wesen achsial und radial beaufschlagten Schaufelraum oder aus zwei im Wesen radial beaufschlagten Schaufelräumen und einem im Wesen radial beaufschlagten Schaufelraum oder nur aus einem oder aus zwei wesentlich achsial beaufschlagten Schaufelräumen bestehen.

## Bücherschau.

**Zwei für das Vaterland gefallene Brüder.** Von ihrem Vater Joh. Jüngst, P. e. in Bonn. 89 S. Gotha 1916, Friedrich Andreas Perthes. Preis geh. 1 M.

Dem Gedächtnis seiner beiden auf dem Felde der Ehre gebliebenen Söhne, des Bergassessors Fritz Jüngst, Professors für Bergbau- und Aufbereitungskunde an der Bergakademie zu Clausthal, und des Dr. phil. Walter Jüngst, Kandidaten des Predigtamtes in Königswinter, widmet der Vater die vorliegende Schrift, die nach einer kurzen Schilderung ihres Lebensganges eine Auswahl aus ihren Briefen, Gedichten und andern Aufzeichnungen enthält und daraus ein Bild der beiden gemüt- und charaktervollen Persönlichkeiten erstehen läßt.

Die Berufsgenossen, Schüler und Freunde des Professors Jüngst werden mit wehmütiger Freude, mit Anteil und Bewegung die mit anschaulicher Frische und Lebendigkeit, mit einem über alle Anstrengungen und Gefahren obsiegenden frohen und tiefen Gemüt geschriebenen Briefe lesen, die er aus den Kämpfen in den verschiedenen Kriegsgebieten des Ostens an seine Familie gerichtet hat. Die letzten Briefe schrieb er auf dem Wege nach Frankreich, wo er am 30. September 1915 bei Rouvroy in der Champagne schwer verwundet worden und am nächsten Tage gestorben ist.

Wie diese Schrift die Erinnerung an den Menschen bewahrt, werden auch die Spuren seiner beruflichen Arbeit nicht verlorengehen, die er in den Erfolgen seiner Lehrtätigkeit und in zahlreichen Veröffentlichungen hinterlassen hat. Von ihnen seien das gemeinsam mit Oberbergerrat Schennen verfaßte Lehrbuch der Erz- und Steinkohlenaufbereitung, ein umfassendes Werk, das besondere Beachtung und Anerkennung gefunden hat, sowie die verschiedenen Aufsätze genannt, die in den Jahren 1907 bis 1914 über Fragen und Einrichtungen aus dem Gebiete des Bergwesens in dieser Zeitschrift erschienen sind. Die letzten dieser Veröffentlichungen umfassen eine Reihe von noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über die Aufbereitung der Feinkohlen, die bereits zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt hatten und noch wichtigere erwarten ließen.

## 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.)

### Bergbautechnik.

**Deutschlands Steinkohlenvorkommen mit besonderer Berücksichtigung der Kokskohlen.** Von Simmersbach. St. u. E. 14. Sept. S. 885/91\*. Vorkommen, Kohlenvorräte und Zusammensetzung der Kohle in den einzelnen deutschen Kohlenbezirken. (Schluß f.)

**Das Erdgas und seine Erschließung und wirtschaftliche Bedeutung.** Von Pois. (Forts.) Petroleum. 6. Sept. S. 1232/7\*. Antriebsmaschinen, Spüldruckpumpen, Bohrröhre, Bohrleistungen und Kosten bei den ungarischen Gasbohrungen. Gasgewinnung in andern Ländern. Gasbrände und ihre Erstickung. (Forts. f.)

**Wichtige Beobachtungen bei Ausführung von Tiefbohrungen in westgalizischen Erdölfeldern.**

**Von Exner. Petroleum.** 6. Sept. S. 1232. Mitteilung von Erfahrungen und der daraus abgeleiteten Nutzenanwendung.

**The illuminating power of safety lamps.** Von Weigel. Coll. Guard. 25. Aug. S. 350/2\*. Die Feststellung der Lichtstärke der verschiedenen Arten von Grubenlampen.

### Dampfkessel- und Maschinenwesen.

**Kesselstein und Mittel zu seiner Beseitigung und Verhütung.** (Schluß.) Braunk. 8. Sept. S. 219/22. Verwendung von stärkemehlhaltigen Stoffen als Kesselsteinverhütungsmittel. Behandlung der Dampfkessel bei längerem Stillstand.

**Boilers heated by coke-oven gas.** Ir. Coal Tr. R. 25. Aug. S. 213/6\*. Beschreibung von Koksofengasfeuerungen für Dampfkessel.

**Neuere Einrichtungen zur Verwertung der Abwärme von Feuerungsanlagen.** Von Blau. Z. Dampfk. Betr. 8. Sept. S. 281/3\*. Der Gefa-Vorwärmer. Der Gefa-Kammerlufterhitzer. Abhitzekeessel, Bauart Petersen. Verfahren der Gesellschaft für Abwärmeverwertung zur Speicherung der Abwärme von Öfen und Feuerungen beim Betrieb von Abdampf speichern.

**Die Großgasmaschinen.** Von Witz. (Forts.) Z. Dampfk. Betr. 8. Sept. S. 283/5\*. Zylinderausführung von Ehrhardt & Sehmer. (Schluß f.)

**Hüttenwerkskrane.** Von Feigl. (Forts. u. Schluß.) Z. d. Ing. 2. Sept. S. 728/33\*. 9. Sept. S. 752/8\*. Beschieckran für das Metallwerk der A.G. G. Roth in Wien. Laufkran mit Magneten für die Blechzurichterei des neuen Stahl- und Walzwerkes der Witkowitz Gesellschaft. Laufkrane für den Knüppellagerplatz sowie für die Schienen- und Trägerzurichterei desselben Werkes. Laufkatzen für ein Walzeisenlager. Brammenausstoßvorrichtung für das genannte Werk. Laufkran für die Witkowitz Phosphatmühlen G. m. b. H.

**Über Druckluftlokomotiven.** Von Peter. (Schluß.) Bergb. u. Hütte. 1. Sept. S. 298/304\*. Leistungsberechnung für Dreifach-Verbundlokomotiven bei natürlicher und künstlicher Vorwärmung. Gegenüberstellung von Versuchsergebnissen, die mit Zwei- und Dreifach-Verbundlokomotiven erzielt worden sind. Mittel zur höhern Vorwärmung der Arbeitsluft.

**Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen.** Von Pfeiffer. (Schluß.) Z. Turb. Wes. 10. Sept. S. 258/9\*. Verhalten der Pumpe im Betrieb bei Drosselung und Mehrförderung. Zusammenfassung.

**Über geschmierte Arbeitsräder.** Von Gümbel. (Forts.) Z. Turb. Wes. 30. Aug. S. 245/8. 10. Sept. S. 258/62\*. Einfluß der Schmierung auf die Zahnform. Beurteilung und Wahl der Zahnform geschmierter Triebe. (Schluß f.)

### Elektrotechnik.

**Erdschlußströme in Hochspannungsnetzen.** Von Petersen. E. T. Z. 14. Sept. S. 493/5\*. Entstehung des Erdschlußstromes. Betriebsstörungen. (Schluß f.)

**Der plötzliche Kurzschlußstrom von mehrphasigen Synchronmaschinen.** Von Niethammer. El. u. Masch. 10. Sept. S. 437/44\*. Zweiphasengenerator ohne Dämpfer, in beiden Phasen kurzgeschlossen. Zweiphasengenerator mit einer vollkommenen Dämpferwicklung im Polschuhkranz. Zweiphasengenerator, der in einer Phase kurzgeschlossen, in der andern offen ist. Abschaltung kurzgeschlossener Ein- oder Mehrphasengeneratoren.

Electrical distribution in mines. Von Warren. Coll. Guard. 25. Aug. S. 352/4\*. Die Verlegung elektrischer Leitungen in der Grube.

Egalisation de la charge des machines d'extraction électriques. Von Normier. Ind. él. 25. Aug. S. 305/8\*. Beschreibung der Regelungsmöglichkeiten. Beispiele für die praktische Anwendung.

#### Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Eine metallographische Untersuchung über Stahleinlagen in weichem Eisen. Von Dobner. Bergb. u. Hütte. 1. Sept. S. 296/8\*. Untersuchung eines zu Hufstollen Verwendung findenden Eisens mit Stahladern und Schlußfolgerungen daraus.

Die Wirtschaftlichkeit des Kohlensilos über den Gasöfen. Von Weigel. J. Gasbel. 9. Sept. S. 465/9\*. Im Anschluß an die frühere Beschreibung des mit mechanischen Beschickungsvorrichtungen versehenen Kohlenvorratsbehälters im Gaswerk Posen werden die Vorteile der Einrichtung und ihre Einwirkung auf die Wirtschaftlichkeit eines Gaswerksbetriebes dargelegt.

Die Verwertung des Generatorsteeres und Ammoniakwassers aus Wöllaner Braunkohle. Von v. Kozicki. Bergb. u. Hütte. 1. Sept. S. 293/9. Ergebnisse von Versuchen, die in der Gaszentrale der k. k. Berg- und Hüttenverwaltung in Cilli über die Verwertung des Generatorgases und des Ammoniakwassers aus Wöllaner Lignitkohle angestellt worden sind.

Explosion einer Anlage zur Herstellung von Wasserstoff und Sauerstoff. Von Krantz. Z. kompr. Gase. Juni. S. 81/6\*. Beschreibung der Anlage. Hergang und Ursache der Explosion.

Über Erzeugung von Schwefelsäure höherer Grädigkeiten auf Hüttenbetrieben durch Verdichtung ohne Anwendung von Platin. Von Juretzka. Metall u. Erz. 8. Sept. S. 365/71. Kurze Beschreibung der verschiedenen Konzentrationsverfahren sowie Angaben über Leistung, Anlage- und Betriebskosten. Vergleich der Selbstkosten.

Über die Verwendung ammoniakalischer Salzlösungen zur Holzkonservierung. Von Moll. Z. angew. Ch. 5. Sept. S. 339/41. Aufzählung der in Betracht kommenden deutschen und ausländischen Patente und kurze Besprechung ihrer Zweckbestimmung. Danach sollen Verbindungen des Ammoniaks für die Imprägnierungstechnik im großen nur Bedeutung als Schutzmittel gegen die Entflammung des Holzes haben.

Über Neuerungen auf dem Gebiete der Mineralölanalysen und Mineralölindustrie im Jahre 1915. Von Singer. (Forts.) Petroleum. 6. Sept. S. 1237/43. Angaben über Spaltungsverfahren, besonders zur Benzinherstellung, über Asphalt und Naturgas sowie über Vorrichtungen und Verfahren verschiedener Art. (Forts. f.)

Der chemische Aufbau der Naturasphalte. Von Marcusson. Z. angew. Ch. 12. Sept. S. 346/8. Trennung der einzelnen Asphaltbestandteile. Ihre Bildung und Zusammensetzung: ölige Bestandteile, Erdölharze und Asphaltene. (Schluß f.)

#### Volkswirtschaft und Statistik.

Zur Frage der deutschen Außenhandelsförderung. Von Schuchart. Techn. u. Wirtsch. Sept. S. 377/88. Allgemeines. Aus der Entwicklung der Außenhandels-

förderungsbestrebungen der Haupthandelsstaaten. Die Entwicklung in Deutschland. (Schluß f.)

Deutschlands Metallwirtschaft im Frieden und im Krieg. Von Nügel. Techn. u. Wirtsch. Sept. S. 389 bis 400\*. Vortrag vor den Mitgliedern der Reichs-Entschädigungs-Kommission am 15. April 1916. (Schluß f.)

Die Stellung der deutschen Maschinenindustrie im deutschen Wirtschaftsleben und auf dem Weltmarkt. Von Frölich. (Forts.) Techn. u. Wirtsch. Sept. S. 407/15. Die Aufnahmefähigkeit der einzelnen Länder. (Forts. f.)

#### Verkehrs- und Verladewesen.

Übersicht über die seitherigen Bestrebungen und Mittel zur Verhütung des Schienenwanderns. Von Klutmann. (Schluß.) St. u. E. 14. Sept. S. 891/7\*. Klemmenfreie Anordnungen. Einfluß der Klemmenanwendung auf den Bettungsstoff in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Die Wichtigkeit der Verhütung des Gleiswanderns.

American coal tipples. Von Edsall. Coll. Guard. 25. Aug. S. 349/50\*. Beschreibung einiger Einzelheiten von amerikanischen Kohlenverladeanlagen.

#### Personalien.

Ernannt worden sind:

der Berginspektor Schwantke bei der Bergwerksdirektion in Hindenburg (O.-S.) zum Bergwerksdirektor und Mitglied dieser Bergwerksdirektion,

der Bergassessor Spranck bei dem Steinkohlenbergwerk Zweckel und der Bergassessor Förster im Bergrevier Nord-Gleiwitz zu Berginspektoren.

Dem Oberbergat Pieler in Dortmund, Rittmeister der Landwehr-Kavallerie, ist das Eiserne Kreuz erster Klasse verliehen worden.

Dem Bergingenieur Schnadt, Leutnant d. L., Führer einer Meßplanabteilung, der schon früher das Eiserne Kreuz erhalten hat, ist das Kgl. Bayerische Verdienstkreuz vierter Klasse mit Schwertern verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fanden:

am 11. September der Bergbaubeflissene Hermann Waschow aus Liegnitz, Leutnant d. R. in einem Pionier-Rgt., Inhaber des Eisernen Kreuzes, im Alter von 23 Jahren,

am 13. September der Direktor der Zeche Vereinigte Helene und Amalie, Bergassessor Richard Backwinkel, Hauptmann d. R. im 1. Kurhess. Feld-Art.-Rgt. Nr. 11, Inhaber des Eisernen Kreuzes erster Klasse, im Alter von 36 Jahren,

am 15. September der Bergwerksdirektor der Kgl. Berginspektion 8 zu Neunkirchen Wilhelm Loosen, Hauptmann d. L., Inhaber des Eisernen Kreuzes erster Klasse, im Alter von 42 Jahren,

am 15. September der Bergreferendar Julius Hochgesand (Bez. Breslau), Leutnant d. R. im 1. Garde-Feld-Art.-Rgt., Inhaber des Eisernen Kreuzes, im Alter von 29 Jahren.