

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 20

19. MAI 1932

52. JAHRGANG

### Verwendung von Ferngas im Siemens-Martin-Stahlwerk und in der Stahlgießerei.

Von Dr.-Ing. Erich Matejka in Gelsenkirchen<sup>1)</sup>.

*(Allgemeines über Verbrennungsvorgänge und Verlustquellen. Vorteile der Gasfeuerung. Einfluß der Brennerbauarten. Umstellung auf Ferngas. Siemens-Martin-Ofenbetrieb mit kaltem Koksofengas. Gasbeheizung bei Trocken- und Glühöfen in der Gießerei. Angaben über die Wirtschaftlichkeit.)*

Schon vor annähernd dreißig Jahren wurde auf einer Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisen- gießereien über Trockenkammern mit Gasfeuerung berichtet und auf die Vorteile einer solchen hingewiesen<sup>2)</sup>. Die Anfänge der Gasbeheizung reichen sogar bis in das Jahr 1887 zurück; damals wurden bei dem Umbau der „Tiegel- und Martin-Stahlfassongießerei des Hoerder Bergwerks- und Hüttenvereins“ nicht nur zwei große Trockenkammern, sondern auch Glühöfen und Tiegelvorwärmöfen auf Generatorgasfeuerung umgestellt. Ueber die Beweggründe, die zu der Umstellung auf das Gas geführt haben, schrieb der Berichtersteller seinerzeit wörtlich<sup>3)</sup>: „Die augenblicklich vorherrschende schlechte Geschäftslage dringt mit zwingender Notwendigkeit auf Einsparung von hohen Löhnen und teurem Brennstoff.“ Die gleichen wirtschaftlichen Verhältnisse und ähnliche Gründe lassen es heute geboten erscheinen, die Einführung von Ferngas in Erwägung zu ziehen.

Eine wesentliche Rolle in den Selbstkosten der Werke spielen die Ofenbetriebs- und Instandhaltungskosten sowie die Ausgaben für Brennstoffe. Leider wird der Ofen- und damit der Brennstofffrage in Gießereien trotz wiederholter Hinweise im Schrifttum nicht immer die notwendige Aufmerksamkeit in der Praxis geschenkt. Es seien daher einige allgemeine Bemerkungen über die wärmewirtschaftlichen Verhältnisse vorausgeschickt.

Für jeden Ofen im ununterbrochenen gleichförmigen Betrieb ist die zugeführte Wärmemenge gleich der Summe aus Nutzwärme + Wandverluste + Abgasverluste<sup>4)</sup>. Wenn der Ofen nicht ununterbrochen betrieben wird, sondern zwischen zwei Betriebszeiten abkühlt, wie zum Beispiel ein Trocken- oder Glühofen, muß auch die der Erwärmung des Ofenmauerwerkes dienende sogenannte Speicherwärme berücksichtigt werden. Die zugeführte Wärme verteilt sich in diesem Falle auf die Summe aus Nutzwärme ± Speicherwärme + Leitungs- und Strahlungsverluste + Abgasverluste. Diese einfachen Beziehungen drücken die wärmetechnischen Zusammenhänge des Ofenbetriebes in der übersichtlichsten Weise klar aus; als Grundregel erfordern sie allerstrengste Beachtung und führen von selbst zu folgenden Ueberlegungen:

<sup>1)</sup> Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Stahlformgießereien am 21. Mai 1932 in Aachen.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 21 (1901) S. 1002.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 21 (1901) S. 1187/88.

<sup>4)</sup> A. Schack: Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 193.

Ein Ofen wird durch seinen Wirkungsgrad — das heißt das Verhältnis von Nutzwärme zu zugeführter Wärme — gekennzeichnet. Unter Berücksichtigung der vorerwähnten Beziehungen heißt das, daß die Brennstoffausnutzung um so besser ist, je kleiner einerseits die Wandverluste, also die Verluste durch Leitung, Strahlung und Speicherung, und andererseits die Abgasverluste sind. Diese Verluste sind in den hütten technischen Oefen außerordentlich groß, denn je nach den besonders gelagerten Betriebsverhältnissen verschlingen sie meist die Hälfte und auch mehr der gesamten aufgewendeten Wärme. Besonders schlecht sind die Wirkungsgrade der Trockenöfen, nicht viel besser die der Glühöfen in Stahlgießereien. Wirkungsgrade von 10 % sind hier keine Seltenheit. Da die übrigen 90 % Abgas- und Wandverluste sind, liegt es auf der Hand, daß der Brennstoffverbrauch sehr durch Verringerung dieser beiden Verlustquellen verbessert werden kann.

Verbesserungen in dieser Hinsicht sind gerade bei Gießereiofen mit ihren schlechten Wirkungsgraden unerläßlich, besonders bei Verwendung hochwertiger Brennstoffe. Dabei ist zu beachten, daß die Annahme, daß eine kcal, welche durch Wandverluste verlorengeht, dem Preise nach auf derselben Stufe steht wie eine kcal im Frischgas, irrig ist. Falls das zuträfe, müßte man zum Beispiel durch 1 Nm<sup>3</sup> Koksgas mit einem Heizwert von 4000 kcal/Nm<sup>3</sup> einen Wandwärmeverlust von 4000 kcal decken können. Man braucht aber in Wirklichkeit weit mehr. Ein Nm<sup>3</sup> würde lediglich dann genügen, wenn der gesamte Wärmeinhalt des Gases zur Deckung dieses Verlustes herangezogen werden könnte. In Wirklichkeit kann aber nur ein Teil hierfür in Rechnung gestellt werden, der andere Teil geht mit den Abgasen in den Kamin. Auf Grund dieser Ueberlegungen kommt Schack<sup>4)</sup> zu dem Schluß, daß zur Deckung von diesen angenommenen 4000 kcal Wandverlust bei vielen Oefen ein Mehrfaches an kcal in Form von Frischgas zugeführt werden muß.

Um die Wandverluste, nämlich die Verluste durch Leitung und Wandstrahlung, herabzusetzen, empfiehlt sich ein Wärmeschutz durch Isolierung, also die Verwendung von Stoffen, deren Wärmeleitfähigkeit bedeutend geringer ist als die der gewöhnlichen feuerfesten Baustoffe. Zu den Verlusten durch Wandstrahlung treten noch die Strahlungsverluste durch Türöffnungen oder andere Oeffnungen. Die Ausstrahlungen durch selbst verhältnismäßig kleine Oeffnungen nehmen bei hohen Innentemperaturen



leicht einen sehr großen Teil der zugeführten Wärme fort. Sämtliche Oeffnungen im Mauerwerk sind daher sorgfältig abzdichten. Die Speicherverluste wirken sich dadurch aus, daß bei nur zeitweise betriebenen Oefen das Ofenmauerwerk sich während des Betriebes auflädt und während des Stillstandes diese Wärme wieder abgibt. Für Oefen, die während häufiger Stillstände ganz auskühlen, um während des folgenden Betriebes wieder voll, das heißt bis zum Beharrungszustande aufgeladen zu werden, empfiehlt sich daher ein möglichst geringes Mauerwerksvolumen mit einem möglichst geringen Raumgewicht. Das Mauerwerksvolumen und damit die Wandstärken sind an gewisse Grenzen gebunden, abgesehen davon, daß bei zu dünner Ausführung die Wandverluste steigen. Es bleibt also in der Hauptsache nur die Verringerung des Raumgewichtes, so daß auch in diesem Falle wie bei der Bekämpfung der Leitungsverluste die unmittelbare Verwendung von leichten hochhitzebeständigen Isolierstoffen große praktische Vorteile bringt. Werden die Oefen jedoch in regelmäßigem Wechsel so betrieben, daß sie während der Stillstandszeit nicht ganz auskühlen und während der Betriebszeit nicht ganz aufgeladen werden, zum Beispiel mit je 12 h Betriebszeit und je 12 h Stillstand, so ist, wie K. Rummel<sup>5)</sup> nachgewiesen hat, der Speicherverlust unabhängig von der Wandstärke und dem Raumgewicht. Die geringsten Verluste entstehen dann bei gut isolierten Oefen mit niedrigen Außenwandtemperaturen. Wichtig ist es auch, alle Oefen stets möglichst dicht zu halten, damit nicht Falschluff das Temperaturgefälle verschlechtert oder Ausflammverluste entstehen, wobei der Dichteunterschied zwischen der Ofenatmosphäre und der umgebenden Luft eine wichtige Rolle spielt.

Besondere Nachteile werden durch Falschluff bei den Oefen ausgelöst, die mit vorgewärmter Luft arbeiten, zum Beispiel die Siemens-Martin-Oefen. Da man Oefen nie vollständig abdichten kann, hilft man sich gegen diese Gefahren, indem man die Oefen nach Tunlichkeit auf  $\pm 0$  gegen die Außenluft an den besonders entscheidenden Punkten einstellt. Nichtsdestoweniger muß für sorgfältigste Abdichtung Sorge getragen werden.

Wichtig ist die Abgastemperatur; sie wird durch Verbesserung der Wärmeübertragung gesenkt. Eine Steigerung der Wärmeausnutzung erreicht man durch Vermehrung der Heizfläche, lange Aufenthaltszeiten der Gase im Ofen und Erhöhung des Wärmeübergangs zwischen Gas und Gut. Große Feuerräume bringen Vorteile, weil die Wärmeübertragung bei hohen Temperaturen zum überwiegenden Teil durch die Gasstrahlung und nur zum kleineren Teil durch Konvektion, also Wärmeabgabe durch unmittelbare Berührung, erfolgt. Von Wichtigkeit ist noch der Verlust durch Unverbranntes im Abgas. Es dürfte nicht allgemein bekannt sein, daß 1% CO<sub>2</sub> weniger im Abgas etwa dasselbe bedeutet wie eine Ermäßigung der Abgastemperatur um 90°. Auch die Verringerung der Abgasmenge ist wesentlich. Zwar ist es für den Abgasverlust gleichgültig, ob durch Falschluff die Menge verdoppelt und die Temperatur zugleich auf die Hälfte gesenkt wird; aber bei gleicher Abgastemperatur ist jede Verringerung der Menge eine Ersparnis. Hier gerade liegt ein großer Vorteil des Koksofengases, da dieses auf 1000 kcal im Frischgas eine verhältnismäßig kleine Menge Abgas liefert. Selbstverständlich ist bei gegebener Abgastemperatur auch jede Vermehrung der Abgasmenge durch unnötigen Luftüberschuß schädlich.

Entsprechend der Zusammensetzung des Ferngases ist der Unterschied zwischen oberem und unterem Heizwert bei Koksgas verhältnismäßig hoch, und zwar kommt der

untere Heizwert ungefähr 88 bis 90% des oberen gleich. Das Ferngas hat bei 0° 760 mm QS tr. einen oberen Heizwert von mindestens 4300 kcal/m<sup>3</sup>. Bei Verwendung des Gases im Siemens-Martin-Ofen muß der untere Heizwert mindestens 4000 kcal/Nm<sup>3</sup> tr. haben, sonst ist bei starkem Wasserstoffgehalt die an strahlenden Bestandteilen verhältnismäßig arme Flamme nicht in der Lage, genügend Wärme auf das Bad zu übertragen. Das Ferngas ist von Teer, Benzol, Ammoniak, Schwefel usw. gereinigt und wird meist mit einem Druck angeliefert, der eine Verwertung in Hochdruckbrennern ermöglicht. Von den Gasgesellschaften wird für Ferngas heute je nach Menge und Verwendung ein Preis von 2,4 bis 3,2 Pf. je Nm<sup>3</sup> angegeben.

Man muß sich nun die Frage vorlegen, wie es mit der Ausnutzungsmöglichkeit der dem Koksofengas innewohnenden verhältnismäßig teuren Wärme steht. Wenn auch die Hauptbestandteile Wasserstoff und Methan einen verhältnismäßig hohen Abgasverlust bedingen<sup>6)</sup>, so tritt dieser Nachteil aber beim Vergleich mit festen Brennstoffen, abgesehen von der Kohlenstauffeuerung, nicht in Erscheinung, da der diesen Brennstoffen innewohnende Kohlenstoff nur mit größerem Luftüberschuß, also dem früher Gesagten zufolge weniger wirtschaftlich verbrannt werden kann. Auch bei Generatorgas fällt der Vergleich zugunsten des Koksofengases aus, und zwar hier infolge des außergewöhnlich hohen Gehaltes des Generatorgases an unverbrennlichen Ballaststoffen, wie Stickstoff und Kohlensäure. Allerdings geben diese Tatsachen allein nicht den Ausschlag bei der Beurteilung des Brennstoffes, da die Wärmeausnutzung im wesentlichen von den Wärmeübergangsverhältnissen abhängt. Diese sind bei festen Brennstoffen und beim Generatorgas günstiger, weil beide infolge Strahlung der festen Körper, wie Ruß und anderes, mit leuchtender Flamme verbrennen und der hohe Kohlensäuregehalt eine gute Gasstrahlung gewährleistet, was auch für Gichtgas zutrifft. Das sind Vorteile, die sehr groß sind, denn, wie schon ausgeführt, werden bei höheren Temperaturen rd. 80% der Wärme durch Strahlung übertragen. Beide Vorteile fehlen dem Koksofengas, wenn auch die Flamme einen hohen Wasserstoffgehalt hat, der bei Verwendung von dicken Flammenschichten eine wirksame Wasserdampfstrahlung hervorruft. Man hat aber Mittel in der Hand, um auch dem Nachteil der schlechteren Wärmeübergangsverhältnisse bei Koksgasflammen zu begegnen, und zwar durch Verwendung kurzer, also heißer und mit geringem Luftüberschuß erzeugter Flammen. Auf diese Weise wird der Nachteil der schlechten Wärmeübergangszahl durch ein erhöhtes Temperaturgefälle ausgeglichen. Schließlich bringt die Verwendung von Koksofengas in der Praxis auch erhebliche wärmewirtschaftliche Vorteile, namentlich bei hohen Abgastemperaturen, weil es, wie bereits erwähnt, eine geringe Abgasmenge je 1000 kcal Frischgas ergibt.

Die Ausnutzung der geschilderten Vorteile des Koksofengases ermöglichen die heute auf dem Markt befindlichen Brennerkonstruktionen. So saugen die Hochdruckbrenner, unter Ausnutzung des hohen Gasvordruckes, über einen großen Regelbereich vom Leerlauf auf Vollast durch Düsenwirkung ziemlich verhältnismäßige Luftmengen an; sie verbrennen das Gas also auch bei wechselnder Belastung mit der theoretischen Luftmenge. Dabei bieten sie eine genügende Sicherheit gegen das Zurückschlagen der Flammen in den Brenner und haben außerdem den Vorteil der geringen Flammenlänge, welche hohe Temperaturen ermöglicht. Die Brenner erfüllen demnach heute bereits sämtliche Anforderungen, die an einen guten Brenner gestellt

<sup>5)</sup> Arch. Wärmewirtsch. 13 (1932) S. 5.

<sup>6)</sup> G. Bulle: Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 755/79.



werden müssen, nämlich Regelbarkeit, gleichbleibende Verbrennungsgüte und gleiche Abgaszusammensetzung; Voraussetzung ist allerdings, daß immer ein gleichbleibender Druck im Ofen herrscht.

Aus den Ausführungen über das Koksofengas geht hervor, daß seine Vorteile durch andere Eigenschaften bedingt sind, als es bei den bisher in der Hauptsache angewendeten festen Brennstoffen der Fall war. Deshalb hat H. Lent<sup>7)</sup> recht, wenn er feststellt, daß ein Ofen, dessen Form oder Ofenraum in Anlehnung an die von der Kohlenfeuerung übernommene Bauart ausgeführt wird, keineswegs immer den Anforderungen entspricht, welche die Koksgasfeuerung hinsichtlich der Beherrschung der Verbrennungsvorgänge und der Flammenführung stellt. Gerade diese Tatsache ist der Grund, warum oft Versuche, die mit Koksgas angestellt werden, fehlschlagen und alsdann fälschlich das Gas als ungeeignet abgelehnt wird. Oft hört man auch die Ansicht, daß das Koksofengas infolge seiner hohen Verbrennungstemperatur für Verwendungszwecke mit niedrigen Arbeitstemperaturen nicht geeignet sei. Die Arbeitstemperatur hängt indessen von dem Verhältnis von zugeführter Wärme zum Arbeitsraum und dem zu erwärmenden Gut ab. Es ist also nur notwendig, bei einer niedrigen Arbeitstemperatur die Gasmenge im Verhältnis zum Gut entsprechend niedrig zu halten, ohne daß hiermit ein feuerungstechnischer Fehler verbunden wäre. Diese Feststellung ist für Gießereien insofern von grundsätzlicher Bedeutung, als bei den notwendigen Trockenvorgängen nur niedrige Arbeitstemperaturen in Frage kommen. Man ist demnach, ganz allgemein gesprochen, in der Lage, sämtliche für Gießereien in Frage kommenden Oefen einschließlich der Siemens-Martin-Oefen mit reinem Koksofengas zu betreiben, so daß einer Umstellung vom technischen Gesichtspunkt aus nichts im Wege steht.

Nun ist es in der heutigen Krisenzeit schwer, bei der Umstellung auf Ferngas entsprechend dem Vorgesagten die Oefen von Grund auf neu auszuführen. Dies wird aber auch nicht immer unbedingte Voraussetzung sein, um im Falle der Einführung von Gas Vorteile zu erreichen. Nur muß man sich in solchen Fällen darüber im klaren sein, daß dann noch lange nicht sämtliche Möglichkeiten einer Ferngasbeheizung ausgenutzt sind und zur gegebenen Zeit der Ofen durch entsprechende Umbauten wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Es dürfte deshalb zweckmäßig sein, bei der jetzt folgenden Beschreibung der bereits vor Jahresfrist durchgeführten Umstellung von Fall zu Fall auf die Maßnahmen und Verbesserungsmöglichkeiten hinzuweisen, die sich aus dem Betrieb heraus inzwischen ergeben haben.

Die Gelsenkirchener Gußstahlwerke der Ruhrstahl A.-G. umfassen ein Stahlwerk mit zwei Siemens-Martin-Oefen und eine Großformerei mit all den dazugehörigen Nebenbetrieben, die der folgenden Beschreibung zugrunde liegen. Es werden Stücke bis 30 t Rohgewicht erzeugt, deren Bearbeitung in ausgedehnten mechanischen Werkstätten und einer großen Zahnradfräseerei erfolgt. Die kleineren Gußstücke und Massenartikel liefert eine zweite Formerei, deren Stahlbedarf ebenfalls durch das Siemens-Martin-Stahlwerk gedeckt wird. Die Kleinformerei ist aber in ihren sonstigen Nebenanlagen, Ofeneinrichtungen und Bearbeitungswerkstätten vollständig selbständig eingerichtet.

Das Gas wird durch Vermittlung der in unmittelbarer Nähe des Werkes gelegenen Zeche Rheinelbe der Vereinigte Stahlwerke A.-G. mit einem Druck von mindestens 0,6 atü,

also 6000 mm WS, bezogen. Der Vordruck schwankt sehr stark und bewegt sich in den Grenzen von 0,6 bis 3 atü. Da neben gleichmäßiger Zusammensetzung gleichmäßiger Gasdruck Voraussetzung einer wirtschaftlichen Verwendung des Koksofengases ist, ergab sich die Notwendigkeit der Druckregelung auf 0,5 atü, so daß unter Berücksichtigung der Druckverluste im Verteilungsnetz auch an den entfernt gelegenen Verbrauchsstellen ein ausreichender Gasdruck vor den Hochdruckbrennern mit selbsttätiger Luftansaugung zur Verfügung steht.

Der mit selbsttätiger Absperrvorrichtung und Rückschlagklappe versehene Membranregler ist mit der zentralen Meßanlage in dem Reglerhaus untergebracht (Abb. 1).

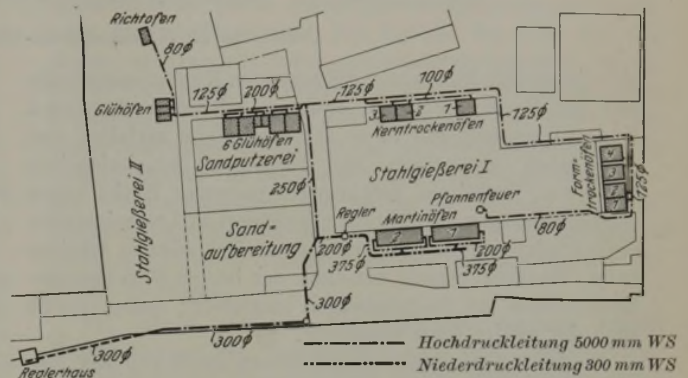


Abbildung 1. Lageplan der Oefen und Gasleitungen.

Eine Umgehungsleitung ermöglicht es, bei etwa auftretenden Störungen vorübergehend ohne Regler zu fahren; jedoch arbeitet die Anlage praktisch störungsfrei. Die abgenommenen Gasmengen werden nach dem Staurandverfahren bei voller Belastung auf der Hauptmeßstrecke von 300 mm Rohrdurchmesser gemessen, während bei geringerer Abnahme die kleine Meßstrecke von 150 mm Durchmesser in Betrieb genommen wird. Die Messung erfolgt durch aufzeichnende Ringwaagegeräte. Zur Überwachung des Vordruckes und des geregelten Druckes dienen Druckschreiber. Die Gas-temperatur wird mit einem Widerstandsthermometer gemessen und durch einen Temperaturschreiber aufgezeichnet. Außerdem wird das spezifische Gewicht und der Heizwert des Gases bestimmt. Bei jeder größeren Verbrauchsstelle sind Sondermeßstellen eingerichtet. Der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit wegen werden sämtliche gemessenen Gasmengen auf trockenes Normalvolumen ( $Nm^3$  von 0° und 760 mm QS) nach Angabe der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute umgerechnet.

Das Gasleitungsnetz innerhalb des Werkes besteht aus zwei Teilen (vgl. Abb. 1). Der Hauptstrang fördert Hochdruckgas und beliefert die Trocken- und Glühöfen; ein kurzer Niederdruckteil versorgt neben dem Siemens-Martin-Stahlwerk einige kleinere Verbrauchsstellen (Härtereie, Laboratorium). Verwendet werden aneinandergeschweißte Blechrohre verschiedener Durchmesser, die sich entsprechend der geringer werdenden Menge verjüngen. Das Netz ist so berechnet, daß der Druckabfall bis zur entferntesten Verbrauchsstelle 500 mm WS nicht übersteigt; die Gasgeschwindigkeiten betragen bei der größten Gasmenge etwa 20 bis 25 m/s. Bei der Bemessung der Leitungsdurchmesser ist mit einer genügenden Sicherheit für spätere Anschlüsse gerechnet. Vor der Inbetriebnahme müssen die Leitungen durch Abdrücken mit Preßluft oder Preßwasser auf Dichtigkeit geprüft werden.

Bei der Umstellung der Siemens-Martin-Oefen auf Koksofengas wurde auf Gasvorwärmung verzichtet, da

<sup>7)</sup> Gas- u. Wasserfach 74 (1931) S. 873/77 u. 905/08.



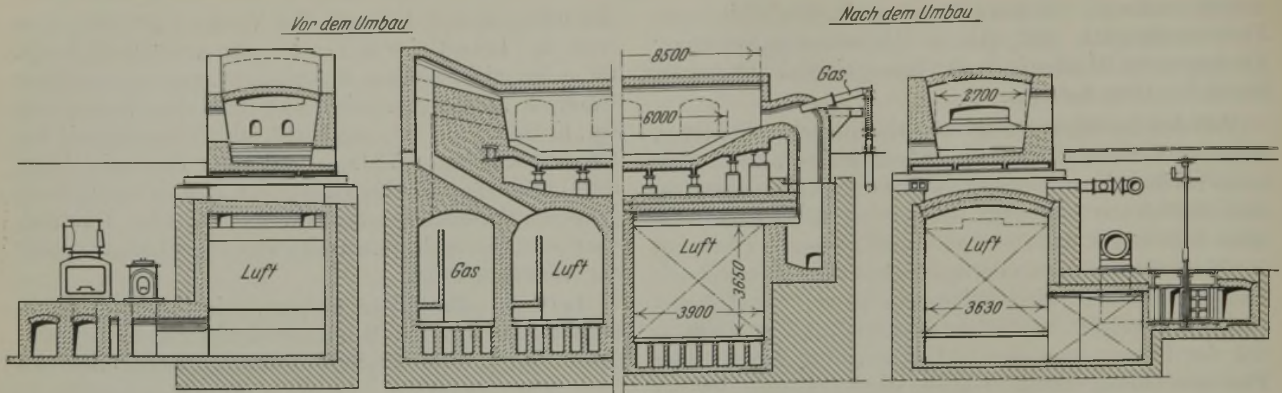


Abbildung 2. Siemens-Martin-Ofen vor und nach dem Umbau.

ohne besondere Maßnahme die schweren Kohlenwasserstoffe und das Methan des Koksofengases bei den vorhandenen Kammertemperaturen in so starkem Maße zerfallen und Kohlenstoff abscheiden, daß hierdurch Schwierigkeiten auftreten. Praktische Erfahrungen mehrerer Werke haben ergeben, daß man bei richtiger Ofenbauart und ausreichender Luftvorwärmung sehr gut mit kaltem Koksofengas arbeiten kann. Zunächst wurde nur einer der beiden 30-t-Siemens-Martin-Oefen auf Kaltgasbetrieb umgestellt; später wurde auch der zweite Ofen umgebaut.

Ein besonderer Regler erniedrigt den Druck von 5000 mm WS auf rd. 300 mm WS. Die Ausführung der Oefen vor und nach dem Umbau ist aus Abb. 2 zu ersehen. Sie wurden von Grund auf neu aufgebaut, ohne auf eine Zwischenlösung einzugehen. Hierbei wurde auf eine genügende Herdlänge Wert gelegt, da bei zu kurzen Oefen Nachverbrennungen in den Kammern mit den bekannten Nachteilen zu gewärtigen sind. Beheizt werden die Oefen von beiden Seiten durch je zwei wassergekühlte Düsen von 75 mm Mündungsdurchmesser (Wasserverbrauch etwa 18 m<sup>3</sup>/h). Die Düsen sind sowohl in der Höhen- als auch in der Seitenrichtung beweglich eingebaut, um eine genaue Einstellung der Flammenrichtung zu ermöglichen. Bei kaltem Koksofengasbetrieb ist dies besonders wichtig. Die Luft wird in zwei großen Kammern mit je einer Vorkammer und einer Heizfläche von je 1000 m<sup>2</sup> auf etwa 1250° vorgewärmt. Sie kann durch Kaminzug angesaugt oder mit einem Propellergebläse in den Ofen gedrückt werden. Dem Schlackenabfluß dient auf jeder Seite eine unterhalb der Köpfe angebrachte Schlacken-kammer mit geneigter Sohle, so daß im Bedarfsfalle die Schlacke flüssig abgezogen werden kann. Die Luftumstellung erfolgt mit Hilfe einer einfachen stehenden Klappe, die sich als äußerst handliche Umstellvorrichtung sehr gut bewährt hat. An Absperr- und Regelvorrichtungen für das Gas sind neben dem Hauptabsperrschieber ein Einstell- und ein Schnellschlußschieber auf jeder Seite vorhanden. Um den Temperaturabfall der Kammern während der heute sehr häufigen Stillstandszeiten zu verringern, sind zwei dicht schließende Schieber hintereinander angeordnet. Außerdem kann jede Kammer besonders abgeschiebert werden. Wert gelegt wurde ferner auf möglichst dichte Kammern, da die Versuche von F. Kofler<sup>8)</sup> an einer Versuchskammer bei der Hütte Ruhrort-Meiderich gezeigt haben, wie groß die Falschlufmengen der Kammern sein können und von welcher Bedeutung die angesogene Falschluff für den Wärmeverbrauch je t Rohstahl ist. Die Dichtung geschieht, falls ein Blechmantel nicht angebracht werden kann, zweckmäßig durch feuerfeste Anstrichmasse, z. B. Inertol. Die Meßeinrichtungen bestehen aus einem anzeigenden und schrei-

benden Gas- und Luftmengenmesser und einem Gasdruckschreiber. Die Kammertemperaturen werden mittels Ardometer, die Abgastemperaturen mit Hilfe von Thermolementen gemessen und zusammen von einem Mehrfachschreiber aufgezeichnet. Im Falle einer plötzlich eintretenden Störung in der Gaszufuhr gibt ein von dem Gasdruck vor dem Niederdruckregler betätigter Druckmesser Alarmzeichen; das Gas kann dann rechtzeitig abgestellt werden, bevor ein Zurückschlagen der Flamme in die Düsen eintritt.

Die Umstellung auf Ferngas gelang ohne jede Schwierigkeit. Hinsichtlich der Arbeitsweise kann auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen nur das Beste berichtet werden, obwohl die Anforderungen an den Ofen alles andere als normal sind. Der auf Kaltgasbetrieb umgestellte Siemens-Martin-Ofen ist ohne weiteres in der Lage, bei einem durchschnittlichen Einsatzgewicht von nur 25 t, etwa 100 t je 24 h oder bei 25 Arbeitstagen monatlich rd. 2500 t zu erzeugen. Gegenüber dem Generatorgasbetrieb bedeutet das eine Leistungssteigerung von annähernd 15%. Leider kann infolge der durch die schlechten wirtschaftlichen Verhältnisse bedingten Betriebseinschränkungen dieser Vorteil nicht entsprechend ausgenutzt werden. Der Ofen hat nach 400 Schmelzungen und trotz der langen größeren Stillstände anlässlich der verschiedenen Feiertage keine nennenswerten Ausbesserungen notwendig gehabt. Die Haltbarkeit ist gegenüber früher bedeutend besser; da außerdem der Steinverbrauch bei den Neuzustellungen durch den Wegfall der massigen Köpfe weitaus geringer ist als bei der früheren Bauart, kann mit einer wesentlichen Senkung des Steinverbrauches je t Stahl gerechnet werden. Ein weiterer Vorteil liegt in dem günstigen Wärmeverbrauch, der ungeachtet des Erzeugungsrückganges um annähernd 50% der gleiche geblieben ist wie früher bei Generatorgasbetrieb in normalen Zeiten, also bei fast doppelter Erzeugung. Der Gesamtgasverbrauch bei dem heutigen eingeschränkten Betrieb beträgt 400 bis 450 Nm<sup>3</sup>/t Stahl oder 1,6 bis 1,8 · 10<sup>6</sup> kcal je t. An reinem Schmelzgas, und zwar einschließlich des Gasverbrauches für die üblichen Herdausbesserungen zwischen zwei Schmelzen, werden trotz des stark eingeschränkten Betriebes im Monatsmittel annähernd 250 Nm<sup>3</sup>/t oder 1,0 · 10<sup>6</sup> kcal/t benötigt. Bei der Beurteilung des monatlichen Gesamt-Brennstoffverbrauches ist unbedingt zu berücksichtigen, daß auf Grund der vorliegenden Beschäftigungsverhältnisse oft kleinere Schmelzmengen bis zu 12 t herunter abzustechen sind. Von wie starkem Einfluß aber gerade dieser Umstand auf den Wärmeverbrauch ist, beweist die Abb. 3. Einschlägige Versuche haben ergeben, daß sich die Wärmeverbrauchszahlen bei durchgehendem Betrieb und voller Ausnutzung des Ofen-

<sup>8)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 25/42.



raumes leicht auf rd. 220 Nm<sup>3</sup>/t oder 900 000 kcal/t Rohstahl ermäßigen lassen. Außer dem wärmewirtschaftlichen Nachteil bereitet der Abstich der kleinen Schmelzungen trotz des mehr als doppelt so großen Fassungsraumes des Ofens keinerlei Schwierigkeiten, obwohl mit Rücksicht auf die

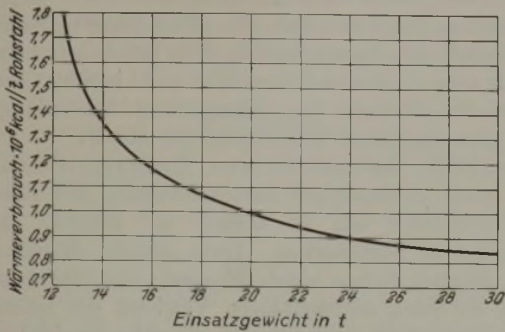


Abbildung 3. Wärmeaufwand je t Rohstahl (Dezember 1931).

Kleinformerei sehr heiß abgestochen werden muß. In metallurgischer Hinsicht konnten seit der Umstellung keinerlei Nachteile festgestellt werden.

Bei den Trockenöfen für Kerne und Formen ging die Umstellung auf Koksofengas besonders bei den letztgenannten nicht ohne Schwierigkeiten vor sich. Der Hauptgrund lag in der Zusammensetzung des Koksofengases mit etwa 50 % H<sub>2</sub>, das bei der Verbrennung mehr Wasserdampf in den Abgasen ergibt als jeder andere Brennstoff. Wohl aus diesem Grunde wurde im Schrifttum mehrfach, so zum Beispiel auch durch B. Osann<sup>9)</sup>, von der Verwendung von Koksofengas für Trockenzwecke abgeraten. Trotz allem ist es gelungen, auch in dieser Hinsicht ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen. Bei der Wichtigkeit gerade des Trockenvorganges für den Gießereibetrieb erscheint es angezeigt, näher darzulegen, wie dieses Ergebnis erzielt wurde. Vorerst sei festgehalten, daß die rasche Trocknung auf Grund der anerkannten Vorzüge auch bei der Ferngasbeheizung beibehalten wurde. Beim Trockenvorgang sind drei Arbeitsabschnitte zu unterscheiden:

1. Das rasche Hochheizen des Ofenraumes und Trockengutes auf eine Temperatur von über 100°, wodurch eine starke Verdampfung der den Formen und Kernen innewohnende Feuchtigkeit zuerst einmal an deren Oberfläche eingeleitet wird.
2. Eine beschleunigte weitere Temperatursteigerung, also Erhöhung des Wärmegefälles, wodurch die angestrebte Abkürzung einer Trockenzeit ermöglicht wird. Als Folge ergeben sich aus der kürzeren Dauer kleinere Strahlungs- und Leitungsverluste.
3. Nach Abstellung der Brennstoffzufuhr Ausnutzung der aufgespeicherten Wärme zur Nachtrocknung des Trockengutes.

Im ersten Abschnitt des Trockenvorganges muß die Temperatur von 100° hauptsächlich deshalb möglichst rasch überschritten werden, weil sich unterhalb dieser Temperatur der in den Verbrennungsgasen von Koksofengas reichlich enthaltene Wasserdampf an den kälteren Ofenwänden und Formkästen, aber leider auch an den kalten Formen oder Kernen als Wasser wieder niederschlägt. Dadurch wird die bereits erzielte Trocknung hinfällig und der ganze Vorgang erschwert, abgesehen davon, daß das niedergeschlagene Wasser unter Aufwand von zusätzlichem

Brennstoff neuerlich verdampft werden muß. Es ist also wichtig, genügend Brennstoff zur Verfügung zu haben und im ersten Abschnitt für einen Ueberschuß an warmer Luft Sorge zu tragen. Der Luftüberschuß bringt, rein wärmewirtschaftlich gesehen, Nachteile mit sich. Bei den erwähnten Arbeitsbedingungen aber ergeben sich schließlich Vorteile, die ausschlaggebend sind. Der Ueberschuß an warmer Luft ist nämlich für Wasserdampf sehr aufnahmefähig und darüber hinaus ein äußerst zweckmäßiges mechanisches Fördermittel für die ausgeschiedene Feuchtigkeit. Eine wesentliche Voraussetzung ist allerdings erhöhter Umlauf. Den notwendigen Luftüberschuß saugen die Brenner selbsttätig durch die um den Brennerstein angeordneten Luftschlitze an, die zu diesem Zweck zu Anfang der Trocknung ganz geöffnet sind. Der Umlauf der Luft und der Abgase wird erreicht durch eine besondere später zu behandelnde Verteilung der Brenner. Der sich reichlich bildende Wasserdampf wird, aber nur am Anfang der Trocknung, durch Oeffnungen abgelassen, die im Gewölbe verschließbar vorgesehen sind. Es besteht in diesem Falle nicht die Gefahr der Rückbefeuchtung der anfänglich kalten Formteile infolge Niederschlagung der Dampfschwaden, da diese nicht durch die Kammer hindurch an den Formen entlang am Boden abziehen.

Der zweite Abschnitt der Trocknung beginnt, sobald der Ofenraum die Temperatur von 100° überschritten hat. Bei diesen Temperaturen ist es nicht mehr nötig, überschüssige Luft zur Aufnahme und zur Abführung der sich bildenden Schwaden einzuführen, weil eine Wasserdampfsättigung der Abgase nur bei einem Druck von über 1 atü auftreten kann; da dieser Druck im Trockenofen nie überstiegen wird, können die Abgase niemals gesättigt sein. Der Wasserdampf ist stets überhitzt und dient auf diese Weise nunmehr sogar als Trocknungsmittel. Luftüberschuß bedeutet jetzt also unerwünschten Ballast, weshalb im zweiten Abschnitt die Luftschlitze im Brennerstein fast ganz geschlossen werden. Um eine gute Trocknung zu erzielen, muß eine möglichst hohe Sättigung der Abgase angestrebt werden, was dadurch erreicht wird, daß im zweiten Abschnitt die Verbrennungsgase am Kammerboden abziehen; dadurch werden sie gezwungen, an dem nunmehr warmen Einsatzgut vorbeizustreichen, und haben reichlich Gelegenheit, Feuchtigkeit aufzunehmen. Ueber den dritten Arbeitsabschnitt viel zu sagen, erübrigt sich, da es natürlich um so vorteilhafter ist, je länger die Formen in dem sorgfältig geschlossenen Ofen nach Abstellung der Brennstoffzufuhr verbleiben.

Bekanntlich wird mit zunehmender Trocknung die in der Zeiteinheit aus den Formen ausgetriebene Feuchtigkeitsmenge immer geringer. Wie die Arbeiten von A. Wagner<sup>10)</sup> bewiesen haben, liegt der Grund darin, daß die scharf getrocknete Außenschicht ein schlechter Wärmeleiter ist und die tieferen Schichten der Einwirkung der Heizgase entzieht. Da also mit zunehmender Trocknung der spezifische Wärmeaufwand steigt und man im Gießereibetrieb an eine bestimmte Trockenzeit gebunden ist, empfiehlt es sich, durch erhöhtes Temperaturgefälle diesem Umstand Rechnung zu tragen; das erfordert eine bestimmte Brenneranordnung. Die Brenner werden am besten in den beiden Längswänden des Ofens eingebaut. Im vorliegenden Falle war diese Brennerverteilung leider nicht möglich, weil sämtliche vier Trockenöfen in einem Block stehen, also längsseitig aneinanderstoßen. Daher wurden die Brenner in der der Tür gegenüberliegenden Stirnseite des Ofens

<sup>9)</sup> Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießerei, 5. Aufl. (Leipzig: Wilhelm Engelmann 1922) S. 432.

<sup>10)</sup> Gießerei 13 (1926) S. 609.



untergebracht (Abb. 4). Eine solche Lösung hat Nachteile, weil in diesem Falle die Formen nicht ganz gleichmäßig trocknen; meist sind die näher der Tür zu gelegenen Stücke schlechter getrocknet. Aus diesem Grunde müssen bei der Beschickung des Ofens die schwerer zu trocknenden Formen oder Kerne näher an der Brennerwand gelagert werden. Einschlägige Versuche haben ergeben, daß es nicht zweckmäßig ist, die Brenner in einer Reihe nahe unter dem Gewölbe anzu-

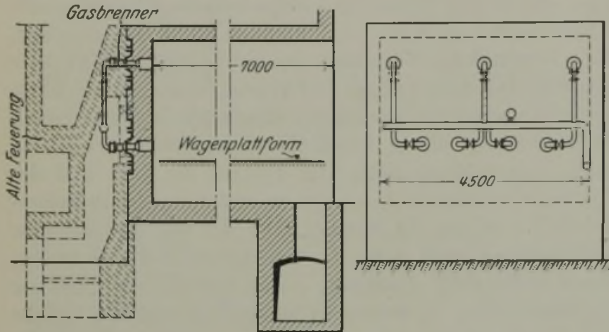


Abbildung 4. Brenneranordnung im gasbeheizten Trockenofen.

ordnen, sondern möglichst über die ganze Brennerwand zu verteilen. Dadurch erreicht man einerseits den oben erwähnten Luft- und Abgasumlauf im ganzen Ofenraum und andererseits eine bessere Trocknung der im Stapel unten liegenden Formen, bei denen eine Wärmeübertragung durch Strahlung überhaupt nicht stattfinden kann. Es empfiehlt sich aus den gleichen Gründen, keine allzu großen Brenner-einheiten zu wählen, sondern mit mehreren und kleineren Brennern zu arbeiten. Die Zahl der Brenner an unseren Formtrockenöfen ist verschieden und schwankt je nach der Größe des Ofenraumes zwischen 7 und 9, die Kerntrockenöfen haben 5 Brenner mit einer Einzelleistung von 26 bis 30 m<sup>3</sup>/h. Die gesamte eingebaute Brennerleistung beträgt ungefähr 2,5 m<sup>3</sup> je Stunde und m<sup>3</sup> Ofenraum.

Da der Wirkungsgrad der Trockenöfen außerordentlich klein ist, ist es zur Vermeidung von Verlusten zum Beispiel außerordentlich wichtig, den zur Verfügung stehenden Ofenraum möglichst voll auszunutzen und die Formen so zu stapeln, daß die Verbrennungsgase zwischen ihnen hindurchziehen können. Auch empfiehlt es sich, während des zweiten und dritten Trocknungsabschnittes immer etwas Ueberdruck im Ofen zu halten, um einerseits den Zutritt kalter Falschlufft, andererseits die Bildung toter Ecken im Ofenraum zu vermeiden. Undichtheiten, Fugen oder Sprünge im Mauerwerk sind bei der Umstellung auf Ferngas unbedingt zu beseitigen. Zur Abdichtung des Zwischenraums zwischen Wagen und Ofenwänden müssen Sandrinnen angebracht werden, um den Verbrennungsgasen das unmittelbare Abziehen längs des Wagenrandes zu verwehren. Eine selbstverständliche Voraussetzung sind einwandfreie, gut dichtende Türen. Hier ist auch auf die schon erwähnten Vorteile der Isolation hinzuweisen besonders bei Öfen, die nicht ununterbrochen betrieben werden. Die Isolierung des Gewölbes, z. B. durch Schlackenwolle, ist an jedem Ofen ohne weiteres möglich, und auch eine zweckentsprechende Isolierung der Türen durch Isoliersteine macht sich bald bezahlt. Günstig wird der Trockenvorgang und damit der Brennstoffverbrauch beeinflusst, wenn man streng darauf achtet, daß die Türen immer geschlossen bleiben und nur zum Ein- oder Ausfahren des Wagens, und auch da nur während einer möglichst kurzen Zeit, geöffnet werden. Durch diese einfache Maßnahme kann der erste Abschnitt des Trockenvorganges insofern wesentlich ab-

gekürzt werden, als der Ofen selbst zwischen zwei Trocknungen leicht auf einer Temperatur von über 100° gehalten werden kann. Es kann so die gesamte zu Beginn der Trocknung eingeführte Wärme dazu benutzt werden, die Formteile einschließlich der Formkasten auf 100° aufzuheizen. Man schaltet auf diese Weise den schädlichen Einfluß der kalten Formkasten möglichst früh aus. Daß gerade die kalten Formkasten bei Ferngasbetrieb Schwierigkeiten bereiten, falls die eben erwähnten Vorschriften nicht beachtet werden, beweist die Tatsache der reibungslosen Umstellung der sonst ganz ähnlichen Trockenöfen für Kerne.

Die Frage des spezifischen Brennstoffverbrauches unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Leistung der Trockenöfen ist, so einfach sie scheint, um so schwieriger zu beantworten. Trotz eifriger Bemühungen ist es nämlich bisher nicht gelungen, eine Beziehung zu finden, die einen zahlenmäßigen Vergleich der Leistungsfähigkeit verschiedener Trockenkammern im Betrieb laufend ermöglichen würde. Die Ansprüche, die an den Grad der Trocknung gestellt werden, Umstände also, für die der Ofen nicht verantwortlich gemacht werden kann, sind neben anderen Verhältnissen von Betrieb zu Betrieb äußerst verschieden und stören den Vergleich. Als geeignetste Vergleichszahl wurde für die vorliegenden Verhältnisse der Brennstoffverbrauch je m<sup>3</sup> Ofenraum und Trocknung ermittelt. Bei vollkommen einwandfreier Durchführung der Trocknung wurden je m<sup>3</sup> nutzbarem Ofenraum und Trocknung annähernd 12 Nm<sup>3</sup> Koksofengas bei den Formtrockenöfen und 9 Nm<sup>3</sup> bei den Kerntrockenöfen benötigt. Die Trockendauer betrug ungefähr 5 h, wobei Wert darauf gelegt wird, daß anschließend die Formen möglichst lange in dem heißen Ofen verbleiben. Um die Arbeitsweise laufend überwachen zu können, wird bei jedem Ofen die gebrauchte Brennstoffmenge und der genaue Temperaturverlauf jeder einzelnen Trocknung durch Meßgeräte genau angezeigt und aufgezeichnet. Die Ofenmannschaft hat die Anweisung, einem vorgeschriebenen Temperaturverlauf entsprechend zu fahren.

Die Anforderungen, die an die Glühöfen gestellt werden, sind ganz anders als bei den eben behandelten Trockenöfen. Während bei der Trocknung neben dem Erreichen einer bestimmten Ofentemperatur noch die Ableitung der aus dem Trockengut ausgetriebenen Feuchtigkeit notwendig ist, verlangt die Glühung nur eine über den ganzen Ofen gleichmäßig verteilte, allerdings wesentlich höhere Temperatur, die jedoch unbedingt genau regelbar und auf den ganzen Ofenraum gleichmäßig verteilt sein muß. Die günstigste Glühwirkung ist nämlich nur innerhalb einer verhältnismäßig kleinen Temperaturspanne zu erreichen; diese ist nach unten durch eine wenig oberhalb A<sub>c3</sub> liegende Temperatur, den Beginn der Ferritausscheidung, sehr eng begrenzt.

Da die Wärmeübertragung in einem Ofen bei höheren Temperaturen zum größten Teil durch Strahlung und nur zum geringsten Teil durch Konvektion erfolgt, muß diesem Umstand besonders bei Glühöfen schon bei der Brenneranordnung Rechnung getragen werden. Um die vorteilhafteste Größe und Anordnung der einzubauenden Brenner festzustellen, wurden eingehende Vergleichsversuche an zwei sonst vollkommen gleichen Öfen in der nachstehenden Weise ausgeführt: Die stündlich zugeführte Gasmenge war bei beiden Öfen gleich, nur wurde sie bei dem einen Ofen durch 5 Brenner bewältigt, die in einer Reihe in der Stirnwand gegenüber der Tür knapp unter dem Gewölbe angeordnet waren. Bei dem anderen Ofen dagegen wurden 10 Brenner über die ganze Stirnwand verteilt, also



ähnlich wie bei den Trockenöfen. Ein Einbau der Brenner in den beiden Längsseiten war bei den Glühöfen aus den gleichen Gründen wie bei den Trockenöfen nicht möglich. Der Temperaturverlauf wurde während mehrerer Glühungen an verschiedenen Stellen des Ofens gemessen und aufgezeichnet. Bei dem erstgenannten Ofen ergab sich eine vollkommen gleichmäßige Temperaturverteilung über den ganzen Ofen. Abb. 5 zeigt den Temperaturverlauf einer

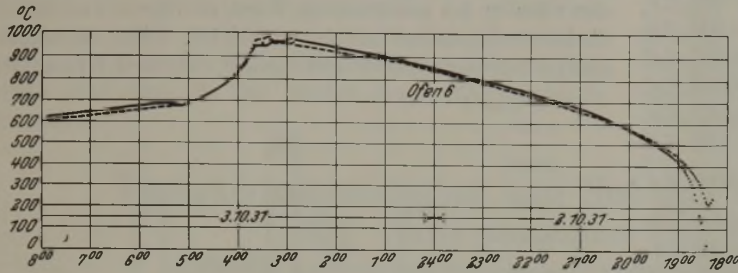


Abbildung 5. Temperaturverlauf beim Glühen.

solchen Glühung; die eine Meßstelle war in der Mitte des Ofens 0,5 m unterhalb des Gewölbes, die zweite in der Nähe der Tür angebracht. Bei dem zweiten Ofen stellte man Temperaturstauungen gegen die Stirnwand fest. Im Gegensatz zu den Trockenöfen empfiehlt es sich demnach, bei den Glühöfen nicht mit zu kleinen Brenneinheiten zu arbeiten. Man soll bei der Unterteilung der notwendigen Brennstoffzufuhr in Brenneinheiten nur so weit gehen, daß eine gleichmäßige Temperaturverteilung über die ganze Breite des Ofens gewährleistet wird. Es wurden deshalb bei den vier großen Glühöfen mit einer Ofenbreite von 4 bis 4,5 m, wie Abb. 6 zeigt, nur je 5 Brenner nahe unter

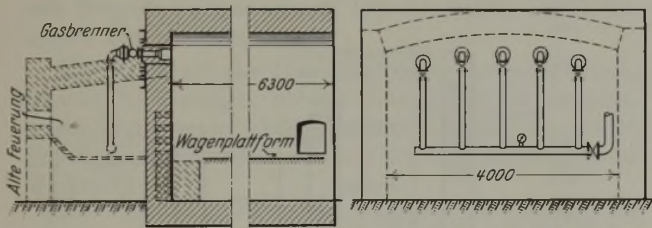


Abbildung 6. Brenneranordnung im Glühofen.

dem Gewölbe in die Stirnwand eingebaut. Die Brenner haben bei zwei Öfen mit 60 m<sup>3</sup> Ofenraum eine Leistung von je 70 Nm<sup>3</sup>/h, bei zwei anderen Öfen mit 80 m<sup>3</sup> Ofeninhalt eine Leistung von 85 Nm<sup>3</sup>/h. Das entspricht einer eingebauten Gesamt-Brennerleistung von rd. 6 Nm<sup>3</sup> Gas/h und m<sup>3</sup> Ofenraum. Bei zwei kleinen Glühöfen mit einem Rauminhalt von nur 7 m<sup>3</sup> arbeiten drei Brenner mit 30 Nm<sup>3</sup>/h. Wie aus der gleichen Abbildung zu ersehen ist, sind die Brenner nicht in der früheren Rückwand des Verbrennungsraumes eingesetzt worden, die Wand wurde vielmehr vorversetzt. Dies geschah aber erst bei dem Umbau des zweiten Ofens; bei dem ersten Ofen wurde das Gewölbe vorgezogen, die Rückwand als solche blieb bestehen, und die Brenner wurden in sie eingebaut. Die anfängliche Befürchtung, daß die nahe der Ofenwand liegenden Gußstücke infolge örtlicher Ueberhitzung leiden könnten, erwies sich als grundlos; deshalb wurde der tote Raum zwischen Brennerwand und Beschiekungswagen von etwa 800 mm Breite, der nur den Wärmebedarf erhöhte, bei den anderen Öfen fortgelassen.

Um die angestrebte Werkstoffverbesserung durch den Glühvorgang zu erzielen, muß bekanntlich das Gefüge des gegossenen Stahles umgewandelt werden, und zwar durch Erwärmen auf eine Temperatur oberhalb des Beginnes der Ferritausscheidung. Da die Höhe der not-

wendigen Temperatur in erster Linie von dem Kohlenstoff- und Mangangehalt abhängt, ist sie bei den einzelnen Stahlsorten verschieden. Man betreibt deshalb die Glühöfen nach genau festgelegten Temperaturvorschriften, aus denen neben der Höhe der Temperatur auch die Dauer des Durchglühens zu entnehmen ist. Das Durchglühen vollzieht sich in der Zeit, während welcher die Stücke auf der vorgeschriebenen Höchsttemperatur zu halten sind. Sie ist von Wichtigkeit, weil bei zu kurzer Bemessung die angestrebte Kornverfeinerung nicht bis an das Innere des Gußstückes durchdringt, bei zu langem Durchglühen dagegen Kornvergrößerung (Ueberhitzung) unter Umständen unvermeidlich ist. Es ist zu empfehlen, diesen Tatsachen auch schon bei der Zusammenstellung einer Ofenbeschiekung Rechnung zu tragen. In diesem Zusammenhang dürfte ein Versuch erwähnenswert sein, durch welchen die Dauer des Durchglühens festgestellt werden sollte. Zu diesem Zweck wurde ein Gußstück

von 1 m Stärke in der Mitte angebohrt und in den Glühofen gebracht, wobei in die Bohrung ein Thermoelement eingeführt war. Mehrfache Messungen ergaben ein Nachhinken der Temperatur im Innern des Stückes gegenüber der über dem Beschiekungswagen gemessenen Ofentemperatur von 1,5 bis 2,5 h. Da die Stoffstärke des Versuchsstückes außerordentlich groß war, konnte man die Dauer des Durchglühens auf 3 h beschränken, während früher 6 h üblich waren. Um während des Durchglühens den Ofen auf der vorgeschriebenen Temperatur zu halten, werden nicht sämtliche fünf Brenner gedrosselt, sondern je nach Bedarf ein bis drei Brenner abgestellt, während die anderen mit voller Leistung weiterbrennen. Dieses Verfahren erscheint trotz der weitgehenden Regelbarkeit der Brenner vorteilhafter und unter Berücksichtigung einer einwandfreien und guten Verbrennung sicherer. Die Verbrennung hat beim Glühen erhöhte Bedeutung, schon deshalb, weil starker Luftüberschuß erhöhte Zunderbildung, also Werkstoffverlust, zur Folge hat. Tatsächlich ist seit Einführung des Ferngases der Zunderentfall sehr stark zurückgegangen.

Die Einhaltung der gegebenen Glühvorschriften wird durch Mehrfachsreiber überwacht, entsprechend auch der Brennstoffverbrauch durch Mengemesser, die alle in einem Meßschrank zusammengefaßt sind. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei unseren Glühöfen rd. 170 m<sup>3</sup> Gas je t Glühgut. Das Aufheizen erfordert 8 bis 10 h, eine vollständige Glühung dauert 80 bis 90 h. Das Anheizen erfolgt mit Rücksicht auf einen geringen Gasverbrauch möglichst rasch. Wie aus dem gezeigten Temperaturschaubild (Abb. 5) zu ersehen ist, erreicht man nach ½ h Brenndauer 400 bis 500°, nach 2 h rd. 600°. Nachteile ließen sich bei dieser Arbeitsweise selbst bei den schwierigsten Stücken nicht feststellen, was bei der hohen Wärmeleitfähigkeit des Stahles auch nicht wundernimm. Im Hinblick auf eine sparsame Brennstoffwirtschaft ist es auch ratsam, der Beschiekung der Glühöfen größte Aufmerksamkeit zu schenken und die Wagen möglichst voll zu laden. Einschlägige Versuche haben ergeben, daß gegenüber Vollast bei nur halber Beladung der Brennstoffverbrauch je t um mehr als 30 % steigt. Zu der sonstigen Arbeitsweise der Glühöfen ist zu erwähnen, daß auch hier schon mit Rücksicht auf die hohen Arbeitstemperaturen Undichtheiten und Strahlungsverluste streng zu vermeiden sind und ständig mit geringem Ueberdruck zu fahren ist, dabei ist besonders auf die Türen zu achten. Wie bei den Trockenöfen ist es auch bei den Glühöfen möglich, die angegebenen Brennstoffverbräuche durch entsprechende bauliche Änderungen der Öfen, zum Beispiel



unter reichlicherer Verwendung von Isoliersteinen, stark herabzusetzen.

Um die Beschreibung der Einführung des Ferngases zu vervollständigen, bleiben noch die Kosten zu erwähnen, die bei der Umstellung der behandelten Stahlgießerei aufgewendet werden mußten. Auf 1000 *R.M.* abgerundet, sind folgende Kosten tatsächlich entstanden:

Regleranlage . . . . .	14 000 <i>R.M.</i>
Rohrleitungen . . . . .	10 000 <i>R.M.</i>
Meßeinrichtungen . . . . .	18 000 <i>R.M.</i>
Umbau der Siemens-Martin-Oefen . . . . .	78 000 <i>R.M.</i>
Umbau der Form- und Kerntrockenöfen . . . . .	15 000 <i>R.M.</i>
Umbau der Glühöfen . . . . .	15 000 <i>R.M.</i>

Insgesamt 150 000 *R.M.*

Nicht berücksichtigt sind in dieser Summe die bisherigen Kosten zweier Hauptzustellungen unserer Siemens-Martin-Oefen. Diese Kosten wurden nicht eingesetzt, weil man gewöhnlich die Neuzustellung der Oefen immer nach Ablauf einer Ofenreise vornimmt, so daß die Kosten nunmehr der Umstellung auf Ferngas zugute kommen. Wie früher erwähnt, erfolgte die Einführung des Koksofengases bereits vor Jahresfrist; infolge der allgemein eingetretenen Verbilligung können daher von den erwähnten Gesamtkosten rd. 10 % abgesetzt werden, so daß mit 135 000 *R.M.* unter den heutigen Verhältnissen gerechnet werden muß.

Es wäre nun erwünscht, die Wirtschaftlichkeit der Umstellung an Hand einer genauen Berechnung zu zeigen. Leider läßt sich eine solche allgemeingültige Rechnung nicht aufstellen. Die Ausgangsverhältnisse bei den verschiedenen Stahlgießereien sind zu verschieden; auch können naturgemäß die Gestehungskosten hier nicht im einzelnen wiedergegeben werden. Immerhin können an Hand von Erfahrungszahlen Angaben gemacht werden, die als Rechnungsgrundlage verwendbar sind. Aus Abb. 7 sind einerseits der Wärmeverbrauch in kcal je t Erzeugung, andererseits die Brennstoff- und Lohnkosten je t, und zwar jeweils vor und nach der Umstellung auf Ferngas, zu ersehen; die angegebenen Werte beruhen auf Durchschnittszahlen aus mehreren Monaten. Bei der Berechnung der Brennstoffkosten sind für Kohle und Koks die zur Zeit gültigen Marktpreise, für Ferngas die von den Gasgesellschaften angegebenen Preise eingesetzt. Den Lohnkosten liegt ein Hilfsarbeiterstundenlohn von 0,60 *R.M.* zugrunde. Bei den Trockenöfen sind die Brennstoffkosten entgegen den früheren Ausführungen in m<sup>3</sup> Gas je t Erzeugung der Formerei ausgedrückt. Die frühere Bezugsgröße m<sup>3</sup> Gas je m<sup>3</sup> Ofenraum und Trocknung wurde diesmal nicht gewählt, weil bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung die Verbrauchszahlen je t geläufiger sind, obwohl man sich darüber im klaren bleiben muß, daß diese Zahlen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden können.

Wie die Abbildung zeigt, liegt der Hauptvorteil im Falle einer Umstellung im Stahlwerk. Der Vorteil durch die Verbilligung der Selbstkosten des flüssigen Stahles ist derartig, daß allein aus diesem Posten die Tilgung des aufgewandten Kapitals ermöglicht wird; Voraussetzung ist ein Werk mit den hier vorliegenden Erzeugungsverhältnissen und halbwegs normaler Beschäftigung des Stahlwerkes.

Bei den Trocken- und Glühöfen sind die Ersparnisse nicht so gering, wie es vielleicht die zeichnerische Gegenüberstellung der Betriebskosten vermuten lassen könnte; denn nicht berücksichtigt in dieser Aufstellung sind die geringeren Instandhaltungskosten der Oefen, die Ersparnisse im Platzbetrieb durch Fortfall der Ablade- und Transport-

löhne innerhalb des Werkes, die Ermäßigung der Zinsen durch Fortfall der bisher notwendigen Kohlen- oder Koks-vorräte und anderes mehr. Zahlenmäßig nicht ausdrückbar, aber im praktischen Betrieb von nicht hoch genug einzuschätzendem Vorteil sind alle die Annehmlichkeiten durch Ferngasbeheizung, die von Fall zu Fall schon Erwähnung gefunden haben. Beachtet werden muß außerdem die Tatsache, daß es bei gasgeheizten Oefen viel leichter gelingt, den Ofen in der gewünschten Weise zu führen und damit die besten Ergebnisse an Güte zu erzielen. Nicht unerwähnt darf schließlich noch ein Vorteil bleiben, auf den M. Brandt<sup>11)</sup>

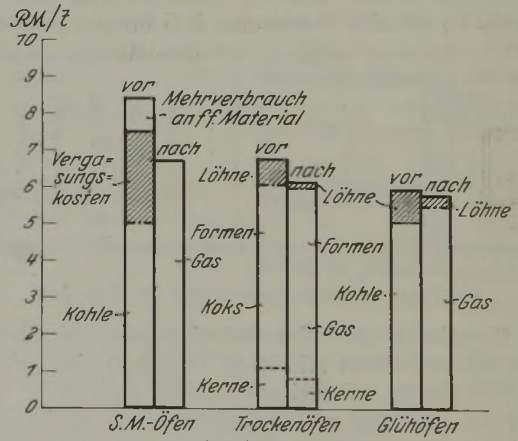
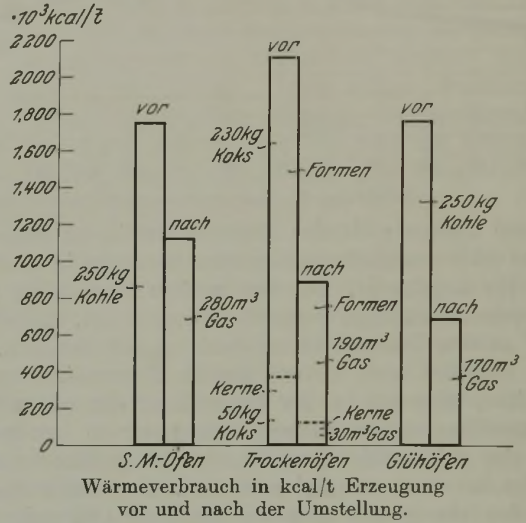


Abbildung 7. Brennstoff- und Lohnkosten je t Erzeugung vor und nach der Umstellung.

hingewiesen und der gerade unter den heutigen Verhältnissen erhöhte Bedeutung hat: die Gasbeheizung ermöglicht es, einwandfrei Selbstkosten über die verschiedenen Brennstoffverbrauchsstellen aufzumachen und sie jederzeit zu verfolgen.

Nun könnte man einwenden, daß die vorerwähnten Hauptersparnisse, also die beim Siemens-Martin-Ofen, nur unter Voraussetzungen zu erzielen sind, die bei den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen keine Geltung haben, da annähernd Normalbeschäftigung angenommen war. Dieser Einwand ist nicht ganz zutreffend. Schon bei der Beschreibung der Umstellung im Stahlwerk wurde ausgeführt, daß trotz des Rückganges der Erzeugung auf die Hälfte der spezifische Brennstoffverbrauch der gleiche geblieben ist wie früher bei Generatorgasbeheizung und doppelter Erzeugung. Es ist ohne weiteres klar, daß bei rückläufiger Er-

<sup>11)</sup> Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 171; Erörterung zum Vortrage von F. Baum.



zeugung die Vergasungskosten je t Stahl immer höher werden, wodurch das Generatorgas immer teurer wird, ein Nachteil, der bei Ferngas nicht in Frage kommt. Ueberhaupt kann die vorteilhafte Verwendung des Ferngases bei absinkender Beschäftigung verallgemeinert werden; bei sämtlichen Oefen wurde festgestellt, daß bei fallender Erzeugung das Ferngas gegenüber der früheren Beheizungsart wärmewirtschaftlich und damit preisliche Vorteile bringt. Es ist erwiesen, daß in Zeiten wie den heutigen die Ersparnisse je t größer sind, als sie in Zeiten der Normalbeschäftigung sein würden. Dadurch wird in der Wirtschaftlichkeitsrechnung ein Ausgleich geschaffen für den Ausfall durch die verringerte Erzeugung.

## Festigkeitseigenschaften von Stahlguß bei tiefen Temperaturen.

Von Dr.-Ing. Richard Walle in Karlsruhe.

[Mitteilung des Mechanisch-Technologischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe.]

(Streckgrenze, Zugfestigkeit, Dehnung, Einschnürung, Brinellhärte und Kerbzähigkeit von Stg 45.81 und 52.81 bis  $-80^{\circ}$ .)

Seit rund dreißig Jahren wenden sich die Forschungsarbeiten dem Verhalten von Werkstoffen in der Kälte zu. Veranlassung gaben die Feststellungen des Betriebes, daß einige Stahlsorten bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, insbesondere bei stoßweisen Beanspruchungen, leicht Neigung zu Brüchen zeigten. Inzwischen ist das Bedürfnis, Klarheit über die Eigenschaften der Werkstoffe bei tiefen Temperaturen zu gewinnen, durch den Fortschritt der Technik wesentlich größer geworden. Es sei nur an einige Gebiete erinnert, bei denen Werkstoffe dauernd oder vorübergehend in tiefen Temperaturen beansprucht werden, zum Beispiel Kältemaschinen, Leitungsdrähte, Eisenbahnachsen und -schienen.

Ein Werkstoff, der bisher nur wenig auf seine Eigenschaften bei niedrigen, sondern nur bei höheren Temperaturen geprüft wurde, ist der Stahlguß. Die hier mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich auf die Untersuchung folgender Werkstoffe:

	% C	% Si	% Mn	% P	% S
Stg 45.81 . . . . .	0,23	0,27	0,59	0,013	0,026
Stg 52.81 . . . . .	0,30	0,36	0,64	0,013	0,023

Die Proben wurden liegend mit verlorenem Kopf bei  $1600^{\circ}$  gegossen, im Tiefofen  $3\frac{1}{2}$  h bei rd.  $900^{\circ}$  geglüht und in 8 h abgekühlt. Sie wurden dann auf Zugfestigkeit, Streckgrenze, Dehnung, Einschnürung, Härte und Kerbzähigkeit in einem Temperaturbereich von  $+20^{\circ}$  bis  $-77^{\circ}$  untersucht. Als Kühlmittel diente Methylalkohol, der durch Zusatz von fester Kohlensäure auf die jeweils nötige Temperatur gebracht wurde. Durch dauerndes Hinzufügen bei stetigem Umrühren läßt sich bei entsprechendem Wärmeschutz eine gleichbleibende Temperatur erzielen<sup>1)</sup>. Vor dem Versuch wurde jeder Stab 40 min lang in der Kühlflüssigkeit der tiefen Temperatur ausgesetzt; wie an einem Normalstab festgestellt wurde, hatte die Probe schon nach rd. 15 min die Temperatur des Kühlmittels angenommen; durch 40 min dauerndes Verbleiben in dem gekühlten Alkohol ist also die Gewähr für gleichmäßige Durchkühlung gegeben.

Bei der Härteprüfung und dem Zerreißversuch befand sich der Probstab im Kühlmittel. Bis zur Erreichung der Streckgrenze wurde stufenweise von 200 zu 200 kg belastet; nach Ueberschreiten der Streckgrenze betrug die Dehnungs-

<sup>1)</sup> Vgl. die Beschreibung der Versuchseinrichtung bei F. Pester: Z. Metallkde. 24 (1932) S. 67/70 u. ff.

### Zusammenfassung.

Nach einleitenden verbrennungs- und wärmetechnischen Betrachtungen wird die Verwendungsmöglichkeit von Ferngas in den für die in einer Stahlgießerei in Betracht kommenden Oefen behandelt. Dabei werden die für die Umstellung besonders wichtigen Einzelheiten und Fehlerquellen eingehend erörtert. Die zweckmäßigste Bauweise und Brenneranordnung der in Frage kommenden Schmelz-, Trocken- und Glühöfen wird im einzelnen dargelegt und dabei die Bedeutung richtiger Betriebsführung und -überwachung gebührend hervorgehoben. Aus den Gasverbrauchszahlen und sonstigen Kostenangaben ergibt sich eine günstige Einwirkung des Ferngasbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit.

geschwindigkeit 2 mm/min. Bei der Kerbzähigkeitsprüfung wurde der vorbereitete Stab möglichst schnell nach der Entnahme aus dem Kühlbad zerschlagen.

Bei Untersuchungen an Stahlguß muß man sich von vornherein darüber klar sein, daß der Werkstoff nicht immer gleichmäßig ist. Auch zeitigen Lunker, Gasblasen

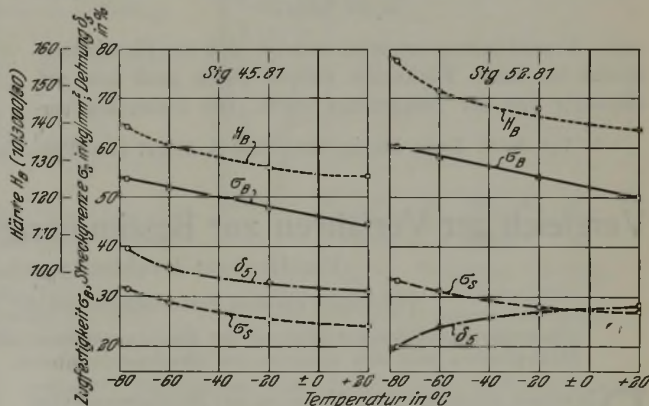


Abbildung 1. Aenderung der Festigkeitseigenschaften sowie der Brinellhärte mit der Temperatur.

und Einschlüsse manches Fehlergebnis. Aus diesem Grunde ist eine größere Probenzahl erforderlich. Die im folgenden wiedergegebenen Werte stellen jeweils Mittelwerte aus drei bis sechs Einzelversuchen dar; traten größere Streuwerte auf, so wurde noch eine Reihe von Gegenversuchen angestellt.

Abb. 1 gibt die Veränderung der Eigenschaften in Abhängigkeit von der Temperatur für die untersuchten Werkstoffe wieder. Die Werte für die Zugfestigkeit steigen danach mit sinkender Temperatur linear an. Streckgrenze und Härte erhöhen sich ebenfalls in der Kälte. Ein eigenartiges Verhalten zeigen die Bruchdehnungen; mit niedriger werdender Temperatur steigen die Werte für Stg 45.81 an, wogegen bei Stg 52.81 ein Abfallen festgestellt wurde. Diese merkwürdigen Ergebnisse wurden durch viele Nachprüfungen bestätigt; es ist jedoch beabsichtigt, die Erscheinungen an anderen Stahlgußsorten noch weiter zu prüfen. Eine Möglichkeit, das gegensätzliche Verhalten der Dehnung zu erklären, bestände vielleicht darin, daß die Vorbehandlung (Glühen usw.) nicht einheitlich vorgenommen wurde; das Gefüge war jedoch in beiden Fällen normal. Die Einschnürung nahm bei Stg 45.81 geringfügig mit fallender Temperatur zu, während sie bei Stg 52.81



Zahlentafel 1. Verhältnismäßige Aenderung der Festigkeitseigenschaften von Stahlguß in der Kälte, bezogen auf die Festigkeit bei + 20°.

Temperaturen °C	Obere Streckgrenze %	Zugfestigkeit %	Bruchdehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit %
Stg 45.81					
-20	+ 6,25	+ 7,67	+ 3,28	- 3,84	- 26
-60	+ 19,6	+ 16,7	+ 11,5	+ 11,0	- 86
-77	+ 31,3	+ 21,2	+ 23,6	+ 7,68	- 92
Stg 52.81					
-20	+ 3,69	+ 7,55	- 6,38	- 2,7	- 35
-60	+ 15,5	+ 15,3	- 14,7	- 22,6	- 87
-77	+ 22,5	+ 19,9	- 29,8	- 38,9	- 91

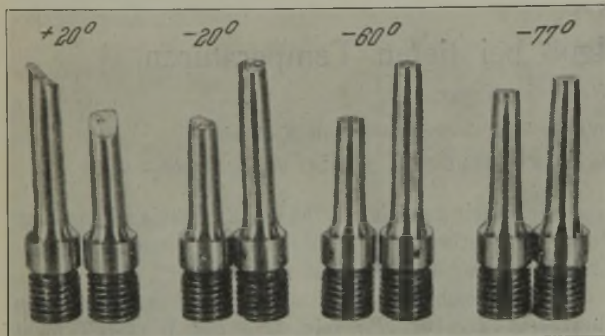


Abbildung 2. Aenderung des Bruches beim Zerreißversuch in der Kälte.

sank. Ferner konnte ermittelt werden, daß der Elastizitätsmodul für beide Werkstoffe nahezu gleich groß und unabhängig von der Temperatur war<sup>2)</sup>. Der Uebersichtlich-

<sup>2)</sup> Vgl. F. C. Lea: Engng. 118 (1924) S. 816/17 u. 843/44.

keit halber gibt Zahlentafel 1 die verhältnismäßige Aenderung der Festigkeit in der Kälte wieder.

Mit sinkender Temperatur ändert sich auch das Bruchaussehen, wie es in Abb. 2 für Stg 45.81 zum Ausdruck kommt. Der Verschiebebruch bei + 20° gestaltet sich bei - 20° zum gezackten Bruch, der in noch größerer Kälte immer ebener wird. Dasselbe beobachtete man an den Proben von Stg 52.81, die schon bei + 20° gezackten Bruch aufwiesen.

Wie bei allen Stählen übt die Kälte bei stoßweiser Beanspruchung großen Einfluß aus. Für die Kerbschlagversuche wurde ein 10-mkg-Hammer benutzt. Die Proben mit den Abmessungen 10 × 10 × 55 mm bei 2 mm tiefem Rundkerb hatten die in Abb. 3 angegebene Lage im Ausgangswerkstoff. Sie wurden aus stehend gegossenen Probestäben an den innenliegenden Seiten mit der Kerbe versehen und waren geschliffen. Wie Abb. 3 zeigt, fällt die Kerbzähigkeit bis - 60° stark ab und ist von da ab nahezu gleich Null. Bei - 20° beträgt sie jedoch für Stg 45.81 noch 5,7, für Stg 52.81 noch 4,4 mkg/cm<sup>2</sup>.

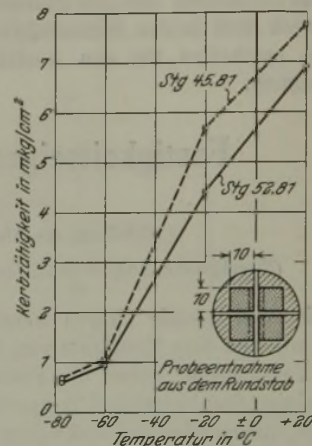


Abbildung 3. Einfluß der Kälte auf die Kerbzähigkeit.

## Vergleich der Verfahren zur Bestimmung von Eigenspannungen in Vollzylindern.

Von Herbert Buchholtz und Hans Bühler in Dortmund.

[Mitteilung aus dem Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G., Dortmund.]

(Bisherige Vorschläge zur Messung der Eigenspannungen. Ermittlung der höchsten Längsspannungen in verschiedenen Stahlzylindern nach dem Ausbohr- und Streifenmeßverfahren. Nur bedingte Anwendbarkeit des Streifenmeßverfahrens.)

Die ersten grundlegenden Versuche zur Bestimmung von Eigenspannungen in metallischen Körpern wurden von E. Heyn und O. Bauer<sup>1)</sup> ausgeführt. Der Grundgedanke des von ihnen vorgeschlagenen Verfahrens ist wie für die Mehrzahl der übrigen Bestimmungsmöglichkeiten innerer Spannungen folgender: Werden von einem verspannten Körper Teile losgelöst, so wird das Spannungsgleichgewicht gestört, und es treten elastische Formänderungen auf, aus denen sich die ursprünglichen Eigenspannungen ermitteln lassen. Heyn und Bauer drehten zylindrische Stäbe schichtweise ab, verfolgten die Längenänderungen und errechneten hieraus die Spannungen im Körper. Da bei einer derartigen Versuchsdurchführung nur die Formänderungen in Richtung der Stangenachse gemessen werden, erhält man auch nur ein annäherndes Bild von Verlauf und Höhe der Spannungen in der Längsrichtung. Genau läßt sich der Spannungszustand eines Körpers, und zwar zerlegt in Längs-, Tangential- und Radialspannungen, durch eine Weiterbildung dieses Verfahrens ermitteln dadurch, daß die elastischen Formänderungen räumlich erfaßt werden. G. Sachs<sup>2)</sup> hat eine derartige Arbeitsweise angegeben, nach dem die Körper schichtweise in Richtung der Längsachse ausgebohrt und dabei die Längen- und Durchmesseränderungen verfolgt

werden. Im Gegensatz dazu versuchten R. J. Anderson und E. G. Fahlmann<sup>3)</sup> einen ursprünglich mehrachsigen Spannungszustand dadurch zu erfassen, daß sie ihn auf einen einachsigen Spannungszustand zurückführten. Sie schnitten z. B. aus einem Hohlzylinder radial gestellte Längsstreifen aus, deren Verformungen ein Maß für die Eigenspannungen abgeben. Unabhängig von ihnen hat neuerdings K. Kreitz<sup>4)</sup> Versuche angestellt, auf diese Weise Eigenspannungen in Vollzylindern zu bestimmen.

N. Dawidenkow<sup>5)</sup> bezeichnet die Voraussetzungen des von Anderson und Fahlmann verwendeten Streifen-Meßverfahrens als durchaus willkürlich und die auf diesem Wege ermittelte Spannungsverteilung selbst in dünnwandigen Rohren als durchaus abweichend von der nach Sachs bestimmten wirklichen Verteilung. Diese Bedenken bestehen mit weit größerer Berechtigung gegen eine Streifenmessung an Vollzylindern. Denn aus der Krümmung der Streifenmitte können die Längsspannungen des früher zylindrischen, räumlich verspannten Körpers nur unter folgenden Voraussetzungen bestimmt werden. Zunächst wäre erforderlich, daß die ursprüngliche Verteilung der Längsspannungen im Vollzylinder — bezogen auf den Quer-

<sup>1)</sup> Int. Z. Metallographie 1 (1911) S. 16; Stahl u. Eisen 37 (1917) S. 442/48, 474/79 u. 497/500.

<sup>2)</sup> Z. Metallkde. 19 (1927) S. 352/57.

<sup>3)</sup> Technol. Pap. Bur. Stand. 18 (1924) S. 229/41; J. Inst. Met., Lond., 32 (1924) Bd. II, S. 367/83; Z. Metallkde. 16 (1924) S. 379.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 667/68 (Werkstoffaussch. 172).

<sup>5)</sup> Z. Metallkde. 24 (1932) S. 25/29.



schnitt des bis zur Mitte reichenden Längsstreifens — geradlinig ist. Das Verfahren von Sachs nimmt weiter folgerichtig Rücksicht darauf, daß die elastische Verzerrung im mehrachsigen Spannungszustand in Richtung einer Hauptspannung auch von den anderen Hauptspannungen beeinflusst wird. Werden an einer bestimmten Stelle eines verspannten Körpers zwei Hauptspannungen weitgehend ausgelöst und gelingt es hierbei, die dritte Hauptspannung unmittelbar nicht zu stören, so wird doch an der betreffenden Stelle in Richtung der ungestörten Hauptspannung eine Formänderung gewissermaßen als Gleichgewichtseinstellung stattfinden. Es sei in diesem Zusammenhang auf folgende Versuche verwiesen: Ein Zylinder von 50 mm Dmr. und 400 mm Länge aus einem Stahl mit 0,3 % C wurde von 600° in Wasser abgeschreckt. Nach früheren Untersuchungen<sup>6)</sup> am gleichen Stahl waren bei dieser Behandlung Längsspannungen von über 50 kg/mm<sup>2</sup> zu erwarten. Aus dem derart verspannten Zylinder wurde ein Streifen von 5 mm Breite in der Längsrichtung herausgeschnitten und während des Her-

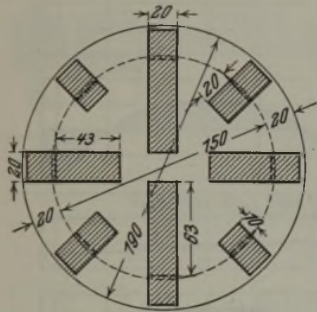


Abbildung 1. Lage der herausgearbeiteten Streifen im Querschnitt (Gesamtlänge der Streifen 1000 mm).

ausarbeitens die Längenänderung am Zylinderaußenmantel stetig verfolgt. Erwartungsgemäß wurden hierbei Längenänderungen festgestellt. Eine weitere wichtige Voraussetzung wäre also: Größe und Verteilung der radialen und tangentialen Spannungen im ursprünglichen Zylinder müßten zufällig derart sein, daß nach dem Ausschneiden ihre vorhandenen Reste im Längsstreifen in bezug auf die Verformung des Längsstreifens eine Gesamtwirkung ergeben, als ob in diesem verbogenen Längsstreifen keine tangentialen und radialen Spannungen vorhanden wären.

Diese Voraussetzungen werden selten genau erfüllt. Es könnte sogar eher möglich sein, daß beim Herausarbeiten der Streifen schon während der Bearbeitung — also vor Beginn der Messung — der fragliche einachsige Teil des Spannungszustandes irgendwie gestört wird.

Zur genaueren Durchführung des Streifenmeßverfahrens wäre noch folgendes zu berücksichtigen. Die Streifenenden haben vor und nach dem Heraustrennen bekanntlich einen auch in der Längsrichtung veränderlichen Spannungszustand. Deshalb muß die Verwerfung der Streifenenden infolge des Ausschneidens ebenfalls eine gewisse Unregelmäßigkeit im Vergleich zu der der Streifenmitte aufweisen. Die Krümmungsmessung sollte deshalb auf ein gewisses Längenmittelstück der Streifen beschränkt werden.

<sup>6)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 413/18 (Werkstoffaussch. 177).

Zahlentafel 1.

Chemische Zusammensetzung der untersuchten Stähle.

Werkstoff	Chemische Zusammensetzung in %					
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Or
A	0,38	0,34	0,39	0,16	2,6	1,2
B	0,30	0,20	0,75	0,20	—	—
C	0,17	0,01	0,75	0,88	—	0,43
D	0,20	0,01	0,51	0,76	—	0,41
E	0,15	0,20	0,75	0,85	—	—
F	0,20	0,50	0,99	0,74	—	0,48

Zur genauen Klärung der Verhältnisse wurden daher an den Stählen nach Zahlentafel 1 Messungen sowohl nach dem Streifenmeßverfahren als auch nach dem Ausbohrverfahren durchgeführt, wobei vor allem festgestellt werden sollte, ob gegebenenfalls aus den Werten des einen Verfahrens auf die des anderen zu schließen ist. Bei den Ausbohrungen wurden die Längenänderungen mit Huggenberger-Dehnungsmessern, die Durchmesseränderungen mit Mikrometerbügeln fest-

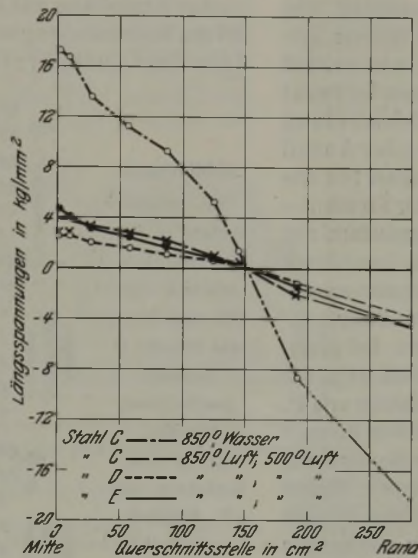


Abbildung 2. Spannungverteilung in 1000 mm langen Schmiedestücken von 190 mm Durchmesser, ermittelt nach dem Streifenmeßverfahren.

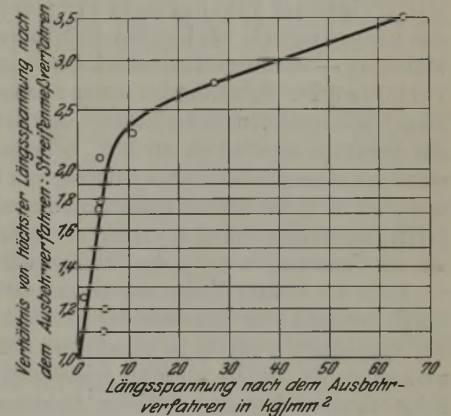


Abbildung 3. Beziehung zwischen den nach dem Ausbohrverfahren und nach dem Streifenmeßverfahren festgestellten Längsspannungen.

gestellt<sup>7)</sup>. Die Streifen, deren Durchbiegung in Anlehnung an die Arbeit von Kretz gemessen wurde, waren in der aus Abb. 1 ersichtlichen Weise entnommen, um den Spannungsverlauf im Querschnitt noch genauer zu erfassen; sie wurden nach dem Ausmessen an der zum Kern des Stückes zu liegenden Seite abgehobelt und hierauf nochmals die Durchbiegung festgestellt. Dieses Vorgehen sollte einen Zwischenpunkt des Spannungsverlaufes ergeben und die Spannungsverteilung im ursprünglichen Zylinder genauer beschreiben.

Die nach dem Streifenverfahren gemessene Verteilung der Längsspannungen ist in Abb. 2 für eine Querschnittshälfte verschiedener Zylinder wiedergegeben. Es ist augenfällig, daß diese Spannungszustände in den Streifen für sich allein nicht Gleichgewichten entsprechen. Da andererseits äußere Kräfte in Längsrichtung nicht vorlagen, muß die Richtigkeit des so ermittelten Spannungsverlaufes angezweifelt werden. Zum Vergleich mit den Werten nach dem Ausbohrverfahren sind in Zahlentafel 2 die nach beiden Arbeitsweisen errechneten größten Längsspannungen zusammengestellt, und zwar sind jeweils Stähle praktisch gleicher Härtebarkeit, Stückgröße und Behandlung miteinander verglichen. Die Unterschiede zwischen den beiden Verfahren zeigen offenbar danach mit zunehmender Verspannung gesetzmäßige Zusammenhänge. Abb. 3 zeigt bis

<sup>7)</sup> Einzelheiten siehe Mitt. Forsch.-Inst. Verein. Stahlwerke, Dortmund, 2 (1931) S. 149.



Zahlentafel 2. Eigenspannungs-Messungen nach dem Ausbohr- und Streifenmeßverfahren an Vollzylindern.

Versuchsreihe	Ausbohrverfahren				Streifenmeßverfahren			
	Werkstoff	Stückdurchmesser mm	Wärmebehandlung	GröÙte Längsspannung kg/mm <sup>2</sup>	Werkstoff	Stückdurchmesser mm	Wärmebehandlung	GröÙte Längsspannung kg/mm <sup>2</sup>
1	B	200	850°, Wasser	± 65,0	C	190	850°, Wasser	— 18,2
2	B	200	850°, Oel; 630°, Oel	± 27,0	1a)	200	850°, Oel; 630°, Oel	+ 9,6
3	B	200	850°, Luft	± 12,0	1a)	200	820°, Luft	+ 4,35
4	F	200	850°, Luft; 500°, Luft	— 8,0	C	190	850°, Luft; 500°, Luft	— 4,60
—	—	—	—	—	D	190	850°, Luft; 500°, Luft	— 3,70
—	—	—	—	—	E	190	850°, Luft; 500°, Luft	— 4,50
5	A	220	840°, Oel; 620°, Luft	± 5,5	1b)	200	820°, Oel; 700°, Luft	+ 4,95
—	—	—	—	—	1a)	200	820°, Oel; 700°, Luft	+ 4,75
6	B	50	850°, Wasser; 650°, Ofen	± 1,2	1a)	200	850°, Wasser; 630°, Ofen	+ 0,95

<sup>1)</sup> Nach Versuchen von K. Kreitz: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 667/68 (Werkstoffaussch. 172); a) Stahl mit 0,23 % C, 1 % Cr, 1,6 % Ni; b) Stahl mit 0,31 % C, 0,1 % Cr, 2,7 % Ni.

zu einer durch Ausbohren festgestellten Spannung von 10 kg/mm<sup>2</sup> eine fast geradlinige Beziehung; bei höherer Verspannung wächst das Verhältnis stark. Nimmt man an, daß im Ausbohrversuch die wirklichen Spannungen bestimmt werden, so besagt Abb. 3, daß bei der Streifenmessung mit steigender Verspannung ein wachsender Anteil der ursprünglich vorhandenen Spannungen für die Messung — offenbar schon beim Entnehmen der Streifen — verloren geht. So werden bei einem Spannungszustand mit einer Höchstspannung in der Längsachse von 65 kg/mm<sup>2</sup> durch das Streifenmeßverfahren nur 28 %, bei einem Spannungszustand mit einer Höchst-Längsspannung von 12 bis 27 kg/mm<sup>2</sup> nur etwa 36 % der wahren Spannungen ermittelt. Bei geringeren Spannungszuständen werden ungefähr 70 bis 90 % der wahren Spannungen durch das Streifenmeßverfahren erfaßt.

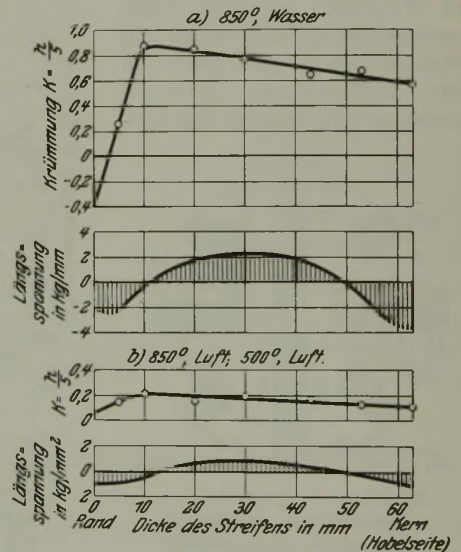
Auch das weitere Teilen der herausgearbeiteten Streifen durch Zersägen oder Abhobeln mit dem Ziel der Bestimmung der Spannungsverteilung ist entschieden abzulehnen. Nimmt man an, daß in dem bis zur Mitte reichenden größten Streifen keine tangentialen und radialen Spannungen vorhanden sind, sondern nur nach einem unbekanntem Gesetz verteilte Längsspannungen, dann muß jeder einzelne Teilstreifen Spannungen aufweisen, die zu den ursprünglichen Längsspannungen in einem ganz anderen und verwickelteren Zusammenhang stehen, als diese durch die zur Berechnung benutzte Biegegleichung angegeben wird. Das berücksichtigt ein neuerdings von F. Stäblein<sup>8)</sup> vorgeschlagenes Verfahren, nach dem für die beiden Versuchsstücke des Stahles C Verlauf von Krümmung und Längsspannung im herausgearbeiteten Streifen errechnet wurde (Abb. 4). Die Spannungsverteilung zeigt in den Außenzonen des Streifens Druck-, im Kern Zugspannungen. Der hier ermittelte Eigenspannungszustand in dem Streifen erfüllt auch die Gleichgewichtsbedingung. Die auf diesem Wege errechneten Höchstspannungen sind wesentlich kleiner als bei der eigentlichen Streifenmessung, doch verhalten sich die Werte der gehärteten Welle zur luftabgekühlten wie bei der Streifenmessung. Das von 850° in Wasser abgeschreckte Stück zeigt ungefähr viermal so große Spannungen wie das von 500° an der Luft erkaltete.

Abb. 4 gibt natürlich nur Aufschluß über den Spannungsverlauf in dem herausgeschnittenen Streifen. Ueber die ursprüngliche Spannungsverteilung im Zylinder vermag sie nichts auszusagen. Hierzu müßten dem Zylinder Kreissegmente entnommen und die Stäbleinschen Gleichungen entsprechend umgestaltet werden. Die fortlaufende Verminderung der radialen Streifenhöhe müßte dann bogenförmig erfolgen. Ein derartiges Vorgehen ist natürlich bedeutend zeitraubender als das Ausbohrverfahren.

<sup>8)</sup> Kruppische Mh. 12 (1931) S. 93/99; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 15/17.

Zur Erzielung zahlenmäßiger Ergebnisse ist somit bei der Bestimmung von Eigenspannungen in Zylindern dem Ausbohrverfahren unbedingt der Vorzug

Abbildung 4. Spannungsverlauf in den aus Schmiedestücken von 190 mm Dmr. des Stahles C herausgearbeiteten Streifen. (Nach dem Verfahren von F. Stäblein ermittelt.)



zu geben. Auch dürfte bei geeigneter Wahl der Versuchseinrichtungen der Kostenunterschied zwischen Ausbohr- und Streifenmeßverfahren nicht groß sein. Außer einer sicheren Ermittlung der Höchstspannungen ermöglicht das Ausbohrverfahren darüber hinaus eine einwandfreie Erfassung des gesamten räumlichen Spannungszustandes.

Herrn Dr.-Ing. F. László sind wir für mannigfache Anregungen zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung.

Auf Grund theoretischer Ueberlegungen und praktischer Messungen wurde ein Vergleich zwischen dem Ausbohrverfahren und dem Streifenmeßverfahren zur Bestimmung von Eigenspannungen in Vollzylindern angestellt. Während das Ausbohrverfahren den gesamten räumlichen Spannungszustand eines Körpers festzulegen gestattet, ist es mit Hilfe des Streifenmeßverfahrens nur möglich, Spannungen lediglich in einer Hauptrichtung zu erfassen. Der aus einem Vollzylinder herausgearbeitete Streifen zeigt außerdem eine Spannungsverteilung, aus welcher keineswegs auf die Verteilung der Spannungen im ursprünglichen Zylinder geschlossen werden kann. Weiter konnte gezeigt werden, daß mit steigender Verspannung bei der Streifenmessung ein bedeutender Anteil der ursprünglich vorhandenen Spannungen für die Messungen verlorengeht. Zur Ermittlung von Eigenspannungen in Vollzylindern ist daher dem Ausbohrverfahren unbedingt der Vorzug zu geben.



# Umschau.

## Einfluß des Glühens auf die Drehschwingungsfestigkeit von Stahlguß.

[Mitteilung aus dem Festigkeitslaboratorium der Technischen Hochschule Danzig.]

Ueber die Aenderung der Schwingungsfestigkeit von Stahlguß in Abhängigkeit von der Glühetemperatur liegen bis jetzt noch keine Ergebnisse vor. Zu entsprechenden Versuchen wurde eine von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelieferte und von den Verfassern in Einzelheiten verbesserte Drehschwingungsmaschine benutzt (Abb. 1). Der Probestab ist auf der einen Seite unbeweglich fest eingespannt und auf der anderen Seite mit einer Schwungscheibe fest verbunden. Diese Schwungscheibe sitzt auf einer Welle, die durch zwei abwechselnd erregte Magnete in Resonanz mit der Eigenschwingung des Probestabes hin und her schwingt; die Magnete werden durch einen Reibschalter nach O. Föppl umgesteuert. Die Abmessungen der Probestäbe zeigt Abb. 2. Sie wurden roh vorgedreht, in einem elektrischen Ofen bei den verschiedenen Temperaturen 20 min lang erhitzt, langsam im Ofen abgekühlt, auf das endgültige Maß abgedreht, gefeilt und bis zum Korn 00 poliert. Der untersuchte Stahlguß hatte folgende Zusammensetzung: 0,18 % C, 0,25 % Si, 0,4 % Mn, 0,07 % P und 0,07 % S. Er wurde aus einer Klein-Bessemerbirne in einen Block von 320 × 40 × 90 mm mit 240 % Steiger ver-

Zahlentafel 1. Einfluß eines 20minütigen Glühens bei verschiedenen Temperaturen auf die Festigkeitseigenschaften eines Stahlgusses.

Glühetemperatur . . . . . °C	Ungeglüht	500	700	800	900	1000
Drehschwingungsfestigkeit . . . . . kg/mm <sup>2</sup>	10,0	10,6	10,8	11,0	14,0	15,0
Zunahme . . . . . %	0	6,0	8,0	10,0	40,0	50,0
Zugfestigkeit . . . . . kg/mm <sup>2</sup>	38,3	39,3	40,5	40,8	43,0	43,7
Zunahme . . . . . %	0	2,6	5,8	6,5	12,3	14,1
Drehschwingungsfestigkeit						
Zugfestigkeit	0,26	0,27	0,27	0,27	0,32	0,34
Streckgrenze . . . . . kg/mm <sup>2</sup>	19,6	20,6	20,2	21,0	25,4	25,6
Zunahme . . . . . %	0	5,1	3,1	7,1	29,6	30,6
Dehnung . . . . . %	15,9	16,7	24,6	24,3	22,7	25,4
Zunahme . . . . . %	0	5,0	54,7	52,8	43,1	59,8
Einschnürung . . . . . %	20,3	21,9	23,8	41,8	42,0	50,2
Zunahme . . . . . %	0	7,9	17,3	106,0	106,8	147,4
Kerbzähigkeit . . . . . mkg/cm <sup>2</sup>	1,29	1,26	1,33	1,40	4,74	5,97
Zunahme . . . . . %	0	-2,3	3,1	8,5	267,5	363,0
Brinellhärte . . . . .	115	112	113	114	117	121
Zunahme . . . . . %	0	-2,6	-1,7	-0,9	1,7	5,2

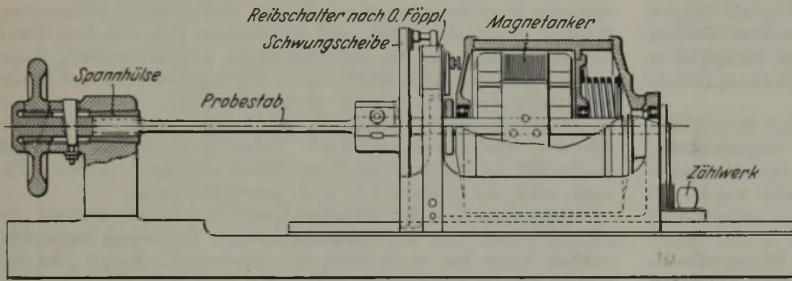


Abbildung 1. Drehschwingungsmaschine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

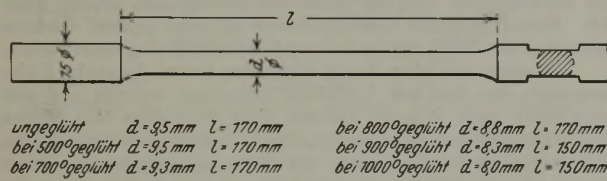


Abbildung 2. Abmessungen der Probestäbe.

gossen<sup>1)</sup>. Durch diesen sehr hohen Steiger wurde ein dichter Guß erzielt. Trotzdem waren Ungleichmäßigkeiten im Aufbau des Gusses nicht zu vermeiden. Daher ist verständlich, daß von einer größeren Anzahl untersuchter Probekörper immer einige von den Durchschnittswerten stark abwichen.

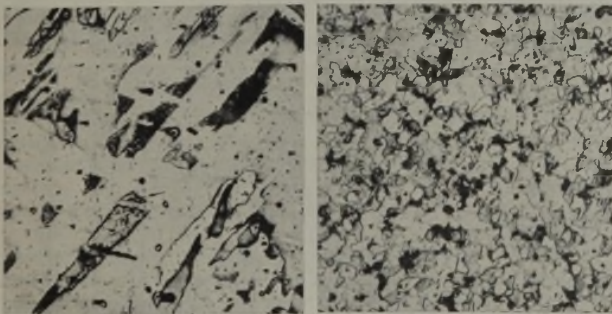


Abbildung 3 und 4. (× 50)  
Gefüge des ungeglühten und am günstigsten geglühten Stahlgusses.

Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengefaßt. Danach wird die Drehschwingungsfestigkeit durch Glühen stärker erhöht als die Zugfestigkeit. Die Streckgrenze zeigt zwar schon eine erheblich größere Steigerung an als die Zugfestigkeit, hinter der Steigerung der Drehschwingungsfestigkeit bleibt ihre Zunahme aber noch wesentlich zurück. Dehnung und Bruchquerschnittsverminderung werden außerordentlich stark durch ungleichmäßige Gefügeausbildung im Werkstoff beeinflusst. Solche Ungleichmäßigkeiten sind bei Stahlguß trotz größter Vorsicht beim Guß nie ganz

<sup>1)</sup> Von der Danziger Werft geliefert.

zu vermeiden, und deshalb ist eine genaue Bestimmung dieser Werte nur durch eine außerordentlich große Anzahl von Versuchen möglich. Da das Verhalten von Dehnung und Einschnürung von Stahlguß bekannt ist, wurde auf genaue Festlegung dieser Werte verzichtet. Die Härte ändert sich nur sehr wenig. Die Härteänderung ist unabhängig von der Aenderung der übrigen Festigkeitseigenschaften; daraus ergibt sich, daß es in diesem Falle nicht möglich ist, von der Härte auf die anderen Festigkeitseigenschaften, besonders auf die Schwingungsfestigkeit, zu schließen.

Für die vorliegenden Versuche war ein Ausgangsstahlguß mit sehr grobem Widmannstättenchen Gefüge benutzt worden; die Kornverfeinerung durch Glühen ist daher erheblich (vgl. Abb. 3 und 4). Durch bestimmte Gießbedingungen ist die Möglichkeit gegeben, daß die Korngröße des ungeglühten Stahlgusses sich von dem des geglühten nicht sehr unterscheidet. Entsprechend ist dann auch der Unterschied in der Schwingungsfestigkeit zwischen geglühtem und ungeglühtem Stahlguß nicht so groß. Bei der gewählten kurzen Glühdauer von 20 min war die größtmögliche Gefügeverbesserung bei 900° noch nicht erreicht, wie nach dem Eisen-Kohlenstoff-Diagramm zu erwarten wäre, sondern erst nach Glühung bei 1000°. Eine längere Glühzeit würde dazu führen, daß schon bei 900° die vollkommene Umkörnung und damit die größte Gütesteigerung erreicht wäre.

Der Helmholtz-Gesellschaft danken wir für Bereitstellung von Mitteln zur Ausführung dieser Arbeit.

B. Garre und E. Grathoff.

### Korrosionsbeständige Ueberzüge auf Stahlgußstücken.

Erwin Knipp<sup>1)</sup> befaßt sich mit einer Frage, die zahlreiche Stahlgießereien des In- und Auslandes schon lange beschäftigt. Der Wunsch des Stahlgießers, die Gußstücke durch Ueberziehen mit korrosionsbeständigen Legierungen zu veredeln, ist sehr verständlich, denn Teile, die gänzlich aus derartigen korrosionsbeständigen Legierungen hergestellt werden, sind entweder mechanisch nicht fest genug oder ziemlich kostspielig und nicht leicht vergießbar. Das Wesen des Verfahrens, über das Knipp Versuche machte, besteht darin, daß in der Sandform die fein zerkleinerten Legierungen mit einem Bindemittel aufgetragen werden, die beim Eingießen des Stahles aufschweißen. So einfach dies klingt, so schwierig ist es, einwandfreie dichte Ueberzüge zu erzielen.

Zunächst erhebt sich die Frage eines geeigneten Bindemittels, von dessen Eigenschaften die Güte des Ueberzuges ganz beträchtlich abhängt. Die zerkleinerte Legierung muß mit Bindemitteln vermenget werden, die einerseits die genügende Klebkraft geben, damit die ziemlich dick aufzutragende Schicht auf der Sandform überhaupt klebt und in sich zusammenhält; andererseits muß ein Flußmittel vorhanden sein, um die beim Verschweißen mit dem eingegossenen Stahl entstehenden Oxydhäutchen auf-

<sup>1)</sup> Dr.-Ing.-Dissertation der Technischen Hochschule in Braunschweig. (Magdeburg-Buckau: Schäffer & Budenberg, G. m. b. H., 1931.)



Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Pulvermischung Nr.	Zusammensetzung des Pulvers				Zusammensetzung des Ueberzuges				Korrosion in % durch										
	Fe %	Si %	Cr %	Ni %	Fe %	Si %	Cr %	Ni %	HCl 1:5	HCl 1:1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:10	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (5%)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> 1:1	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (konz.)	KOH 2,5%	KOH 25%	H <sub>2</sub> O	
Gewöhnlicher Stahl ohne Ueberzug									100	100	100	100	100	100	100	100	100		
	0,23% C, 0,35% Si				0,70% Mn														
1	55	45	—	—	84,3	15,7	—	—	58	61	700	380	88	26	7	76	220	49	
2	25	75	—	—	83,8	16,2	—	—	56	60	610	350	84	24	7	72	220	50	
3	20	60	—	20	86,5	10,2	—	3,3	58	81	900	910	88	103	73	98	254	60	
4	15	45	—	40	84,4	9,6	—	6,0	29	82	925	845	74	43	45	54	194	54	
5	10	30	—	60	79,8	10,9	—	19,3	16	48	900	835	66	34	37	33	88	40	
6	5	15	—	80	69,6	4,2	—	26,2	9	29	560	650	58	17	25	59	45	38	
7	5	15	—	80	56,3	8,3	—	35,4	36	31	67	48	71	29	33	57	67	46	
8	30	50	20	—	74,7	17,7	7,6	—	280	71	600	440	79	30	11	90	224	81	
9	30	35	35	—	62,4	18,1	9,5	—	290	77	622	450	72	28	9	83	218	84	
10	30	20	50	—	63,0	19,1	17,9	—	122	58	296	330	60	6	4	15	92	39	
11	11	16	13	60	37,9	7,8	4,8	25,3	21	79	26	46	41	8	12	28	112	55	
12	17	18	25	40	43,6	10,5	11,2	21,9	20	70	92	192	55	5	17	47	110	47	
13	23	19	38	20	49,3	16,9	17,6	14,8	47	112	290	810	43	6	7	61	155	28	
14	30	8	47	15	41,3	5,2	39,7	13,8	13	25	32	19	79	10	12	131	286	57	

zulösen. Knipp benutzt 2 bis 3 % Ton als Bindemittel und eine starke Boraxlösung als Flußmittel; an Stelle von Ton wurde auch Wasserglas mit gutem Erfolg verwendet.

Als Schutzüberzug versuchte Knipp 14 Pulvermischungen (vgl. Zahlentafel 1). Reines Nickel und 96prozentiges Ferrosilizium ließen sich nicht verschweißen, während andererseits Nickelpulver als Zusatz zu Legierungen sich als günstig erwies, um dichte Ueberzüge zu erzielen.

Die Prüfung der Ueberzüge auf Dichte und Korrosionsbeständigkeit wurde an kellenartigen Löffeln vorgenommen, deren Inneres nach dem angegebenen Verfahren mit der korrosionsfesten Schicht überzogen war. Die Dichtigkeit wurde mit dem Korrosimeter nach Tödt<sup>1)</sup> untersucht; Knipp wendet eine Schaltung an, durch die Platin als +-Elektrode sowohl gegen den zu prüfenden Ueberzug als auch gegen eine Eisenprobe zu vergleichen ist. Erwies sich der Ueberzug im Löffel als dicht, so wurde die Korrosionsbeständigkeit gegenüber den in Zahlentafel 1 angegebenen Lösungen geprüft. Die Ergebnisse zeigen aber, daß auch die nach der Dichtigkeitsprüfung als gut befundenen Löffel doch nicht völlig dichte Oberfläche hatten. Denn nur so ist es zu erklären, daß Ueberzüge mit 15,7 und 16,2 % Si gegen Schwefelsäure viel unbeständiger sind als Löffel aus nicht überzogenem Stahlguß; auch die Ergebnisse an den Löffeln mit nicht-rostendem Stahl ähnlichen Ueberzügen (14) lassen darauf schließen, daß die Ueberzüge nicht völlig dicht waren.

Bei schichtweisem Abdröhen der aufgeschweißten Schutzschicht wurde festgestellt, daß der Stahl nur bis zu einer gewissen Tiefe in die gekörnte Legierung vordringt und dann erstarrt. Auch bei Schutzüberzügen mit hohem Siliziumgehalt, die beim Aufschweißen exotherme Reaktion erzeugen, ist die Hitze des Stahles nicht groß genug, um einen gleichmäßig zusammengesetzten Ueberzug auf dem Gußstück zu erzielen. Dieser von Knipp erkannte Uebelstand ist ein Grund für das Versagen derartiger erzeugter Stücke. Die Gefügebilder geben eine weitere Erklärung hierzu; kleine Hohlräume und Schlackenreste, vom Bindemittel stammend, werden sich nie bei diesem Verfahren vermeiden lassen.

Zum Schluß zeigt Knipp an einigen Beispielen die Anwendung des Verfahrens bei der Herstellung von korrosionsbeständigen Ventilgehäusen. Er gibt auch einige praktische Winke, um Ueberzüge gleichmäßiger Dicke und Dichte zu erzeugen:

1. Die Auskleidungsmasse darf nicht zu Porigkeit neigen; dabei ist ein Nickelzusatz günstig.
2. Zwischen Wandstärke des Stückes und der Dicke der Auskleidungsmasse muß ein bestimmtes Verhältnis sein.
3. Das Stück muß von unten gegossen werden; der Gießstrahl darf nicht senkrecht auf die Formwand auftreffen.
4. Die Form muß gleichmäßig gefüllt werden.

Bei Durchsicht der ausgedehnten Versuche muß man sich aber fragen, warum es bisher nicht gelungen ist, derartige geschützte Teile laufend zu erzeugen. Amerikanische und englische Werke haben eine Zeitlang derartige Stücke auf den Markt gebracht, aber dann hörte man nichts mehr hiervon. Sicherlich wird nach wie vor von manchen Stahlgießereien an dieser Aufgabe gearbeitet, aber es ist sehr zu bezweifeln, ob jemals diesem an und für sich so einfach und praktisch erscheinenden Verfahren ein Erfolg beschieden sein wird. Die Gründe hierfür sind folgende.

<sup>1)</sup> Z. Elektrochem. 34 (1928) S. 589/95 u. 853/57; Chem.-Ztg. 54 (1930) S. 110.

Zunächst bereitet das Auftragen der Metallmasse auf die Sandform gewisse Schwierigkeiten. Beim Trocknen treten leicht Fehlstellen durch Abbröckeln oder durch Schwundrisse ein, besonders bei großen Teilen. Bei größeren senkrechten Wänden ergibt sich leicht, daß die Schicht sich mit dem Stahl vermengt, statt nur an der Oberfläche aufzuschweißen; dann treten Adern des Grundstoffs durch die Schutzschicht und geben zu späterer Zerstörung durch Korrosion Anlaß. Ferner wird es überhaupt nie möglich sein, alle Teile mit Sicherheit porenfrei zu erhalten. Stellen mit undichtem Ueberzug werden aber schnell beschädigt, so daß dann das ganze Stück ausgebaut werden muß, wenn auch der größere Teil noch unbeschädigt ist.

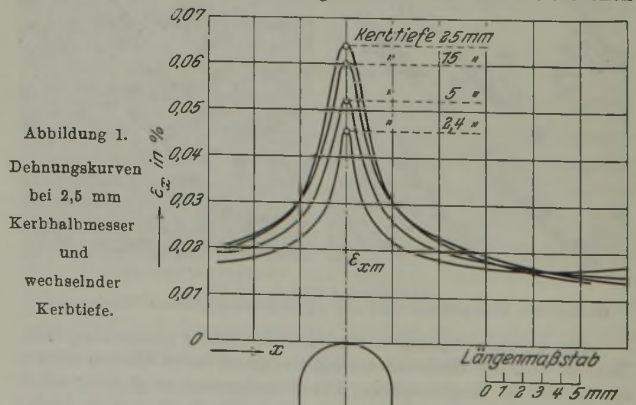
Außerdem ist der Preisunterschied gegen Stücke, die gänzlich aus einer korrosionsbeständigen Legierung hergestellt werden, heute gar nicht mehr so beträchtlich. Knipp gibt die Kosten für ein überzogenes Stahlstück unbedingt zu niedrig an. Das Auftragen des Metallpulvers erfordert höhere Löhne wegen der Schwierigkeit und der besonders notwendigen großen Sorgfalt. Ferner muß der Unkostenfaktor für eine größere Gießerei zumindest mit 300 % auf die Former-Lohnstunde eingesetzt werden.

Vor allem hat aber Knipp nicht den hohen Ausschub eingerechnet, der bei dem Verfahren unbedingt auftritt und sich auch durch noch so große Uebung nicht vermeiden läßt. Wenn man schon kaum in der Lage ist, einen Stahlguß mit vollkommen dichter und glatter Oberfläche mit Sicherheit herzustellen, so ist man noch viel weniger in der Lage, derartige Metallüberzüge porenfrei aufzutragen. Der Betrieb verlangt aber vor allem in der chemischen Industrie Maschinenteile, die vollkommen beständig gegen Korrosion sind.

Karl Roesch.

**Kerbwirkung an Biegestäben.**

Die Kerbwirkung an Biegestäben wurde von Georg Fischer<sup>1)</sup> einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Der Spannungszustand eines elastisch beanspruchten Körpers erfährt bekanntlich durch Kerben erhebliche Störungen, die sich in starken örtlichen



Spannungssteigerungen auswirken. Da die Berechnung des Spannungszustandes in der Umgebung einer Kerbe nur in besonders einfach liegenden Fällen möglich ist, ist man bei der Be-

<sup>1)</sup> Kerbwirkung an Biegestäben. Mit 122 Abb. u. 8 Zahlentaf. im Text. Berlin: VDI-Verlag, G. m. b. H., 1932. (IV, 64 S.) 8<sup>o</sup>, 6,35 RM.



stimmung der geschilderten Störungen vor allem auf Dehnungsmessungen angewiesen, die jedoch deshalb auf Schwierigkeiten stoßen, da der Spannungszustand im Kerbgrund ein außerordentlich ungleichförmiger ist, so daß die Ergebnisse durch die

Eine besondere Untersuchung ist der Ermittlung des Formänderungs- und Spannungsverlaufes an Biegestäben mit Spitzkerben sowie dem Einfluß der Flankenneigung der Spitzkerben auf die genannten Größen gewidmet. Der Dehnungsverlauf ist hier noch weit ungünstiger als bei den mit Rundkerben versehenen Stäben. Die Messungen an den mit rechtwinkliger Spitzkerbe versehenen Stäben ergeben, daß die Dehnungen mit wachsender Entfernung vom Kerbgrund sehr schnell absinken. Während längs der Kerbscheiteltangente im Kerbgrund ein Größtwert auftritt, weisen nach dem Stabinnern zu die Dehnungs- und Spannungslinien längs paralleler Meßlinien einen sattelartigen Verlauf auf, dessen Minimum auf der Kerbmittenlinie liegt.

E. Siebel.

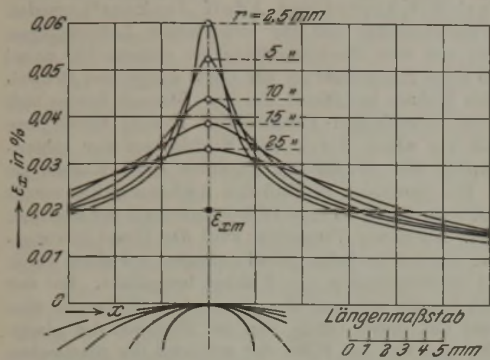


Abbildung 2. Dehnungskurven bei wechselndem Kerbhalbmesser und 15 mm Kerbtiefe.

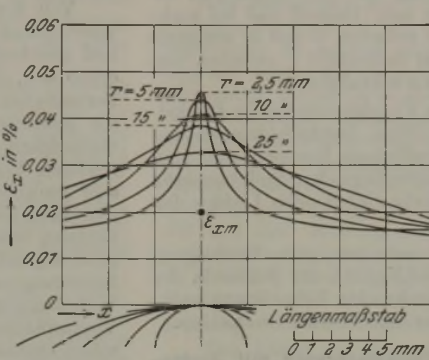


Abbildung 3. Dehnungskurven bei halb-zylindrischen Kerben wechselnder Tiefe.

**Einfluß der Beleuchtung bei Ausmessung von Brinell-Kugeldrücken.**

Um Brinell-Kugeldrücke bilden sich bekanntlich zuweilen Wülste, die je nach der Beleuchtung zu verschiedenen Werten bei der Messung des Kalottendurchmessers führen. In Abb. 1 ist z. B. ein Kugeldruck in Elektrolytkupfer bei verschiedenen Beleuchtungsarten wiedergegeben. Nach Zahlentafel 1 stimmt bei gleich-

Zahlentafel 1. Unterschiede in Brinell-Härtemessungen (30/5/250) bei verschiedenen Beleuchtungsarten.

Werkstoff	Beleuchtungsart	Härte gemessen über A—A'	Abweichung gegen Dunkel-feld %	Härte gemessen über B—B'	Abweichung gegen Dunkel-feld %
Elektrolyt-kupfer	senkrecht	57,0	-3,25	56,1	-4,25
	senkrecht + schräg	58,9	0	57,2	-2,3
	Dunkelfeld	58,9	0	58,6	0
Elektrolyt-eisen	senkrecht	68,7	-6,3	71,2	-3,4
	senkrecht + schräg	72,2	-1,5	71,0	-3,7
	Dunkelfeld	73,3	0	73,7	0
Auste-nitischer Stahl	senkrecht	161,8	-7,4	163,4	-5,5
	senkrecht + schräg	173,0	-1,0	161,8	-6,5
	Dunkelfeld	174,0	0	173,0	0

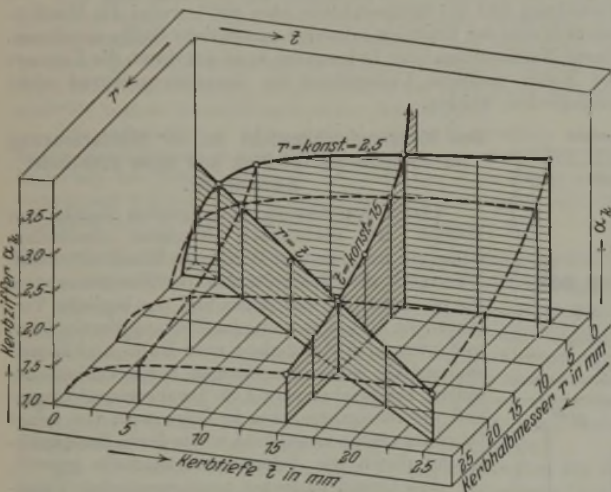
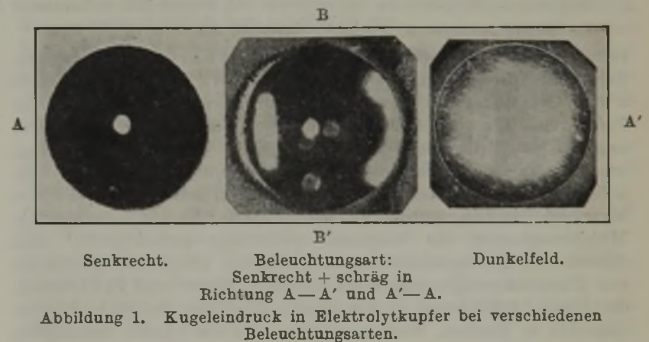


Abbildung 4.

Kerbziffer  $\alpha_k$  in Abhängigkeit von Kerbtiefe und Kerbhalbmesser.

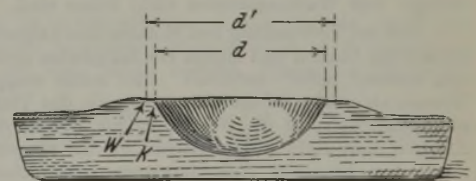
endliche Meßlänge der verwendeten Dehnungsmessgeräte stark verfälscht werden können. Fischer bringt daher in Vorschlag, die Dehnungsmessungen durch die Messung der Verschiebungen  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  in bezug auf bestimmte Nullpunkte in 3 unter 45° zueinander geneigten Richtungen zu ersetzen, wobei Spiegelmeßgeräte mit veränderlicher Meßlänge Verwendung finden. Die entsprechenden Dehnungen lassen sich alsdann aus den genannten Verschiebungen als  $\frac{d\xi}{dx}, \frac{d\eta}{dy}, \frac{d\zeta}{dz}$  ermitteln. Die Bildung der Differentialkoeffizienten wird durch die Darstellung der Verschiebungskurven durch Potenzreihen erleichtert.

Der Einfluß der Kerbtiefe auf die Spannungsverteilung wurde von Fischer an Flußstahlstäben von 110 mm Höhe ermittelt, die mit Kerben von 2,5 mm Halbmesser bei verschiedener Tiefe versehen waren und die durch ein reines Biegemoment beansprucht wurden. Die dabei auf einer im Kerbgrund tangierenden Linie auftretenden Dehnungen sind in Abb. 1 wiedergegeben. Abb. 2 zeigt den Dehnungsverlauf bei der Prüfung von Kerben mit verschiedenem Halbmesser bei einer gleichbleibenden Kerbtiefe von 15 mm, während Abb. 3 die Dehnungskurven verschiedenartiger geometrisch ähnlicher Halbkreiskerben erkennen läßt. In allen Fällen zeigt die Dehnung im Kerbgrund einen Höchstwert und sinkt nach beiden Seiten schnell ab. Vergleicht man die maximalen Dehnungswerte mit denjenigen Dehnungen, welche in der Außenfaser des ungekerbten Stabes bei gleicher Höhe wie im Kerbgrund bei einem bestimmten Biegemoment auftreten würden, so erhält man die Kerbziffer  $\alpha_k$ , mit deren Hilfe man umgekehrt einen Spannungszustand im Kerbgrund zu berechnen vermag, sobald ihre Größe durch Messung bekannt ist. In Abb. 4 sind durch die Versuche bestimmte Kerbziffern in Abhängigkeit vom Kerbhalbmesser und von der Kerbtiefe aufgetragen. Das räumliche Schaubild gewährt einen guten Einblick, wie sich die Einwirkung der verschiedenen Einflüsse bei der Biegung gekerbter Stäbe gestaltet. Leider fehlt eine Untersuchung darüber, wieweit sich die Ergebnisse auf geometrisch ähnliche Stabformen übertragen lassen.



zeitig senkrechter und schräger Beleuchtung der in Richtung des schräg einfallenden Lichtes gemessene Kugeldruck und infolgedessen die Härte mit den Werten bei Dunkelfeldbeleuchtung überein. Beide sind kleiner als die bei senkrechter Beleuchtung ermittelten Zahlen und ebenso als die bei der verbundenen Be-

Abbildung 2. Schematische Darstellung der Wulstbildung bei Kugeldrücken.



leuchtung in Richtung B—B' gemessenen Werte. Die Erklärung hierfür liegt darin, daß bei Dunkelfeld- und schräg-senkrechter Beleuchtung in Richtung A—A' der Kalottendurchmesser d gemessen wird (Abb. 2), der der gedrückten Fläche entspricht und daher allein der Härteberechnung zugrunde gelegt werden darf.



Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Reaktionsfähigkeit, Graphitierung und elektrische Leitfähigkeit von Koks.

Von Heinrich Koppers und Adolf Jenkner<sup>1)</sup> wurden verschiedene Betriebskokes auf ihr elektrisches Leitvermögen und gleichzeitig auf ihre Reaktionsfähigkeit untersucht; dabei ergab sich, daß diese Eigenschaften vor allem durch den Graphitierungsgrad des Kokes beeinflusst werden. Danach erwies sich die Messung der elektrischen Leitfähigkeit sowohl durch ihre Genauigkeit als vor allem durch ihre Einfachheit zur zahlenmäßigen Erfassung des Graphitierungsgrades eines Kokes als sehr geeignet. Ein störender Einfluß des Aschengehaltes macht sich dabei nicht bemerkbar, solange er sich innerhalb der üblichen Grenzen bewegt. Nach den Versuchen wird der Graphitierungsgrad, abgesehen von den Verkockungsbedingungen, vor allem durch Inkohlung und Backvermögen der Kohlen beeinflusst. Bei der Verkockung tritt bereits während des plastischen Zustandes eine Vorgraphitierung ein, deren Größe von der Eigenart des plastischen Zustandes und von der Höhe der während des plastischen Zustandes erfolgenden Zersetzung abhängig ist. Die die Reaktionsfähigkeit herabmindernde Graphitierung erfolgt bei der Verkockung erst bei Temperaturen über 800°, wobei die Graphitkristalle eine der Reaktion schwerer zugängliche Größe annehmen. Durch Nacherhitzen oder Uebergaren kann der durch die Eigenart der Kohle bedingte Unterschied im Graphitierungsgrad nicht ausgeglichen werden.

In den Fällen senkrechter Beleuchtung erhält man ein am Rande mehr oder weniger verschwommenes Bild des Kugeleindrucks mit einem Durchmesser, der in der Größe zwischen  $d$  und  $d'$  schwanken kann, je nach der Neigung von  $KW$  in *Abb. 2*; die Härtewerte fallen demnach zu klein aus. Darauf, daß bei senkrechter Belichtung ein Durchmesser zwischen  $d$  und  $d'$  ermittelt wird, sind auch die Unterschiede in *Zahlentafel 1* zwischen den Messungen über  $A-A'$  und  $B-B'$  zurückzuführen.

Für die genaue Ausmessung von Kugeleindrücken ist Dunkel-feldbeleuchtung am geeignetsten. Ohne Dunkelfeldeinrichtung kann man dadurch zu richtigen Ergebnissen kommen, daß man den Kugeleindruck von zwei gegenüberliegenden Stellen schräg beleuchtet und in Richtung des schräg einfallenden Lichtes den Durchmesser mißt.

Die vorliegenden Ergebnisse bedeuten eine Bestätigung ähnlicher Untersuchungen von H. O'Neill<sup>1)</sup>, der Fehler in der Härte von  $-6$  bis  $-9\%$  durch senkrechte Beleuchtung nachweisen konnte. Hans Esser und Heinz Cornelius.

Vergleichende Versuche an zwei Fallwerkskränen mit Jordan-Kupplung und Bremse und mit elektrischer Bremse.

Bei dem mit Jordan-Kupplung ausgerüsteten Kran läuft der Antriebsmotor des Hubwerkes dauernd mit voller Umdrehung in Hubrichtung durch, das Heben erfolgt durch Kuppeln, das Senken durch Loskuppeln des unter dem Einfluß der Schwerkraft nunmehr fallenden Hakens. Das An- und Abkuppeln und Bremsen

Das Mangangleichgewicht bei der Stahlerzeugung im Siemens-Martin-Ofen und seine praktische Anwendung.

Durch Auswertung einer großen Anzahl von Proben des praktischen Betriebes ermittelten Eduard Maurer und Wilhelm Bischof<sup>2)</sup> durch Einengung die Gleichgewichte der Manganreaktion für rd. 1600° für das saure und das basische Verfahren der Stahlerzeugung im Siemens-Martin-Ofen, und zwar in Abhängigkeit vom Kalk- und Kieselsäuregehalt sowie den übrigen Schlackenbestandteilen. Desgleichen wurde die Temperaturabhängigkeit der Manganreaktion in Gegenwart von reiner Oxydulschlacke untersucht sowie deren Beeinträchtigung durch die Schlackenbestandteile geprüft.

Auf Grund einfacher mathematischer Ueberlegungen setzten die Verfasser die gefundenen Gesetzmäßigkeiten mit den Betriebsgrößen: Einsatz, Schlackenmenge und Abbrand in Beziehung, wobei sich eine gute Uebereinstimmung zwischen Theorie und Praxis ergab.

Schließlich wurde die praktische Verwendbarkeit der Gleichgewichtsuntersuchungen an dem Ausfall der Rotbruchprobe, der Walzverluste und der Festigkeitseigenschaften des erschmolzenen Stahles dargelegt und auf neue Zusammenhänge hingewiesen.

Der Einfluß von Bau- und Betriebsweise auf den Wärmeverbrauch von Stoßöfen.

Möglichst genaue und leicht anzuwendende Unterlagen für die Aufstellung der Wärmebilanz und damit zur Berechnung des Wärmeverbrauches von Stoßöfen versucht W. Heiligenstaedt<sup>3)</sup> zu geben, die es gestatten, die Güte der Ofenführung für den Einzelfall sowie den Einfluß von Aenderungen in der Betriebsweise und der Bauart auf den Wärmeverbrauch zu beurteilen.

Die Gliederung der Bilanz in Nutzwärme, Wandverlust, Kühlwasserverlust, Ausflam- und Abgasverlust zeigt diejenigen Bilanzposten an, zu deren möglichst genauer Bestimmung die Unterlagen fast nur Meßergebnissen entnommen werden. Dabei stellte sich ein Zusammenhang zwischen Abgastemperatur und Herdflächenbelastung ( $kg/m^2 h$ ) und Herdbreitenausnutzung (Blocklänge zu Herdbreite) heraus. Fremde und eigene Versuche lieferten die Beziehung für die Abgastemperatur am Herdende

$$t = 625 + 0,68 (b_1 + b_2) - 300 \frac{b_1}{b_2} \text{ } ^\circ C, \text{ wobei}$$

$b_1$  Belastung in  $kg/m^2 h$ , bezogen auf die Herdfläche,  $b_2$  Belastung in  $kg/m^2 h$ , bezogen auf die Blockoberfläche, ist.

Der zu dem Abgasverlust hinzuzurechnende Ausflamverlust muß rechnerisch bestimmt werden. Das Rechnungsergebnis kann wenigstens der Größenordnung nach durch die Versuchsergebnisse nachgeprüft werden.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 543/47 (Kokerei-aussch. 42).

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 549/57.

<sup>3)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 559/68.

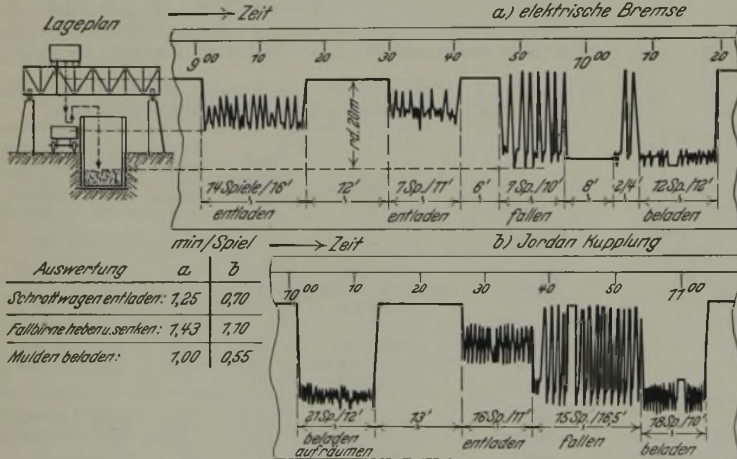


Abbildung 1. Vergleich der Arbeitsweise der Magnet-Hubwerke zweier Fallwerkskrane mit elektrischer und Jordan-Bremse.

erfolgt mit Preßluft, die mit einem auf der Katze selbst angeordneten Kompressor erzeugt und in einem Windkessel gespeichert wird. Gegenüber einem umstellbaren Hubmotor fällt somit der Zeitverlust für das Umsteuern, das Abbremsen und Wiederanlassen des Hubmotors bei jedem Spiele fort. Zur Feststellung, wie sich diese Arbeitsweise gegenüber dem umsteuerbaren gewöhnlichen Motor auswirkt, wurde auf zwei sonst genau gleichen Kranen je ein Diagnostiker<sup>2)</sup> angebracht, der die kennzeichnenden Hubbewegungen des Magnetes selbsttätig aufzeichnete. Aus *Abb. 1* sind die verschiedenen Arbeitsgänge ersichtlich (Entladen von Eisenbahnwagen unter das Fallwerk, Heben und Fallenlassen der Birne, Aufräumen in der Grube, Einfüllen des zerkleinerten Schrotts in Mulden, Muldenverladen und die hierfür benötigten Spiele und Zeiten).

Hieraus ergibt sich die Ueberlegenheit der Jordan-Bremse gegenüber dem üblichen Kran durch Zeitersparnis beim Entladen der Schrottwagen von 44%, bei der Fallbirnenbetätigung von 23% und Muldenbeladen von 45%, sofern Instandsetzungs-, Anlage- und Wartungskosten nicht höher sind.

Daß bei Verwendung von Motoren mit Doppelwicklung durch schnelleres Senken und Heben ein Zeitgewinn erzielbar ist, wurde von anderer Seite<sup>3)</sup> berichtet. Hier sollte weniger die Jordan-Bremse als solche behandelt werden, als das Verfahren der Zeitaufnahme, und auf die Notwendigkeit, einmal die vorhandenen Anlagen daraufhin durchzusehen, ob die verwendeten Motoren noch den heutigen Anforderungen entsprechen, hingewiesen werden. W. Kalkhof.

<sup>1)</sup> J. Inst. Met., Lond., 46 (1931) S. 267/72.

<sup>2)</sup> Vgl. Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 274 (Betriebsw.-Aussch. 26).

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 888. — Techn. Nachrichten 24 (1931) Heft 13, S. 280.



Die gemessenen Wandverluste, das sind die Verluste des Gewölbes, der Seitenwände, der Türen und des Herdes, werden in Abhängigkeit von der Gewölbetemperatur für verschiedene zeitliche Ausnutzung des Ofens angegeben. Die Kühlwasserverluste wurden an vier verschiedenen Gleitschienenbauarten festgestellt und können je nach der Bauart 5 bis 30 % betragen; auch der Blocktemperaturverlauf wirkt auf sie ein.

Der gefundene Anstieg der Abgastemperatur, also auch des Abgasverlustes, bei erhöhter Herdflächenleistung führt zu der Frage, bei welcher Belastung ein gegebener Ofen den geringsten Wärmeverbrauch hat. Es zeigt sich, daß diese wärmetechnisch günstige Belastung etwa zwischen 200 und 300 kg/m<sup>2</sup> h liegt, je nachdem, ob die Herdraumverluste, das sind hauptsächlich die Kühlwasserverluste, klein oder groß sind. Die Berücksichtigung der Baukosten verschiebt die wirtschaftliche Belastung nach oben, allerdings nur um etwa 50 kg/m<sup>2</sup> h.

Eine geringe Herdbreitausnutzung erhöht den Wärmeverbrauch bei gleicher Herdflächenbelastung beträchtlich, so daß selbst bei mittleren Verhältnissen ein um 15 bis 20 % höherer Verbrauch entstehen kann. Die richtige Wahl des Verhältnisses von Herdbreite zu Blocklänge ist deshalb von großer Bedeutung.

Die Untersuchung des Einflusses der zeitlichen Ausnutzung des Ofens ergibt für einen bestimmten Fall beim Uebergang vom durchlaufenden Betrieb zum einschichtigen eine Steigerung von 30 bis 40 %. Diese Werte sind wohl von der Bauart und Betriebsweise des Ofens abhängig, das Verhältnis der Steigerung wird aber auch für andere Ausführungen etwa gleichbleiben.

Der Abgasverlust kann bei gleicher Ofenleistung sowohl durch Verringerung der Herdflächenbelastung, also durch Verlängerung des Herdes, als auch durch Einbau eines Rekuperators vermindert werden, was an einem Beispiel eines Ofens mit Rekuperator aus hitzebeständigem Stahl untersucht wird.

#### Thermodynamische Betrachtungen zu einigen Gleichgewichtskurven des Zustandsschaubildes Eisen-Kohlenstoff.

Die Schmelz- und Umwandlungslinien in Zweistoffsystemen lassen sich unter gewissen vereinfachenden Voraussetzungen aus den Schmelz- und Umwandlungswärmen der beiden Komponenten berechnen. Mit Hilfe dieser einfachen Gesetze kann man zwischen auseinanderfallenden Versuchsergebnissen diejenigen auswählen, welche die größere Wahrscheinlichkeit haben und den wahrscheinlichen Verlauf der Gleichgewichtslinien angeben.

Die im Schrifttum vorliegenden Versuchsergebnisse für das Eisen-Kohlenstoff-Schaubild wurden in dieser Weise von Friedrich Körber und Willy Oelsen<sup>1)</sup> untersucht. Die GOS-Linie verläuft nach den Berechnungen aus der Wärmeinhaltskurve des reinen Eisens konvex zur Konzentrationsachse, übereinstimmend mit zahlreichen Versuchsergebnissen. Das gilt auch für einen geradlinigen Verlauf der ES-Linie. Bei der JE-Linie hat ein geradliniger Verlauf gegenüber der konvex zur Konzentrationsachse gekrümmten Form die größere Wahrscheinlichkeit. Die Umwandlungswärme des Perlits wurde zu 20,5 cal/g berechnet und die Bildungswärme des Zementits aus dem Verlauf der BC- und JE-Linie zu — 5 bis — 7 kcal/Mol geschätzt. Aus dem Verlauf der BC- und JE-Linie folgt, daß die Hauptmenge des Kohlenstoffs in der Schmelze in Form von Eisenkarbid-Molekülen gelöst ist; über den Molekularzustand des Kohlenstoffes im  $\gamma$ -Mischkristall läßt sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nichts sagen.

#### Ueber den Einfluß des Anlassens auf die mechanischen und magnetischen Eigenschaften sowie die elektrische Leitfähigkeit kaltgezogenen Stahles.

An Stahl mit 0,03 bis 0,95 % C, der als Draht nach dem Glühen bzw. Patentieren um 0, 20, 50 und 80 % kalt gezogen

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 569/78 (Werkstoffaussch. 179).

worden war, wurde von Werner Köster und Herbert Tiemann<sup>1)</sup> die Aenderung der mechanischen, magnetischen und elektrischen Eigenschaften beim Anlassen bis 950° hinauf verfolgt.

Die Steigerung der Streckgrenze und Zugfestigkeit zwischen 200 und 300° ist bei patentiertem Stahl größer als bei geglühtem; sie scheint vom Ziehgrad ziemlich unabhängig zu sein und nimmt mit steigendem Kohlenstoffgehalt zu. Bei stark gezogenem kohlenstoffreicherem Stahl tritt von etwa 450° an eine rückläufige Aenderung der Dehnung ein, die zu einem ausgeprägten Mindestwert bei etwa 525° führen kann. Die Ursache dieser Dehnungseinbuße liegt in der unterschiedlichen Abnahmegeschwindigkeit von Streckgrenze und Zugfestigkeit. Die Einschnürung nimmt bei patentiertem Stahl zwischen 450 und 500° Mindestwerte an, die mit steigendem Reckgrad und Kohlenstoffgehalt zunehmen. Diese Einbuchtung wird als einfacher Entfestigungsvorgang gedeutet, der dadurch notwendig wird, daß beim Ziehen des Stahles der umgekehrte Vorgang, nämlich eine Zunahme der Einschnürung, stattfindet.

Der Abfall der Koerzitivkraft beim Anlassen wird in dem Temperaturbereich von 400 bis 550° verzögert, und zwar um so ausgeprägter, je stärker gezogen und je höher gekohlt der Stahl ist. Die Verzögerung geht schließlich in eine Zunahme der Koerzitivkraft über. Patentierter Stahl zeigt diese Erscheinung sehr viel stärker als geglühter. Sie ist zurückzuführen auf die feine punktenförmige Verteilung des Zementits in diesem Temperaturbereich.

Die Remanenz nimmt mit der Anlaßtemperatur regelmäßig zu. Der Anstieg beginnt und endet mit wachsendem Verformungsgrad bei tieferen Temperaturen, und sein Höchstwert nimmt in derselben Richtung zu.

Die elektrische Leitfähigkeit steigt beim Anlassen oberhalb etwa 400° an und erreicht einen Höchstwert bei 550 bis 680°. Nach Ueberschreiten von A<sub>1</sub> geht sie auf ihren Ausgangswert zurück. Die Erhöhung ist dem Uebergang des Zementits von der lamellaren in die kugelige Form zuzuschreiben.

#### Messung und Kennzeichnung der inneren Arbeitsaufnahme von Werkstoffen.

Zur Kennzeichnung der Größe der inneren Verluste in periodisch verformten Werkstoffen wird von Wilhelm Späth<sup>2)</sup> die Kennzahl „Verlustwinkel“ vorgeschlagen. Dieser Verlustwinkel gibt die Phasenverschiebung an, die in einem Probestück zwischen der sinusförmig schwankenden Belastung und der durch sie erzeugten Verformung auftritt. Bei rein elastischem Verhalten ist der Verlustwinkel 0, er wächst theoretisch bis auf 90° an, wenn der Probestück sich rein plastisch verhält.

Diese Kennzahl ist unabhängig von den Abmessungen des Probestücks und gestattet eine einfache rechnungsmäßige Behandlung der Erscheinungen in dauerbeanspruchten Werkstoffen; einige Formeln besonders für den Zusammenhang des Verlustwinkels mit den bisher vorgeschlagenen Kennzahlen der inneren Arbeitsaufnahme werden angegeben.

Die Erfassung der inneren Arbeitsaufnahme durch Messung des Verlustwinkels ergibt ferner eine Reihe meßtechnischer Vorzüge. Die Empfindlichkeit kommt derjenigen von Ausschwingversuchen nahe, die Genauigkeit ist infolge Wegfalls störender Einflüsse sehr hoch. Besonders vorteilhaft erscheint die Möglichkeit einer dauernden Ueberwachung der inneren Arbeitsaufnahme während eines Dauerversuchs ohne jegliche Unterbrechung desselben. Eine einfache Meßeinrichtung für Drehschwingungen wird kurz beschrieben.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 579/86.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 587/90.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>1)</sup>.

(Patentblatt Nr. 19 vom 12. Mai 1932.)

Kl. 7 a, Gr. 26, M 113 411. Vorrichtung zum mechanischen Auseinanderziehen und geordneten Einzelfördern von Walzstäben od. dgl. quer über einen aus Roststäben bestehenden Fördertisch. Morgan Construction Company, Worcester (V. St. A.).

Kl. 7 b, Gr. 5, Sch 93 718. Stehender Drahthaspel. Schloemann A.-G., Düsseldorf, Schloemannhaus, Steinstr. 13.

Kl. 7 c, Gr. 1, M 115 674. Blechrichtanlage. Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken.

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

Kl. 7 f, Gr. 10, S 100 804; Zus. z. Pat. 534 804. Walzwerk zum Herstellen von profilierten Metallstücken, z. B. von Eisenbahnschwellen od. dgl. Hugo Seifert, Düsseldorf-Oberkassel, Kolumbusstr. 35.

Kl. 7 f, Gr. 10, W 85 982; Zus. z. Pat. 529 210. Verfahren zur Herstellung eiserner Schwellen. Theodor Weymerskirch, Luxemburg.

Kl. 10 a, Gr. 11, K 120 556. Einrichtung zur Beschickung von Horizontal-Kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks mit gestampftem Kohlekuchen. Heinrich Koppers A.-G., Essen, Moltkestr. 29.

Kl. 10 a, Gr. 19, St 47 593. Verfahren zur Destillation und Verkokung fester Brennstoffe in Kammeröfen. Firma Carl Still, Recklinghausen, Kaiserwall 21.



Kl. 10 a, Gr. 22, O 190.30. Verfahren zum Entgasen von Brennstoffen in unterbrochen betriebenen Ofenkammern. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 18 a, Gr. 1, M 89.30. Verfahren zum Vorbereiten erdiger, mulmiger, toniger und lettiger Erze für die Agglomerierung. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 18 a, Gr. 15, R 71.30; Zus. z. Pat. 499 130. Wassergekühlter Heißwindchieber. Heinrich Rösener, Duisburg-Meiderich.

Kl. 18 b, Gr. 1, V 22 304; Zus. z. Pat. 512 391. Verfahren zur Herstellung von hochwertigem Grauguß. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, und Karl Emmel, Mannheim, Neustheim.

Kl. 18 b, Gr. 3, D 61 877. Roheisenmischer. Demag A.-G., Duisburg, Werthausener Str. 64.

Kl. 18 c, Gr. 2, E 34 751. Verfahren zum Vergüten von Eisenbahnschienen. Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg i. d. Oberpfalz.

Kl. 18 c, Gr. 6, F 71 013 und F 71 866. Blankglühofen für Drähte u. dgl. W. Frey & Co., Pforzheim, Durlacher Str. 1-7.

Kl. 31 c, Gr. 18, F 69 336. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Schleudergußrohren. Ferric Engineering Company, Anniston, Alabama (V. St. A.).

Kl. 84 c, Gr. 2, E 130.30. Spundwandbohlen. Hoesch-Köln Neuessen A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Dortmund, Eberhardstr. 12.

Kl. 84 c, Gr. 2, Sch 75.30 und Sch 77.30. Spundwandisen. Dipl.-Ing. Hermann Schiffler, Aachen, Boxgraben 95.

**Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.**

(Patentblatt Nr. 19 vom 12. Mai 1932.)

Kl. 7 a, Nr. 1 217 197. Auflaufrollgang für Kühlbetten. Franz Skalsky, Mähr.-Ostrau (Mähren).

Kl. 7 f, Nr. 1 217 361. Walzwerk. Hugo Seiferth, Düsseldorf-Oberkassel, Kolumbusstr. 35.

Kl. 18 a, Nr. 1 217 754. Sondenstangenanordnung für Hochöfen. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 31 c, Nr. 1 217 108. Vorrichtung an Gießpfannen u. dgl. zum Verhindern des Mitreißens von Schlacke beim Entleeren. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 31 c, Nr. 1 217 499. Mit Sand ausgekleidete Schleudersform zur Herstellung von Flanschrohren. Halbergerhütte G. m. b. H., Brebach a. d. Saar.

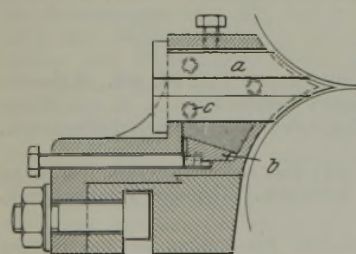
**Deutsche Reichspatente.**

Kl. 7 a, Gr. 20, Nr. 546 418, vom 12. Juni 1931; ausgegeben am 14. März 1932. Schloemann Akt.-Ges. in Düsseldorf. *Ausrückbare Kraftkupplung mit Scherbolzen, besonders für Walzwerke.*

Der Scherbolzen a ist in einer Büchse b gelagert, die in der einen Kupplungshälfte c exzentrisch zum Scherbolzen angeordnet und mit einem langen, nach außen reichenden Hebel d versehen ist; dieser wird bei einer

Gefahr durch einen außenliegenden verschiebbaren Anschlag gedreht und dadurch die Drehung der Büchse und die Abscherung des Bolzens bewirkt.

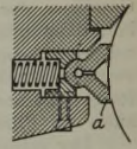
Kl. 7 a, Gr. 27, Nr. 546 926, vom 20. September 1930; ausgegeben am 2. April 1932. Robert Fenslau in Düsseldorf und Johanna Luft geb. Thomas in Düsseldorf-Grafenberg. *Einführungsvorrichtung mit verstellbaren Führungsbacken zum Walzen von Rund- und Fassoneisen.*



Unter jeder der beiden Führungsbacken a ist eine Keilstellvorrichtung b angebracht, die beide unabhängig voneinander so bedient werden, daß außer der üblichen Einstellung der Führungsbacken durch Schrauben c noch beide Backen in senkrechter Richtung und damit die ganze Führung in der gleichen waagerechten Ebene auch während des Betriebes eingestellt werden kann.

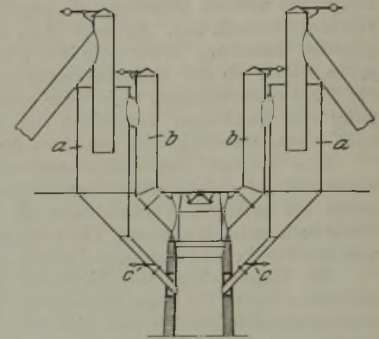
Kl. 47 e, Gr. 1, Nr. 546 783, vom 6. Oktober 1931; ausgegeben am 17. März 1932. Demag Akt.-Ges. in Duisburg. *Schmiervorrichtung für Walzenzapfen.*

Der Schmierstoff wird in die Winkelausnehmung eines durch Federkraft an die Walzenzapfen gedrückt gehaltenen Steines a gedrückt, der in einer senkrecht zur Walzenachse verlaufenden Ebene schwenkbar ist.



Kl. 18 a, Gr. 16, Nr. 547 032, vom 28. Dezember 1929; ausgegeben am 2. April 1932. Gutehoffnungshütte A.-G. in Oberhausen, Rhld. *Verfahren und Vorrichtung zur Rückführung von Gichtstaub in Hochöfen.*

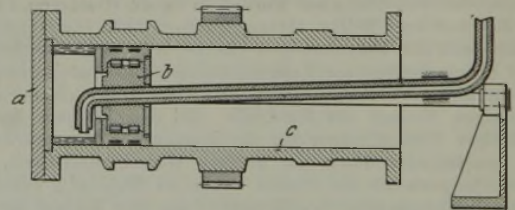
Der im Gasreiner a niedergeschlagene Staub fließt unterhalb der Gasabzugrohre b von selbst in das Ofenschachtinnere ab; in der Verbindungsleitung zwischen dem Gasreiner und dem Ofenschacht ist eine Sperrvorrichtung, z. B. eine Rückschlagklappe c, angeordnet, die so lange geschlossen bleibt, bis daß der Staub den Abschluß herbeiführt.



Kl. 31 a, Gr. 2, Nr. 547 091, vom 17. September 1929; ausgegeben am 31. März 1932. Ernst Weiß in Wethmar b. Lünen, Lippe. *Rotierender Ofen zum Schmelzen von Eisen und Metallen mit schrägliegender Dreh- und Ofenachse.*

Die am oberen Achsenende liegende Brenneröffnung dient gleichzeitig als Beschickungsöffnung, und die Abgasöffnung liegt am unteren Ende. Wird mit der Brenneröffnung eine lösbare Brennkammer vorgeschaltet, so kann diese nach oben abgenommen werden.

Kl. 31 c, Gr. 18, Nr. 547 132, vom 30. November 1929; ausgegeben am 29. März 1932. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: A. Ewald in Mülheim, Ruhr.) *Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Schleuderguß-Hohlkörpern.*



Während des Einbringens des flüssigen Metalls in einen durch eine feste Wand a und eine bewegliche kolbenartig ausgebildete Abschlußwand b begrenzten Hohlraum der annähernd waagrecht liegenden Schleudergußform c wird der Kolben gegenüber der festen Wand derart verschoben, daß der der Wandstärke des herzustellenden Hohlkörpers entsprechende Flüssigkeitsspiegel während des Gießens die gleiche Höhe behält.

Kl. 48 a, Gr. 9, Nr. 547 312, vom 22. Juni 1929; ausgegeben am 31. März 1932. Oesterreichische Priorität vom 27. Juni 1928. Ernst Kelsen in Wien. *Vorrichtung zur elektrolytischen Herstellung von Blechen.*

Eine ebene, waagrecht angeordnete Kathode, die dem auf dem Boden der Wanne in gleicher Höhe aufgeschichteten Anodengestoff gegenüberliegt, bildet den Abschluß einer Vertiefung im Wannendeckel, dessen Führungen der Höhe nach eingestellt werden können.

Kl. 18 a, Gr. 4, Nr. 547 540, vom 8. April 1930; ausgegeben am 24. März 1932. Amerikanische Priorität vom 20. April 1929. William M. Bailey Company in Pittsburgh, Penns., V. St. A. *Stichlochstopfmaschine.*

Um einen senkrechten Posten kann sich ein Träger drehen, in dem ein in Gelenkstangen hängender und in einer senkrechten Ebene ausschwingbarer Stopfer in einer mit Bodenschlitz versehenen Kammer in schräger Lage gehalten und durch eine Kurbelwelle in und außer Arbeitsstellung gebracht wird.

Kl. 18 a, Gr. 18, Nr. 547 542, vom 7. März 1928; ausgegeben am 30. März 1932. Niederländische Priorität vom 30. März 1927. Staatsyndicaat Dr. Ledebor II in Den Haag, Holland.



**Verfahren zur Verarbeitung von Eisenerzen und Eisenschwamm auf Eisen und Stahl.**

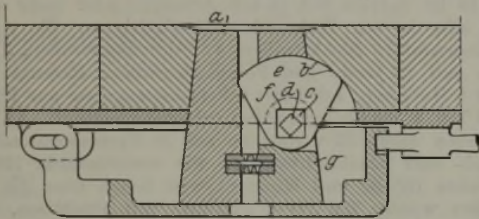
Das Beschickungsgut aus Eisenerz und Reduktionsmitteln oder aus Eisenschwamm wird in Herdöfen mit sauerstoffarmen Gasen erhitzt, die die Verbrennungserzeugnisse eines nach dem Grundsatz der Oberflächenverbrennung arbeitenden Brenners bilden und praktisch nur Kohlensäure und Wasser aufweisen.



**Kl. 31 c, Gr. 10, Nr. 547 564**, vom 26. Juni 1930; ausgegeben am 26. März 1932. Amerikanische Priorität vom 12. August 1929. Firth-Sterling Steel Company in McKeesport, Penns., V. St. A. Verfahren zur Herstellung lunkerfreier Metallbarren.

Mehrere Barren (zum Beispiel fünf) werden gleichzeitig als im wesentlichen strahlenförmige Längsrippen oder -leisten a an einem gemeinsamen inneren Kernteil b, in dem sich die Lunkerung vollzieht, gegossen und nach dem Erstarren von dem Kernteil abgetrennt.

**Kl. 31 c, Gr. 27, Nr. 547 568**, vom 1. November 1930; ausgegeben am 8. April 1932. Dipl.-Ing. Julius Grub in Berlin-Charlottenburg. Bodenverschluß für Gießpfannen.

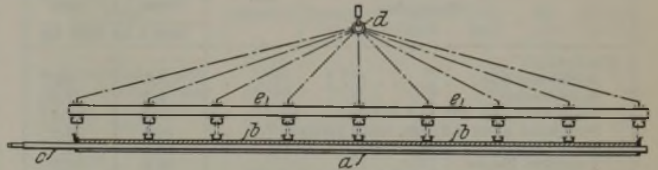


Der Ausguß a hat einen seitlichen Schlitz b und eine Bohrung c zur Aufnahme der Welle d; in dem Schlitz kann das Kreisabschnittstück e als Abschlußteil durch Vierkant f und Welle d die Ausflußöffnung freigeben und schließen. Der Abschlußteil wird durch ein Ausfüllstück g allseitig abgedichtet.

**Kl. 18 b, Gr. 20, Nr. 547 615**, vom 7. Dezember 1929; ausgegeben am 1. April 1932. Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G. in Berlin. Verfahren zur Erzielung hoher Verschleißfestigkeit und bestimmter Festigkeit bei Chrom-Nickel-Stählen mit 0,6% C und je 0,3 bis 1% Cr oder Ni.

Bei praktisch gleichbleibendem Kohlenstoffgehalt von 0,6% wird je nach der erforderlichen Festigkeit der Chromgehalt in den Grenzen von 0,3 bis 1% und der Nickelgehalt in den Grenzen von 1 bis 0,3% bemessen, und zwar so, daß die Summe von Chrom und Nickel immer praktisch 1,3% beträgt.

**Kl. 7 b, Gr. 12, Nr. 547 691**, vom 18. Februar 1930; ausgegeben am 4. April 1932. Demag A.-G. in Duisburg. Verfahren zum Auswechseln des Dornschaftes und seiner Führung bei Rohrstoßbänken.



Bei Bänken mit ortsfest arbeitenden einzelnen sich aneinander anschließenden Führungsstücken a wird die von oben in die Bank einsetzbare und in der Arbeitslage gegen Verschiebung gesicherte Schafführung b nach Lösen der Sicherung mit dem in der Führung liegenden Dornschaft c durch ein am Krangehänge d vorgesehenes Querhaupt e mit Einzelgehängen als Ganzes ein- und ausgebaut.

**Kl. 18 b, Gr. 20, Nr. 547 965**, vom 3. Juni 1926; ausgegeben am 5. April 1932. Fried. Krupp A.-G. in Essen, Ruhr. (Erfinder: Dr.-Ing. Adolf Fry in Essen.) Herstellung von Gegenständen, die in den Randschichten durch Verstickten gehärtet sind.

Hierzu werden Stahllegierungen verwendet mit einem Gehalt an Kohlenstoff bis zu 0,7%, an Al unter 0,5% und mit einem Gesamtgehalt von 1 bis 8% Cr, Mn, Si, Ni, Mo, W, V, Ti und Zr oder in beliebiger Zusammensetzung.

**Statistisches.**

**Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im April 1932<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.**

Bezirke	Rohblöcke						Stahlguß			Insgesamt	
	Thomasstahl	Bessemerstahl	Basische Siemens-Martin-Stahl	Saure Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- und Elektro-stahl	Schweißstahl-(Schweißeisen-)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1932	1931
April 1932: 26 Arbeitstage, 1931: 24 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . . .	133 747		255 502	5 033	4 818		5 901	2 841	636	408 501	604 317
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—	3	9 671	—	1 170	1 723	316	368	—	10 480	15 418
Schlesien . . . . .	—		16 931	—			103		17 512	33 124	
Nord-, Ost- u. Mitteld. land . . . . .	23 336		38 784	—			1 403		177	55 357	
Land Sachsen . . . . .		16 293	—	457	308	17 354	18 354				
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . . . .		119	—	315	—	11 308	17 136				
Insgesamt: April 1932 . . .	157 083	3	337 300	5 033	5 988	1 723	8 495	3 694	1 193	520 512	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	2 270	—	470	—	50	525	180	3 495	—
Insgesamt: April 1931 . . .	307 680	—	403 810	4 670	8 842	1 805	9 506	3 767	1 139	—	741 119
davon geschätzt . . . . .	—	—	5 600	—	30	—	—	—	—	—	5 530
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										20 020	30 880
Januar bis April <sup>2)</sup> 1932: 101 Arbeitstage, 1931: 100 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . . .	571 383		810 776	<sup>3)</sup> 15 831	15 345		23 743	10 634	1 687	1 449 481	2 543 382
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—	3	35 566	—	2 260	7 046	551	1 509	—	37 973	62 791
Schlesien . . . . .	—		62 166	—			945		64 786	131 429	
Nord-, Ost- u. Mitteld. land . . . . .	87 691		90 215	—			6 433		613	142 241	
Land Sachsen . . . . .		55 590	—	1 795	—	59 988	90 074				
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . . . .		405	—	1 151	—	52 100	64 890				
Insgesamt: Jan./April 1932 .	659 074	3	1 054 718	15 831	17 605	7 046	34 618	13 690	3 984	1 806 569	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	8 520	—	930	—	50	525	325	10 350	—
Insgesamt: Jan./April 1931 .	1 252 025	—	1 716 860	26 236	32 395	6 900	36 389	16 775	4 496	—	3 092 076
davon geschätzt . . . . .	—	—	22 000	—	120	—	—	—	—	—	22 120
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										17 887	30 921

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — <sup>2)</sup> Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis März 1932.  
<sup>3)</sup> Einschließlich Nord-, Ost- und Mitteld. land.



**Großbritanniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im März und April 1932.**

	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Robblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg					Herstellung an Schweißstahl 1000 t
	Hämatit-	basisches	Gießerei-	Puddel-	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin-		sonstiges	zusammen	darunter Stahlguß	
							sauer	basisch				
Januar 1932	83,7	126,5	104,6	12,4	335,3	76	103,3	320,7	12,6	436,6	9,4	15,1 <sup>1)</sup>
Februar	76,6	127,5	107,3	10,8	328,8	71	108,4	355,3	24,6	488,3	11,3	14,4
März	66,9	135,1	115,9	14,4	341,0	72	99,4	350,1	20,7	470,2	11,2	-
April	62,5	140,0	98,5	13,9	322,0	69	-	-	-	440,2	-	-

<sup>1)</sup> Berichtigte Zahl.

**Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Februar 1932<sup>1)</sup>.**

Erzeugnisse	Januar <sup>2)</sup> 1932	Februar 1932
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke	10,6	9,3
Kesselbleche	5,5	2,5
Grobbleche, 3,2 mm und darüber	46,2	43,2
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt	34,1	32,6
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	76,7	74,2
Verzinkte Bleche	33,2	31,1
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber	18,5	32,8
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m	3,0	3,6
Rillenschienen für Straßenbahnen	2,1	1,6
Schwellen und Laschen	2,3	5,2
Formeisen, Träger, Stabeisen usw.	111,2	110,6
Walzdraht	25,5	24,8
Bandeisen und Röhrenstreifen, warmgewalzt	16,8	18,4
Blankgewalzte Stahlstreifen	5,4	5,1
Federstahl	4,3	4,3
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabeisen, Formeisen usw.	9,3	9,3
Bandeisen und Streifen für Röhren	2,5	2,1
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl	—	0,1

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der National Federation of Iron and Steel Manufacturers. — <sup>2)</sup> Teilweise berichtigte Zahlen.

**Belgiens Eisen- und Stahlindustrie im Jahre 1930.**

Nach amtlichen Ermittlungen<sup>1)</sup> waren im Jahre 1930 in Belgien 16 Hochöfenwerke vorhanden; am 31. Dezember waren 55 Hochöfen gegen 59 in 1929 unter Feuer. Beschäftigt wurden 7144 Arbeiter. Die Hochöfen verbrauchten 4 209 950 t Koks, von denen 3 366 650 t im Lande selbst, zum Teil aus eingeführter Kohle, hergestellt wurden. Der Verbrauch an Eisenerz belief sich auf 9 019 200 t; davon kamen 7 431 740 t aus Frankreich, 1 146 360 t aus Luxemburg, 292 180 t aus Schweden, 25 520 t aus Spanien und Nordafrika; nur 123 400 t wurden im Lande selbst gefördert. An Manganerzen wurden 129 440 t verbraucht, von denen 64 840 t aus Britisch-Indien, 28 630 t aus Afrika, 17 760 t aus Rußland und 4120 t aus Brasilien eingeführt wurden. Der Bedarf an Schrott usw. wurde im Lande selbst gedeckt. Die Roheisenerzeugung belief sich im Berichtsjahr auf 3 365 240 t gegenüber 4 040 530 t im Jahre 1929. In dieser Erzeugung sind enthalten: 126 840 t phosphorreiches Gießereiroheisen, 57 380 t phosphorarmes Gießereiroheisen, 93 290 t Puddelroheisen, 3 063 930 t Thomasroheisen und 23 800 t Sonderroheisen.

An Stahlwerken waren 14 vorhanden mit 19 Roheisenmischern, 24 Kupolöfen, 52 basischen Konvertern mit einem Fassungsvermögen von 12 bis 25 t, 4 kleinen Konvertern von 1½ bis 2 t, 20 Siemens-Martin-Oefen von 7 bis 25 t und 4 Elektroöfen. Sie beschäftigten 5284 Arbeiter und verbrauchten 3 118 310 t belgisches Roheisen, 120 740 t eingeführtes Roheisen, 1620 t Erz und 296 520 t Schrott. Der Kohlenverbrauch belief sich auf 52 640 t Koks, 61 230 t Kohle, 516 260 000 m<sup>3</sup> Hochofengas und 88 190 000 m<sup>3</sup> Koksogengas. An elektrischem Strom wurden insgesamt 71 370 000 kWh verbraucht. Die Stahlerzeugung belief sich auf 2 885 540 t Thomasstahlblöcke, 225 300 t Siemens-Martin-Stahlblöcke und 15 880 t Elektrostahlblöcke, außerdem stellten die Stahlwerke 16 430 t Stahlguß her. Die Zahl der Stahlwerke ohne eigene Hochöfen belief sich auf 3 mit 659 Arbeitern. An Betriebsvorrichtungen waren 1 Kupolofen, 2 kleine Konverter und 9 Siemens-Martin-Oefen vorhanden. Sie verbrauchten 116 800 t Roheisen, größtenteils ausländischen Ursprungs, kein Erz und 92 210 t Schrott. Die Erzeugung betrug 115 680 t Blöcke und 3310 t Stahlguß. Die vorhandenen 17 Stahlgießereien verfügten über 33 Kupolöfen, 4 Bessemerbirnen, 43 Kleinkonverter, 7 Siemens-Martin-Oefen und 3 Elektroöfen; sie beschäftigten 5515 Arbeiter. Verbraucht wurden 43 750 t Roheisen, das meist aus dem Auslande stammte, 850 t Erz und 58 010 t Schrott.

<sup>1)</sup> Vgl. Iron Coal Trad. Rev. 124 (1932) S. 703.

Insgesamt wurden in Belgien im Jahre 1930 hergestellt: 3 269 430 t Rohblöcke und 84 740 t Stahlguß, darunter waren in runden Zahlen 2 886 000 t Thomasrohblöcke, 368 000 t Siemens-Martin-Rohblöcke und 16 000 t Elektrostahlblöcke.

Im Berichtsjahr waren nur 3 Schweißstahlwerke, sämtlich in der Provinz Hennegau, in Betrieb mit 159 Arbeitern; sie verfügten über 12 Puddelöfen gegen 110 im Jahre 1913. Ihr Roh-eisenverbrauch belief sich auf 13 100 t, wovon ein Sechstel eingeführt wurde, ihr Kohlenverbrauch auf 8160 t, die gänzlich aus Belgien stammten. Die Erzeugung aus Schweißstahl betrug 10 470 t.

An Walzwerken, die ihren eigenen Stahl verwalzen, waren 19 im Betrieb mit 16 406 Arbeitern oder mehr als zwei Drittel aller in den Walzwerken Beschäftigten. Sie verfügten über insgesamt 15 Blockstraßen, 47 Formeisenstraßen, 5 Drahtstraßen und 20 Grob- und Feinblechstraßen. Erzeugt wurden 528 320 t Halbzeug, 1 294 860 t Fertigerzeugnisse aus Flußstahl und 14 720 t Fertigerzeugnisse aus Schweißstahl. An reinen Walzwerken waren 25 vorhanden mit 19 Formeisenstraßen und 66 Grob- und Feinblechstraßen. Sie verbrauchten 138 010 t vorgewalzte Blöcke und Knüppel, von denen über die Hälfte eingeführt wurde, 226 700 t Platinen und Breiteisen, 9830 t Schmiedestücke und 123 170 t Schrott. Hergestellt wurden 305 900 t Fertigerzeugnisse aus Flußstahl und 108 010 t aus Schweißstahl. Beschäftigt wurden insgesamt 7317 Arbeiter.

**Frankreichs Eisenerzförderung im Februar 1932.**

Bezirk	Förderung		Vorräte am Ende des Monats Febr. 1932	Beschäftigte Arbeiter	
	Monatsdurchschnitt 1913	Febr. 1932		1913	Febr. 1932
	t		t	t	
Metz, Diedenhofen	1 761 250	977 220	1 603 292	17 700	9 443
Lothringen	1 505 168	1 096 900	1 722 744	15 537	10 784
Briey et Meuse		129 979	241 064		1 116
Longwy		159 743	286 775	2 103	993
Nanzig		—	10 468	—	209
Minieres		63 896	128 746	2 808	2 024
Normandie		32 079	15 787	1 471	532
Anjou, Bretagne		32 821	1 038	2 168	71
Pyrenäen		26 745	581	1 250	51
Andere Bezirke					
zusammen	3 581 702	2 416 188	4 248 361	43 037	25 223

**Die japanische Eisen- und Stahlindustrie im Jahre 1931.**

Die Erzeugungsverhältnisse der japanischen Eisenindustrie haben sich gegenüber dem Vorjahre<sup>1)</sup> nicht gebessert. Die Werke arbeiten nach wie vor mit zu hohen Selbstkosten, ohne daß für die Behebung dieses Hauptüblems der Industrie etwas Wesentliches geschehen ist. Andererseits ist nicht zu verkennen, daß

**Zahlentafel 1. Erzeugung, Einfuhr und Versorgung Japans an Roheisen, Rohstahl, Halbzeug und Walzwerkserzeugnissen.**

	1929	1930	1931	Zu- bzw. Abnahme 1931 gegen 1930
Erzeugung in 1000 t:				
Roheisen	1514,8	1654,2	1408,2	— 246,0
Rohstahl	2286,4	2239,3	1864,1	— 375,2
Halbzeug (zum Verkauf)	99,1	91,1	152,3	+ 61,2
Walzwerks-Fertigerzeugnisse	1883,4	1794,5	1519,9	— 274,6
Einfuhr in 1000 t:				
Roheisen	654,0	405,8	399,4	— 6,4
Rohstahl	—	—	—	—
Halbzeug	131,2	72,5	25,7	— 46,8
Walzwerks-Fertigerzeugnisse	777,5	429,8	258,4	— 171,4
Versorgung (Erzeugung + Einfuhr) in 1000 t:				
Roheisen	2168,8	2060,0	1807,6	— 252,4
Rohstahl	2286,4	2239,3	1864,1	— 375,2
Halbzeug	230,3	163,6	178,0	+ 14,4
Walzwerks-Fertigerzeugnisse	2660,9	2224,3	1778,3	— 446,0

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1329/31.



die japanische Eisenindustrie in ihren Bestrebungen, allmählich eine Selbstversorgung des Landes in seiner Beschaffung von Eisen- und Stahlerzeugnissen herbeizuführen, beträchtlich vorwärts gekommen ist.

Zahlentafel 1 gibt einen Ueberblick über die Erzeugung, Einfuhr und Versorgung Japans an Roheisen, Rohstahl, Halbzeug und Walzwerkserzeugnissen in den Jahren 1929 bis 1931. Zum erstenmal hat man mit einer Einschränkung der Roheisengewinnung ernst gemacht, wenn auch vorläufig in nicht sehr großem Ausmaße. Die Herstellung von Rohstahl und Walzwerkserzeugnissen ist um 15,3 % gekürzt worden. An Halbzeug zum Weiterverkauf an andere Werke sind im Berichtsjahr 67,2 % mehr als im Vorjahre hergestellt worden. Die Einfuhr von Roheisen ist kaum geringer geworden, nachdem sie im Vorjahre stark gekürzt worden war. Besonders stark war dagegen der Rückgang der Einfuhr von Halbzeug als unmittelbare Folge der Erzeugungssteigerung. Die Einfuhr von Walzwerkserzeugnissen verminderte sich im Berichtszeitraum um 171 400 t oder rd. 40 %.

Zahlentafel 2 zeigt die Leistung der japanischen Walzwerke in den Jahren 1929 bis 1931. Bemerkenswert ist, daß die Herstellung von Platinen — von nur 6400 t im Jahre 1929 und noch Zahlentafel 2. Die Leistung der japanischen Walzwerke in den Jahren 1929 bis 1931 (in 1000 t).

	1929	1930	1931
Walzwerkshalbzeug zum Verkauf	99,1	91,1	152,3
darunter:			
vorgewalzte Blöcke . . . . .	92,7 <sup>1)</sup>	74,5	54,5
Platinen . . . . .	6,4	16,6	97,8
Walzwerks-Fertigerzeugnisse . . . . .	1883,4	1794,5	1519,9
darunter:			
Feinbleche bis 0,7 mm . . . . .	202,7	226,4	263,4
Bleche über 0,7 mm . . . . .	359,3	333,7	274,7
Stabeisen . . . . .	617,9	446,3	409,2
Formeisen . . . . .	259,8	251,9	200,7
Schienen . . . . .	278,7	301,3	110,6
Walzdraht . . . . .	67,8	122,9	176,4
Röhren . . . . .	78,5	88,5	63,7

<sup>1)</sup> Berichtigte Zahl.

16 600 t im Jahre 1930 auf 97 751 t im Berichtszeitraum — gesteigert werden konnte. Bei Stabeisen, Formeisen und Blechen über 0,7 mm dürfte der Erzeugungsrückgang auf die Wirksamkeit der betreffenden Verkaufssyndikate und die verminderte Aufnahmefähigkeit des japanischen Marktes zurückzuführen sein.

Die Zahlentafel 3 zeigt die Einfuhr Japans an Roheisen, Schrott und Halbzeug im Berichtsjahre nach den wichtigsten Herkunftsländern. Trotz lebhafter Bemühungen der japanischen

Zahlentafel 3. Japans Einfuhr an Roheisen, Schrott und Halbzeug im Jahre 1931 nach Bezugsländern.

Länder	Roheisen t	Schrott t	Platinen t	Vorgewalzte Blöcke, Brammen und Knüppel t
Insgesamt . . . . .	399 448	295 579	23 719	1924
Davon aus:				
Deutschland . . . . .	1 149	175	21 081	1176
Belgien . . . . .	—	9 007	2 325	94
Frankreich . . . . .	—	—	315	393
England . . . . .	3 666	47 403	—	—
Holland . . . . .	—	21 793	—	—
Britisch-Indien . . . . .	150 490	108 826	—	—
Kwantung-Pachtgebiet . . . . .	164 411	13 793	—	—
Vereinigte Staaten . . . . .	540	33 735	—	58

**Die Lage des deutschen Maschinenbaues im April 1932.** — Im Monat April behielt der Auftragseingang im Inlandsgeschäft die geringfügige, im März erlangte Besserung bei, dagegen übte das Auslandsgeschäft einen Teil seines Aufstiegs wieder ein.

Die Anfragetätigkeit war sowohl vom Inland als auch vom Ausland schwächer als im Vormonat, so daß sich die weitere Entwicklung des Geschäfts nicht übersehen läßt.

Der Beschäftigungsgrad erreichte nur 30 % der Soll-Beschäftigung, obwohl infolge der im Vormonat getätigten Auslandsabschlüsse sowie eines geringen Saisonauftriebes, besonders im Landmaschinenbau, an einzelnen Stellen Arbeitskräfte neu eingestellt oder die stark verkürzte Arbeitszeit verlängert werden konnten.

**Aus der luxemburgischen Eisenindustrie.** — Im ersten Vierteljahr 1932 hat sich die ungünstige Lage, in der sich die luxemburgische Eisenindustrie schon Ende 1931 befand, noch verschlimmert. Man hatte für Januar mit der Erneuerung der Internationalen Rohstahlgemeinschaft gerechnet, und diese Aussicht genützte, um ein Anschwellen der Nachfrage und eine

Roheisenhersteller ist die Einfuhr von indischem Roheisen im Berichtszeitraum dem Vorjahre gegenüber nur um 63 882 t gleich 29 % zurückgedrängt worden. Bei der Einfuhr von Schrott sind die amerikanischen Lieferungen von 249 263 t im Vorjahre auf nur mehr 33 735 t gleich 13,5 % gesunken. Der Anteil Deutschlands an der Einfuhr von Roheisen und Schrott war, wie in früheren Jahren, unbedeutend; dagegen zeigt die Einfuhr von Halbzeug eine besonders starke Beteiligung Deutschlands. Die Einfuhr von Walzwerkserzeugnissen in Japan (s. Zahlentafel 4) zeigt in den letzten Jahren eine rückläufige Bewegung. So sind in

Zahlentafel 4. Japans Einfuhr an fertigen Walzwerkserzeugnissen im Jahre 1931, nach den wichtigsten Bezugsländern geordnet.

Arten	Insgesamt t	Davon aus				
		Deutschland t	Ver. Staaten t	England t	Belgien t	Frankreich t
Stabeisen bis 15 mm	7 910	3 730	78	374	2 025	544
Stabeisen über 15 mm	13 600	7 623	328	1 695	2 163	95
T- und Winkelleisen . . . . .	2 074	1 407	4	209	388	67
Andere Profile . . . . .	14 677	12 490	498	98	412	840
Schienen . . . . .	5 964	2 330	3 166	—	—	53
Laschen . . . . .	316	110	176	4	—	—
Walzdraht . . . . .	65 163	34 118	15 881	855	4 006	7 367
Dynamobleche . . . . .	2 701	889	1 252	388	—	—
Japanbleche bis 0,7 mm	18 584	4 723	147	13 586	2	101
Bleche bis 3 mm . . . . .	4 799	1 940	1 493	235	618	218
Bleche über 3 mm . . . . .	4 463	1 649	1 60	1 376	474	581
Weißbleche . . . . .	47 750	7 742	20 425	18 600	32	73
Verzinkte Bleche . . . . .	1 128	151	637	55	—	103
Bleche mit anderem Ueberzug . . . . .	145	2	36	60	—	—
Gezogener Draht . . . . .	8 889	6 991	1 056	363	143	71
Gezogener Flachdraht . . . . .	10	—	—	—	—	6
Bandeisen, kalt gewalzt . . . . .	5 754	2 152	67	1 102	542	675
Bandeisen, warm gewalzt . . . . .	40 036	10 762	335	1 800	19 020	5 617
Schirmdraht . . . . .	133	56	4	61	—	—
Drahtseile und Stachel-draht . . . . .	392	136	66	189	—	—
Röhren . . . . .	10 214	2 752	6 121	726	4	58
Sonderstahl I . . . . .	1 578	252	26	151	8	35
Sonderstahl II . . . . .	1 374	302	565	40	—	194
Eisenbahnräder und Achsen . . . . .	149	—	145	—	—	—
Radreifen usw. . . . .	427	253	—	—	171	3
Insgesamt	258 230	102 560	52 566	41 967	30 008	16 701

der Zeit von 1928 bis 1931 Rückgänge bis auf 25 % und weniger zu verzeichnen. Die Lieferungen einiger Sorten von Walzwerkserzeugnissen, wie „Japanbleche“ und Bleche über 3 mm, sind sogar bis auf 10 % der Mengen von 1928 zusammengeschmolzen. Eine nennenswerte Einfuhr ist eigentlich nur noch in Sonderarten von Walzwerkserzeugnissen möglich. Die Stellung Deutschlands hat sich dem Vorjahre gegenüber ein wenig gebessert, ohne ganz den Anteil des Jahres 1929 wieder zu erreichen; die Stellung der Vereinigten Staaten und Englands hat sich dem Vorjahre gegenüber verschlechtert, während die Anteile Frankreichs und Belgiens nicht unbedeutende Steigerungen verzeichnen können. Mengemäßig sind die Lieferungen aller Länder stark zurückgegangen. Das Bestreben der deutschen auf einen Absatz in Japan arbeitenden Werke muß es sein, sich mehr und mehr auf die Ausbringung von Sonderarten einzustellen, in deren Herstellung die japanischen Werke stets hinter den europäischen zurückstehen werden und deren Bedarf somit noch für geraume Zeit aus dem Ausland gedeckt werden muß.

## Wirtschaftliche Rundschau.

leichte Befestigung der Preise hervorgerufen; um so schlimmer wirkte sich der Abbruch der Verhandlungen auf den Markt aus; die Preise ließen seither unaufhörlich nach, ohne aber deshalb die Kaufkraft zu steigern. Mit der Anwendung der Fiskalsteuern trat der überlieferungsgemäße englische Freihandel in eine neue Entwicklung ein, deren Verlauf sich immer klarer abzeichnete. Die englischen Halbzeugverbraucher hatten sich im Hinblick auf die neuen Zölle teilweise eingedeckt, doch war der Wettbewerb zwischen den festländischen Erzeugern derart scharf, daß diese Geschäfte für sie fast ohne jeden Nutzen blieben. Andererseits hat Frankreich die Einfuhr gewisser Eisenerzeugnisse bis aufs äußerste eingeschränkt. Diese Einstellung Frankreichs sowie die Handelspolitik der englischen Regierung können einen gewissen Einfluß auf die Denkweise jener Erzeuger ausüben, die noch nicht eingesehen haben, daß einzig und allein eine Erneuerung der Internationalen Rohstahlgemeinschaft die nahezu verzweifelte Lage retten kann.

Die Zahlungseinschränkungen für fremde Währungen bestehen in vielen Ländern fort und erschweren die Geschäfte



namentlich jener Industrien, die wie die luxemburgische wesentlich auf die Ausfuhr angewiesen sind.

In der luxemburgischen Eisenindustrie mußten weitere Lohn- und Gehaltskürzungen vorgenommen werden. Leider muß ihr immerhin heilsamer Einfluß gegenüber dem beständigen Preisrückgang, dem das unverantwortliche Vorgehen gewisser ausländischer Erzeuger nur zu sehr Vorschub leistet, zum größten Teil unwirksam bleiben.

Der Thomasschlackenmarkt steht in einem erfreulichen Gegensatz zu den übrigen Geschäften. Der allgemeine Ausfall in der Erzeugung bedingt feste Preise und ein fühlbares Abnehmen der Lager. Die luxemburgischen Werke konnten auch einige bemerkenswerte Schienenaufträge buchen, die allerdings bei weitem nicht so bedeutend waren, wie man es bei der Erneuerungsbedürftigkeit der Bahnnetze hätte erwarten dürfen; größere Aufträge werden überall wegen innerer oder äußerer Finanzschwierigkeiten zurückhalten.

Die luxemburgische Handelskammer war vom Wirtschaftsrat aufgefordert worden, Vorschläge zur Hebung der Wirtschaftsnot zu machen. Die Handelskammer empfiehlt eine mit Belgien gemeinsame Schaffung von Ausgleichsstellen, um die im Ausland gesperrten Guthaben flüssig zu machen; sie fordert für die luxemburgische Industrie Ausfuhrkreditgarantien, wie sie in anderen Ländern, und namentlich in Belgien, der Industrie zur Verfügung stehen. Sie verlangt weiter eine genaue Ueberwachung der sozialen Lasten und drängt auf eine Lösung der Eisenbahnfrage sowie auf eine Senkung der unverständlich hohen Tarife. Schließlich bemerkt sie, daß die Preise der öffentlichen und halböffentlichen Betriebe — Eisenbahn, Post, Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke — trotz dem Sinken der Groß- und Kleinhandelsmeßzahlen unverändert bleiben und so einer Verbilligung der Lebenshaltung entgegenwirken.

Die Durchschnittsgrundpreise ab Werk stellten sich für die hauptsächlichsten Erzeugnisse wie folgt:

	Belg. Fr	
	31. 12. 1931	31. 3. 1932
Roheisen . . . . .	340	320
Knüppel . . . . .	400	370
Platinen . . . . .	410	380
Formeisen . . . . .	425	400
Stabeisen . . . . .	430	400
Walzdraht . . . . .	700	700
Bandeisen . . . . .	600	580

Am 31. März 1932 waren in Luxemburg folgende Hochöfen vorhanden und im Betrieb:

	Bestand	In Tätigkeit	
		31. 12. 1931	31. 3. 1932
Arbed: Düdelingen . . . . .	4	2	2
Esch . . . . .	6	3	3
Dommeldingen . . . . .	3	—	—
Terres Rouges: Belval . . . . .	6	5	5
Esch . . . . .	5	4	4
Hadir: Differdingen . . . . .	10	5	5
Rümelingen . . . . .	3	—	—
Ougree: Rodingen . . . . .	5	2	2
Steinfort . . . . .	3	—	—
Insgesamt	45	21	21

**United States Steel Corporation.** — Die Eisen- und Stahlindustrie der Vereinigten Staaten hatte im Jahre 1931 stark unter den ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnissen des Landes wie der ganzen Welt zu leiden. Waren die der Gesellschaft angeschlossenen Werke im ersten Vierteljahr noch zu 50 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt, so ging später der Beschäftigungsgrad von Monat zu Monat zurück, bis er im Dezember mit 24 % seinen tiefsten Stand erreichte. Im Jahresdurchschnitt betrug er 38 % gegen 65,6 % im Jahre 1930. Der Rückgang der Erzeugung hatte bei ständig zunehmenden Gesteinskosten und sinkenden Erlösen — die erzielten Preise lagen im Inlande etwa 8 % unter denen des Vorjahres und bei der Ausfuhr 4 % — natürlich einen sehr ungünstigen Einfluß auf das Geschäftsergebnis.

Wie *Zahlentafel 1* zeigt, war die Erzeugung auf allen Gebieten rückläufig. Im Vergleich zu 1929 wies die Erzeugung an Walz- und Fertigerzeugnissen zum Verkauf eine Abnahme um 53 % auf. Am 1. Januar 1932 betrug die mögliche Leistungsfähigkeit aller angeschlossenen Werke bei Roheisen 22 196 247 t, bei Flußstahl und Stahlguß 28 286 761 t, bei Fertigerzeugnissen zum Verkauf 19 961 352 t.

Der gesamten Wirtschaftslage entsprechend hatte der Absatz im In- und Auslande beträchtliche Einbußen zu verzeichnen. Mengenmäßig sank der Inlandsabsatz (ohne Zement) um 39,3 %, der Auslandsabsatz um 36,4 %, dem Werte nach ging der Inlandsabsatz um 35,6 %, der Auslandsabsatz um 37,8 % zurück. Ueber Einzelheiten unterrichtet nachstehende Uebersicht:

Zahlentafel 1.  
Erzeugung der United States Steel Corporation.

	1930	1931	Zu- oder Abnahme %
	t zu 1000 kg		
<b>Eisenerzförderung:</b>			
Aus dem Gebiet des Oberen Sees	21 693 943	11 913 088	— 45,1
Süden (Gruben der Tennessee Co.)	2 841 159	1 790 953	— 37,0
Brasilien (Manganerz) . . . . .	136 189	98 885	— 27,4
Insgesamt	24 671 291	13 802 934	— 44,1
<b>Koksgewinnung . . . . .</b>	11 893 837	6 386 035	— 46,3
davon aus:			
Bienenkorb-Oefen . . . . .	46 611	14 138	— 69,7
Oefen mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen . . . . .	11 847 226	6 371 897	— 46,2
Kohlenförderung . . . . .	23 027 156	14 311 823	— 37,8
Kalksteingewinnung . . . . .	13 253 018	6 960 062	— 47,5
<b>Hochofenerzeugnisse:</b>			
Roheisen . . . . .	12 780 409	7 039 488	— 44,9
Spiegeleisen, Ferromangan und Ferrosilizium . . . . .	182 057	94 363	— 48,1
Insgesamt	12 962 466	7 133 851	— 45,0
<b>Flußstahlerzeugung:</b>			
Bessemerstahlblöcke . . . . .	3 234 211	1 878 868	— 41,9
Siemens-Martin-Stahlblöcke . . . . .	13 759 884	8 364 848	— 39,2
Insgesamt	16 994 095	10 243 716	— 39,7
<b>Walz- und andere Fertigerzeugnisse:</b>			
Schienen . . . . .	962 860	605 670	— 37,1
Vorgewalzte Blöcke, Brammen usw.	833 939	578 051	— 30,7
Grobbleche . . . . .	1 382 456	611 341	— 55,8
Bauisen . . . . .	991 749	572 908	— 42,2
Handeliseisen, Röhrenstreifen, Bandeisen usw. . . . .	2 167 686	1 405 399	— 35,2
Röhren . . . . .	1 315 335	688 461	— 47,7
Walzdraht . . . . .	163 243	130 924	— 19,8
Draht und Drahterzeugnisse . . . . .	1 050 795	791 345	— 24,7
Feinbleche (Schwarzbleche und verzinkte) und Weißbleche . . . . .	1 581 271	1 087 200	— 31,3
Eisenkonstruktionen . . . . .	770 936	451 341	— 41,5
Winkelisen, Laschen usw. . . . .	185 061	120 611	— 34,8
Nägel, Bolzen, Muttern, Nieten . . . . .	46 127	28 531	— 38,1
Achsen . . . . .	50 712	9 732	— 80,8
Wagenräder aus Stahl . . . . .	65 181	39 000	— 40,2
Verschiedene Eisen- und Stahl-erzeugnisse . . . . .	227 662	190 819	— 16,2
Insgesamt	11 795 013	7 311 153	— 38,0

	1930	1931	Zu- oder Abnahme %
	(in t zu 1000 kg)		
<b>Inlandsabsatz:</b>			
Gewalzter Stahl und andere Fertigerzeugnisse	10 973 448	7 276 957	33,7
Roheisen, Flußstahl, Spiegeleisen, Ferromangan, Schrott . . . . .	319 557	231 894	27,4
Eisenerze, Kohlen, Koks, Kalkstein . . . . .	4 540 906	2 108 399	53,6
Sonstiges und Nebenerzeugnisse . . . . .	280 763	168 573	40,0
Zusammen	16 114 674	9 785 323	39,3
Portland-Zement (Faß) . . . . .	23 453 654	14 572 927	37,9
<b>Ausfuhr:</b>			
Gewalzter Stahl und andere Fertigerzeugnisse	836 835	522 615	37,5
Roheisen, Eisenlegierungen, Alteisen . . . . .	6 090	4 353	28,5
Sonstiges und Nebenerzeugnisse . . . . .	141 373	99 275	29,8
Zusammen	984 298	626 243	36,4
Portland-Zement (Faß) . . . . .	281 021	212 199	24,5
Inlands- und Auslandsabsatz an Walz- und Fertigerzeugnissen aus Eisen und Stahl zusammen . . . . .	11 810 283	7 799 572	34,0
<b>Wert des gesamten Versandes:</b>			
Inland (ohne Verkäufe innerhalb des Trustes) . . . . .	\$ 702 488 579	\$ 452 665 506	35,6
Ausfuhr . . . . .	\$ 64 634 265	\$ 40 207 210	37,8
Zusammen	767 122 844	492 872 716	35,8

Die Zahl der Angestellten und Arbeiter betrug 203 674 gegen 211 055 im Jahre 1930. Für Löhne und Gehälter wurden bei einem Durchschnittstageslohn von 5,90 (5,99) \$ 266 871 413 (391 271 366) \$ oder 31,79 % weniger als im Vorjahre verausgabt.

Der Gesamtumsatz ist von 1 180 934 971 \$ im Jahre 1930 auf 729 377 467 \$ im Berichtsjahre oder um 38,2 % zurückgegangen. Nach Abzug sämtlicher Betriebsunkosten und der verschiedenen Aufwendungen für Ausbesserung und Erhaltung der Anlagen, der Rückstellungen für die im neuen Jahre zahlbaren Steuern sowie der festen Lasten für die Tochtergesellschaften verbleibt einschließlich 19 341 659 (10 901 556) \$ besonderer Einnahmen ein Ueberschuß von 65 825 659 (168 611 788) \$. Abschreibungen und besondere Rücklagen erfordern 47 317 895 (58 550 120) \$, Zinsen 5 469 624 (5 640 096) \$. Der verfügbare Reingewinn beträgt demnach 13 038 141 (104 421 571) \$. Wie üblich, werden 25 219 677 \$ Gewinn (7 %) auf die Stammaktien ausgeteilt; der Minderbetrag von 49 165 486 \$ wird der Rücklage der unvernünftigen Ueberschüsse entnommen, die dadurch am Jahresschluß auf 421 837 192 \$ zurückgegangen ist.



**Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Krefeld.** — Im Geschäftsjahre 1930/31 wurde der planmäßige Umbau und die Zusammenfassung der Betriebe zu Ende geführt. Infolge der Wirtschaftskrise ist der Gesamtumsatz gegenüber dem Vorjahre um rd. 20 % zurückgegangen, und zwar trifft dieser Rückgang nur das Inlandsgeschäft, während der Anteil des Auslandes, hauptsächlich durch die Lieferungen nach Rußland (25 % des Gesamtverkaufs), gestiegen ist. Die Durchschnittserlöse sind trotz der ständigen Preisrückgänge gleichgeblieben, weil das Schwergewicht auf den Verkauf höherwertiger Edeltähle gelegt wurde. Die Verkaufs- und Verwaltungskosten wurden gegenüber dem Vorjahre um rd. 33 % gesenkt, so daß das Betriebsergebnis als nicht ungünstig anzusprechen war, um so mehr als die Beteiligungen, die Edeltahl A.-G. Zürich und das Hammerwerk Brüninghaus, G. m. b. H., Werdohl, Ueberschüsse erarbeiten konnten. Die mit Schluß des Geschäftsjahres eingetretene Pfundentwertung brachte jedoch Verluste. Darüber hinaus entstanden Ausfälle durch den Zusammenbruch einiger größerer Abnehmer.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Rohverlust von 399 179,94 *RM* aus, der sich durch Steuern und soziale Aufwendungen mit 1 277 433,10 *RM* und Abschreibungen auf Werksanlagen mit 828 270,22 *RM* auf 2 504 883,26 *RM* erhöht. Unter Hinzurechnung des Verlustvortrages aus dem Vorjahre von 348 025,83 *RM* ergibt sich somit ein Gesamtverlust von 2 852 909,09 *RM*, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

**Trafikaktiebolaget Grängesberg-Oxelösund, Stockholm.** — Die Gesellschaft schloß das Geschäftsjahr 1931 mit einem Reingewinn von 6 726 467 (im Vorjahre 26 950 286) Kr ab. Hiervon werden 3 173 669 Kr für Abschreibungen verwendet und die verbleibenden 3 552 798 Kr zusammen mit dem Gewinnvortrag aus dem Vorjahre mit 6 670 286 Kr, insgesamt also 10 223 084 Kr, auf neue Rechnung vorgetragen. Im Jahre 1930 wurden 12 % Gewinn ausgeteilt.

Der Grubenbetrieb in Grängesberg wurde während des ersten Halbjahres 1931 an fünf Tagen, danach bis zum 1. November an vier Tagen und von da ab nur noch an drei Tagen wöchentlich aufrechterhalten. Zu Ende des Jahres wurden 1212 Arbeiter beschäftigt gegen 1496 Mann zu Anfang des Jahres. Gefördert wurden 950 344 t Stückerz und Mulm und 454 173 t Grauberg, zusammen 1 404 517 t. Der Versand nach Oxelösund für die Ausfuhr belief sich auf 507 102 t, während 123 353 t an einheimische Verbraucher gingen; 239 889 t mußten auf Lager gelegt werden.

Die Gruben der Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag waren bis einschließlich März fünf Tage, danach nur vier

Tage wöchentlich in Betrieb. Die Zahl der Arbeitstage betrug 221. Beschäftigt wurden am Ende des Geschäftsjahres 1628 Mann. Gefördert wurden in Kiruna 3 385 286 t Erz und 3 329 496 t Grauberg, zusammen 6 714 782 t. Vom Lager wurden 27 355 t Erz verladen. Der Versand während des Geschäftsjahres betrug 2 695 405 t nach Narvik, 710 065 t nach Luleå und 212 t zum Verbrauch im Lande oder zusammen 3 405 682 t. Die Förderung in Luossavaara betrug 225 123 t Erz sowie 96 413 t Grauberg; versandt wurden nach Narvik 223 284 t und nach Luleå 2014 t, zusammen 225 298 t. Der Betrieb wurde unter denselben Verhältnissen wie in Kiruna aufrechterhalten. Die Zahl der Arbeiter belief sich auf 192 Mann. Die Gruben in Malmberget förderten 1 311 189 t Ausfuhrerz. In den Anreicherungsanlagen wurden außerdem 187 465 t Feinerz und Schlich für die Ausfuhr hergestellt. Nach Luleå wurden während des Geschäftsjahres 1 476 037 t Erz für die Ausfuhr versandt. Ueber Narvik und Luleå wurden für Rechnung der Gesellschaft folgende Mengen Erz verschifft:

	Narvik		Luleå	
	1931	1930	1931	1930
Kiruna-Erz . . . . .	2 603 579	5 095 426	53 277	121 420
Gellivare-Erz . . . . .	—	—	836 019	1 841 192
Luossavaara-Erz . . . . .	77 432	215 749	2 289	51
Tuolluvaara-Erz . . . . .	62 000	89 217	10 242	19 014
Freja-Erz . . . . .	—	—	36 526	45 726
	2 743 011	5 400 392	938 353	2 027 403

Ueber die gesamte Erzbewegung der Gesellschaft im abgelaufenen Geschäftsjahre gibt folgende Aufstellung Aufschluß.

Die Erzbewegung vom 1. Oktober 1930 bis 30. September 1931.

	Kiruna-Erz	Luossavaara-Erz	Gellivare-Erz	Zusammen
Lagerbestand Anfang des Jahres:				
an den Gruben . . . . .	101 342	18 809	44 261	164 413
in Narvik und Luleå. . . . .	1 204 999	101 666	503 041	1 809 705
zusammen	1 306 341	120 475	547 302	1 974 118
Förderung während des Jahres	3 385 286	225 123	1 498 655	5 109 064
zusammen	4 691 627	345 598	2 045 957	7 083 182
Während des Jahres verkauft	2 676 486	79 722	851 618	3 607 825
Lagerbestand am 30. September 1931 . . . . .	2 015 141	265 876	1 194 339	3 475 357
Davon:				
an den Gruben . . . . .	80 945	18 633	66 879	166 458
in Narvik und Luleå. . . . .	1 934 196	247 243	1 127 460	3 308 899

### Buchbesprechungen<sup>1)</sup>.

**Springkämper, Heinr., Dipl.-Ing.:** Herstellung von Stahlformguß in der Martingießerei und Kleinbessemerie. Mit 52 Abb. u. 22 Zahlentaf. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1932. (VIII, 87 S.) 8°. 6 *RM*, geb. 7,30 *RM*.

(Die Betriebspraxis der Eisen-, Stahl- und Metallgießerei. Hrg. von Hubert Hermanns. H. 16.)

Das Buch gibt in zwölf Abschnitten, nach einer kurzen Einführung in die Zusammensetzung des Stahles, in gedrängter Form einen Ueberblick über die gesamten Arbeitsgänge der Stahlgießerei, von der Gaserzeugung bis zur Abnahme. Der zwölfte Abschnitt enthält eine Anleitung für die Selbstkostenberechnung des Stahles und des Stahlgußstückes.

Mit großer Sorgfalt hat der Verfasser, der als Fachmann weiß, wo überall den Betriebsleiter der Schuh drücken kann, das ganze Gebiet der Stahlerzeugung, der Formherstellung, des Gießens, des Putzens und der Warmbehandlung bis zum verkaufsfertigen Stahlgußstück, auf kleinen Raum zusammengedrängt. Die Abschnitte geben neben den Abbildungen eine Reihe von Anhaltzahlen sowohl für die Herstellung aus dem Siemens-Martin-Ofen als auch aus der Birne, die dem Gießereileiter Veranlassung sein werden, seinen Betrieb nachzuprüfen und sich dazu nötigenfalls eingehender an Hand der angezogenen Quellen sowie des übrigen Schrifttums zu unterrichten. Auch für die Herstellung sind recht wertvolle Anregungen gegeben.

Dem Konstrukteur gibt das Buch nicht nur ein Bild von den Zusammenhängen und von den vielen Schwierigkeiten bei der Konstruktion und der Herstellung von Stahlgußstücken, sondern es vermittelt ihm auch einen Einblick in die wesentlichen chemischen Vorgänge bei der Stahlerzeugung und den Einfluß der Legierungsbestandteile und der Wärmebehandlung auf die physikalischen Eigenschaften des Stahles. *L. Huy.*

<sup>1)</sup> Wer die Bücher zu kaufen wünscht, wende sich an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

**Methoden, Ausgewählte, für Schiedsanalysen und kontraktorisches Arbeiten bei der Untersuchung von Erzen, Metallen und sonstigen Hüttenprodukten.** (Aluminium, Antimon, Arsen, Beryllium, Blei, Zer, Edelmetalle, Kadmium, Karborund, Kobalt, Korund, Kupfer, Magnesium, Nickel, Quecksilber, Selen und Tellur, Wismut, Zink, Zinn, Stahlhärtungsmetalle.) Mitteilungen des Chemikerfachausschusses der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, e. V., Berlin. 2. Aufl. Berlin: Selbstverlag der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, e. V., 1931. (XX, 457 S.) 8°. Geb. 20 *RM*.

In der vorliegenden zweiten Auflage der „Mitteilungen“ des im Titel genannten Chemikerfachausschusses sind die bisher in zwei Teilen erschienenen Arbeiten des genannten Ausschusses<sup>2)</sup> zu einem Band vereinigt. Das Buch stellt nicht etwa lediglich einen Neudruck dar, sondern eine völlige Durch- und Umarbeitung des Stoffes. Die Probenahme ist ganz herausgenommen und erscheint als Sonderwerk. Die Uebersicht ist durch die nunmehrige Anordnung der Hauptabschnitte alphabetisch nach den Metallen bedeutend erhöht worden. In allen Abschnitten hat man gesichtet; wertvolle Ergänzungen sind aufgenommen, weniger zuverlässige Untersuchungsverfahren weggelassen worden; auch sind neue Abschnitte über die Untersuchungen von Beryllium, Zer, Quecksilber, Selen und Tellur, und Hartschneidmetallen eingegliedert worden. Der in der ersten Auflage durch die vielen Bearbeiter zutage getretene Mangel an Einheitlichkeit des Stiles ist in der vorliegenden Ausgabe durch gleichmäßige Einteilung und Behandlung des Stoffes der einzelnen Abschnitte, wenn auch nicht vollständig, so doch weitgehend beseitigt. Alles in allem ist die jetzige Fassung des wertvollen Buches viel glücklicher, so daß sich das Werk zu seinen alten sicherlich viele neue Freunde erwerben wird. *A. Stadeler.*

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 1275; 46 (1926) S. 492.



## Friedrich von Holt †.

Friedrich von Holt wurde am 25. Oktober 1876 in Oberndorf a. d. Oste geboren. Er war ein richtiges Kind des Marschlandes, wo die Landwirte hinter einem Netz von breiten Kanälen wohnen und in ständiger Arbeit dem Meere ihr fruchtbares Land abkämpfen, wo die Friesen seit Jahrhunderten willensstark und energisch ihre Freiheit hochgehalten haben. Mit besonderer Liebe hing er an der Geschichte dieses seines Volkes, und in den zahlreichen Stunden, die Studium oder Beruf ihn fern vom Elternhaus oder später seinem eigenen Haus hielten, hat er sich mit seinen Vorfahren beschäftigt. Er war ein Kind jener Männer, die keine Krankheit kennen und ein Leben der Pflicht und der Arbeit im Kampfe gegen die Natur führen. So hat auch er nie Krankheit gekannt, außer im Kriege, als ihm, dem damals besonders hart arbeitenden Manne, die scharfe Einhaltung der gesetzlichen Ernährungsbestimmungen einen Zusammenbruch seiner Kräfte brachte, und jetzt, als ihn die schwere letzte Krankheit niederwarf, die ihn am 14. April 1932 nach dreimonatigem zähen Ringen überwand.

Friedrich von Holt kam früh aus dem Elternhaus auf die höheren Schulen in Stade und Hannover und später auf die Technische Hochschule in Hannover und vorübergehend in München. Seine Gaben führten ihn schon früh zum Beruf des Ingenieurs, da sein Jugendtraum, die Astronomie, ihm aus wirtschaftlichen Gründen nicht erreichbar schien. Mit größtem Fleiß und regster Hingabe betrieb er seine Studien, praktizierte verschiedentlich in Eisenbahnwerkstätten und machte 1900 nach der gesetzlich zugelassenen kürzesten Studienzzeit seine Prüfung als Bauführer. Trotzdem verlebte er fröhliche Studienjahre, war mit Begeisterung aktiv und genoß die Freuden der Jugend. Er wurde Eisenbahningenieur und kam 1901 als Regierungsbauführer nach Altona.

Der nächste Sprung führte ihn im Jahre 1902 nach Georgsmarienhütte in die Eisenindustrie, die ihm bis dahin ganz unbekannt war. Die Hüttenwerke bildeten damals noch zahlreiche selbständige Unternehmen, und es begann erst die Entwicklung, die einzelnen Werke zu größeren Gebilden zusammenzufassen. Gerade sollte der Georgsmarienhütten-Verein, der zwei selbständige Hüttenwerke kapitalmäßig erfaßte, zu einer technischen Einheit umgestaltet werden. Das allein stehende Hochofenwerk Georgsmarienhütte, das auf einem örtlichen Erzvorkommen gewachsen war, und das alleinstehende Stahl- und Walzwerk Osnabrück, das sich dank der Verdienste von Geheimrat Haarmann zum ersten Eisenbahnoberbau-Werk Deutschlands entwickelt hatte, sollten zu einer technischen Einheit verschmolzen werden. Von Holt übernahm die Leitung bei dem Neubau der an das Hochofenwerk Georgsmarienhütte anzugliedernden Stahl- und Walzwerke, die nach Lürmannschen Plänen errichtet wurden. Schon damals entstand ihm das Bild des gesamten Hüttenwerks mit planvollem Hintereinander der Anlagen an Stelle des zufällig entstandenen Durcheinanders, wie er es in 25 Jahren nach und nach verwirklicht hat. Später wurde er Leiter des Maschinenbetriebes sowie der Neubauabteilung und gestaltete als solcher die Gaswirtschaft der Georgsmarienhütte völlig neu. Mit kluger Ueberlegung baute er die Kraftzentrale und die gasgefeuerten Walzwerksöfen so aus, daß mit einem Mindestverbrauch an Gas ein höchster Wirkungsgrad erzielt wurde, zu einer Zeit, als die Gichtgaswirtschaft im heutigen Sinne noch allgemein unbekannt war. Er führte Gichtgas- und Wärmebilanzen ein, um die Gas- und Energiewirtschaft des Gesamthüttenwerkes rechnerisch zu erfassen. Durch genaue Sparvorschriften erzog er nicht nur das Aufsichtspersonal, sondern auch jeden einzelnen Mann der Belegschaft zu sparsamer Arbeit im Betrieb. Zwischendurch bestand er 1905 auch noch seine Diplomprüfung als Maschineningenieur. Als Leiter der Neubauabteilung erreichte er ferner, daß dem neugeschaffenen gemischten Betriebe auch eine neuzeitliche Kokerei angegliedert wurde, die dem Hochofen besten Koks und dem weiterverarbeitenden Stahl- und Walzwerk eine wesentliche Verbesserung der Gaswirtschaft brachte. Auf Grund der Verdienste, die er durch alle diese Maßnahmen sich um die Hütte erworben hatte, wurde er 1913 zum Direktor ernannt. Als dann im Weltkriege das Werk von Betriebsleitern entblößt wurde, führte er neben seinem gerade in der Kriegszeit schwierigen Amte der

Werkleitung auch noch die Leitung des Hochofenbetriebes. Nebenbei übte er deutsche Jugend in der Vorbereitung zum Kriegsdienst.

Die Nachkriegszeit sah von Holt wiederum beschäftigt, die Georgsmarienhütte dem neuesten Stande der Technik entsprechend umzubauen und zu verbessern. Daneben schuf er, auch wieder als einer der Ersten in der Eisenindustrie, eine Betriebswirtschafts- und Ueberwachungsorganisation, die es ihm ermöglichte, nicht nur Erzeugung und Verbrauch von Energie meßtechnisch zu erfassen, sondern auch jede Form der Ausgabe und des Verbrauchs technisch unter die Lupe zu nehmen und mit Zeitstudien den Arbeitsablauf, mit Materialstudien die Stoffwirtschaft, mit Betriebsstudien den Erzeugungsgang zu überwachen.

Dank der bei allen diesen Arbeiten erzielten Erfolge erweiterte sich der Wirkungskreis des Verstorbenen immer mehr. Er übernahm im Jahre 1927 zu seinem bisherigen Amt noch die technische Leitung des Hasper Eisen- und Stahlwerkes. Schließlich wurde ihm 1928 die technische Leitung der Hütten des inzwischen aus vielen Werken zusammengewachsenen Klöckner-Konzerns als Vorstandsmitglied übertragen. In Haspe konnte er wieder durch Neu- und Umbauten die alte Anlage wirtschaftlich gestalten und durch entsprechende betriebswirtschaftliche Organisation eine Erzeugungssteigerung und -verbilligung in allen Betrieben erreichen. Bei allen ihm nunmehr anvertrauten Werken ergänzte er die verwaltungsmäßige Vereinheitlichung durch eine technische, indem alle technischen Umänderungen und Verbesserungen zentral bearbeitet und die Betriebsanordnung bis ins einzelne von einer Stelle aus geregelt wurde. So kamen die Arbeiten betriebswirtschaftlicher Art, die in Georgsmarienhütte und Haspe guten Erfolg gebracht hatten, auch auf den anderen Werken des Konzerns zur Durchführung.

Bei allen seinen Maßnahmen kam ihm immer zustatten, daß er ein klar rechnender Ingenieur war, der, wie ein weiser Staatsmann, keine Ausgaben machte, von deren Notwendigkeit er sich nicht bis ins kleinste Rechenschaft gab. Als der gleiche klug prüfende Rechner bewährte er sich auch in der Zeit des wirtschaftlichen Abstieges, bei dem er organisatorisch durchgreifend die Klöckner-Werke den wirtschaftlichen Notwendigkeiten anzupassen geholfen hat.

Auf allen Gebieten des Wissens, besonders in Geschichte und Naturwissenschaften, war sein vielseitiger Geist interessiert. Er verfolgte mit großer Anteilnahme die Fortschritte der Wissenschaft, und nur die starke berufliche Inanspruchnahme ließ seine Absicht, auch noch die Dr.-Ing.-Würde zu erwerben, nicht zur Ausführung kommen. In Anerkennung seiner zahlreichen Verdienste um die wissenschaftliche Entwicklung des Eisenhüttenwesens hatte ihn die Bergakademie Clausthal zu ihrem Ehren doktor ausersehen, eine Absicht, die leider durch sein frühzeitiges Hinscheiden unausgeführt blieb. An den Arbeiten des Vereins deutscher Eisenhüttenleute nahm er regsten Anteil, namentlich an den Aufgaben des Maschinenausschusses, dessen Arbeitsausschuß ihn schon lange Jahre zu seinen eifrigsten Mitgliedern zählen durfte. Seit dem Jahre 1929 gehörte er auch dem Vorstande des Vereins an, wo sein kluger Rat schmerzlich vermißt werden wird.

Obwohl der nun Verblichene den Außenstehenden immer als der verstandesgemäß rechnende Ingenieur und anordnende Werksleiter erschien, wurde denen, die ihm nähertreten durften, doch bewußt, daß ein warmes Herz mit dem klar rechnenden Verstande verschwistert war. Im Verkehr mit seinen Kollegen und Untergebenen war er stets der vornehme Mensch, der nie verletzte, selbst wo er hart sein mußte, und bei dem auch manches Mal das Herz durchblickte, wenn er eigentlich nur gerecht anzuerkennen hatte. Er wurde deshalb von sehr vielen Menschen geliebt, obwohl er wenig sprach und sich zurückhielt. Groß war der Trauerzug, der ihm das letzte Geleit zu dem stillen Bergfriedhof von Georgsmarienhütte gab, den er sich als letzte Ruhestätte gewünscht hatte. Das Denkmal, das er sich in den Werken des Klöckner-Konzerns geschaffen hat, wird noch ergänzt durch ein zweites, das er im Herzen seiner Mitarbeiter und seiner vielen Freunde sich erbauen konnte.

