



Zwölfte Liste

Im Kampf für Kaiser und Reich
wurden von unseren Mitgliedern
ausgezeichnet durch das

Eiserne Kreuz 1. und 2. Klasse:

- Oberingenieur Emil Altland, Aachen-Rothe Erde, Hauptmann der Reserve im Feld-Artillerie-Regiment 58.
Betriebsingenieur Dipl.-Ing. Fritz Büscher, St. Jngbert, Oberleutnant und Führer der 4. Feld-Pionier-Kompagnie.
Dipl.-Ing. Wilhelm Leupold, Königshütte, Leutnant und Kompagnieführer im Infanterie-Regiment 226.
Betriebsingenieur Walter Rudolph, Diedenhofen, Oberleutnant und Adjutant im 3. Pionier-Bataillon 16; erhielt außerdem vom Herzog von Anhalt das Friedrich-Kreuz am rot-grünen Bande.
Hütteninspektor Arthur Wauer, Königshütte, Oberleutnant und Regimentsadjutant im Landwehr-Infanterie-Regiment 23.

Eiserne Kreuz 2. Klasse:

- Betriebsingenieur Otto Göhler, Friedenshütte, Feldwebel-Leutnant der Landwehr-Eisenbahn-Bau-Kompagnie 2.
Direktor Dr.-Ing. h. c. R. Hartwig, Essen (am weiß-schwarzen Bande).
Ingenieur Otto Hengsten, Hüsten, Leutnant der Reserve im Reserve-Infanterie-Regiment 81.
Betriebsleiter Ernst Knüttel, Hagendingen, Ersatz-Reservist im Infanterie-Regiment 57.
Ingenieur Walter Kurtenacker, Saarbrücken.
Dr.-Ing. Anton Pomp, Cöln-Mülheim, Feldlazarett-Inspektor; erhielt außerdem das Hessische Sanitätskreuz.
Chemiker Hubert Reichart, Duisburg-Meiderich, Vizefeldwebel der Reserve im Reserve-Fuß-Artillerie-Regiment 16.
Oberingenieur Otto Schaefer, Dortmund, Leutnant der Landwehr im 1. Pionier-Bataillon 4.
Dipl.-Ing. Eugen Schipprak †, Mülheim a. d. Ruhr, Kaiserlicher Marine-Ingenieur der Reserve.
Gießereileiter Bernhard Völcker, Cainsdorf, Leutnant der Landwehr im Reserve-Infanterie-Regiment 242.
Bürovorsteher Bernhard Winkhaus, Düsseldorf, Leutnant der Landwehr beim Staffeltabe 388 der 76. Reserve-Division.

An sonstigen Auszeichnungen erhielten:

Betriebsleiter Curt Lohmeyer, Hostenbach, Hauptmann der Reserve im 12. Sächsischen Jäger-Bataillon, das Ritterkreuz 1. Klasse des Königlich-Sächsischen Albrecht-Ordens mit Schwertern.

Kommerzienrat Wilhelm Pfeiffer, Düsseldorf, die Türkische Silberne Rote-Halbmond-Medaille.

Dozent Dr.-Ing. Karl Quasebart, Aachen, Beauftragter der Schutzverwaltung in Belgien, die Rote-Kreuz-Medaille 2. und 3. Klasse.

Betriebsingenieur Karl Singer, Dommeldingen, Oberleutnant der Maschinen-Gewehr-Abteilung im Jäger-Bataillon 26, das Militär-Verdienst-Kreuz 3. Klasse.

Neuzeitliche Entwicklung des amerikanischen Hochofenbetriebes.

Von Hermann A. Brassert, Hochofendirektor der Illinois Steel Company in Chicago, Illinois.

In den meisten Ländern, in Amerika sowohl wie in Europa, entwickelt sich die Roheisendarstellung zurzeit in derselben Richtung. Angesichts der sich ständig verschlechternden Beschaffenheit der Rohstoffe und der dadurch verursachten Erschwerung des Ofenbetriebes ist der Fortschritt nicht immer durch neue Höchstleistungen in der Eisenerzeugung und Erniedrigung des Koksverbrauchs gekennzeichnet, sondern er liegt in der Fähigkeit, die unter den günstigeren Verhältnissen der früheren Jahre erzielten guten Betriebsergebnisse trotz wachsender Schwierigkeiten aufrechtzuerhalten.

Es ist mir nicht möglich, in dieser Arbeit alle möglichen Erz- und Koksverhältnisse sowie die Betriebsbedingungen im einzelnen zu behandeln; ich will mich vielmehr hauptsächlich mit der großen Aufgabe beschäftigen, zu deren Lösung unsere heutige Hochofenwelt berufen ist: die Verhüttung von Feinerz. Ich hoffe, daß dieser Beitrag den Anlaß zu einem angeregten Austausch von Gedanken und Erfahrungen auf dem Gebiete des Hochofenwesens geben möchte.

Die Kunst der Eisenerzeugung verdankt ihren gegenwärtigen hohen Stand der Vollkommenheit ebensoviel praktischer Erfahrung wie wissenschaftlichen Untersuchungen; es ist jedoch wichtig, die wissenschaftlichen Grundlagen der Vorgänge im Hochofen genau zu verstehen, um die Möglichkeit weiterer Verbesserungen des Verfahrens sowie deren Begrenzungen beurteilen zu können. Ich beabsichtige deshalb, einen kurzen Abriss der Theorie des Hochofenganges zu geben und dann die wesentlichen Mittel zur Erzielung besserer Betriebsergebnisse zu behandeln, und zwar unter besonderer Berücksichtigung 1. der Rohstoffe, 2. des Ofenbaues und 3. des Betriebes.

Theorie des Verfahrens.

Der Hochofen erfüllt eine dreifache Aufgabe: das Vorwärmen der Erze, das Reduzieren ihres Metallgehaltes und endlich das Schmelzen des sich ergebenden Eisens und der Schlacke. Nach dem Gegenstromprinzip streichen dabei die Gase den zu verhüttenden Rohstoffen entgegen, geben ihren Wärmehalt nach und nach an letztere ab und entweichen schließlich aus dem kältesten Teil des Ofens, während die Beschickung vor ihrem Eintritt in die Schmelzzone auf deren hohe Temperatur vorgewärmt wird.

Da diese Zone höchster Temperatur auf einen verhältnismäßig kleinen Teil der unteren Ofenhälfte beschränkt ist, sind die Strahlungsverluste im Vergleich zu denen anderer metallurgischer Ofen gering. Für einen bestimmten Hochofen sind sie je Zeiteinheit sozusagen konstant und nehmen dementsprechend, auf die Erzeugungseinheit berechnet, mit steigender Erzeugungsmenge ab; in neuzeitlichen Betrieben belaufen sie sich fast allgemein auf weniger als 10 % der gesamten Wärmeerzeugung. Der Verlust an mit den Gichtgasen entführter Wärme ist dank des ununterbrochenen und gleichmäßigen Wärmeaustausches zwischen den aufwärts strömenden Ofengasen und den niedergehenden Gichten ebenfalls nur noch gering.

Direkte und indirekte Reduktion.

Gleichzeitig mit der Abgabe der in den Gasen enthaltenen Wärme an den Möller und nach denselben Grundsätzen erfolgt die Umwandlung der Metalloxyde. Die niedergehenden Erze werden allmählich durch das Kohlenoxyd der ihnen entgegenströmenden Gase reduziert, wobei die ärmsten Gase mit den höchsten Oxydationsstufen in den oberen kälteren Ofenteilen in Be-

rührung kommen, während die reichsten Gase mit den schon nahezu völlig reduzierten Oxyden unmittelbar über der Schmelzzone zusammen treffen. Diese Art der Umwandlung von Eisenoxyden in metallisches Eisen erfordert den geringsten Energieaufwand, da die Reduktion von Eisenoxydul durch Kohlenoxyd nur wenig Wärme verbraucht und diejenige von Eisenoxyd sogar einen geringen Wärmeüberschuß ergibt. Demgegenüber ist der Wärmebedarf der im Gestell des Ofens vor sich gehenden „direkten“ Reduktion mittels festen Kohlenstoffs fünf- bis sechsmal so groß wie derjenige der indirekten. Es ist somit klar, daß der Wirkungsgrad eines Ofens um so günstiger wird, je größer der Prozentsatz der indirekten Reduktion ist und je geringer derjenige der direkten; diese muß die Umwandlung aller derjenigen Erzteilchen bewirken, die der Einwirkung der Gase im Schacht mehr oder weniger entgangen sind. Da nun Eisenoxyde im Hochofen durch Gase nur innerhalb eines gewissen, etwa zwischen 200 und 1100° liegenden Temperaturbereichs zu reduzieren sind und die Gase nur mit Schwierigkeit jedes kleinste Teilchen in einer Erzmasse rechtzeitig erreichen, vorwärmen und reduzieren können, so versteht es sich von selbst, daß ein günstiges Ergebnis nur erzielt werden kann bei völlig regelmäßigem Niedergehen der Gichten und bei deren inniger und gleichmäßiger Durchdringung mit den Ofengasen.

Diese Grundlinien sind stets die gleichen gewesen; trotzdem zeigt sich im praktischen Betriebe ein wesentlicher Unterschied im Wirkungsgrade verschiedener Hochöfen, selbst unter völlig gleichen Arbeitsbedingungen. Eine Erklärung dafür bietet die Tatsache, daß ein wirtschaftlich betriebener Ofen sich in einem empfindlichen Gleichgewichtszustande befindet, der leicht durch irgendwelche Unregelmäßigkeiten gestört werden kann. Geringe Temperaturschwankungen verschieben das Gleichgewicht zwischen indirekter und direkter Reduktion. Mehr direkte Reduktion bedeutet einen zusätzlichen Verbrauch an Kohlenstoff, der im andern Falle für die Verbrennung vor den Formen, d. h. zur Erzeugung von Wärme für den Schmelzvorgang, verfügbar gewesen wäre; der dafür erforderliche Brennstoff muß dann durch Vergrößerung der Koksgichten ersetzt werden. Die Reduktion mit festem Kohlenstoff hat ferner einen größeren Wärmebedarf als diejenige mit Kohlenoxyd, der dann ebenfalls durch vermehrte Brennstoffzufuhr gedeckt werden muß. Je größer somit das Verhältnis von Koks zu Erz im Möller ist, um so größer wird auch die Gasmenge je Tonne Eisen, um so höher ferner die Gichttemperatur und der Heizwert des Gichtgases, und eine Erhöhung dieser Beträge bedeutet in jedem einzelnen Falle einen weiteren Wärmeverlust für den Ofen.

Eine Erhöhung der Gichttemperatur verkürzt auch die Höhe der Ofenzone, in welcher eine Reduktion mit Kohlenoxyd überhaupt möglich ist, da das Erzeugnis dieser Reaktion, die Kohlensäure, bei hohen Temperaturen in Gegenwart von Kohlenstoff nicht bestehen kann. Unter solchen Bedingungen reagiert Kohlensäure, die etwa durch Erzreduktion entstanden oder bei der Zersetzung des Kalksteins freigeworden ist, augenblicklich gegen den Koks kohlenstoff unter Bildung von Kohlenoxyd; dadurch wird das Verhältnis von CO_2 : CO in den Gichtgasen erniedrigt und eine weitere Menge Kohlenstoff der Wärmeerzeugung vor den Formen vorenthalten. Diese Verkettung der Vorgänge ist die Ursache dafür, daß stets ein recht beträchtlicher Ueberschuß an Brennstoff erforderlich ist, um einen zum Rohgang neigenden Ofen zu normalem Betriebszustand zurückzubringen.

Die Gichttemperatur ist deshalb zusammen mit dem Verhältnis von CO_2 : CO in den Gichtgasen ein untrügliches Anzeichen für den Grad der Wirtschaftlichkeit des Ofenbetriebes. Je größer dieses Verhältnis ist, desto wirtschaftlicher ist der Reduktionsvorgang. Niedrige Gichttemperaturen finden sich Hand in Hand mit hohen Werten für das Verhältnis von CO_2 : CO und umgekehrt.

Betriebsfolge.

Den Erfolg eines Hochofenbetriebes beurteilt man nach drei Gesichtspunkten: der Beschaffenheit des Erzeugnisses, der Erzeugungsfähigkeit und den Betriebskosten. Der erste Schritt zur Besserung ist die Erkenntnis, daß jeder dieser drei Anforderungen gleichzeitig entsprochen werden kann durch ein und dieselbe Betriebsweise, deren Hauptmerkmale vollkommene Gleichmäßigkeit sowie äußerste Konzentration des Schmelzvorganges sind. Ein schwankungsfreier Betrieb ergibt nicht nur die höchste Durchschnittsleistung und den niedrigsten Koksverbrauch, sondern gleichzeitig und trotzdem die beste Eisenqualität. Das unermüdliche Streben nach größerer Gleichförmigkeit, nicht nur in der Zusammensetzung der Rohstoffe, sondern vor allem auch in deren Verhüttung, d. h. in der Verteilung und dem Niedergang im Ofen, sollte deshalb höchstes Gesetz sein und muß durch zweckdienliche Werksanlage, Ofenprofilierung und Betriebsführung gefördert werden. Diese allein gewähren die Möglichkeit, im Dauerbetriebe bei weitem den größten Teil der Erze auf dem „indirekten“ Wege zu reduzieren, gleichzeitig damit die vorzeitige Verbrennung von Koks auf ein Mindestmaß zu verringern und einen Höchstbetrag desselben vor den Formen zur Verbrennung zu bringen; hiermit wird die höchste Gestelltemperatur erzielt und gleichbedeutend damit die beste Eisenqualität. In einem solchen Betriebe werden die Gichtgase am kältesten sein und das günstigste Verhältnis

von $\text{CO}_2 : \text{CO}$ aufweisen, d. h. sie werden dem höchstmöglichen Wirtschaftlichkeitsgrade sich nähern, der dann erreicht ist, wenn das Verhältnis von $\text{CO}_2 : \text{CO}$ so groß wird und die Gase so arm, daß sie ihre reduzierende Wirkung verlieren, oder wenn die Temperatur in den oberen Teilen des Schachtes so niedrig wird, daß die Erze nicht mehr genügend für rechtzeitige Reduktion und für den Schmelzvorgang vorgewärmt werden. Diese Grenze ist abhängig von der Reduzierbarkeit der Erze und deshalb naturgemäß nicht überall gleich. Wie weit ein Ofenbetrieb auf eine bestimmte Roheisengattung sich ihr nähern kann, hängt von der Ofenkonstruktion, der Betriebsweise und dem Grade der Anpassung beider an die zu verhüttenden Rohstoffe ab.

Rohstoffe.

Erz.

In den meisten Ländern stehen der Eisenindustrie in ihren Anfängen die besten Erze zur Verfügung, Erze mit hohem Eisengehalte und günstigem Gefüge. Solche Bedingungen erleichtern den Ofenbetrieb und begünstigen die Erzielung eines niedrigen Brennstoffverbrauchs, andererseits verzögern sie aber auch den Fortschritt. In neuerer Zeit ist der Vorrat an erstklassigen Erzen in allen Industriestaaten bedeutend zurückgegangen, und damit ist die Verwendung von Rohstoffen minderer Güte zur Notwendigkeit geworden, deren geringerer Eisengehalt und weniger günstige physikalische Beschaffenheit die Durchführung eines wirtschaftlichen Ofenbetriebes bedeutend erschweren. Gleichzeitig ist aber diese Zwangslage auch zu einem mächtigen Ansporn fortschrittlicher Bemühungen geworden mit dem Ergebnis, daß heutzutage Eisenerze wirtschaftlich verhüttet werden können, die man früher als unbrauchbar verwarf. Tatsächlich ist man, lediglich auf Grund von Verbesserungen in der Ofenkonstruktion, ganz allgemein anderer Ansicht darüber geworden, welche Materialien als die für den Ofenbetrieb günstigsten anzusehen sind. Während früher Grobstückigkeit als unerläßliche Vorbedingung betrachtet wurde, suchen wir jetzt große Erzbrocken fernzuhalten und geben Erzen körniger Beschaffenheit den Vorzug, da sie die innigste Berührung ihrer eisenhaltigen Bestandteile mit den Ofengasen ermöglichen und deshalb mit dem geringsten Brennstoffaufwand reduziert werden können.

Sehr feine Erze sind dagegen ebenfalls unerwünscht, da sie leicht von den Gichtgasen fortgerissen werden und daher Verluste mit sich bringen. Außerdem verdichten sie die Beschickungssäule zu sehr und begünstigen die Bildung von Gaskanälen, mit dem Ergebnis, daß die Erze beim Eintritt in die Schmelzzone zum Teil nicht entsprechend vorbereitet sind, und ein Teil der Ofengase zur Gicht gelangt, ohne

Gelegenheit zu Reduktionswirkungen und Wärmeabgabe gehabt zu haben. Feinerz neigt ferner zur Erzeugung von Ansätzen an den Ofenwänden und gibt dadurch Veranlassung zu Gewölbebildungen, zum Hängen und Stürzen der Gichten, Erscheinungen, mit denen jeder Hochofenmann wohlvertraut sein dürfte, der mit Mesaba-Erzen gearbeitet hat.

Diese Erscheinungen werden in Einzelfällen noch durch die Kohlenoxyd-Dissoziation verschärft, die durch die Gegenwart von feinverteilten Eisenoxyden im oberen Teil des Ofenschachtes eingeleitet wird. Das Ergebnis dieser Reaktion besteht in der Imprägnierung der Erzstücke mit feinverteiltem Kohlenstoff, welcher diese zum Aufquellen bringt und die Neigung des Ofens zum Hängen verstärkt. Dieser Erscheinung hat man indessen, namentlich in der europäischen Literatur, entschieden zu große Wichtigkeit beigemessen. Wir besitzen hinreichendes Beweismaterial dafür, daß sie unter normalen Betriebsbedingungen nur geringfügige Bedeutung haben kann. Im Betriebe mit Erzen vom Oberen See sind die Gase, die nach dem „Sackenlassen“, d. h. während des Stürzens der Beschickungssäule an der Gicht entweichen, hellrotbraun gefärbt; schwarzer Rauch, der das Vorhandensein von feinverteiltem Kohlenstoff andeutet, zeigt sich nur, nachdem der Ofen wiederholt und längere Zeit gegangen hat. Selbst Oefen, deren Möller ausschließlich Mesaba-Erze enthält, arbeiten monatelang störungsfrei und ohne das geringste Anzeichen von solchen Kohlenstoffausscheidungen; diese Reaktion hat somit offensichtlich keinen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Hochofenganges.

Die Verhüttung von Feinerz gestaltet sich durchaus vorteilhaft, es ist stets gleichmäßiger physikalischer wie chemischer Beschaffenheit zu haben ist. Die United States Steel Corporation hat in dieser Beziehung Beachtenswertes geleistet durch die Entwicklung eines den Abbau, die Probenahme, das Klassieren und Mischen ihrer Erze regelnden Verfahrens, das eine ausgezeichnete Gleichmäßigkeit der einzelnen Versandsorten ergeben hat. Dies ist besonders hoch zu veranschlagen im Hinblick auf die ungewöhnlichen Schwankungen der Erzbeschaffenheit von ein und derselben Grube in chemischer wie physikalischer Hinsicht.

Als ein Beispiel für den Feinheitsgrad des zurzeit gebräuchlichen Erzmöllers möge die Zahlentafel 1 dienen, welche die Durchschnittsergebnisse der Siebproben aller im Jahre 1913 auf den Süd-Werken der Illinois Steel Company entladenen Erze enthält.

Ob irgendein eisenhaltiges Material für die Verhüttung im Hochofen geeignet ist, hängt ebensosehr von seiner physikalischen Beschaffenheit wie von seiner Oxydationstufe ab. Große

Zahlentafel 1. Feinheitsgrad des Erzmöllers.

Erze	%	Prozent auf Sieb Nr.						Durch Sieb Nr. 100	
		2	8	20	40	60	80		100
Mesaba . . .	83,3	25,40	26,86	12,54	10,86	6,92	2,76	3,34	11,33
Old Range .	16,7	30,16	30,76	15,01	8,14	4,16	2,06	2,74	7,01
Durchschnitt	100,00	26,10	27,58	12,93	10,51	6,44	2,56	3,23	10,69

Aufbereitung einen Teil der Gangart auszuschleiden, wodurch dann gleichzeitig die Schmelzkosten erniedrigt werden können.

Erze mit hohem Tonerdegehalt hat man bis-

her für äußerst unerwünscht, ja sogar völlig ungeeignet für die Verhüttung im Hochofen gehalten, und zwar auf Grund der ganz allgemein gemachten Erfahrung, daß die Schwerschmelzbarkeit der Schlacken mit steigendem Tonerdegehalt zunimmt. Aus diesem Grunde ist die wirtschaftliche Verhüttung kubanischer Erze mit besonders hohem Tonerdegehalt eine der wichtigsten Errungenschaften des amerikanischen Hochofenbetriebes. Erze mit hohem Kieselsäuregehalt werden sich dagegen niemals zur unmittelbaren Verhüttung eignen — außer als Bestandteile eines selbstgehenden Möllers — weil sie einen unverhältnismäßig großen Kalksteinzuschlag benötigen. Der Kieselsäuregehalt der Erze beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des Hochofenschmelzens in rasch steigendem Maße, sobald er den Betrag überschreitet, der zur Bildung der erwünschten Schlackenmenge erforderlich ist. Die Ausscheidung von kieseliger Gangart, Ton oder Sand durch Waschen wird im Mesaba-Bezirk in großem Maßstabe durchgeführt; die größte Aufbereitungsanlage daselbst wird von der United States Steel Corporation in Coleraine betrieben; sie besitzt eine Tagesleistung von 30 000 bis 35 000 t Wascherz. Erz mit 45 % Eisen wird dabei auf 56 % angereichert und gleichzeitig der Kieselsäuregehalt von 30 % auf unter 10 % heruntergebracht. Ein weiteres dankbares Arbeitsfeld verspricht die Anreicherung der titanhaltigen Magneteisensteine und ihre wirtschaftliche Verhüttung im Hochofen zu werden. Es ist durchaus möglich, und auf Grund neuester Versuchsergebnisse sogar wahrscheinlich, daß Schlacken mit hohem Titansäuregehalt, Gleichmäßigkeit desselben vorausgesetzt, bei der Verhüttung keine größeren Schwierigkeiten bieten werden als hochtonerdehaltige, gar nicht zu sprechen von den Vorteilen eines Titangehaltes im Roheisen für Gießereien und sonstige Sonderzwecke.

Brocken, selbst leicht reduzierbarer Erze, sind schädlich, da sie nur mangelhaft vorgewärmt und nur oberflächlich reduziert werden können, ehe sie in die Schmelzzone hinabgelangen. Ein Erz, das so, in groben Stücken aufgegeben, die Gestelltemperatur herabdrücken würde, kann jedoch mit gutem Erfolge verschmolzen werden, wenn es zuvor auf angemessene Stückgröße gebrochen wird. Je feiner andererseits die Erze werden, um so wünschenswerter wird es, die Ofenbeschickung durch Vorbehandlung der feinsten Materialien anzulockern.

Ein bedeutender Fortschritt ist in dieser Hinsicht schon heute erzielt durch das Sintern und Agglomerieren der Erze, und ohne Zweifel wird die Zukunft auf diesem Gebiete noch manche Neuerung zeitigen. Durch Beimischen so vorbehandelter Rohstoffe zum Möller kann die physikalische Beschaffenheit der gesamten Beschickung bedeutend verbessert werden. Der Gichtstaub sollte vor allem so vorbehandelt und nicht ohne weiteres wieder in den Ofen gegeben werden.

Gichtstaub und Erze werden in Europa bereits nach verschiedenen Verfahren in großem Maßstabe briquettiert; bei uns hingegen haben sich diese Verfahren nur langsam einführen können. Die Schwierigkeit liegt darin, die Preßlinge zwar fest genug, aber nicht zu dicht zu machen, und keine Bindemittel zu verwenden, deren Gegenwart im Hochofen unerwünscht ist.

Sinterung nach dem Saugzugverfahren und Agglomerieren im Drehrohrofen geben mit Gichtstaub ausgezeichnete Ergebnisse. Man erhält dabei ein recht festes und gleichzeitig poröses Erzeugnis, das leicht reduzierbar ist, falls beim Agglomerieren ein Zusammenschmelzen vermieden wurde. Ein Drehrohrofen, der etwa die Hälfte des Gichtstaubentfalles verarbeitet, ist auf den Süd-Werken der Illinois Steel Company seit nunmehr acht Jahren im Betrieb. Das erzielte Agglomerat zeichnet sich durch gleichmäßige Korngröße und hohen Eisengehalt aus und ist im Drehrohrofen vorreduziert, ohne geschmolzen zu sein; sein Einfluß auf den Schmelzgang ist nachweislich günstig, selbst bei Öfen mit besonders niedrigem Koksverbrauch.

Je ärmer die Erze werden, um so höher wird ihr Gehalt an taubem Nebengestein; schließlich ergibt sich, um Transportkosten zu sparen, die wirtschaftliche Notwendigkeit, das Hochofenwerk in die Nähe des Erzbezirks zu verlegen oder durch

Die kaufmännische Möglichkeit der Erzaufbereitung durch Waschen, Trocknen, magnetisches Anreichern, Sintern oder Rosten hängt natürlich stets von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Erze selbst ab, sowie von den Kosten der Kräfteerzeugung, des Abbaues und Transportes, und in manchen Fällen auch noch von dem Verkaufswert der Nebenerzeugnisse.

Mögen nun Erze im Naturzustand verhüttet werden oder nach vorhergehender Aufbereitung, die im Falle der Anreicherung stets mit einem gewissen Verlust an haltigem Gut mit den Bergen

zu rechnen hat: stets ist die höchste Ausbeute an Eisen durch den Eisengehalt des Erzes bestimmt. Diese Höchstausbeute würde erzielt werden durch verlustlose Umwandlung des Eisengehaltes in Roheisen, also ohne Gichtstaubbildung und mit einer völlig eisenfreien Schlacke. Der Eisengehalt der letzteren ist in der Tat verhältnismäßig geringfügiger Natur und überall ungefähr gleich. Der Eisenverlust durch Gichtstaubbildung schwankt in weiteren Grenzen; er kann jedoch durch Aufbereitung und erneute Aufgabe des Gichtstaubes wieder ausgeglichen werden. Es ergibt sich somit, daß der Erzverbrauch je Tonne Roheisen im Hochofen, von geringen Abweichungen abgesehen, eine Naturkonstante ist. Anders ist es beim

Koks.

Der Koks ist ein künstliches Erzeugnis, und dementsprechend ist der Verbrauch des Hochofens daran beträchtlich größeren Schwankungen unterworfen als hinsichtlich des Erzes und auch in weit höherem Maße von menschlicher Geschicklichkeit abhängig. Somit sind die Erzeugung von bestgeeignetem Koks einerseits und das Auffinden von brauchbaren Ofenprofilen andererseits als die beiden Hauptaufgaben der gegenwärtigen Bestrebungen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Hochofenbetriebes zu bezeichnen.

Eine harte metallische Struktur ist die erste Anforderung, die man an einen guten Hochofenkoks stellt; sie ist ein Beweis für seine Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb. Die Druckbeanspruchung des Kokes durch das Gewicht der Beschickungssäule ist nämlich verhältnismäßig gering, und guter Durchschnittskoks hat eine weit höhere als die dafür erforderliche Druckfestigkeit. Dagegen ist die Abriebgefahr bedeutend, sowohl während des Transportes als auch besonders im Ofen selbst, wo der Koks gleichzeitig der Wirkung der Gase ausgesetzt ist; aus diesem Grunde muß Koks hart sein (jedoch nicht spröde) und zäh, aber nicht weich, sonst geht er auf seinem Wege von der Gicht zum Gestell zu Bruch.

Vermindert die Anwesenheit von mulmigem Feinerz auf der einen Seite den Abrieb, so ist auf der anderen Seite für einen solchen Möller die Gegenwart von Kokslein und Staub besonders schädlich, weil dadurch die Beschickung noch dichter gemacht und die Neigung zur Ansatzbildung erhöht wird. Der Heizwert des Koksstaubs ist für den Hochofen sozusagen gleich Null, da der

Teil desselben, der wirklich nicht sofort vom Gichtgase in die Staubsammler hinübergerissen wird, durch Reaktion mit den Eisenoxyden (direkte Reduktion) und mit der Kohlensäure der Gase verzehrt wird; die Wahrscheinlichkeit, daß solcher Staub überhaupt jemals bis vor die Formen gelangt, ist deshalb äußerst gering.

Den Einfluß der Stückgröße auf die Widerstandsfähigkeit des Kokes gegen Zersetzung durch Kohlensäure veranschaulichen die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen, die auf den Süd-Werken durchgeführt wurden, um den Gewichtsverlust verschiedener Koksarten durch Behandlung mit trockener Kohlensäure bei verschiedenen Temperaturen festzustellen.

Diese Versuchsergebnisse bieten einen Anhalt dafür, in welchem Umfange Kleinkoks von Kohlensäure in den oberen Ofenregionen verzehrt wird, und zeigen, daß das Gichten von Kleinkoks und Koksstaub, in der Erwartung, davon einen Heizeffekt zu bekommen, zwecklos ist. Das Vorhandensein größerer Mengen von Koksstaub hat

Zahlentafel 2. Gewichtsverlust in Prozenten nach zweistündiger Behandlung mit CO₂.

Koksorte	Proben gebrochen unter 1/4" und über 1/4" Stückgröße				Proben gebrochen und gesiebt durch 80-Maschen-Sieb				
	Versuchstemperatur in °C								
	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	
Connellsville	0,25	0,29	1,97	4,38	0,20	5,00	9,70	52,80	
Klondike	0,45	0,84	2,90	6,50	0,50	4,55	16,27	46,33	
Nebenprodukten-Koks	Nr. 1	0,50	1,34	4,92	10,26	0,80	5,45	15,75	40,98
	Nr. 2	0,25	0,87	3,68	9,46	0,45	3,15	17,40	51,18
	Nr. 3	0,40	0,70	3,00	10,10	0,50	4,20	13,00	64,60
	Nr. 4	0,25	0,83	6,10	10,14	0,80	3,35	16,65	47,02

auch noch den weiteren Nachteil, daß es die Zusammensetzung des Gichtstaubes ungünstig beeinflusst und seine Aufarbeitung erschwert. Hochofenkoks sollte deshalb gründlich gesiebt werden, sei es in der Kokerei oder in den Vorratstaschen am Ofen; am besten an beiden Stellen, um möglichst große Reinheit zu gewährleisten. Ein weiterer Vorteil des sorgfältigen Siebens liegt in der dadurch erzielten Erniedrigung des Aschengehaltes und zuweilen auch des Schwefelgehaltes im Koks, wofür die folgenden Ergebnisse von Siebversuchen und Analysen ein Beispiel sind. (Vgl. Zahlentafel 3.)

Zahlentafel 3. Ergebnisse der Siebversuche.

Kokslein gesiebt	Nebenprodukten-Koks Aschengehalt		
	Nr. 1 %	Nr. 2 %	Nr. 3 %
Ueber 1/4"-Maschen-Sieb	15,28	27,05	15,74
Ueber 20- "	18,66	23,30	16,10
Ueber 40- "	17,11	17,80	14,00
Unter 40- "	17,28	19,71	15,00
Durchschn. Aschengehalt des Kokes	9,20	11,35	10,13

Bis in die letzten Jahre hinein wurde ein hoher Aschengehalt im Koks hier in Amerika kaum als ein ernstlicher Nachteil empfunden; Kohlenwäschen, die in Europa ganz allgemein in Anwendung stehen, finden sich deshalb hier zurzeit nur ganz vereinzelt. Mit ärmeren Erzen und entsprechend größerer Schlackenmenge jedoch beginnt die Notwendigkeit, unverhältnismäßig große Mengen Koksasche verschmelzen zu müssen, nunmehr die Betriebskosten in bedrohlichem Maße zu erhöhen. Mit See-Erzen von etwa 7% Kieselsäuregehalt, reinem Kalkstein und niedrigem Koksverbrauch erhält man bei einem Aschengehalt des Kokes bis zu 10 oder 11% eine Schlackenmenge, die die Wirtschaftlichkeit des Betriebes noch nicht ungünstig beeinflusst. Ein übermäßig hoher Aschengehalt im Koks hat einen dreifachen Nachteil im Gefolge: erstens erhöhte Transportkosten, zweitens höheren Kalksteinzuschlag und drittens weniger wirtschaftliche Ausnutzung des Ofeninhalts, da Asche und Zuschlag im Ofen Raum beanspruchen und Wärme verzehren, die im andern Falle für eine entsprechende Menge Erz nutzbringend hätten verwendet werden können.

Von noch größerem Nachteil als ein hoher Aschengehalt ist der Schwefel im Koks, sobald er einen gewissen Prozentsatz übersteigt, der im Einzelfalle von der Schlackenmenge, ihrer Zusammensetzung und Temperatur abhängt. Diese wiederum sind entweder durch die Zusammensetzung der übrigen Rohstoffe oder aus betriebstechnischen Gründen zur Erzielung einer bestimmten Eisensorte festgelegt. Um den Schwefel in der Form, in der er gewöhnlich im Koks enthalten ist, unschädlich zu machen, muß er in der Schlacke gelöst werden, die je nach ihrer Zusammensetzung und der Gestelltemperatur dafür einen bestimmten Sättigungsgrad hat und somit nur eine bestimmte Menge Schwefel in Lösung halten kann. In Betrieben mit Mesabarerzen ist ein Schwefelgehalt im Koks von mehr als 1% in Anbetracht der dort üblichen Schlackenmengen und der Unmöglichkeit, mit sehr basischen Schlacken einen gleichmäßigen Betrieb aufrechtzuerhalten, äußerst unerwünscht. Aus diesem Grunde erschließt das Problem, in unseren Koksöfen den Aschen- und Schwefelgehalt zu verringern, sei es durch Trockenbehandlung oder Waschen, ein weites, aussichtsvolles Arbeitsfeld.

Koks von Nebenproduktenöfen sollte stets gründlich gelöscht werden, jedoch ohne ein Uebermaß von Wasser. Zu starkes Ablöschen ist der Oberfläche schädlich, zerstört die Struktur und bricht den Koks. In Fällen, wo der Koks nach dem Gewicht gegichtet wird, ist ein niedriger Wassergehalt auch aus dem Grunde wichtig, weil die Schwankungen desselben so auf einen geringeren Spielraum beschränkt werden.

Die physikalische Norm, nach welcher der Hochofenkoks allgemein beurteilt wird, ist, ab-

gesehen von Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb, seine Porosität. Anerkanntermaßen begünstigt eine offene Zellenstruktur rasche Verbrennung, während dichte Struktur diese verzögert. Da die Verbrennungsgeschwindigkeit den Ofengang in erster Linie beeinflusst, so sollte die Brennbarkeit als die wichtigste Eigenschaft eines Kokes betrachtet werden. Auf die einschneidende Bedeutung der Brennbarkeit wurde ich zum erstenmale im Jahre 1906 aufmerksam durch die Verhüttung von in Bienenkorböfen hergestelltem Koks aus Pokahontas-Kohle in den großen Oefen auf den Süd-Werken der Illinois Steel Company. Dem Aussehen nach und hinsichtlich des Gefüges war dieser Koks zwar verschieden von den Connelsville- und Klondike-Sorten, aber die Unterschiede in den Porositätszahlen spiegelten auch nicht annähernd die große Verschiedenheit im Verhalten dieser Koksarten im Hochofen wider. Oefen, die mit Connelsville- oder Klondike-Koks normale Durchsatzzeiten hatten, begannen mit Pokahontas-Koks außergewöhnlich scharf zu treiben. Ihre Windpressung sank um mehrere Pfund, das Gestell wurde kalt, und es ergab sich die Notwendigkeit, den Düsenquerschnitt zu verringern und Erz abzuziehen. Der Koks war außergewöhnlich weich und deshalb augenscheinlich sehr wenig widerstandsfähig gegen die lösende Einwirkung der Kohlensäure im Ofenschacht. Diese und der übermäßige Abrieb verringerten die Stückgröße und begünstigten dadurch die direkte Reduktion, die ihrerseits das Niedergehen der Beschickung beschleunigte und nicht genügend Koks vor die Formen gelangen ließ, um die Gestelltemperatur auf der erforderlichen Höhe zu erhalten. In unseren kleinen Oefen auf den Union- und Milwaukee-Werken erhielten wir aus leicht ersichtlichen Gründen bessere Ergebnisse mit diesem Koks.

Um jene Zeit führte ich eine Reihe von Brennbarkeitsbestimmungen mit verschiedenen Koksarten durch und fand, daß die für vollständige Verbrennung von gleichen Mengen verschiedener Koksarten bei natürlichem Zug und unter sonst gleichen Bedingungen erforderliche Zeit außerordentlich verschieden war. Zur völligen Verbrennung von Pokahontas-Koks, in Bienenkorböfen hergestellt, waren nur 47,7% der Zeit erforderlich, die nötig war, um die gleiche Gewichtsmenge Connelsville- oder Klondike-Koks zu verzehren. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse arbeiteten wir in den folgenden Jahren mit verschiedenen Koksmischungen, um denjenigen Brennbarkeitsgrad zu bestimmen, der bei der Verhüttung unserer Erzmischungen und mit unseren Ofenprofilen die günstigsten Betriebsergebnisse erzielen würde. In dieser Weise, d. h. in Mischung mit harten Koksarten, konnte dann in Bienenkorböfen hergestellter Pokahontas-Koks mit gutem Erfolg verhüttet werden. Als

das beste Verhältnis erwies sich eine Mischung von zwei Drittel hartem und einem Drittel weichem Koks, mit der zum Beispiel am Ofen 6 der Süd-Werke innerhalb der Zeit vom 3. Januar 1909 bis zum 18. Dezember 1910 312 437 t basisches Eisen erzeugt wurden bei einem durchschnittlichen Koksverbrauch von 88 %.

Der anfänglich in amerikanischen Nebenproduktenöfen erzeugte Koks, selbst solcher von den gleichen Kohlenarten, brannte zu langsam, verhinderte dadurch ein rasches und gleichmäßiges Niedergehen der Gichten und erschwerte so den Betrieb unserer Oefen in hohem Maße. Durch die Schaulöcher konnte man deutlich beobachten, wie die einzelnen Koksstücke sich nur langsam bewegen und zur völligen Verbrennung beträchtliche Zeit benötigen, wohingegen Koks von geeigneter Brennbarkeit lebhaft vor den Formen tanzt und schnell verschwindet. In letzterem Falle findet jedes Sauerstoffmolekül des Heißwindes sofort sein Kohlenstoffmolekül

bildeten die Veranlassung dazu, die größeren Koksstücke zu brechen, in der Absicht, die reagierende Oberfläche der Koksgichten zu vergrößern und dadurch ihre Verbrennungsgeschwindigkeit zu erhöhen, hauptsächlich für den Betrieb kleinerer Oefen. Auf diese Weise wurden zwar bessere Ergebnisse erzielt, trotzdem aber ist der beste Ausweg die Darstellung von Koks mit gleichförmiger und der richtigen Brennbarkeit. Dafür ist nicht allein die Anwendung der entsprechenden Kohlenmischung und Garungszeit erforderlich, sondern vor allen Dingen auch eine gleichmäßige Beheizung der Koksöfen, damit nicht ein Teil des Kokskuchens übergart und die Brennbarkeit sehr ungünstig beeinflusst wird, während gleichzeitig andere Teile desselben Kuchens ungar, und damit zu weich und zu wenig widerstandsfähig gegenüber der lösenden Einwirkung der Kohlensäure im Hochofen bleiben. Die Garung muß an allen Punkten des Kokskuchens gleichzeitig beendet sein, dieser muß dann sofort gedrückt und unverzüglich abgelöscht werden.

Die nebenstehenden Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen (Zahlentafel 4) zeigen, daß in

Nebenprodukten-Oefen hergestellter Koks sogar einen höheren Brennbarkeitsgrad aufweisen kann als normaler Connellsville-Koks von Bienenkorböfen.

Zahlentafel 4. Gewichtsverlust verschiedener Koksarten nach Erhitzen unter beschränkter Luftzufuhr.

Koksart	Gewichtsverlust, bezogen auf die gleiche Menge zugeführter Luft, in % der ursprünglichen Koks menge, nach Erhitzen auf								
		300°	400°	500°	600°	700°	800°	900°	1060°
Nebenproduktenkoks:	Nr. 1 (Gary)	0,20	0,20	0,79	13,55	15,35	14,90	15,95	19,80
	Nr. 2 (Versuch)	0,64	0,59	6,23	14,50	15,75	15,72	16,80	22,48
	Nr. 3 (Versuch)	0,62	0,47	4,18	14,55	15,70	15,60	16,20	22,60
Bienenkorkoks:	Kentucky	0,46	0,78	3,90	13,40	15,80	14,35	15,40	20,75
	Connellsville	0,15	0,15	0,58	9,15	13,70	13,25	14,10	17,00

in der Formenebene, und die Verbrennung erfolgt rasch und äußerst lebhaft. Der Verbrennungsvorgang wird dadurch auf einen verhältnismäßig kleinen Raum zusammengedrängt, und somit der beste Heizeffekt erzielt. Im anderen Falle, mit langsam brennendem Koks, können die Sauerstoffmoleküle sich nicht sämtlich und augenblicklich mit ihren Kohlenstoffmolekülen vereinigen. Der Verbrennungsvorgang zieht sich deshalb im Ofen in die Höhe, die damit verbundene Wärmeerzeugung verteilt sich auf einen größeren Raum, und die Gichttemperatur steigt entsprechend. Da die Koksstücke nur langsam verzehrt werden, fehlt die für einen scharfgehenden Ofen mit einer hochtemperierten Verbrennungszone charakteristische schnelle Schrumpfung der Beschickung. Infolgedessen steigt die Windpressung, der Ofen fängt an zu hängen, und gute Betriebsergebnisse werden damit zur Unmöglichkeit.

Im Betriebe kleinerer Oefen verursacht solch langsam brennender Koks sogar noch ernstere Schwierigkeiten als bei großen Oefen, da bei ersteren die Windmenge und Windpressung nicht genügend erhöht werden kann, um die Verbrennung zu beschleunigen. Die außerordentlich schlechten, mit verschiedenen Koksarten von Nebenproduktenöfen gemachten Erfahrungen

Der Mangel an Kenntnissen und Erfahrungen in dieser Richtung war die eigentliche Ursache für die Langsamkeit, mit der die Einführung des Nebenprodukten-Ofens in Amerika vor sich ging. Sein Erzeugnis, der Nebenprodukten-Koks, fand eine sehr geteilte Aufnahme. Man verwandte Kohlenarten ähnlich denen, die in Bienenkorböfen einen guten Koks ergaben, und erzielte damit einen zu dichten Koks und äußerst entmutigende Betriebsergebnisse, besonders an mit Mesaba-Erzen betriebenen Oefen. Eine Besserung darin setzte erst ein, als man dazu überging, solche Kohlen zu verkoken, die in Bienenkorböfen einen für Hochofenzwecke zu weichen Koks ergeben hatten. Infolge von Verbesserungen im Koksofenbetriebe, hauptsächlich bezüglich der Beheizung und der Garungsdauer, hat dann in den letzten Jahren die Darstellung von Koks in Nebenproduktenöfen in Amerika gewaltige Fortschritte gemacht, so daß heute auf einer ganzen Anzahl von amerikanischen Kokereianlagen ein Erzeugnis erzielt wird, dessen Güte der des besten Bienenkorb-Kokses nicht nachsteht.

Einen praktischen Beweis dafür, was geleistet worden ist hinsichtlich der Verbesserung der Güte und Gleichförmigkeit von Nebenprodukten-

Zahlentafel 5. Süd-Werke der Illinois Steel Company. Durchschnittliche Tageserzeugung und Koksverbrauch je Tonne Eisen für das Jahr vom 1. Mai 1913 bis 1. Mai 1914.
Bessemer-Eisen.

	Ofen Nr. 2		Ofen Nr. 3		Ofen Nr. 4		Ofen „E“		Ofen Nr. 9		Durchschnitt	
	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %
Mai 1913	552	86,6	499	97,2			574	86,6	510	87,6	536	89,3
Juni	536	88,1	417	98,6	Ausgeblasen		580	85,4	510	87,4	511	89,3
Juli	550	85,3	415	105,6	am 15. April		462	93,1	476	85,9	474	91,7
August	523	84,2	504	89,5	1913 nach Er-		529	85,3	477	88,8	508	86,8
September	516	84,7	531	84,4	zeugung von		534	75,4	524	82,0	526	81,6
Oktober	504	86,4	522	87,6	734 808 t		522	76,4	538	82,5	522	83,2
November	481	86,8	536	86,4			474	79,5	444	95,7	485	86,9
Dezember	—	—	510	86,2	Angeblasen am		544	76,1	521	80,2	523	81,3
Januar 1914	—	—	482	87,4	15. Febr. 1914		470	81,3			477	84,9
Februar	—	—	487	91,2	295	110,0	497	87,0	Ausgeblasen		452	91,8
März	—	—	495	92,0	526	77,8	568	80,9	am 18. Dez.		529	33,4
April	—	—	515	88,8	552	75,9	549	82,3	1913		537	82,2
Durchschnitt	525	86,0	492	90,2	493	80,6	526	82,6	500	86,4	509	86,0
Mit jetziger Zustellung erzeugt	483 049		801 128		36 997		423 791		602 495			

Anmerkung: Ofen Nr. 1 ging auf Spezialisensorten. Ofen Nr. 3 war gedämpft vom 26. Juni bis 2. Juli 1913. Ofen „E“ war gedämpft vom 24. Dezember 1913 bis 10. Januar 1914.

Basisches Eisen.

	Ofen Nr. 5		Ofen Nr. 6		Ofen Nr. 7		Ofen Nr. 8		Ofen Nr. 10		Durchschnitt	
	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %	t	Koks %
Mai 1913	494	96,3	429	87,4	579	81,5	474	90,9	492	85,9	494	88,2
Juni	499	97,9	419	88,8	524	92,6	446	91,5	513	84,5	480	91,1
Juli	444	97,1	402	89,7	426	93,8	514	84,7	499	85,8	457	89,9
August	403	105,0	440	87,4	554	88,6	489	83,5	486	87,5	484	83,7
September	Ausgeblasen		475	83,6	538	87,6	537	79,9	508	86,6	511	84,5
Oktober	am 25. Aug.		458	89,5	539	85,2	529	82,1			508	85,4
November	1913		395	89,9	581	84,9	536	84,5			504	86,0
Dezember	Angeblasen am		530	73,8	591	83,7	540	84,1	Ausgeblasen		560	83,5
Januar 1914	6. Febr. 1914				426	88,6	544	86,4	am 1. Oktober		489	87,4
Februar	408	94,1	Ausgeblasen		537	90,2	514	90,5	1913		492	91,2
März	538	83,9	am 4. Dez.		540	91,1	542	84,2			540	86,4
April	528	85,2	1913		576	83,4	545	84,9			550	84,5
Durchschnitt	484	92,7	433	87,8	534	87,4	518	85,4	500	86,0	501	87,5
Mit jetziger Zustellung erzeugt	41 912		251 533		284 113		226 746		208 989			

Anmerkung: Ofen Nr. 7 war gedämpft vom 24. Dezember 1913 bis 10. Januar 1914.

Koks, liefern die folgenden an den Hochofen der Süd-Werke mit Koks von den Anlagen in Gary und Joliet erzielten Betriebsergebnisse. Der Koks wird hergestellt mit einer Garungszeit von 16 bis 18 Stunden unter Verwendung von 60 % und mehr Pohakontas-Kohlen mit niedrigem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, in Mischung mit verschiedenen Sorten mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Die Hochofen der Süd-Werke haben in den letzten zwölf Monaten einen durchschnittlichen Koksverbrauch von 86,7 % erzielt und sind damit erheblich unter dem Jahresdurchschnitt anderer Werke geblieben, welche ähnliche Erzsorten verhütten. Die Monatsdurchschnitte sind für die einzelnen Ofen vom 1. Mai 1913 bis 1. Mai 1914 in Zahlentafel 5 wiedergegeben.

Kalkstein.

Die wirtschaftliche Verhüttung der feineren und ärmeren Erze erfordert ganz besondere Sorgfalt nicht nur hinsichtlich der Koksverzeugung als einer der ersten Vorbedingungen für einen geregelten Ofengang, sondern auch bezüglich der Vorbereitung der Zuschläge und ihrer Anpassung an die Feinheit der Erze und deren steigenden Kieselsäuregehalt.

Die Erzgerichte selbst sind so dicht geworden, daß jeder weitere Zusatz von feinem Material mit dem Kalkstein schädlich wird; alles feine sollte deshalb durch Absieben entfernt werden. Gleichzeitig sind große Kalksteinblöcke schädlicher als früher, da sie bei der kurzen Durchsatzzeit der Ofen nicht gründlich vorgewärmt und gebrannt werden können, ehe sie ins Gestell gelangen. Brocken ungebrannten Kalksteins sind häufig vor den Formen sichtbar,

wenn großstückiger Kalkstein gegichtet wird. Für Hochofenzwecke sollte Kalkstein deshalb gebrochen werden. Manche Steinsorten lassen sich schwerer brennen als andere und müssen deshalb kleiner gebrochen werden, stets unter Absieben des dabei entstehenden Kalkkleins.

In früheren Jahren, wo der Kieselsäuregehalt der Erze so niedrig war, daß die Schlackenmenge ohne die Zugabe von kieselsäurereichen Materialien niedriger war als das in Praxis erforderliche Mindestmaß, war ein Kalkstein mit 5 oder 6% Kieselsäure durchaus brauchbar. Die einzige Folge davon war, daß wenige solcher billigen Zusatzmaterialien verhüttet werden konnten, aber solange nur der Kalkstein im Kieselsäuregehalt gleichförmig blieb, wurde dadurch die Wirtschaftlichkeit des Ofenbetriebes nicht ernstlich beeinflußt. Heutzutage ist jedoch mit dem natürlichen Kieselsäuregehalt der Erze die Schlackenmenge allgemein über das für die Entschweflung erforderliche oder im Interesse eines geregelten Ofenbetriebes erwünschte Maß hinaus gestiegen. Eine Erniedrigung des Kieselsäuregehaltes im Kalkstein bedeutet deshalb ohne weiteres eine Kokersparnis. Je niedriger ferner der Kieselsäuregehalt des Kalkes ist, um so gleichmäßiger ist letzterer, und das ist ein weiterer äußerst wichtiger Punkt.

Ein mäßiger Prozentsatz Magnesia in der Schlacke ist zulässig; dagegen ist die Verhüttung von Dolomit in Betrieben mit See-Erzen, wo die Schlacken einen ziemlich hohen Tonerdegehalt aufweisen, und die Schmelzzone besonders niedrig gehalten werden muß, von Nachteil. Es hat sich in unseren Betrieben beim Verschmelzen von Dolomit im Interesse der Entschweflung als notwendig erwiesen, mit einer basischen Schlacke zu arbeiten, welche die Durchführung eines geregelten Ofenbetriebes erschwert und eine Erhöhung des Brennstoffverbrauchs bedingt. Bei außergewöhnlich niedrigem oder gewöhnlich hohem Tonerdegehalt der Schlacke hinwieder hat sich der Gebrauch von Dolomit als Vorteil erwiesen, ebenso auch bei der Darstellung von Spiegeleisen und Ferromangan.

Gebälsewind.

Von allen je Zeiteinheit in den Hochofen eingeführten Materialien hat der Gebälsewind das größte Volumen sowie das größte Gewicht. Es kann deshalb nicht überraschen, daß gar manches zu seiner Verbesserung versucht worden ist. An Stelle des bis dahin allein gebräuchlichen kalten Windes trat zu Anfang des vorigen Jahrhunderts der Heißwind.

Ein neueres Verfahren zur Erzielung eines niedrigeren Brennstoffverbrauchs ist die Gayleysche Wind-

trocknung. Ihre Wirkung ist die gleiche wie die einer entsprechenden Erhöhung der Windtemperatur. Darüber hinaus regelt sie die Windversorgung derart, daß dem Ofen je Zeiteinheit stets das gleiche Sauerstoffgewicht zugeführt wird. Dieser Gleichförmigkeit schreibt man die außerordentlichen Ersparnisse zu, besonders in Gegenden mit feuchtem und wechselndem Klima, für die man in einigen Fällen bedeutend höhere Werte erzielte, als einer gleichwertigen Erhöhung der Windtemperatur entsprachen. Die Anwendbarkeit der Windtrocknung hängt von örtlichen Verhältnissen ab, welche die Kosten der Windtrocknung im Vergleich zu denen einer Erhöhung der Windtemperatur beeinflussen, und von dem bestehenden Wirtschaftlichkeitsgrade des Ofenbetriebes. Auf Werken, wo eine Erhöhung der Windtemperatur keinen Vorteil mehr bringt, da die Grenze der Wärmekonzentration schon erreicht ist, kann auch die Windtrocknung nicht wirtschaftlich arbeiten, abgesehen von ihrer Wirkung auf die Gleichförmigkeit der Windlieferung, die in Betrieben mit ungetrockneter Luft nur annähernd erreicht werden kann durch äußerst sorgsame Regelung der Windtemperaturen und der geförderten Luftgewichte.

Der neueste Verbesserungsversuch, Erhöhung des Sauerstoffgehaltes der Luft, wird gegenwärtig in Europa erprobt; ob mit oder ohne Erfolg, bleibt abzuwarten. Da das Verhältnis von Kohlen säure zu Kohlenoxyd sich nicht über ein gewisses Maß hinaus steigern läßt, wo die Ofengase ihre reduzierende Kraft verlieren, und da dieses Maß unabhängig ist von dem Grade der Verdünnung der Gase durch Stickstoff, da ferner eine Annäherung an diesen Punkt sowie an die untere Grenze der Gichttemperatur unter Anwendung billigerer Hilfsmittel möglich ist, so erscheint es zum wenigsten zweifelhaft, daß das Sauerstoffverfahren niemals zu allgemeiner gewinnbringender Anwendung kommen wird. Die gleichmäßige Erhitzung der Beschickungssäule bis zu ihrem Schmelzpunkt erfordert Zeit und ein gewisses Mindestmaß an Ofengasen, und diese können offensichtlich nicht vermindert werden, selbst wenn es möglich sein sollte, die Reduktionsdauer durch Verminderung des neutralen Stickstoffgehaltes der Gase zu verkürzen. Der Heißwind und der getrocknete Wind liefern somit an den Ofen eine zusätzliche Wärmemenge, während Wind mit höherem Sauerstoffgehalt lediglich die Intensität der unter Verzehrerung des im Gestell vorhandenen Brennstoffs vor sich gehenden Wärmeerzeugung erhöht.

(Fortsetzung folgt.)

Beiträge zur Berechnung des Walzdruckes und der Walzarbeit.

Von Professor Karl Láng in Selmecbánya (Ungarn).

Die Vorausberechnung des Walzdruckes und der Walzarbeit ist nicht nur für den Entwurf einer Walzenstraße von außerordentlicher Wichtigkeit, sondern auch für den Betriebsmann

wertvoll, insbesondere dann, wenn er zur äußersten Ausnützung einer vorhandenen Walzenstraße gezwungen ist. In solchen Fällen sind durch Unkenntnis der auftretenden Drücke Walzen-

brüche, ja sogar Walzenständerbrüche schon oft vorgekommen, die durch die Vorausberechnung hätten vermieden werden können.

Eine allgemein gültige Theorie zur Berechnung des Walzdruckes und der Walzarbeit gibt es vorläufig nicht, es ist auch nicht wahrscheinlich, daß man auf einfachem, praktisch brauchbarem Wege diese Größen wird je berechnen können, weil besonders bei solchen Profilen, bei welchen indirekte Drücke angewendet werden müssen, sehr verwickelte Kraftwirkungen auftreten. Für einfache Verhältnisse, insbesondere für offene Kaliber, bei welchen sich die Breitung frei entwickeln kann, hat Professor Hermann in dieser Zeitschrift¹⁾ eine Theorie bekannt gegeben, welche mit den bis dahin veröffentlichten Versuchen von Puppe gut übereinstimmt.

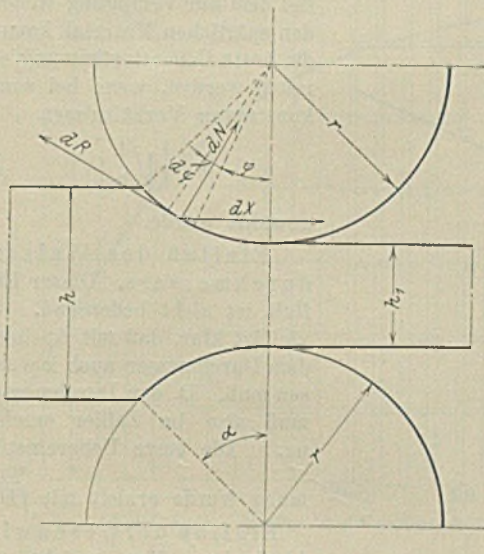


Abbildung 1. Zu Formel 1.

Seitdem sind auch die neueren Versuche von Puppe in der Broschüre²⁾ „Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkeln, L- und T-Eisen“ veröffentlicht; sie gaben mir Veranlassung, die Theorie von Professor Hermann nachzuprüfen.

Der Druck auf die Walze senkrecht zur Walzrichtung beträgt nach Hermann:

$$P = F \cdot k \frac{1 - \cos \alpha}{2 \sin \alpha} \quad 1)$$

in welcher Formel F die Querschnittsverminderung in qcm, k die Quetschgrenze in kg/qcm und α den Zentriwinkel des Berührungsbogens zwischen Walze und Arbeitsstück bedeutet. Der besseren Verständlichkeit halber sind die hier benutzten und später noch vorkommenden Bezeichnungen in Abb. 1 eingetragen.

Mit Hilfe der Gleichung 1 kann man aus den Versuchsergebnissen k berechnen, wie es auch in dem erwähnten Aufsatz geschehen ist. Berechnen wir jedoch k aus den neueren Versuchen, so finden wir, daß die Werte von denen der ersten Versuche außerordentlich abweichen, mitunter bis zu 200 %. Irgendein Trugschluß scheint aber in der Theorie nicht vorzuliegen, und man gelangt zu brauchbaren Ergebnissen, wenn man die die Quetschgrenze beeinflussenden Faktoren berücksichtigt.

Hermann findet, daß k vor allem von der Temperatur abhängig ist, ferner von dem Stand der Bearbeitung des Materials. Der Einfluß der Temperatur ist gewiß unbestreitbar groß, der Einfluß des Bearbeitungszustandes aber etwas überschätzt. Bei den ersten Stichen müßte k klein sein, weil das Material noch Blasen, Hohlräume usw. enthält, und müßte mit fortschreitender Bearbeitung wachsen. Das trifft auch zu, aber die neueren Versuche beweisen, daß dieser Einfluß nur sehr gering sein kann, hingegen andere Faktoren eine weit größere Rolle spielen.

Auffallend ist es, daß in der Gleichung 1 die Höhe des auszuwalzenden Stückes überhaupt nicht vorkommt, obzwar es allgemein bekannt ist, daß sowohl der Walzdruck als auch die Walzarbeit nicht nur von der Querschnittsabnahme, sondern auch von der Höhe des Stückes abhängig ist. Um ein drastisches Beispiel anzuführen, wird der Walzdruck bei gleich breitem, aber einmal 100 mm hohem und dann 10 mm hohem Stück bei 10 mm Druck durchaus nicht gleich sein, sondern im letzteren Falle, weil man das Stück bis auf Null zerquetschen muß, unendlich groß werden. Dieser scheinbare Mangel der Theorie läßt sich ausmerzen, wenn man den Koeffizienten k von der Höhe des auszuwalzenden Stückes h_1 abhängig macht, derartig, daß für $h_1 = 0$, $k = \infty$ wird. Eine gewisse Rolle spielt aber unbedingt auch die Höhe h des Materials vor dem Auswalzen.

Außerdem hängt k , wenn auch nur in geringem Grade, vom Walzendurchmesser ab, worauf man aus Puppes Arbeit¹⁾, Seite 17, aufmerksam wird. Puppe erwähnt auch die Abhängigkeit des Walzdruckes von der Umfangsgeschwindigkeit der Walzen, was ebenfalls durch diesen Koeffizienten berücksichtigt werden kann. Läßt sich für k ein Ausdruck finden, welcher die hier aufgezählten Einflüsse berücksichtigt, dann muß die Hermannsche Theorie für offene Kaliber, mit überwiegend direktem Druck, allgemein gültig sein.

Fassen wir nun die bis jetzt nur gestreiften, k beeinflussenden Faktoren einzeln ins Auge.

¹⁾ St. u. E. 1911, 19. Okt., S. 1706/11.

²⁾ Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1913.

¹⁾ Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkeln, U- und T-Eisen. Düsseldorf 1913, Verlag Stahleisen m. b. H.

Einfluß der Temperatur. Steigt die Temperatur, dann muß k kleiner werden, für den Schmelzpunkt des Materials verschwinden. Vor dem Schmelzpunkt wird aber das Material noch verhältnismäßig hohe Festigkeit besitzen und fast augenblicklich bei Uebergang in den flüssigen Zustand jeden Widerstand gegen Zerdrücken verlieren. Für die bei dem Walzen auftretenden Temperaturen kann man den Einfluß der Temperatur durch eine Kurve darstellen, welche der Gleichung

$$k = \frac{144 - (T' - 2)^2}{200} C_1 \quad 2)$$

entspricht, solange man die anderen Faktoren konstant hält. Wegen Handlichkeit ist die Formel

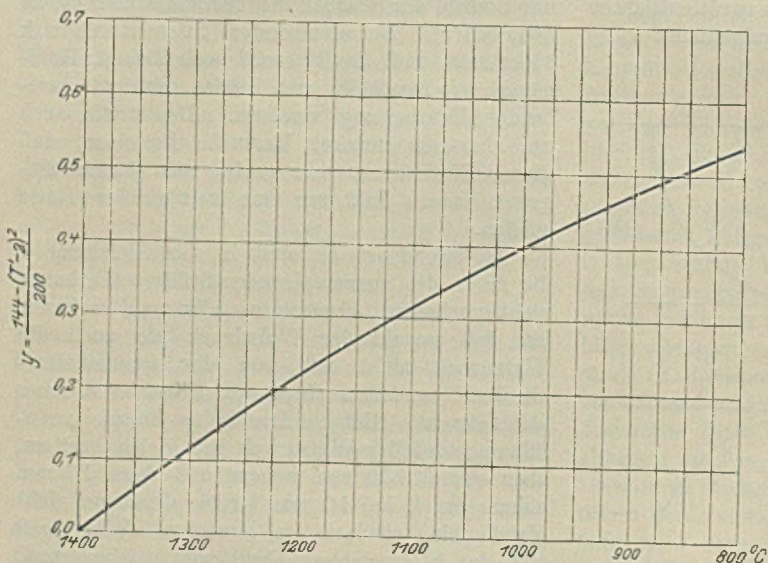


Abbildung 2. Einfluß der Temperatur.

so geschrieben, daß man T' in 100°C einsetzen muß.

Trägt man die Werte $x = T$ in Grad C auf die Abszissenachse, die zugehörigen, berechneten Werte $y = \frac{144 - (T' - 2)^2}{200}$ auf die Ordinatenachse

eines rechtwinkligen Koordinatensystems auf, dann entsteht die in Abb. 2 dargestellte Kurve. Daraus ist zu ersehen, daß der Einfluß der Temperatur nahe dem Schmelzpunkte am größten ist und mit sinkender Temperatur abnimmt. Die Kurve steigt zunächst steil an, um sich allmählich zu verflachen. Den größten Wert erreicht y bei 200°C , weil dann das zweite Glied im Zähler verschwindet und so y den größten Wert annimmt. Sinkt die Temperatur noch weiter, dann wird der Klammerausdruck negativ, zum Quadrat erhoben aber positiv, so daß der Wert von y wieder abnimmt. Dies stimmt auch mit den neuesten Festigkeitsversuchen bei höheren Temperaturen gut überein, welche allerdings

nur Zugversuche umfassen¹⁾. Ob die gewählte Kurve den tatsächlichen Verhältnissen genau entspricht, ist zunächst nicht nachprüfbar, darüber könnten nur Versuche Aufklärung geben.

Einfluß der Höhe des auszuwalzenden Stückes. Wie bereits erwähnt, muß, falls die Höhe des Stückes nach dem Auswalzen gleich Null wird, die Quetschgrenze unendlich groß werden. Die Höhe h muß in dem Nenner eines Bruches erscheinen. Die zweite Bedingung ist: Findet keine Höhenabnahme statt, dann ist die Quetschgrenze von der Höhe des Stückes unabhängig. Dem wird genügt, wenn h in den Zähler gesetzt, und k von $\frac{h}{h_1}$ abhängig gemacht wird.

Der Einfluß der Höhe scheint aber nicht zu groß zu sein. Bei dem zur Verfügung stehenden spärlichen Material konnte die beste Uebereinstimmung erreicht werden, wenn bei sonst konstanten Verhältnissen

$$k = \sqrt{\frac{h}{h_1}} C_2 \quad 3)$$

gewählt wurde.

Einfluß des Walzendurchmessers. Dieser Einfluß ist nicht bedeutend. So viel ist klar, daß mit wachsendem Durchmesser auch k wachsen muß. D, der Durchmesser, muß also im Zähler erscheinen. Die beste Uebereinstimmung wurde erzielt mit \sqrt{D} .

Einfluß der Geschwindigkeit. Man ersieht aus den aufgenommenen Diagrammen, daß der Einfluß der Geschwindigkeit nicht vernachlässigt werden darf. Besonders bei kleinen Geschwindigkeiten ist der Einfluß groß, mit wachsender Geschwindigkeit immer kleiner und kleiner. Die genaue Veränderlichkeit von k mit der Geschwindigkeit ist zurzeit noch nicht genau feststellbar, die ausgeführten Versuche sind eben in dieser Beziehung nicht systematisch durchgeführt worden. Vorläufig gibt eine Kurve nach folgender Gleichung gute Uebereinstimmung:

$$y = 7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61} \quad 4)$$

Trägt man wieder auf die Abszissenachse die Werte $x = v$ m/sek auf die Ordinatenachse $y = 7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61}$ auf, so erhält man eine Kurve nach Abb. 3.

Wie es aus der Kurve und der Formel zu ersehen ist, wird für $v = 0$, $y = 1$, d. h. wenn

¹⁾ St. u. E., 1915, 4. März, S. 249.

die Geschwindigkeit gleich Null wird, so hat noch k immer einen bestimmten Wert, was aus dem Druckdiagramm der Blockwalze, Stahl und Eisen 1910, Seite 1828, Stich Nr. 18, deutlich ersichtlich ist. Mit wachsender Geschwindigkeit wächst zunächst k rasch, was aus derselben Druckkurve ebenfalls zu ersehen ist. Bei höheren Geschwindigkeiten wird der Einfluß immer kleiner, dies zeigen auch die an den Triostraßen aufgenommenen Druckkurven. Die angeführte Formel entspricht einer Kurve, welche sich dem Wert $y = 7$ asymptotisch nähert, sie wendet sich vom schräg aufsteigenden Ast bei etwa $v = 2$ m/sek

mithin ist:

$$F \left(1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right) = \left[\frac{144 - (T - 2)^2}{200} \right] \sqrt{\frac{h}{h_1}}$$

$$\sqrt[3]{D} \left[7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61} \right] C$$

und daraus:

$$C = \frac{P \sin \alpha}{\left[\frac{144 - (T - 2)^2}{200} \right] \sqrt{\frac{h}{h_1}} \cdot \sqrt[3]{D} \left[7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61} \right] F \left(1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right)} \tag{6}$$

Mit Hilfe der angeschriebenen Formel berechnet man aus den Versuchsergebnissen C . Die so berechneten Werte von C müßten alle gleich sein.

Natürlich ist dies nicht der Fall, weil unter Umständen andere, hier noch nicht berücksichtigte Faktoren auch eine Rolle spielen, und weil die Versuchsergebnisse mit ziemlichen Ungenauigkeiten behaftet sind, die niemals vollkommen beseitigt werden können.

Die aus 169 brauchbaren Versuchsergebnissen berechnete Konstante liegt zwischen 122 und 224. Scheidet man die 16 am weitesten auseinanderliegenden Werte aus, so findet man, daß 60 % der Werte vom abgerundeten Mittelwert $C = 180$ um ± 10 % abweichen, und 90 % aller Werte sich zwischen den Grenzwerten 180 ± 15 % befinden. Für C kann man also vorläufig, solange andere Versuche nicht zu besserem Ergebnis führen, den Wert 180 annehmen, und dann lautet die Formel für k :

$$k = \left[\frac{144 - (T - 2)^2}{200} \right] \sqrt{\frac{h}{h_1}} \cdot \sqrt[3]{D} \left[7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61} \right] \cdot 180 \tag{7}$$

wobei T in 100° C h , h_1 und D in cm , v in m/sek einzusetzen sind. Man erhält dann k in kg/qcm .

Die Berechnung von k gestaltet sich ziemlich einfach, wenn man die Kurven für den Einfluß von T und v , Abb. 2 und 3, benutzt, weil man nur Multiplikationen auszuführen hat, die mit Rechenschieber schnell und genügend genau erfolgen können.

Ist k bekannt, dann berechnen wir den Walzdruck nach Formel 1.

Findet, wie schon in der Einleitung gesagt wurde, die Breitung kein Hindernis, so muß die Formel, die nur aus rechteckigen Querschnitten hergeleitet wurde, für beliebige Querschnitte angenähert richtige Ergebnisse liefern, sobald man die mittlere Höhe des auszuwalzenden Stückes und den mittleren Walzendurchmesser in Betracht zieht.

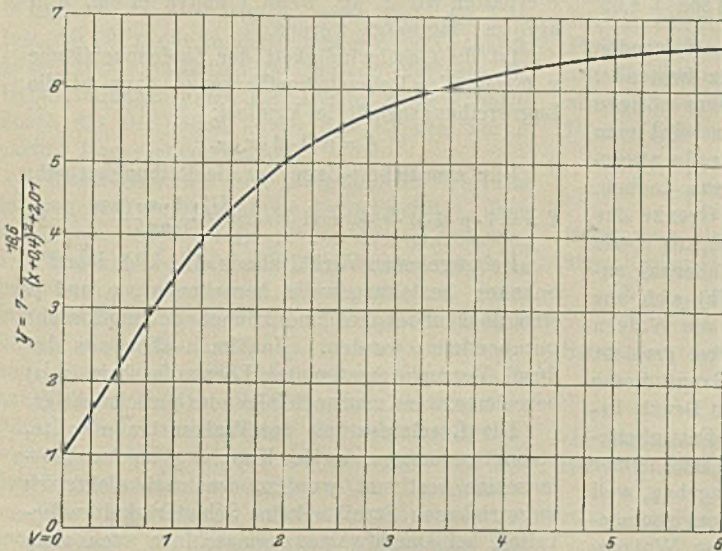


Abbildung 3. Einfluß der Geschwindigkeit.

in einem scharfen Bogen der Horizontalen zu, so daß nach etwa $v = 4$ m/sek die Zunahme von y sehr gering wird. Der als vorläufig anzusehende Verlauf der Kurve zeigt bei der Berechnung des Walzdruckes gute Ergebnisse.

Wenn wir das bisher Gesagte zusammenfassen, dann können wir den die Quetschgrenze darstellenden Koeffizienten k durch folgende Formel ausdrücken:

$$k = \left[\frac{144 - (T - 2)^2}{200} \right] \sqrt{\frac{h}{h_1}} \cdot \sqrt[3]{D} \left[7 - \frac{16,6}{(v + 0,4)^2 + 2,61} \right] C \tag{5}$$

Alle Werte bis auf C lassen sich bei bekannter Temperatur, Höhe und Walzgeschwindigkeit sowie bekanntem Durchmesser der Walze berechnen, die Konstante C ist vorläufig unbekannt.

C bestimmt man, indem man den hier aufgeschriebenen Wert von k mit dem aus der Hermannschen Theorie berechenbaren gleichsetzt. Danach war:

$$k = \frac{P \sin \alpha}{F \left[1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right]}$$

In Zahlentafel 1 sind berechnete Werte mit gemessenen verglichen.

Zahlentafel 1.

Lfd. Nr.	Versuch Nr.	Block Nr.	Stich Nr.	Walzdruck		Unterschied %
				gemessen	berechnet	
1	3	4	2	55 587	56 500	+ 1,83
2	3	1—6	2	65 700	59 500	— 9,45
3	5	2	4	83 420	81 000	— 2,87
4	5	1—6	4	76 000	67 800	— 10,8
5	11	1	2	226 360	223 000	— 1,5
6	11	1—3	2	237 000	253 000	+ 6,75
7	11	2	4	238 000	226 000	— 5,05
8	11	1—3	4	248 916	249 000	+ 0,00
9	15	2	2	327 750	338 000	+ 3,14
10	15	1—6	2	323 826	338 000	+ 4,4
11	15	5	4	368 170	372 000	+ 1,04
12	15	1—6	4	351 360	358 500	+ 2,03

Dadurch, daß wir die beim Walzen auftretenden Drücke berechnen können, sind wir imstande, die zur Bemessung eines Walzenständers nötigen Kräfte zu ermitteln. Im allgemeinen wird man alle Profile, die auf einer Walzenstraße ausgewalzt werden sollen, nicht im voraus kennen. Immerhin ist es möglich, eine obere Grenze der Abmessungen des auszuwalzenden Stückes sowie der anwendbaren größten Höhenverminderung anzunehmen. Die letztere Größe ergibt sich aus dem größten Winkel α , bei welchem die Walzen das Stück noch erfassen. Der Winkel erreicht bei rauhen Walzen bis zu 35° . Auf Grund dieser Annahme ist der höchste auftretende Druck berechenbar und ist als Grundlage der Festigkeitsberechnung verwendbar. Hierbei kann man immer von dem rechteckigen Querschnitt ausgehen, weil bei profilierten Querschnitten die Höhenverminderung schon wegen der meist glatten Walzenoberfläche immer kleiner sein wird als bei den mit größtmöglicher Querschnittsverminderung anwendbaren Blockstichen.

Hiermit möchte ich nur andeuten, in welcher Weise die Ergebnisse des vorher Besprochenen verwendbar sind.

Die Möglichkeit der Vorausberechnung der Walzarbeit ist vielleicht noch wichtiger als die Bestimmbarkeit des Walzdruckes.

Die Walzarbeit setzt sich im allgemeinen zusammen: 1. aus der Leerlaufsarbeit der ganzen Walzenstraße, 2. aus der reinen Walzarbeit, 3. aus der zusätzlichen Reibungsarbeit.

1. Die Berechnung der Leerlaufsarbeit. Bis jetzt ist eine einigermaßen zuverlässige Berechnungsart der Leerlaufsarbeit nicht veröffentlicht. Die nachfolgende Ueberlegung dürfte den wirklichen Verhältnissen gut entsprechen und brauchbare Ergebnisse liefern. In der Tat stimmen auch die berechneten Werte mit den durch Versuche ermittelten gut überein.

Den Hauptanteil der Leerlaufsarbeit ergibt die Reibung der Walzenzapfen in den Lagern. Die Lager sind mit einer gewissen Kraft an die

Zapfen angedrückt, welche Kraft der Berechnung unzugänglich ist, weil sie von Zufälligkeiten abhängt. Sind die Druckschrauben fest angezogen und die Führungen der Einbaustücke stark angedrückt, dann ist die Kraft größer, als wenn die Walzen richtig angestellt sind, usw. Die auf die Lager wirkende Kraft kann man aber als Produkt der Zapfenprojektion und des spezifischen Auflagedruckes ausdrücken. Bezeichnen wir die Länge der Lagerschale mit l , den Durchmesser des Zapfens mit d und den spezifischen Druck auf die Lagerschale mit p , dann ist das Lager durch die Kraft P belastet, und es besteht folgende Gleichung:

$$P = p \cdot l \cdot d.$$

P erhalten wir in kg, wenn l und d in cm, p in kg/qcm eingesetzt werden.

Ist die Geschwindigkeit der Zapfenoberfläche v m/sek, der Reibungskoeffizient μ , dann ist die Lagerreibungsarbeit in kgm/sek

$$A = p \cdot l \cdot d \cdot v \cdot \mu.$$

Für sämtliche i -Lager ist die Reibungsarbeit:

$$\Sigma A = i \cdot p \cdot l \cdot d \cdot v \cdot \mu^2 \text{ und } N_{Ps} = \frac{i \cdot l \cdot d \cdot v \cdot (\mu p)}{75} \quad 8)$$

Bei gegebenen Verhältnissen sind i , d , l und v bekannt beziehungsweise berechenbar, p und μ sind aber unbekannt und können getrennt nicht gut bestimmt werden. Man kann aber aus der durch Versuche bestimmten Leerlaufsarbeit ($p \mu$) berechnen, wenn man noch folgendes berücksichtigt.

Die Leerlaufsarbeit der Walzenstraße sollte, streng genommen, an der Kupplung der Antriebsmaschine bestimmt werden, was bei elektrisch angetriebenen Straßen keine Schwierigkeiten bereitet, bei Dampfwalzenzugmaschinen auch ohne größere Fehler bestimmt werden kann, weil die zusätzliche Reibungsarbeit der Dampfmaschine zu Null angenommen werden darf. Bis zur Kupplung der Walzenzugmaschinen können aber noch folgende Verluste auftreten, die man ange nähert berechnen kann:

a) Verluste im Kammwalzgerüst. Bei der geringen Belastung der Kammwalzen bei Leerlauf kann man auf Grund der Versuche von Puppe mit Kammwalzen¹⁾ die Verluste zu etwa 10% der Lagerreibungsarbeit der Walzenstraße je Kammwalzgerüst annehmen. Bei Duo- und Triost Straßen also durchschnittlich zu 10%, bei Doppelduostraßen, wenn zwei Kammwalzgerüste hintereinander angeordnet sind, zu 20%.

b) Verluste durch Reibungsarbeit in den Traglagern der Schwungradwelle, falls das Schwungrad nicht an der Antriebsmaschinenwelle angebracht ist und der dadurch verursachte Arbeitsverlust in der Leerlaufsarbeit der Antriebsmaschine enthalten ist. Kennt man das Gewicht des Schwungrades samt Welle, die Zapfenabmessungen, die Umdrehungszahl und den Reibungs-

¹⁾ St. u. E. 1911, 20. April, S. 626.

koeffizienten, dann macht die Berechnung keine Schwierigkeit. Bis auf den Reibungskoeffizienten sind bei gegebenen Verhältnissen alle Größen bekannt. Die Annahme des Reibungskoeffizienten verursacht insofern Schwierigkeit, als diese Größe bei ein und demselben Lager sehr verschieden sein kann. Bei dem rauhen Walzwerksbetrieb, wo Verunreinigungen von den Lagerstellen nicht ganz ferngehalten werden können, wird man $\mu_1 = 0,04$ annehmen dürfen.

c) Verluste durch Kraftübertragungsmittel, wie Riemen oder Seiltriebe, falls solche zwischen Antriebsmaschine und Walzenstraße angebracht sind. Hierbei muß man sich wieder auf Schätzungen stützen. Bei der verhältnismäßig geringen Belastung dieser Zwischengetriebe wird man der Wirklichkeit nahekommen, wenn man die Verluste zu 10 % der zu überleitenden Arbeit schätzt. Diese 10 % enthalten die inneren Verluste der Uebertragungsorgane, den Luftwiderstand sowie durch das Seil oder durch den Riemen verursachte Lagerreibungsarbeit.

Wenn man die hier aufgezählten Verluste in umgekehrter Reihenfolge berücksichtigt, dann kann man den Wert $(\mu \cdot p)$ aus dem gemessenen Leerlaufkraftbedarf der Walzenstraße rückwärts berechnen, wodurch man alle Größen zur rechnermäßigen Bestimmung der Leerlaufarbeit kennt. Der Wert von $(\mu \cdot p)$ ergibt sich aus den „Versuchen zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken“ zu 0,165 bis 0,3, im Mittel zu 0,25. Dieser Unterschied ist aber erklärlich, wenn man bedenkt, daß bei ein und derselben Straße die Leerlaufarbeit bis zu 100 % schwankt.

Um die praktische Anwendbarkeit dieser Berechnungsart zu beweisen und gleichzeitig den Gang der Berechnung zu zeigen, sei als Beispiel der Kraftbedarf der in „Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkeln, U- und T-Eisen“ beschriebenen Trio-Grobstraße mit 560/565/570 Walzendurchmesser ermittelt.

Walzenzapfen-Durchmesser . .	d = 290 mm
„ Länge	l = 300 „
„ Anzahl	i = 18 „
Drehzahl i. d. min	n = 110
Zapfengeschwindigkeit	v = 1,67 m/sek

Zapfenreibungsarbeit:

$$N_{\mu=0,25} = \frac{29 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 1,67 \cdot 0,25}{75} = 87 \text{ PS}$$

Verlust im Kammwalzgerüst:

10% von 87 ~ 9 PS
 Summe: 96 PS

Zapfenreibungsarbeit:

$$N_{\mu=0,30} = \frac{29 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 1,67 \cdot 0,3}{75} = 105 \text{ PS}$$

Verlust im Kammwalzgerüst:

10% von 105 ~ 11 PS
 Summe: 116 PS

Schwungradgewicht samt Welle . G = 45 000 kg
 Zapfenabmessungen der Schwungradwelle, geschätzt
 Zapfendurchmesser $d_1 = 320 \text{ mm}$
 Zapfengeschwindigkeit $v = 1,84 \text{ m/sek}$
 Arbeitsverlust in den Schwungradlagern:

$$N_S = \frac{55 \cdot 000 \cdot 0,04 \cdot 1,84}{75} = 44 \text{ PS}$$

Gesamtkraftbedarf an der Kupplung des Elektromotors:

bei $(p \cdot \mu) = 0,25$	$(p \cdot \mu) = 0,3$
$N_L = 140$	$N_L = 160$

Gemessen wurde die Leerlaufarbeit zu 145 bis 197 PS bei etwa 110 Umdr./min.

Die berechneten und die gemessenen Werte stimmen somit genügend genau überein.

Berechnung der reinen Walzarbeit. In der schon angeführten Veröffentlichung von Professor Hermann findet sich auch eine Andeutung zur Berechnung der Umformungsarbeit. Berücksichtigt man alle wirkenden Kräfte (s. Abb. 1), dann ist die Leistung, auf eine Walze bezogen:

$$\frac{L}{2} = r \cdot \omega \left[\int_0^\alpha dR - \int_0^\alpha dX \sin \varphi \right]$$

Setzt man die Werte für dR und dX ein, und summiert zwischen den Grenzen 0— α , dann wird

$$\frac{L}{2} = r \cdot \omega \left[\mu \cdot k \cdot b \cdot r \cdot \alpha - k \cdot b \cdot r \cdot \frac{1}{2} \sin^2 \alpha \right]$$

Setzt man den Wert von

$$\mu = 2 \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

ein und bezeichnet den Ausdruck $2 b \cdot r \cdot (1 - \cos \alpha)$ mit F, gleich Querschnittsverminderung, dann ist:

$$\frac{L}{2} = F \cdot k \cdot r \cdot \omega \left[\frac{\alpha}{\sin \alpha} - \frac{\sin^2 \alpha}{4 (1 - \cos \alpha)} \right]$$

Um die Formel zur Berechnung der Arbeit bequemer zu gestalten, kann man noch einige Vereinfachungen vornehmen. Bei genügend kleinem Winkel α ist das Bogenmaß vom sinus nur wenig verschieden (bei 20° nur 2 %), so daß man $\frac{\alpha}{\sin \alpha} = 1$ setzen darf.

Nach einigen Umänderungen lautet dann die Gleichung:

$$\frac{L}{2} = r \cdot \omega \cdot \frac{F \cdot k}{2} \left[1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right] \quad 9)$$

Dividiert man durch $r \cdot \omega$, so erhält man die Durchzugskraft, die am Umfang einer Walze ausgeübt werden muß. Die Durchzugskraft ist dann:

$$\frac{Q}{2} = \frac{F \cdot k}{2} \left[1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right] \quad 10)$$

Die Umformungsarbeit in PS ausgedrückt:

$$N_U = \frac{F \cdot k \cdot r \cdot \omega}{75} \left[1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2} \right] \quad 11)$$

Diese Formeln gelten, streng genommen, nur für quadratische Querschnitte, wenn die Breitung nicht gehindert ist. Für Querschnitte, die vom Rechtwinkligen abweichen, bei welchen aber

die Breitung nicht nennenswert verhindert ist, gibt die Formel mit den gemessenen Werten noch gut übereinstimmende Ergebnisse, wenn man, wie bei Berechnung der Walzdrücke, die mittlere Höhe des Stückes und den mittleren Durchmesser der Walze zugrunde legt.

Daß sie keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit haben kann, ist selbstredend, nicht nur, weil die Quetschgrenze zurzeit noch nicht genau festgestellt ist, sondern auch, weil viele Nebenumstände nicht berücksichtigt werden können.

Die zusätzliche Reibungsarbeit. Durch den Walzdruck entsteht in den Walzenlagern die zusätzliche Reibungsarbeit. Die Berechnung des Walzdruckes ist nach dem vorher Gesagten bei gewissen Beschränkungen möglich. Die Geschwindigkeit der Zapfenoberfläche berechnet sich bei gegebenen Verhältnissen einfach. Es bleibt nur die Annahme des Reibungskoeffizienten übrig. Solange diesbezüglich keine weiteren Versuche Aufklärung bringen, ist die Reibungszahl nach Puppe $\mu = 0,075$ verwendbar.

Die Reibungsarbeit für beide Walzen ist dann:

$$N_R = 2 \frac{\pi \cdot d \cdot n \cdot P \cdot \mu}{60 \cdot 75} \quad (12)$$

Außer dieser zusätzlichen Reibungsarbeit muß man den Reibungsverlust im Kammwalzgerüst berücksichtigen. Hier kann man auch die von Puppe angewandte Zahl — 6 % der eingeleiteten Arbeit — benutzen.

In Zahlentafel 2 sind einige Werte berechnet, die mit den gemessenen Werten der „Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken“ verglichen sind. Es sind dabei sowohl quadratische als Profilquerschnitte herangezogen, aber von beiden nur solche, bei welchen die Breitung nicht nennenswert verhindert ist.

Wie ersichtlich, sind die Abweichungen nicht zu groß, um durch Anwendung der hergeleiteten Formel unwahrscheinliche Werte zu erhalten. Meines Erachtens ist bei derartigen Berechnungen eine Abweichung von $\pm 25\%$ noch zulässig, um so mehr, als die Meßwerte auch vielfach Unterschiede bis zu $\pm 20\%$ aufweisen können¹⁾.

Bei der Berechnung der Zahlentafel wurde folgender Weg eingeschlagen: Zunächst wurde die reine Umformungsarbeit nach Gleichung 11 berechnet, ebenso der Walzdruck nach Gleichung 1. Aus dem Walzdruck wurde die zusätzliche Reibungsarbeit nach Formel 12 bestimmt und schließlich zur Summe der Umformungsarbeit und der zusätzlichen Reibungsarbeit 6,5 % als Verlust in dem Kammwalzgerüst hinzugezählt. Bei Doppeldustraßen mit zwei hintereinander angeordneten Kammwalzgerüsten wurde dieser Verlust zu 13 % angenommen.

Die so berechnete Arbeit ist dann mit der in Rubrik „Mittlere Gesamtleistung ausschließlich Leerlauf“ der Puppischen Versuche verglichen.

¹⁾ St. u. E. 1915, 7. Januar, S. 5.

Zahlentafel 2.

Laufende Nr.	Versuch Nr.	Block Nr.	Stich Nr.	Walzenstraße	Walzarbeit in PS		Unterschied in %, bezogen auf die gemessene Zahl	Bemerkungen
					be-rechnet	ge-messen		
1	9	4	15	Doppeldu	154	182	— 15,4	Auswalzen von Flach-eisen. Stiche auf der Fertig-strecke.
2	9	4	16		141,2	148	— 4,8	
3	9	2	17		141,6	184	— 23	
4	9	4	18		259,5	273	— 4,95	
5	11	6	10		294,5	348	— 15,5	
6	11	6	11		395	355	+ 11,2	
7	11	6	12		304	318	— 4,4	
8	11	6	13		165	142	+ 16,2	
9	11	6	14		173	172	—	
10	24	11	10		570	695	— 18	
11	24	11	11	633	642	— 1,4	Blockstiche	
12	24	11	12	84	106	— 20,8		
13	5	3	2	2140	1968	+ 8,75		
14	5	1	3	1520	1468	+ 3,5		
15	5	1	4	1566	1438	+ 9		
16	2	3	5	1507	1517	— 0,66		
17	5	1	5	958	740	+ 29,5		
18	18	3	8	1135	993	+ 14,3		
19	18	3	9	777	887,5	— 12,4		
20	18	3	10	897	999	— 10,2		
21	20	1	7	1419	1340	+ 5,9	Profilstiche	
22	20	1	8	1058	1007,5	+ 5		
23	4	2	7	1010	1036	— 2,5		
24	4	2	10	985	893	+ 10,3		
25	3	1	5	765	700	+ 9,3		
26	3	1	6	575	670	— 14,2		
27	3	1	7	657	720	— 8,75		
28	3	1	8	1312	985	+ 33,2		
29	9	1	14	1170	1055	+ 11		
30	10	6	12	1147	1192	— 3,8		
31	10	6	19	1276	1300	— 1,86	Profilstiche	
32	13	2	11	1370	1530	— 10,5		

Eine gewisse Ungenauigkeit steckt in der Rechnung, weil der wirkliche Walzendurchmesser nicht bekannt war und jedesmal ganz neue Walzen angenommen werden mußten. Ebenso verhält es sich mit den Walzenzapfenabmessungen, die nur nach dem üblichen Verhältnis von Zapfendurchmesser zu Walzendurchmesser geschätzt werden konnten.

Größere Unterschiede zeigten sich bei der Umkehrstraße II bei den Blockstichen, und hier möchte ich eine auffallende Erscheinung erwähnen, die aus den Versuchsergebnissen herauszulesen ist, ohne dafür eine irgendwie annehmbare Erklärung zu finden. Betrachten wir z. B. Zahlentafel 54, Seite 154 bis 155, Stich Nr. 9 und 10 in der Broschüre „Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken“. Bei Stich Nr. 9 ist die Querschnittsabnahme 66,61 qcm, die mittlere Walzgeschwindigkeit 0,69 m/sek, die reine Walzarbeit 580 PS. Bei Stich 10 hingegen, bei fast genau derselben Höhe des Stückes, beträgt die Querschnittsabnahme 88,57 qcm, die Walzgeschwindigkeit 1,085 m/sek und die reine Walzarbeit nur 530 PS.

Beide Stiche wurden fast genau unter denselben Verhältnissen ausgewalzt, auch die Temperatur ist wenig verschieden, bei Stich 10 um

14° C geringer als bei Stich 9, somit muß die reine Walzarbeit mindestens dem Produkte aus Querschnittsverminderung \times Walzgeschwindigkeit proportional sein, wenn man die Abhängigkeit der Quetschgrenze von der Geschwindigkeit und der Temperatur nicht berücksichtigt. Bei Stich 9 ist das Produkt 45,96, bei Stich 10 96,09, also mehr als doppelt so groß, hingegen die gemessene reine Walzarbeit kleiner. Wären die Querschnittsverminderungen gleich, dann müßten die reinen Walzarbeiten noch immer im Verhältnis der Walzgeschwindigkeit zueinander stehen.

Bei der großen Sorgfalt, mit welcher die Versuche ausgeführt wurden, dürfte man an der Richtigkeit der veröffentlichten Zahlen nicht zweifeln, und dennoch kann man solche, den einfachsten mechanischen Gesetzen widersprechende Ergebnisse nicht ohne Mißtrauen betrachten. Und weil diese einander widersprechenden Zahlen bei der Umkehrstraße II nicht vereinzelt vorkommen, die Rechnungsgrundlagen aber nur den die Versuche Ausführenden zur Verfügung stehen, ist eine Nachprüfung unmöglich; es wäre somit sehr erwünscht, die Ursache dieser Unstimmigkeit festzustellen.

Bei den eben erwähnten Stichen ergibt die Rechnung statt 580 PS 491 PS und statt 530 PS 1468 PS. Im ersten Falle um 15% kleineren, im zweiten um 176% größeren Wert. Wie aus Zahlentafel 2 ersichtlich, kommen derartige Unterschiede bei Auswalzen der längeren Stücke nicht vor, auch bei allen durchlaufenden Straßen finden sich bei einfachen Blockstichen und bei solchen, bei welchen die Breitung nicht gehindert ist, nicht so große Abweichungen vor. Es liegt die Vermutung nahe, daß bei den kurzen Stichzeiten die Beschleunigungsarbeit nicht richtig bestimmt werden konnte.

Wenn man die bei den Walzenstraßen auftretenden Zufälligkeiten und die Unkenntnis vieler Einflüsse in Betracht zieht, so darf man wohl aussprechen, daß die Theorie von Hermann, wenigstens mit guter Annäherung, auch die Bestimmung der reinen Walzarbeit und somit den Kraftbedarf einer Walzenstraße zu berechnen gestattet, zumindest mit einer Genauigkeit, die zur Bestimmung der zu verwendenden Motorgröße genügt, um so mehr, als eine 100prozentige Ueberlastbarkeit stets angenommen wird.

Die hier etwas weiter entwickelte Hermannsche Theorie scheint unter allen bekannten Theorien der Wirklichkeit am nächsten zu kommen, und es wäre aus diesem Grunde interessant, besonders die die Quetschgrenze beeinflussenden Größen durch Laboratoriumsversuche festzustellen. Vielleicht geben diese Zeilen Anregung zur Durchführung derartiger Versuche, welche auch in anderer Beziehung zwischen Quetschgrenze, Temperatur, Geschwindigkeit der Umformung, Einfluß der Höhe des Materials und Form des den Druck übermittelnden Werkzeuges aufklären. Solche Versuche müßten natürlich in nicht zu kleinem Maßstab ausgeführt werden, wenn sie wirklich praktischen Wert haben sollen. Noch besser wäre es natürlich, sie an betriebsfähigen Walzenstraßen vorzunehmen, woran wegen starker Belästigung des Betriebes und der daraus entstehenden Kosten kaum zu denken ist.

Zusammenfassung. Es wird die Theorie von Professor Hermann zur Berechnung des Walzdruckes durch geeignete Wahl der Quetschgrenze verallgemeinert und ein neuer Weg zur Berechnung der Walzarbeit angegeben. Berechnete Werte werden mit Versuchsergebnissen verglichen.

Umschau.

Zur Verwendung minderwertiger Brennstoffe zur Dampfkesselfeuerung.

In der heutigen Zeit der verminderten Kohlenförderung dürfte eine Mitteilung über eine in England seit vielen Jahren weitverbreitete Unterwindfeuerung, welche in Deutschland wenig bekannt geworden zu sein scheint, von Interesse sein. Es handelt sich um den Feuerungsrost von Th. Westerby und W. G. Crosthwaite in Leeds, welcher auch im Deutschen Reich unter dem 4. Juni 1901 patentiert wurde; das Patent ist aber infolge Nichtzahlens der Gebühr im Jahre 1910 erloschen.

Wie gesagt, ist der Rost in England, besonders für Flammrohrkessel, außerordentlich verbreitet, und der Schreiber dieses kann aus zehnjähriger eigener Erfahrung an mehreren Dutzend Kesseln die mancherlei Vorzüge des Rostes bestätigen. Vor Besprechung dieser Vorzüge sei die Einrichtung der Feuerung kurz erklärt.

Wie aus den der Patentschrift (21. März 1902, Nr. 129 330, Klasse 24 f, Gruppe 5) entnommenen Abbildungen 1 bis 7 hervorgeht, besteht das Wesentliche des Rostes darin, daß die Rostbalken senkrecht anstatt wie gewöhnlich parallel zur Längsachse des Flammrohrs verlaufen. Dies ermöglicht durch die Anordnung einer Anzahl von mit Vor- und Rücksprung versehenen kreis-

runden Löchern im Blatt jedes Roststabes die Bildung von Rohren, welche von der Schürplatte bis zur Feuerbrücke durchlaufen und den Gebläsewind fortleiten. An

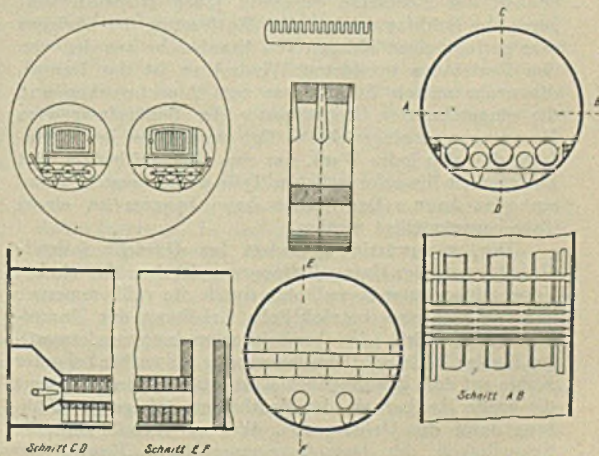


Abbildung 1 bis 7. Dampfkesselfeuerung von Th. Westerby und W. G. Crosthwaite.

den Trennungsf lächen der Roststäbe vorgesehene, nach oben erbreiterte Aussparungen führen die Gebläseluft aus den Rohren an die Oberfläche des Rostes unter die Kohlen. Die Rostbalken stehen mittels angegossener Füße auf dem Boden des Flammrohrs und sind außerdem noch durch zwei durchgehende Winkeleisen o. dgl. seitlich gestützt. Der Gebläsewind wird durch unter der Schürplatte liegende eingeschnürte Rohre mittels Dampf düsen eingeblasen, kann aber auch von einem Ventilator geliefert werden. Die untere Hälfte des Flammrohrs ist vorne durch eine guß- oder schmiedeiserne Platte geschlossen. Zur Rauchverbrennung wird außerdem durch zwei unterhalb der Gebläserohre im Roststab gebildete oder getrennt verlegte Rohre Luft durch den Schornsteinzug bis in die Feuerbrücke geführt. Abb. 8 bis 12 zeigen eine neuere

Dampferzeugung ohne Vermehrung der Kessel sowie nahezu rauchlose Feuerung infolge der sehr vollkommenen Verbrennung. Walter Daelen, Dipl. Hütteningenieur.

Eine neue Form für eiserne Querschwellen.

Im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens¹⁾ wird gelegentlich eines Vergleichs der Eigenschaften der jetzt in Verwendung gekommenen Eisenbahn-Querschwellenarten auch eine neue Form der Eisenquerschwelle mitvergliehen, die angeblich die der jetzigen, trogförmigen Eisenschwelle nachgesagten Mängel nicht mehr besitzen und durch ihre Elastizität wesentliche Vorteile für die Gleisunterhaltung und den Betrieb herbeiführen soll.

Wenn man sich der langen Fehde erinnert, die zwischen den „Freunden“ des Holzschwellen- und denen des Eisenschwellenoberbaues jetzt noch besteht, die ihrer-

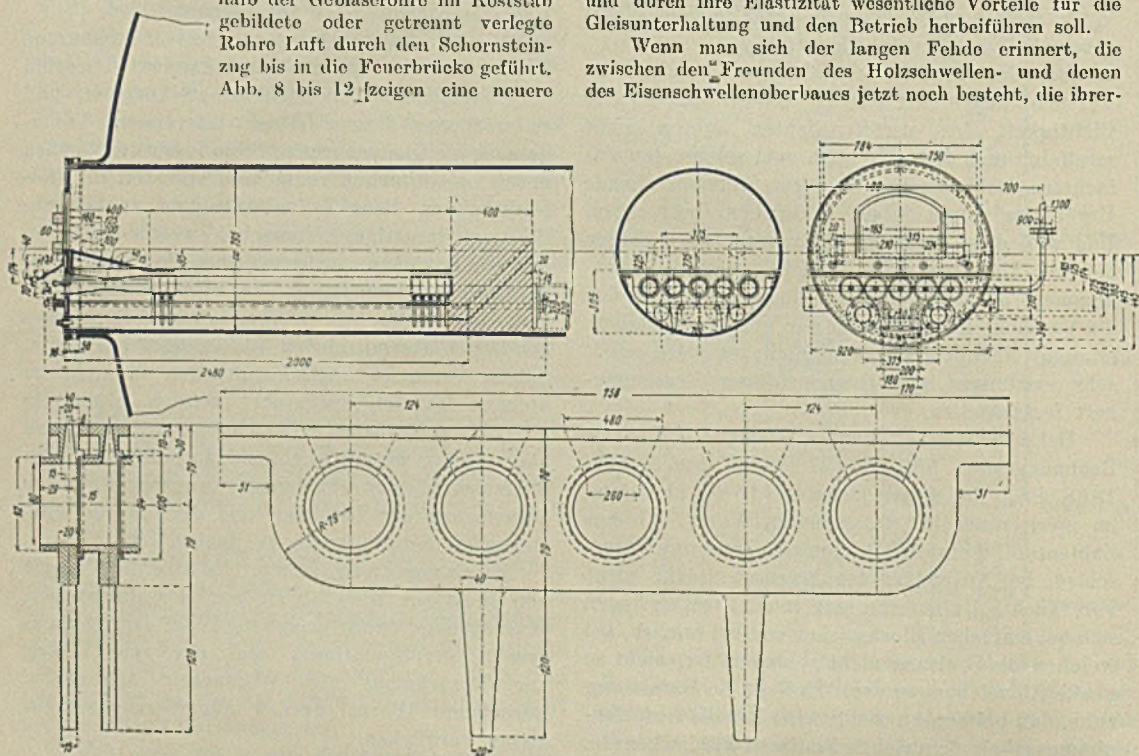


Abbildung 8 bis 12. Neuere Ausführung der in Abbildung 1 bis 7 gezeichneten Kesselfeuerung.

Ausführung des Rostes für einen Zweiflammrohrkessel von 100 qm Heizfläche; dieselbe weist auch insofern eine Neuerung auf, als die Einführung der Luft unter die Brennstoffschicht statt durch Aussparungen an den Trennungsf lächen der Roststäbe durch in jeden Roststab eingegossene Schlitzte erfolgt. Zur Entfernung der übrigens sehr geringfügigen Mengen von Staubasche aus den von den Roststäben gebildeten Windrohren ist das Dampf düsenrohr mittels Stopfbüchse zum Ausschwenken und die eingeschnürten Rohre unter der Schürplatte zum Herausnehmen eingerichtet. Der ganze Rost ist so einfach, daß sich jedes Werk, das eine Gießerei besitzt, mit Leichtigkeit die erforderlichen Teile selbst herstellen und einbauen kann. Der Einbau kann bequem an einem Tage bewerkstelligt werden.

Der gegenwärtig besonders ins Gewicht fallende Hauptvorteil der Unterwindfeuerungsart ist der, daß sie bei Verwendung guter Kesselkohle durch die vollkommene Verbrennung eine beträchtliche Erhöhung der Dampferzeugung bewirkt oder aber bei Verwendung minderwertiger Kohle die gleiche Dampferzeugung wie vorher bei guter Kohle auf dem gewöhnlichen Rost erzielt. Hierzu kommt die große Haltbarkeit der Rostbalken infolge der Kühlung durch den Gebläsewind. Weitere Vorteile sind die Schnelligkeit der Dampferzeugung beim Beginn der Woche sowie nach Pausen, die Möglichkeit erhöhter

seits doch der Beweis dafür zu sein scheint, daß beim letzteren trotz des vorzüglichen Materials gegenüber dem vergänglicheren Holz verschiedene zu wünschen übrig bleibt, so muß dem doch Positives zugrunde liegen, da andernfalls der Streit, der im übrigen mehr und mehr auf wirtschaftlichem Gebiete sich abspielt, längst ausgefochten sein müßte.

Die Zeitung²⁾ des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen bringt eine Besprechung des genannten Vorschlags der neuen Eisenschwellenform durch Dr. Ing. Saller, Nürnberg, in der hervorgehoben wird, daß bei aller Vorliebe für die Holzschwelle die Anteilnahme an der Entwicklung der Eisenschwelle ungemein zeitgemäß sei, weil auf die Dauer die nötige Anzahl Holzschwellen entschieden nicht mehr beigebracht werden kann und weil sich mit dem außerordentlich bildsamen Baustoff Eisen vermutlich eine Querschwelle schaffen lasse, die den wissenschaftlich günstigsten Anforderungen entspreche. Von der vorgeschlagenen Hohlformschwelle könne solches wohl erwartet werden.

Der Grundgedanke des neuen Vorschlags (vgl. Abb. 1) ist, die dem Eisen innewohnende Elastizität zur Unschädlichmachung der durch die Betriebswirkungen auf

¹⁾ 1915, Heft 13, vom 1. Juli, S. 217/21.

²⁾ 1915, 13. Oktober, S. 960/1.

das Eisenbahn- oder das Straßenbahngleis ausübten Stoßdrücke insofern auszunutzen, als durch sie kleine, vorübergehende und ohne Einfluß auf das Gleis bleibende Aenderungen der Querschnittsform der Schwelle erzeugt werden.

Die Stoßdrücke, die sich gegenwärtig in der unelastischeren Trog-, Carnegie-Eisenschwelle usw. fortpflanzen, die in den Befestigungsstellen der Schienen, oder in den Schienenstößen und in den Auflagerungsstellen in der Bettung Bewegungen erzeugen und damit Abnutzungen veranlassen, sollen also für den Zusammenhang der Gleisteile unter sich und mit der Bettung durch Umsetzung in eine andere Arbeitsleistung innerhalb der Schwelle wirkungslos werden, wie dies jetzt bei den Holzschwellen durch deren Stoff bereits zum Teil erreicht wird. Die je nach Bedarf noch abzumindernde Neigung der Auflagerflächen bezweckt die Sicherung der Uebertragung des in die letzteren übergeführten Betriebsdruckes auf eine größere und geschlossene Druckaufnahmefläche des Gleisunterbaues vermittelt der Steinschlagbettung, da nur die zuverlässige Geschlossenheit dieser Fläche die Gewähr bietet gegen die Bildung von Wasserläken und Froststellen im Gleise.

Ein großer Vorzug der Holzschwelle, der zur Ruhelage des Gleises wesentlich beiträgt, besteht in der großen Reibung, die von den spitzen und kantigen Bettungs-

Querriechung befahrenen Gleise besonders gelegen ist) die vermuteten Vorteile auch wirklich eintreten.

Die Verwaltungen der Eisen- und Straßenbahnen können in der bewegten Gegenwart nicht daran denken, solche Versuchsausführungen einzuleiten. Die deutsche Eisenindustrie dagegen wird berufen sein, hier Bahn zu brechen und zunächst der Wissenschaft, weiterhin aber ihrem eigenen Interesse einen großen Dienst zu leisten, indem sie der Frage zuerst näher tritt. Daran besteht wohl kein Zweifel, daß, wenn es gelingt, die jetzt noch vorhandenen Mängel der Eisenschwellen durch die bessere Ausnutzung der Elastizität ihres Stoffes zu beseitigen, auch das Verwendungsgebiet der Eisenschwellen ganz erheblich wachsen, bei den Straßenbahnen aber ganz neu geschaffen werden wird.

Der Altmeister des Eisenbahnerbaues, Haarmann, betonte in seinem wertvollen, in Düsseldorf gehaltenen Vortrage¹⁾ über die Eisenschwelle die Notwendigkeit, daß Hüttenleute und Eisenbahner Hand in Hand arbeiten müßten an der Entwicklung derselben. Die letzteren geben nun hiermit eine Anregung, die voraussichtlich zu Ersprößlichem führen wird; mögen die ersten nun die Hand ergreifen und dem deutschen Eisenbahnwesen damit zu einem weiteren Schritte nach vorwärts verhelfen²⁾.

Klotzsche bei Dresden.

R. Scheibe,

Finanz- u. Baurat a. D.

Vorschlag zum Ersatz der französischen Kugelflintsteine während der Dauer des Krieges.

Eine große Reihe von Stoffen — ich will hier nur an Hochofenschlacken-Zemente und an Thomasschlackemehl, Porzellanmasse, Feldspat, Quarz erinnern — werden in sogenannten Rohrtrommelmühlen „fein“ gemahlen. Diese Mühlen sind mit einem sogenannten Silexfutter versehen, auf dem wiederum sogenannte Kugelflintsteine laufen.

Diese Kugelflintsteine kommen zum größten Teile aus Frankreich, und es ist ganz selbstverständlich, daß mit Ausbruch des Krieges diese Zufuhr aus Frankreich nach Deutschland aufgehört hat. Inzwischen sind auch noch die bei Kriegsausbruch in Deutschland vorhanden gewesenen Mengen an Kugelflintsteinen in den Betrieben aufgebraucht worden.

Schon vor dem Kriege hatte ich mich mit dem Gedanken des Ersatzes dieser französischen Kugelflintsteine getragen. Heute, wo man diese französischen Kugelflintsteine sich nicht mehr in Deutschland verschaffen kann, möchte ich meine damaligen Gedanken öffentlich zur Sprache bringen; vielleicht wird das eine oder andere Werk einen Versuch in dieser Richtung machen.

Man läßt einfach den gesunden, unverwitterten Silexfelsen von Hand mit einem Hammer in möglichst faustgroße Brocken zerschlagen. Mit diesen Brocken beschickt man dann die Mühlen ganz wie bisher mit den französischen Kugelflintsteinen. Schon bei den ersten Umdrehungen springen die Ecken und Kanten von den Brocken ab; diese runden sich ab, und mit der Zeit verwandeln sie sich meines Erachtens in feine Kugelflintsteine.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1908, 5. Februar, S. 177/97.

²⁾ Wir haben gerne dem obigen Vorschlage hier Raum gegeben. Es darf aber nicht verschwiegen werden, daß der praktischen Ausführung der Hohlschwelle gewisse Schwierigkeiten gegenüberstehen, ganz abgesehen davon, daß sich die Herstellungskosten um mehr als 30 % für die Tonne höher stellen werden gegenüber den bisherigen Ausführungsformen. Auf diesen Punkt macht auch Saller schon aufmerksam, der diese Mehrausgabe allerdings für wirtschaftlich vertretbar hält, wenn sich dem Mehraufwand entsprechende Vorteile gegenüberstellen. Auch die Formgebung der neuen Schwelle im Walzwerke erscheint sehr schwierig.

Die Schriftleitung.

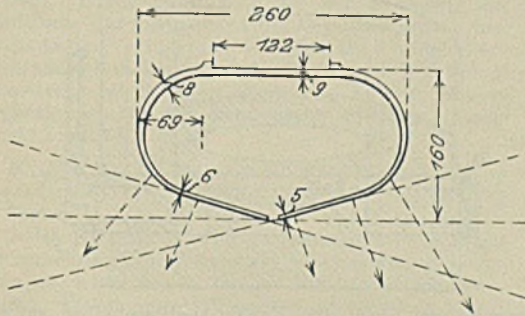


Abbildung 1. Hohlformschwelle.

steinen an der weichen Holzoberfläche erzeugt wird. Diese Reibung leistet den im Gleise auftretenden Längs- und Querkraften erheblichen Widerstand, bzw. sie hebt die Wirkung derselben vollständig auf. Die harte und glatte Oberfläche der Eisenschwellen ließ ein gleiches hier bisher nicht zu. Es wurde deshalb mit vorgeschlagen, den Auflager- und Seitenflächen der Eisen-Hohlschwelle durch Einwalzung einer netzartigen Nürbung in ähnlicher Weise die Fähigkeit einer gewissen Reibung in der Bettung zu verleihen.

Die mit der Tieflage der Druckübertragungsfläche in der Bettung, mit dem größeren Widerstandsmoment, mit der kleinen Materialverbrauchsnummer, mit der größeren Masse (Füllung mit Steinschlag nach der Gutlegung) und mit der Fähigkeit, die für die Trogschwelle bisher erreichte gute Schienenbefestigung auch hier ohne weiteres anwenden zu können, verknüpften Vorteile bedürfen kaum einer besonderen Erläuterung. Inwieweit die um 20 bis 30 % höheren Gesteungskosten durch die Ersparnisse: „Schonung und Minderbedarf an Bettungstoff, speltener Bedarf der Gleisdurcharbeitung, geringere Abnutzung der Gleisteile, Schonung der Betriebsmittel“ wieder ausgeglichen werden, ist im vorhinein nicht zu beziffern.

Alle Neuerungen im Eisenbahnwesen sind nur durch Versuche in die Wirklichkeit übergeführt worden und so kann auch nur durch Ausprobung des Vorschlags der neuen Eisen-Hohlschwelle auf längerer Strecke festgestellt werden, ob für die Gleisunterhaltung wie für den Eisenbahnbetrieb und auch für die Straßenbahnverwaltungen (denen an einer langfristigen Gutlage ihrer auch in der

Man muß sich allerdings damit abfinden, daß das Vermahlen der harten Silixblöcke eine gewisse maschinelle Kraft erfordert. Bis die zerschlagenen Blöcke der Silixfelsen sich soweit abgerundet haben, daß sie als vollwertiger Ersatz der Kugelflintsteine dienen, wird demnach

die Leistungsfähigkeit der Mühlen herabgesetzt. Von Fall zu Fall ist dabei auch darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Abrieb der Silixbrocken eine gewisse Beimengung eines Fremdkörpers zum Mahlgute bedeutet.

L. Unkenbolt.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

27. Dezember 1915.

Kl. 7 a, P 33 871. Vorrichtung zum völligen Herausfahren der Vertikalwalzen an Universalwalzwerken. Dr.-Ing. J. Puppe, Peine.

Kl. 10 a, L 43 209. Verfahren zur Verdichtung und Entwässerung der Kokskohle vor dem Verkokungsprozeß. Jakob Leber, Cöln a. Rh., Moltkestr. 32.

Kl. 18 a, M 55 204. Verfahren zur Herstellung von metallischem Eisen aus reinen Eisensauerstoffverbindungen. Th. Goldschmidt A. G. in Essen und Dr. Friedrich Bergius, Hannover, Parkstr. 1.

30. Dezember 1915.

Kl. 24 b, S 42 248. Druckzerstäuber für flüssige Brennstoffe. Société Anonyme des Etablissements Delaunay-Belleville, St. Denis, Frankr.

Kl. 24 e, B 77 701. Sternförmiger Generatordrehrost, dessen Arme eine geneigte Vorderfläche besitzen und an der hinteren Fläche Rostspalten tragen. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Akt.-Ges., Berlin.

Kl. 48 b, R 41 966. Deckschicht aus schwer schmelzbarer Masse für Metallbäder zur Verhinderung des Entstehens zu starker Metallüberzüge und zur Einschränkung der Oxydbildung. Oskar van Raay, G. m. b. H., Kettwig-Ruhr.

Kl. 80 b, A 24 684. Verfahren zur Herstellung kautischer Magnesia von hoher Reaktionsfähigkeit gegenüber Chlormagnesiumlösungen u. dgl. aus kristallinischem Magnesit. Austro-American Magnesite Company (österreichisch-amerikanische Magnesitgesellschaft) Gesellschaft m. b. H., Radenthein b. Millstatt, Kärnten.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

27. Dezember 1915.

Kl. 18 a, Nr. 640 783. Vorrichtung zur Erwärmung von unterbrochen beheizten Regenerativkammern. Stahlwerk Thyssen Akt.-Ges., Hagendingen, Lothr.

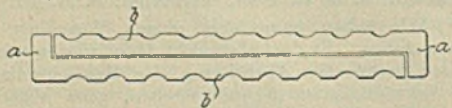
Kl. 24 c, Nr. 640 798. Gasumsteuerventil für Regenerativöfen. Friedrich Fuchs, Willich b. Crefeld.

Kl. 24 e, Nr. 640 601. Antrieb für die drehbare Aschenschüssel von Gaserzeugern u. dgl. de Fontaine & Co., G. m. b. H., Hannover.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 24 f, Nr. 282 504, vom 23. November 1913. Willy Beckmann in Düsseldorf. *Kettenrostglied*.

Jedes Kettenrostglied ist zum Zwecke der Auswechslung während des Betriebes in senkrechter Längs-

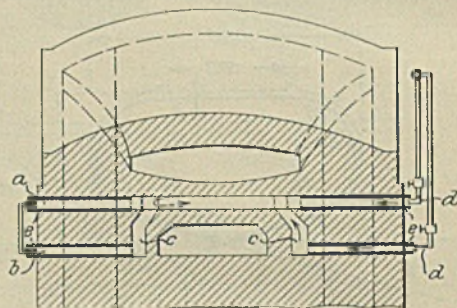
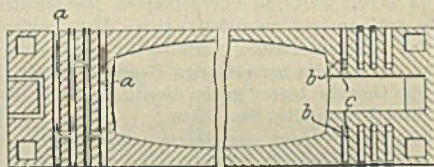


halbierung aus zwei gleichen, mit Endnasen a übereinander greifenden Teilen b zusammengesetzt, die mit entgegengesetzt gerichteten offenen Augen auf je zwei Querstangen des Kettenrostes gereiht werden.

¹⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

Kl. 18 b, Nr. 282 495, vom 24. Mai 1913. Michel Johann Lackner in Dortmund. *Kühlung von Ofenköpfen, insbesondere von Siemens-Martin-Oefen*.

Die zur Kühlung der Ofenköpfe vorgesehenen Kanäle, durch welche Dampf oder Luft geblasen wird, sind so angeordnet, daß an die zwischen den Gas- und Luftzügen des Ofenkopfes eingebauten wagerechten Kühlkanalgruppen a und b beiderseits senkrechte Kühlkanäle c



angeschlossen sind. Die Kanäle sind abstellbar untereinander verbunden, so daß durch eine Blasvorrichtung d oder ein System solcher Blasvorrichtungen die Kühlung des Ofenkopfes in der verschiedensten Weise geleitet und geregelt werden kann. Die nach außen führenden Teile der Kanäle a und b besitzen zur Abfuhr von Niederschlagswasser ein metallisches Futter e. Im übrigen sind die wagerechten Kanäle so angelegt, daß sie an der Blasvorrichtung vorbei einen Durchblick durch sie gestatten.

Kl. 24 e, Nr. 285 311, vom 11. Januar 1913. Alpine Maschinenfabrik-Gesellschaft m. b. H. vorm. Holzhäuserische Maschinenfabrik G. m. b. H. in Augsburg und Ferd. M. Meyer in Saarbrücken. *Verfahren zur Erzeugung von Generatorgas im Drehrohrofen*.

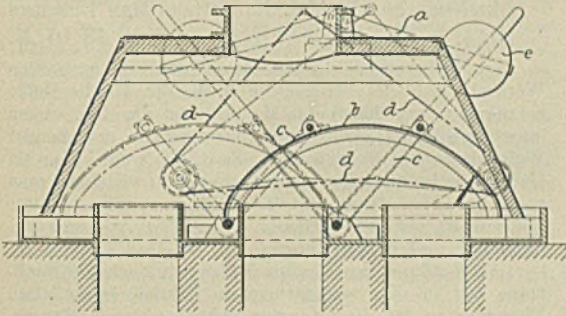
Die zur Durchführung der Vergasung notwendigen kohlenstoffhaltigen Gase werden in solcher Temperatur und Zusammensetzung in den Drehrohrofen eingeführt, daß ein Schmelzen der Schlacken ausgeschlossen ist. Dieses wird dadurch erreicht, daß der bei den bekannten Vergasungsprozessen im Generator selbst bei hoher Temperatur durchgeführte Oxydationsprozeß, bei dem infolgedessen bisher die Schlacke schmolz, in einer Vorkammer des Drehrohrofens durchgeführt wird und dem letzteren die entstandenen heißen Gase zugeführt werden.

Kl. 10 a, Nr. 285 353, vom 7. Mai 1914. Ernst Hunger in Cöln-Kalk. *Selbstfahrender Wagen zum Füllen von Koksöfen*.

Der Wagen soll durch eine an ihm vorhandene Einrichtung an bestimmten Orten, z. B. einem bestimmten Koksöfen, selbsttätig zum Halten gebracht werden. Der Wagen ist beispielsweise mit einer von Meßrädern angetriebenen Teilscheibe versehen, welche nach vorheriger Einstellung ein Stillsetzen des Wagens am gewünschten Füllort ohne äußere Einwirkung hervorruft.

Kl. 24 c, Nr. 281 569, vom 23. August 1913. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aet.-Ges. in Cöln-Bayenthal. *Umsteuerbares Gasventil, dessen Ventilglocke an einem oder mehreren Hebeln aufgehängt und durch ein an einem pendelnden Hebel befestigtes Gegengewicht ausgliches ist.*

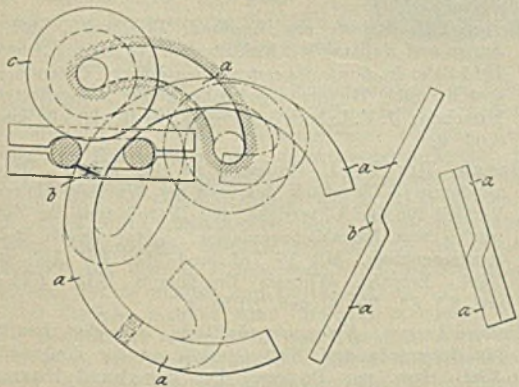
Der Gegengewichtshebel a ist mit einem der die Ventilglocke b tragenden Hebel c durch ein an verschiedenen



langen Hebelarmen angreifendes Zugglied d oder eine Zahnradübersetzung so verbunden, daß er in einem größeren Kreisbogen als die Ventilglockentraghebel e schwingt. Infolgedessen kann bei der Bewegung der Ventilglocke das Lastmoment des Gegengewichtes e entsprechend der Veränderung der Lage des Ventilglockenschwerpunktes in bezug auf die Drehachsen der Ventilglockentraghebel gesteigert werden, so daß ein genauer Ausgleich zwischen der Ventilglocke und dem Gegengewicht ermöglicht ist.

Kl. 49 b, Nr. 281 758, vom 20. März 1914. Theodor Haunschild in Dortmund. *Verfahren zur Herstellung von Ketten.*

Jedes Kettenglied wird in bekannter Weise durch übereinanderliegende Wicklungen eines erhitzten Eisenstabes durch ein bereits fertiges Kettenglied hindurchgebildet. Erfindungsgemäß werden die einzelnen Eisen-



stäbe a durch Pressen oder Stanzen zunächst in größerer Zahl mit einer der Längsseite des fertigen Kettengliedes entsprechenden Krümmung vorgebogen und ferner in der Mitte bei b um eine Eisenstärke gekröpft. Sie werden dann in das letzte fertige Kettenglied eingeführt. Alsdann wird durch je eine kreisförmig geführte Biegewalze e je eine ihrer Hälften über bzw. unter die andere Hälfte nach der Kröpfungsstelle hin zu einem fertigen Kettengliede von gleichförmigem Querschnitt gebogen.

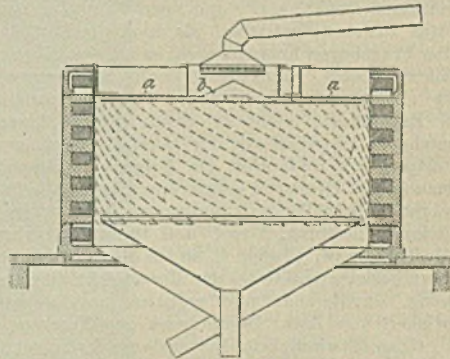
Kl. 18 a, Nr. 282 137, vom 18. Juni 1913. Aktiebolaget Gröndals Patentier in Stockholm. *Verfahren zum reduzierenden Agglomerieren von Erzen.*

Das Verfahren setzt sich aus zwei, je für sich bekannten Maßnahmen zusammen, nämlich der Versinterung von mit Kohle gemischtem Erz durch Verblasen und der Ver-

wendung von Kanälen in dem zu sinternden Erz für die Durchleitung der Heizgase. Es soll hierdurch ein großer Teil der beigemengten Kohle zum Reduzieren des Erzes zu Metall verwendet werden, indem die Heizgase in der Hauptsache nur durch die in der Erzmasse hergestellten Führungskanäle strömen. Um dies zu befördern, wird die Verbrennung der auf dem Converterboden liegenden Kohlschicht durch langsames Blasen so geleitet, daß das Erz in den Kanalwänden zu Oxydul reduziert wird. Hierdurch tritt eine, erforderlichenfalls noch durch eine leicht schmelzende Ausfütterung zu befördernde Verschlackung der Wänden der Führungskanäle ein, wodurch das übrige Erz-Kohle-Gemisch vor der direkten Berührung mit den Heizgasen bewahrt bleibt, so daß die beigemengte Kohle in der Hauptsache nur zur Reduktion verbraucht werden kann.

Kl. 1 b, Nr. 281 681, vom 4. Oktober 1913. Zusatz zu Nr. 243 232; vgl. St. u. E. 1912, S. 1039. Dipl.-Ing. Stephan Brück in Frankfurt a. M. *Elektromagnetischer Scheider mit an der Außenwand eines zylindrischen Gefäßes gleichmäßig verlaufenden Kraftfeldern.*

Während nach dem Hauptpatent ein magnetisches Kraftfeld schraubenförmig an der Außenwand eines zylindrischen Gefäßes gleichmäßig verlaufend angeordnet ist,



sollen gemäß der Zusatzfindung so viel magnetische Kraftfelder parallel zueinander verlegt werden, daß die ganze zylindrische Mantelfläche durch sie eingenommen ist. Hierdurch soll sowohl die Leistung des Scheiders vergrößert, als auch der konstruktive Aufbau der Magnetpole sowie die Zuführung der Trübe erleichtert werden. Letztere wird dann über einen mit radialen, nach außen gekrümmten Leitkanälen a versehenen Aufgabekolben b den einzelnen magnetischen Kraftfeldern zugeführt.

Kl. 31 a, Nr. 282 509, vom 31. Juli 1912. Maatschappij tot exploitatie van chemische en technische uitvindingen verhoen J. Th. Westermann in Bussum (Niederlande). *Auskleidung für Tiegel, Ofen u. dgl. zum Schmelzen von Metallen.*

Die neue Auskleidung bildet eine Masse, die aus einem Gemisch von Graphit, Aluminium-Magnesium-Hydrosilikat und Aluminiumpulver besteht und mit einem sie streichfähig machenden Zusatz von in Terpentin, Erdöl u. dgl. gelöstem Reinasphalt oder einem Zusatz von Holztee oder Wasser versetzt wird. Folgendes Mischungsverhältnis wird empfohlen: 45 % Graphit, 45 % Aluminium-Magnesium-Hydrosilikat und 10 % Aluminiumpulver.

Kl. 18 b, Nr. 283 636, vom 6. Juli 1912. Th. Goldschmidt A. G. in Essen, Ruhr. *Verfahren zur Erhöhung der Ausbeute an Chrom bei der aluminothermischen Herstellung von kohlefreiem Ferrochrom aus Chromeisenstein.*

Bei der Erzeugung von Ferrochrom aus Chromeisenstein auf aluminothermischem Wege erhält man eine Chromausbeute von etwa 70 %. Diese läßt sich um 15 bis 20 % erhöhen, wenn man der gewöhnlichen aluminothermischen Mischung von Chromeisenstein und reduzierenden Metallen noch Chromoxyd hinzufügt. Besonders gute Ergebnisse bewirkt eine Vorwärmung dieser Reaktionsmasse bis auf Rotglut.

Bücherschau.

Gillett, H. W.: *Brass-Furnace Practice in the United States*. (Bulletin 73 [of the] Department of the Interior, Bureau of Mines.) Washington 1914: Government Printing Office. (II, 298 S.) 8°. 45 c.

In den Vereinigten Staaten bestehen etwa 3600 Anlagen, die Messing oder Bronze erschmelzen. Da bei der Messingschmelzerei durchschnittlich 90 bis 95 % der im Brennstoff aufgewandten Energie verloren gehen und ebenso 5 % des eingekauften Metalles verloren sind, so bedeuten diese Verluste Unsummen an Volksvermögen. Es würden schon Millionen erspart werden, wenn die Verluste nur soweit verringert werden könnten, wie sie die zurzeit beste Praxis aufweist. Um hierfür eine Unterlage zu bekommen, hat das Bureau of Mines in Verbindung mit dem American Institute of Metals 2000 Fragebogen mit 28 Fragen versandt, von denen jedoch nur 230 beantwortet wurden, die die Verhältnisse von rd. 300 Oefen betreffen. In dem Buche sind nun alle Punkte berührt, welche für eine technische und wirtschaftliche Verbesserung dieses Betriebszweiges in Frage kommen. Bei Besprechung der einzelnen Punkte sind dann sowohl Angaben aus der Literatur zusammengetragen, als auch die Mitteilungen aus den Fragebogen herangezogen; es ist also ein für den Praktiker höchst lehrreicher Stoff hier gesammelt. Leider eignet sich dieser wegen der außerordentlich vielen Einzelfragen nicht zu einem kurzen Auszuge¹⁾. Nachstehende Angaben aus der Inhaltsübersicht werden aber zeigen, wie umfassend die Aufgabe in Angriff genommen wurde. Es sind da besprochen: die verschiedensten in Gebrauch befindlichen Ofenbauarten, deren Schmelzbesehung, Leistung, Tiegel- und Brennstoffverbrauch, Metallverluste usw. (Tafeln S. 46 bis 69 und S. 89), dann die Hauptgesichtspunkte bei der Messingschmelzerei: Verbrennung, oxydierende und reduzierende Atmosphäre, Flüchtigkeit von Zink, Dampfdruck des Messings, Gasdruck, Gasgeschwindigkeit, Lebensdauer der Tiegel, Ofenfutter, Metallverluste, runde oder viereckige Oefen, natürlicher oder künstlicher Zug; die Brennstoffe, Kritik der Oefen, Verbesserungsmöglichkeiten usw.; aber auch gesundheitsschädigende Gefahren und deren Verhütung usw. sind in den Kreis der Betrachtung gezogen. Für den Metallgießer ist diese Zusammenstellung über die amerikanische Gießereipraxis sicher eine Fundgrube von Belehrung und Anregung.

B. Neumann.

Lyon, Dorsey A., Robert M. Keeney and Joseph F. Cullen: *The Electric Furnace in Metallurgical Work*. (Bulletin 77 [of the] Department of the Interior, Bureau of Mines.) Washington 1914: Government Printing Office. (IX, 216 S.) 8°. 25 c.

Das vorliegende Heft zerfällt in drei Teile, von denen der erste die Arten, den Bau und Betrieb der elektrischen Oefen, der zweite das Schmelzen von Metallen (Aluminium, Eisen, Kupfer, Zink, Zinn), der dritte die Herstellung von Eisenlegierungen im elektrischen Ofen behandelt. Der Inhalt erweist sich als reine Literatur-Zusammenstellung mit einem sehr übersichtlich geordneten Quellennachweis am Ende; neue Gesichtspunkte, neue Verfahren oder Vorschläge sind nicht gemacht. Das Eisen im besonderen ist sehr kurz behandelt, die Verfasser beschränken sich auf einen Hinweis auf die Roheisenerzeugung (siehe Seiten). Von dem Abschnitt über Eisenlegierungen gilt dasselbe wie oben, da anscheinend keiner der drei Verfasser besondere Erfahrungen auf dem letztgenannten Sondergebiete besitzt.

B. Neumann.

Rüdüsile, Dr. A., Professor an der Kantonschule in Zug: *Nachweis, Bestimmung und Trennung der chemischen Elemente*. Bd. 3: Kupfer, Cadmium, Wismut, Blei. Mit 49 Abb. Bern: Akademische Buchhandlung von Max Drechsel 1914. (XLVIII, 762 S.) 8°. Geb. 33,10 M.

Im vorliegenden dritten Bande des verlustvollen Werkes¹⁾ sind die obengenannten Metalle an die Reihe gekommen, von denen das Kupfer und das Blei wegen ihrer vielseitigen Bedeutung in ungemein eingehender Weise bearbeitet worden sind. Es dürfte wohl kaum ein Gebiet im industriellen Leben geben, in welchem man nicht auf eines dieser Metalle stößt, und für alle diese Fälle weist uns der Verfasser einen Weg zu deren Ermittlung und Bestimmung.

Am Schlusse des Bandes finden wir noch die Nachträge der in den vorangehenden Bänden behandelten Elemente, so daß die Literatur lückenlos bis zur Herausgabe des vorliegenden Bandes zur Bearbeitung gelangt ist.

Bei der allseitigen Anerkennung, die das Werk in den Fachzeitschriften mit Recht gefunden hat, dürfte es sich erübrigen, nochmals auf dessen viele Vorzüge hinzuweisen.

Prof. Dr. P. Aulich.

Ferner gingen der Schriftleitung folgende Werke zu, deren Besprechung vorbehalten bleibt:

Jastrow, Dr. J., a. o. Professor an der Universität Berlin: *Geld und Kredit im Kriege*. (1. Ergänzungsheft zum „Weltwirtschaftlichen Archiv“, hrsg. von Dr. Bernhard Harms, Professor an der Universität Kiel.) Jena: Gustav Fischer 1915. (3 Bl., 97 S.) 8°. 2,80 M.

Krieg, Der, und die deutsche Arbeiterschaft. Bekenntnisse und Betrachtungen aus der organisierten Arbeiterschaft. Hrsg. von Prof. Dr. Waldemar Zimmermann. (Schriften der Gesellschaft für Soziale Reform, H. 54/55.) Jena: Gustav Fischer 1915. (230 S.) 8°. 2 M.

Kriegsschiffs-Verluste von England, Frankreich, Italien, Japan und Rußland seit Kriegsbeginn bis Anfang August 1915 (also im Laufe des ersten Kriegsjahres). Zusammengestellt nach Weyers Taschenbuch der Kriegsflootten. München: J. F. Lehmann's Verlag. (1 Bl., 78×94 cm.) 0,60 M.

Osann, Bernhard, Professor an der Königl. Bergakademie in Clausthal: *Lehrbuch der Eisenhüttenkunde*. Verfaßt für den Unterricht, den Betrieb und das Entwerfen von Eisenhüttenanlagen. Erster Band: Roheisenerzeugung. Mit 17 Taf. und über 407 Abb. im Text. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1915. (XIII, 668 S.) 8°. 29 M., geb. 30,50 M.

Untersuchungen, Kriegswirtschaftliche, aus dem Institut für Seeverkehr und Weltwirtschaft an der Universität Kiel. Hrsg. von Professor Dr. Bernhard Harms. Jena: Gustav Fischer. 8°.

H. I. Plaut, Dr. Theodor, Assistent am Institut für Seeverkehr und Weltwirtschaft in Kiel: *Der Einfluß des Krieges auf den Londoner Geldmarkt*. 1915. (3 Bl., 105 S.) 2 M.

Verkehrsbuch, Oberschlesisches. 33. Ausg., Winter 1915/16. Teil 1: Fahrpläne für Oberschlesien, die russischen und österreichischen Grenzgebiete mit sämtlichen Anschlüssen; Fahrplan der ober-schlesischen Straßenbahn. — Teil 2: Nachschlagebuch für den Industriebezirk und Beamten-Verzeichnis. Kattowitz: Phönix-Verlag (Inh.: Fritz & Carl Siwinna) (1915). (Getr. Pag.) 8°. 0,50 M.

¹⁾ Wir werden auf den Inhalt an anderer Stelle noch ausführlicher zurückkommen.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1914, 15. Jan., S. 26; 11. Juni, S. 1022.

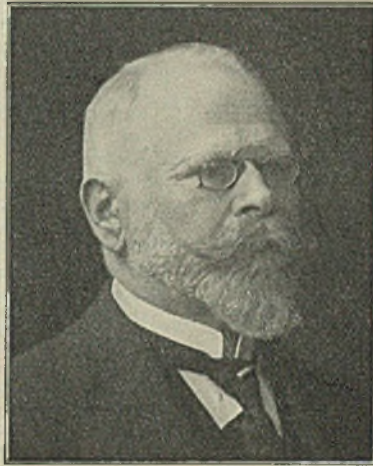
Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Ludwig Klüpfel †.

Am 10. Dezember d. J. entschlief in Stuttgart, der Hauptstadt seiner schwäbischen Heimat, wohin er sich nach seinem Scheiden aus dem Direktorium der Firma Fried. Krupp, A.-G., im Jahre 1910 zurückgezogen hatte, das Mitglied des Aufsichtsrates der genannten Firma, der Finanzrat Ludwig Klüpfel.

Geboren am 27. November 1843 in Tübingen als der zweite von fünf Söhnen des Universitäts-Oberbibliothekars Dr. Karl Klüpfel und seiner Gattin, einer Tochter des bekannten Dichters Gustav Schwab, besuchte er das Gymnasium in Tübingen sowie das Seminar in Blaubeuren und studierte dann an der Universität Tübingen Rechtswissenschaft. Nachdem er inzwischen auch seiner militärischen Dienstpflicht genügt und am Kriege 1866, in dem er das Gefecht bei Tauber bischofshaus mitmachte, teilgenommen hatte, war er von 1867 ab zunächst im württembergischen Gerichtsdienste und weiterhin als Finanzassessor bei der Generaldirektion der württembergischen Staatseisenbahnen tätig, bis er im Jahre 1876 durch Vermittlung des Herrn Nusser, der erster Vorstand des kurz vorher geschaffenen Krupp'schen Rechnungs-Revisions-Bureaus und ebenfalls geborener Württemberger war, von Alfred Krupp als juristischer Hilfsarbeiter der Prokura, die damals den Wirkungskreis des heutigen Direktoriums hatte, nach Essen berufen wurde. Fünf Jahre später nahm ihn Alfred Krupp dann in die Prokura selbst auf. In dieser Stellung, und zwar zuletzt als stellvertretender Vorsitzender des Direktoriums, wirkte er bis zum Jahre 1910.



So hat Klüpfel fast ein Menschenalter von hoher Warte aus die Entwicklung der Firma Krupp schaffend beeinflusst. Zu seinem Wirkungskreise gehörten nicht nur die Bearbeitung aller Rechtsangelegenheiten der Firma, sondern namentlich auch die allgemeinen Arbeiterfragen und im Zusammenhange damit das weite Gebiet der Sozialpolitik; insbesondere hatte er die sozialpolitischen Reichsgesetze durchzuführen und sie den bereits bestehenden älteren Krupp'schen Einrichtungen anzupassen, die zu erhalten und fortzubilden er mit besonderer Vorliebe bemüht war. Hiernit verbunden war die Leitung der zahlreichen, zum Teil erst unter ihm ins Leben tretenden Krupp'schen Kassen und Stiftungen, namentlich der Betriebskrankenkasse und der verschiedenen Pensionskassen, der Arbeiter- und Invaliden-Stiftung, der Stipendienstiftung, des Lebensversicherungsvereins und dgl. mehr, besonders aber auch die Bearbeitung aller Unterstützungsangelegenheiten. Daneben widmete er sich jedoch auch noch manchen anderen, mehr kaufmännischen Dingen, und leitete mit hervorragendem Eifer die Behandlung der immer umfangreicher werdenden Patent- und Steuer-Angelegenheiten. So erwarb der Verewigte sich, unterstützt durch eine unermüdete Arbeitskraft und eine seltene Schärfe des Gedächtnisses, eine umfassende Sachkenntnis und Erfahrung in fast allen an die Leitung eines großen industriellen Unternehmens herantretenden Aufgaben, wobei er auf seinen häufigen geschäftlichen Reisen auch mancherlei Beziehungen zum Auslande anknüpfte.

Aber Klüpfels Tätigkeit erschöpfte sich nicht in Geschäftsbereiche der Fa. Krupp, sondern er stand auch im weiteren industriellen, wirtschaftlichen und kommunalen Leben seinen Mann. Namentlich betätigte er sich als Vorstandsmitglied des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen für Rheinland und Westfalen und der Nordwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller sowie als Vorsitzender des Ausschusses der Landesversicherungsanstalt Rheinprovinz. In den letzten Jahren seiner Tätigkeit, als die neue Reichs-Versicherungsordnung vorbereitet wurde, rief er den Verband Deutscher Betriebskrankenkassen ins Leben, dessen fortschreitende Entwicklung er auch nach seinem Weggange von Essen mit lebhafter Teilnahme verfolgte. Ferner beteiligte er sich als Mitglied der Deutschen Kolonialgesellschaft, der Essener Stadtverordneten-Versammlung und mehrerer wichtiger Verwaltungsausschüsse der Stadt sowie des Presbyteriums der evangelischen Gemeinde rege an den Aufgaben dieser Körperschaften; außerdem berief ihn das Vertrauen seiner Mitbürger in den Provinzial-Landtag der Rheinprovinz.

Seine überall auf den Grund gehende Sachkenntnis, die Selbständigkeit und Festigkeit seines Urteils, die Unabhängigkeit seines Charakters und damit verbunden die große Herzengüte und Liebendigkeit, mit der er auch den einfachsten Leuten begegnete, sowie die vorbildlich schlechte Bescheidenheit, mit der er — fern von jedem persönlichen Ehrgeiz — stets in selbstverständlicher Pflichterfüllung das Seine tat, erwarben dem Verbliebenen ein hohes Maß von Wertschätzung und Hochachtung bei allen, die ihm nähertraten. Diese Eigenschaften machten ihn mehr und mehr zum Vertrauensmann nicht nur seiner Kollegen, sondern auch vieler anderen, mit denen ihn seine umfangreiche Tätigkeit zusammenführte. Besonders nahe stand er der Familie Krupp. Diese berief ihn nach seinem Ausscheiden aus dem Direktorium im Jahre 1910 in den Aufsichtsrat der Firma, dessen Aufgaben er sich bis zu seinem Tode mit der ihm eigenen Pflichttreue und Sachkunde widmete, getragen von dem Vertrauen und der persönlichen Zuneigung der übrigen Mitglieder.

Seine letzten Lebensjahre wurden schwer getrübt durch den Tod seines zweiten Sohnes, eines hoffnungsvollen jungen Gelehrten, der im Jahre 1912 durch einen jähen Unglücksfall im Auslande aus dem Leben schied. Schon in früheren Jahren hatte der Tod ihm die geliebte Gattin, Elisabeth, geborene Baur, nach nur vierzehnjähriger Ehe geraubt.

Mit der Firma Krupp in allen ihren Gliedern blieb Klüpfel verbunden bis zum letzten Atemzuge, und besonders schmerzlich war es dem arbeitsfrohen Manne, der wichtigen Hauptversammlung im November letzten Jahres wegen seines zunehmenden Herzleidens auf dringenden ärztlichen Rat fernbleiben zu müssen. Welcher Wertschätzung er sich namentlich bei Herrn Dr. Krupp von Bohlen und Halbach und seiner Familie erfreute, davon legen die ehrenden Worte Zeugnis ab, mit

denen der Genannte des Entschlafenen am Grabe gedachte:

„Fast 40 Jahre lang“ — so heißt es u. a. in diesem Nachrufe — „hat Herr Finanzrat Ludwig Klüpfel der Firma Krupp, die längste Zeit hiervon an leitender Stelle angehört, mit Herz und Kopf aufs engste mit ihr verwachsen. Von Alfred und Friedrich Alfred Krupp hoch geschätzt, war der Dahingeshiedene nach dem Tode des Letztgenannten auch meiner Schwiegermutter eine treue Stütze. Mir selbst war er ein weiser Lehrer, meiner Frau und mir eine stets hilfsbereiter Berater, den wir dauernd und

schmerzlich missen werden. Unsere Dankbarkeit ist ihm auch fernerhin gewiß; sein Andenken wird bei uns ein gesegnetes und stets wieder segnenbringendes sein.“

Ist so mit Ludwig Klüpfel ein Kruppiener im besten Sinne des Wortes dahingeshiedene, so verliert durch seinen Heimgang auch der Verein deutscher Eisenhüttenleute ein hochgeschätztes Mitglied, auf dessen Zugehörigkeit er stolz sein durfte. Sein Scheiden weckt in unserem Kreise um so aufrichtigeres Bedauern, als er bis zuletzt dem Verein und allem, was ihm anging, den lebhaftesten Anteil entgegengebracht hat.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

Fischer, Wilhelm, Hüttdirektor, Dresden-A., Arnstaedstraße 10.

Gruf, Otto, Direktor, Willich.

Herrmann, A., Fabrikdirektor a. D., Lörrach.

Kaub, Georg H., Direktor, Godesberg, Andrasstr. 8.

Killing, Arthur, Betriebsleiter u. Hochofenchef der Deutsch-Luxemb. Bergw.- u. Hütten-A. G., Abt. Friedrich-Wilhelmshütte, Mülheim a. d. Ruhr, Wallstr. 13.

Maltitz, Edmund von, Direktor der Hess Steel Corporation, Baltimore, Md., U. S. A.

Möhl, Franz, Dipl.-Ing., Direktor der Lokomotivfabrik der A. E. G., Hennigsdorf bei Berlin.

Naville, Gustave Louis, Ing., Oberst, Genf, Schweiz, 13 Rue Calvin.

Olsson, Ivar, Betriebsdirektor des Eisenw. Domnarvvet, Borlänge, Schweden.

Romane, R., Ingenieur, Allach bei München Nr. 101.

Schaur, Rudolf, Obering. u. Betriebsleiter der Hochofenanlage der Oesterr.-Alpinen Montan-Ges., Donawitz bei Leoben, Steiermark.

Schneider, Hermann, Geschäftsleiter des Bankhauses Wm. Schlutow, Stettin, Kaiser Wilhelm-Str. 12.

Schüpphaus, Gustav, Dipl.-Ing., Hüttdirektor der A.-G. zu Stolberg u. in Westf., Stolberg i. Rheinl., Schellerweg 80.

Thomas, Eugen, i. Fa. Anton Röper, Düsseldorf, Kaiser Wilhelm-Str. 3.

Trappen, August, Klagenfurt i. Kärnten, Rudolfstr. 6.

Trube, Paul G., Mechanical Engineer, Pittsburg, Pa., U. S. A., 18 Sampson Street.

Zolling, Kurt, Dipl.-Ing., Ing. des Stahlw. Thyssen, A. G., Hagendingen i. Lothr., Roonstr. 3.

Neue Mitglieder:

Andereya, Gustav, Direktor der Verein. Flanschenfabriken u. Stanzwerke, A. G., Hattingen a. d. Ruhr.

Barheine, Ferdinand, Betriebsleiter der Eisen- u. Stahlg. Krigar & Ihssen, Hannover.

Berckemeyer, Dr. Hans, Generaldirektor der Oberschles. Koksw. u. chem. Fabriken, A. G., Berlin NW 40, Hindersinstr. 9.

Bernardy, Julius, Vorsteher der techn. Korresp.- u. Einkaufs-Abt. d. Fa. Henschel & Sohn, Abt. Henriehshütte, Hattingen a. d. Ruhr, Heggerstr. 10.

Felkel, Richard, Hochofeningenieur, Mähr.-Ostrau, Sofienhütte.

Follmann, Ferdinand, Ingenieur der Dingler'schen Maschinenf., A. G., Zweibrücken, Kaiserstr. 13.

Heinze, Dr. Fritz, Geschäftsf. der Handelsk. u. der Südwestl. Gruppe des Vereins Deutscher Eisen- u. Stahlindustri., Saarbrücken 3, Kanalstr. 10.

Helbig, Alexius, Dipl.-Ing., Betriebsing. der Rhein. Stahlw., Abt. Thomaswerk, Duisburg-Meiderich, Unter den Ulmen 141.

Henkel, Heinrich Justus, Direktor der Borbecker Maschinenf. u. Gießerei, Essen-Bergeborbeck, Haus Bergestraße 185.

Heuvers, Aloys, Dipl.-Ing., Bochumer Verein, Bochum, Hellwegstr. 19.

Hochstrate, August, Direktor der Zeche de Wendel, Heringen bei Hamm i. W.

Hörig, Waller, Prokurist d. Fa. de Fries & Co., A. G., Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser Friedrich-Ring 40.

Huth, Dr.-Ing. Rudolf, Betriebsassistent der Gelsenk. Bergw.-A. G., Duisburg, Adolfstr. 6.

Icbens, A. Carol, Dipl.-Ing., Braunfels a. d. Lahn, Villa Tamara.

Irinyi, Arnold, Ingenieur, Hamburg 1, Glockengießerwall 2.

Krakowski, Georg, Ing., Betriebsführer des Walzw. der Freistädter Stahl- u. Eisenw., A. G., Freistadt, Oesterr.-Schl., Beamtenkolonie.

Ptesch, Karl, Betriebsingenieur, Trzynietz, Oesterr.-Schl. *Reinhold, Hermann*, Dipl.-Ing., Hochofen-Betriebsing. der Deutsch-Luxemb. Bergw.- u. Hütten-A. G., Abt. Dortmund. Union, Dortmund.

Romann, John H., Maintenance Engineer der American Steel Foundries, East St. Louis, Ill., U. S. A.

Scharlibbe, Ludwig, Dipl.-Ing., Obering. d. Fa. A. Borsig, Berlin-Tegel, Veitstr. 21.

Scheibe, Eduard, Chemiker, Bochum, Vidumestr. 26.

Scheibner, S., Kgl. Oberbaurat a. D., Berlin W 30, Eisenacherstr. 29.

Schmeltzer, Leo, Eich, Luxemburg.

Schnutenhaus, Ernst, Fabrikbesitzer, Essen, Moltkeplatz 13. *Singer, Dr. Leopold*, Direktor, Düsseldorf, Kühlwetterstr. 38.

Spieß, Konrad, Bürochef der Gutehoffnungshütte, Abt. Walzwerk, Oberhausen i. Rheinl., Essenerstr. 11.

Steuer, Otto, Ingenieur, Friedrichshagen bei Berlin, Friedrichstr. 132.

Thorndike, Dr. rer. pol. Andrew, i. H. Fa. Fried. Krupp, A. G., Essen.

Zinß, Peter, Betriebsleiter der Gelsenk. Bergw.-A. G., Gießerei, Gelsenkirchen, Hansastr. 12.

Gestorben.

Dyck, Alfred van, Dipl.-Ing., Luxemburg. 25. 12. 1915.

Tenge, Dr. Harald, Schloß Holte i. W. 25. 12. 1915.

Der Jahrgang 1914 der

Zeitschriftenschau

von „Stahl und Eisen“ ist noch in einzelnen Exemplaren vorhanden und kann, solange der Vorrat reicht, vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 74, Breite Straße 27, zum Preise von 4 Mk bezogen werden.

Auch nimmt der genannte Verlag schon jetzt Bestellungen auf den Jahrgang 1915 der „Zeitschriftenschau“, dem wiederum die beiden halbjährlichen Inhaltsverzeichnisse von „Stahl und Eisen“ angeheftet werden sollen, zum Preise von 4 Mk für das Exemplar entgegen; diese neue Ausgabe der Zeitschriftenschau wird voraussichtlich gegen Ende Januar 1916 erscheinen.

In beiden Fällen ist anzugeben, ob die doppelseitig oder die einseitig bedruckte (für Kartothekzwecke bestimmte) Ausgabe geliefert werden soll.

Schriftleitung von „Stahl und Eisen“.