

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

unter Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 43

24. OKTOBER 1940

60. JAHRGANG

Mittel und Wege zur Leistungssteigerung bestehender Gaskraftwerke.

Von Ludwig Maduschka in Mülheim (Ruhr).

[Bericht Nr. 85 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*.]

(Ausnützung der vorhandenen Anlagen. Betrieb der Einzelmachine mit Vollast ermöglicht durch Verringerung des Verdichtungsdruckes und Erhöhung des mittleren Druckes. Beschränkung von Betriebsausfällen. Wichtigkeit der Gasreinigung. Ausbau der Betriebsüberwachung unter besonderer Beachtung von Kurbellager, Kolbenstangen, Kupplungen, Gaszylindern. Leistungssteigerung durch Spül- und Nachladeverfahren, Vergrößerung des Gaszylinderdurchmessers, Erhöhung der Drehzahl bei Gebläsemaschinen unter Voraussetzung der Gewichtsverminderung der Triebwerksteile.)

Die in den folgenden Ausführungen angegebenen Mittel und Wege zur Leistungssteigerung von Gaskraftwerken sind zum Teil nicht neu, fanden aber bisher vielleicht nicht überall die ihnen zukommende Beachtung, so daß ein erneuter Hinweis auf sie gerechtfertigt erscheint. Die nächstliegende und eigentlich selbstverständliche Maßnahme zur Erreichung des angestrebten Zieles ist die volle Ausnützung der vorhandenen Anlage, und zwar sowohl jeder einzelnen Maschine als auch der Gesamtheit aller Maschinen. Wenn in dieser Hinsicht bei manchen Gaskraftwerken bereits die Grenze des Möglichen nahezu erreicht ist, so mag doch noch hin und wieder die früher vorherrschende, aber inzwischen überholte Ansicht bestehen, daß Gasmaschinen, um eine Ueberbeanspruchung und Verminderung der Haltbarkeit ihrer Teile zu verhüten, nicht dauernd voll belastet werden dürfen, und daß ferner, um gegen Betriebsstörungen völlig gewappnet zu sein, eine starke Reserve an betriebsfähigen, aber stillstehenden Maschinen von 20 % und noch mehr aller aufgestellten Maschinen erforderlich ist. In der ersten Entwicklungszeit der Großgasmaschine, als ihr noch nicht die hohe Betriebssicherheit von heute eigen war und bezüglich Wartung erst Erfahrungen gesammelt werden mußten, war eine solche Vorsichtsmaßnahme in der Tat am Platze.

Die Gestaltung der Triebwerksteile und namentlich des besonders gefährdeten Gaszylinders wies erhebliche Mängel auf, die in langsamer, aber steter baulicher Weiterentwicklung verringert, wenn auch noch nicht völlig beseitigt werden konnten. Der verhältnismäßig hohe Staubgehalt des Betriebsgases machte in kurzen Zeitabständen eine gründliche Reinigung der Maschinen notwendig und verursachte neben unzureichender Schmierung und Kühlung einen raschen Verschleiß der Zylinderlauffläche und der Kolbenringe. Zur Erzielung eines günstigen thermischen Wirkungsgrades wurde die Gemischverdichtung im Gaszylinder hoch, und zwar bis 13 atü gewählt, die teilweise bis heute noch beibehalten worden ist, weshalb bei Volleistung der Maschinen und entsprechender Einstellung des Zündpunktes auch hohe

Verpuffungsdrücke von 22 bis 25 atü, bei Vorzündungen bisweilen über 30 atü und hohe Verbrennungstemperaturen auftraten. Zu wenig Zünder oder deren unzuweckmäßige Anordnung zwangen zur frühen Zündung und trugen zur Erhöhung des Verpuffungsdruckes bei. Ueberbeanspruchung der Lager, häufige Brüche an Triebwerksteilen und an Gaszylindern waren die Folge hiervon. Alle diese Umstände aber führten oft zu längeren Betriebsausfällen bei den Maschinen, die wieder größere Maschinenreserven bedingten, und waren daher die Ursache für die Leistungsverminderung bei Gaskraftwerken. Um die schädlichen hohen Spitzen bei den Verpuffungsdrücken zu beseitigen, wurde schon frühzeitig — in manchem Kraftwerk geschieht es vielleicht heute noch — der Zündpunkt später eingestellt und der Gasgehalt des Gemisches durch Drosselung der Gaszufuhr herabgesetzt. Aber damit mußte eine schleichende und zum Teil nicht vollständige Verbrennung im Gaszylinder, daher ein erhöhter Gasverbrauch und die Leistungsverminderung jeder einzelnen Maschine bis zu 80 % der Volleistung in Kauf genommen werden.

Welches sind nun die Mittel und Wege, um die ange deuteten Uebelstände zu beheben? Zunächst ist die schon vielfach mit gutem Erfolg durchgeführte Verringerung des Verdichtungsdruckes des Gasgemisches auf 9, höchstens 10 atü bei Betrieb mit Hochofengas zu nennen, wodurch die Verpuffungsdrücke um rd. 25 % niedriger werden und sich in angemessenen Grenzen von 17 bis 19 atü bewegen. Bei Gasmaschinen mit Spülung und Nachladung beträgt der Verdichtungsdruck ohnehin nur ungefähr 6 atü. Bei der Gemischverdichtung auf 9 atü steigt der Gasverbrauch je PS und h bei Vollast gegenüber dem bei hoher Verdichtung nur unerheblich und nicht über 5 %. Jedenfalls ist er kleiner als bei der erwähnten Belastungsverminderung bei hoher Verdichtung. Ferner sinkt die Verpuffungstemperatur nach der Entropietafel für Feuergase von Schüle um mehr als 100°, und dementsprechend nehmen auch die mittleren Temperaturen und Wärmespannungen im Gaszylinder und die Neigung zu Vorzündungen namentlich bei gelegentlich höherem Wasserstoffgehalt des Hochofengases ab. Bei einer derart verringerten Gemischverdichtung können Gasmaschinen, ohne eine übermäßige Beanspruchung ihrer

* Vorgetragen in der 28. Vollsitzung am 23. April 1940 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Bestandteile befürchten zu müssen, wie auch Betriebs-erfahrungen bestätigen, dauernd mit Vollast betrieben werden, wodurch sich in manchen Gaskraftwerken bereits eine beträchtliche Leistungssteigerung ergibt.

Um die Leistungsfähigkeit eines Gaskraftwerkes richtig beurteilen zu können, muß man sich vor allem über den Begriff Vollast und den ihr entsprechenden durchschnittlichen mittleren Druck in den Gaszylindern im klaren sein. Darunter ist nicht eine vorübergehende Spitzenleistung, auch nicht eine mit allen Schikanen bei Abnahmeversuchen für einige Zeit erzielte besonders hohe Leistung, sondern die größte Dauerleistung im Betriebe bei gleichmäßiger Belastung und gutem Zustande der Maschine zu verstehen. Die Vollast und der zugehörige indizierte Druck sind bei gleichen Hauptabmessungen der Maschinen keine unveränderlichen Größen, sondern hängen ab von der Luft- und Gastemperatur, dem Barometerstand, dem Heizwert des trockenen Gases und dessen Wassergehalt und von der baulichen Gestaltung der Steuerung, Regelung und der Gas- und Luftzufuhrwege. Die Vollast bei ein und derselben Maschine kann daher im Winter bei tiefer Temperatur, infolge des in den Zylinder angesaugten größeren Gemischgewichtes, um über 10 % größer sein als an heißen Sommertagen. Man sollte deshalb die Vollast auf eine mittlere Temperatur von etwa 20° und einen mittleren Barometerstand beziehen, wobei kleinere Abweichungen bei beiden keine Rolle spielen. Der durchschnittliche mittlere Druck bei Vollast wird bei Viertaktmaschinen ohne Spülung vielfach mit 4,5 at angenommen. Bei Hochofengas mit einem Heizwert von 900 kcal und weniger kann man sich mit diesem Wert begnügen, aber bei einem Heizwert von 1000 kcal und mehr, wie es im Ruhrgebiet wohl durchweg zutrifft, müßte ein durchschnittlicher mittlerer Druck von 4,8 bis 5 at bei Vollast zu erreichen sein. In der Tat wurden durch mehrjährige Beobachtung der Tagesleistungen einer Zwillings-Tandem-Gasmaschine DTZ 14 ohne Spülung am kWh-Zähler, also mit Hilfe des zuverlässigsten Verfahrens für die Ermittlung von Dauerleistungen, mittlere Drücke von 5 bis 5,1 at festgestellt. Voraussetzung für diese hohe Dauerleistung ist neben dem schon erwähnten guten Zustand der Maschine richtige Einstellung der Steuerung und Regelung, eine einwandfreie Zündung und keine übermäßige Verengung der Zufuhrwege des Gases durch Staubablagerung.

Die Verkürzung der Ventilhubhöhe infolge Wälzhebelverschleißes ist oft der Grund für einen merklichen Leistungsabfall, und bisweilen ist sogar die zu enge und verwickelte Ausführung der Gas- und Luftzuführungs Kanäle von vornherein ein Hindernis, um die Vollast von der gewünschten Höhe zu erzielen. Wegen Schwingungen der Gas- und Luftsäule in den Hauptzuführungsleitungen und der damit verbundenen Druck- und Geschwindigkeitsschwankungen weisen manchmal einzelne Zylinderseiten schlechte Diagramme auf, die den durchschnittlichen mittleren Druck von allen Zylinderseiten und die Vollast ungünstig beeinflussen. Eine Beseitigung dieses Uebelstandes ist nicht leicht und gelingt selbst durch Einbau von Drosselscheiben, Drosselung an dem Hauptgasschieber und Einstellung der von Hand betätigten Schieber und Drosselklappen an den Gaszylindern nicht immer vollständig. Aber bei eingehender Beschäftigung mit dieser Schwierigkeit würde sich auch hier ein Weg für dauernde Abhilfe finden lassen. Ein unentbehrliches Hilfsmittel, um aus den Maschinen dauernd die größte Leistung herauszuholen, ist deren Indizierung in nicht zu langen Zeitabständen, die einen tieferen Einblick in den Betriebszustand der Maschinen gewährt und die Beseitigung von Mängeln im Entstehen bereits ermöglicht.

Neben der vollen Belastung jeder einzelnen Maschine ist für die Leistungsfähigkeit eines Gaskraftwerkes die weitest gehende Ausnützung der gesamten Anlage, also die Beschränkung von Betriebsausfällen an Maschinen infolge Reinigung und Instandhaltung auf ein Mindestmaß von Wichtigkeit. Ein Staubgehalt von 20 bis 30 mg/m³ für Hochofengas, der bei vielen Gaskraftwerken sogar überschritten wird, ist noch recht hoch, bedingt öftere Reinigung der Maschinen und ist eine der Ursachen für den raschen Verschleiß der Zylinderlaufflächen und Kolbenringe, die immer zu längeren Betriebsstörungen führen. Die verschiedentlich schon durchgeführte Verbesserung der Gasreinigung und Herabsetzung des Staubgehaltes auf 10 mg/m³ und noch weniger kann deswegen zum Nutzen der Leistungsfähigkeit eines Gaskraftwerkes besonders empfohlen werden. Bei derartig reinem Gas befinden sich Gasmaschinen größerer Bauart seit über zwei Jahren, abgesehen von kurzen Unterbrechungen zum Nachstellen von Lagern und Auswechseln von Zündbüchsen, ohne Leistungsverminderung in ununterbrochenem Betrieb, so daß man hier von einer guten Ausnützung der Maschinen sprechen kann.

Unverlässliche Voraussetzung für die Aufrechterhaltung und Steigerung der Leistung eines Gaskraftwerkes ist eine sorgfältige Betriebsüberwachung, eine auch Nebensächlichkeiten einschließende gute Instandhaltung und daher baldige Beseitigung aller Mängel nach ihrer Feststellung. Die Nichtbeachtung dieser Voraussetzung führt, wie die Erfahrung lehrt, im Laufe der Zeit zu schweren Beschädigungen der Maschinen und empfindlichen Betriebsausfällen. Befindet sich erst einmal ein Gaskraftwerk in schlechtem Zustande, so kostet es viel Geld, Arbeit und Nervenkraft, um es wieder halbwegs in Ordnung zu bringen.

Auf die Instandhaltung und baulichen Neuerungen der wichtigsten Teile der Großgasmaschinen sei kurz eingegangen. Haupt- und Kurbellager werden wohl schon durchweg genau überwacht und zwecks Vermeidung stoßweisen Ganges rechtzeitig nachgezogen. Eine scharfe Nachprüfung des Verschleißes der Hauptlager in senkrechter Richtung mit Hilfe fester Marken oder durch Messung der Wangenentfernung in der oberen und unteren Kurbellager schützt vor Ueberbeanspruchung der Kurbelwelle und vermindert die Bruchgefahr. Unliebsam bemerkbar macht sich bei den größten Maschinenbauarten — namentlich bei der DT 15 — der rasche Verschleiß des Kurbellagers und die Neigung zu Stößen. Es ist eine vielleicht überraschende Tatsache, daß das Triebwerksgewicht je cm² Kolbenfläche mit der Größe der Maschinen erheblich zunimmt und daß daher der Massendruck am Kurbelzapfen je cm² Kolbenfläche bei der Bauart DT 15 mit 23 atü den Verpuffungsdruck mit 16 bis 17 atü wesentlich übersteigt. Der tatsächlich auftretende Druck am Kurbellager setzt sich aus dem Verpuffungsdruck und der Massenkraft zusammen, und wie aus *Bild 1* hervorgeht, ist der Größtwert der Flächenpressung im Kurbellager bei der DT 15-Gasdynamo um 50 % größer als bei der Bauart DT 14 und sogar doppelt so groß wie bei der DT 13. Wegen Richtungswechsels des Lagerdruckes während einer Umdrehung tritt auch bei kleinem Spiel zwischen Lager und Kurbelzapfen eine Stoßkraft auf, die proportional mit dem Triebwerksgewicht je cm² Lagerquerschnitt zunimmt und deswegen bei den größten Maschinen ebenfalls besonders zum Verschleiß des Kurbellagers beiträgt. Als Mittel gegen diesen raschen Lagerverschleiß wird in neuerer Zeit die Zuführung des Schmieröles unter höherem Druck angewandt, mit welchem Erfolg, muß erst abgewartet werden. Ein anderes Mittel ist die ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit mögliche und

bei vorhandenen Maschinen wenigstens an Ersatzteilen durchführbare Gewichtsverminderung des zu schweren Triebwerks, die noch eingehender behandelt wird. Hier sei auch noch kurz hervorgehoben, daß Schwierigkeiten bezüglich des Lagermetalles als überwunden gelten können, da sich zinnarme Bleilagermetalle, z. B. Thermit, bei den Haupt- und Kurbellagern der größten Maschinen recht gut bewährt haben. Voraussetzung für die Verwendung von Bleilagermetall ist eine fein polierte Oberfläche der Zapfen und etwas größeres Lagerspiel als bei Lagermetall mit hohem Zinngehalt.

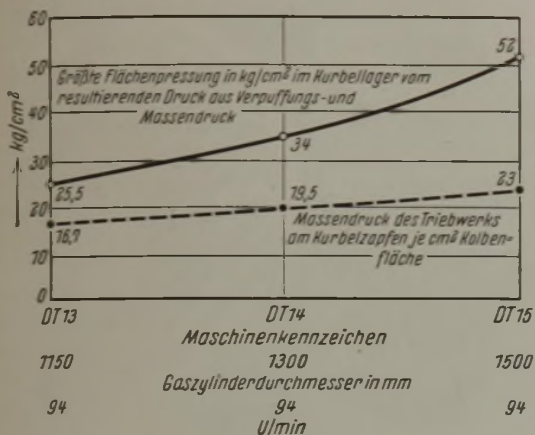


Bild 1. Massendruck je cm² Kolbenfläche am Kurbelzapfen und größte Flächenpressung im Kurbellager bei Gasdynamos verschiedener Größe.

Auch durch Brüche an Kolbenstangen werden öfter Betriebsausfälle hervorgerufen. Am meisten gefährdet sind die ersten tragenden Gewindegänge an der Kupplung, die den Hauptteil der Kolbenkraft aufnehmen, so daß an dieser Stelle bei der üblichen Ausführung von Kupplung und Gewinde sehr hohe örtliche Spannungen auftreten. Durch Entlastungskerbenn in der Kupplung oder in den Muttern (Bild 2) oder Anwendung des Soltgewindes, bei dem die Muttergänge in geeigneter Weise hinterdreht sind, werden die ersten tragenden Gänge entlastet, die Kolbenkraft wird gleichmäßiger auf das ganze Gewinde verteilt und dadurch die Spannungsspitzen und die Bruchgefahr, wie Betriebserfahrungen bestätigen, wesentlich vermindert. Dasselbe gilt auch für Pleuelstangenschrauben, bei denen zwar seltener Brüche vorkommen, die aber dann immer verheerende Auswirkungen haben¹). In den außerhalb der Kupplung liegenden Bohrungen für Kühlwasser-Zu- und -Abführung bilden sich ebenfalls leicht Anrisse, namentlich bei Kühlwasser von größerer Härte, infolge von Korrosionen in Verbindung mit Kerbwirkung, die Dauerbrüche veranlassen. Die vielfach schon durchgeführte Verlegung der Bohrungen an die Enden der Kolbenstangen in der Mitte der Kupplung, also in den Bereich der Druckbeanspruchung, verhindert diese Spannungsspitzen und hat sich deswegen im Betrieb gut bewährt.

Bei den Gaszylindern, die trotz ihrer langen Lebensdauer von 12 bis 14 und noch mehr Jahren, infolge Vervollkommnung der Verfahren für ihre Instandsetzung, den Betriebsingenieuren noch einigen Kummer bereiten, ist zunächst die seit längerer Zeit eingeführte unmittelbar gekühlte Laufbüchse zu erwähnen, durch die dem Verschleiß von Zylinderlauffläche und Kolbenringen ebenfalls entgegengewirkt wird²). Erst seitdem es gelungen ist, eine dauernd sichere

Abdichtung zwischen Laufbüchse und innerem Zylindermantel herzustellen, kann die unmittelbar gekühlte Laufbüchse als Fortschritt und Mittel zur Verminderung von Betriebsausfällen betrachtet werden. Da die langen, engen Kühlkanäle um diese Laufbüchse schwer zu reinigen sind, sollte für ihre Kühlung nur Kondensat verwendet werden, um sie vor Verschmutzung und Kesselsteinbildung zu schützen. Bei einem Kraftwerk eines Hochofenwerkes sind 7 Gaszylinder mit unmittelbar gekühlter Laufbüchse, darunter mehrere seit einer Reihe von Jahren, ohne jegliche Störung der Abdichtung zwischen Laufbüchse und innerer Zylinderwandung in Betrieb. Bei der Untersuchung eines Gaszylinders mit unmittelbar gekühlter Laufbüchse von einer DT 15-Maschine nach über einem Betriebsjahr zeigten Laufbüchse und Kolbenringe einen ungewöhnlich geringen Verschleiß. Besonders bemerkenswert bei dieser Maschine ist auch der geringe Verbrauch an Zylinderöl von 26 kg je Tag gegenüber einem gewährleisteten Verbrauch von 52 kg je Tag. Allerdings wird neben der gekühlten Laufbüchse auch eine besondere Art Schmierung verwendet, bei der das Öl am Hubende in der Totpunktstellung des Kolbens durch Preßluft eingblasen wird. Gekühlte Laufbüchse und Art der Schmierung sind an der Verringerung des Verschleißes und des Ölverbrauchs in gleichem Maße beteiligt.

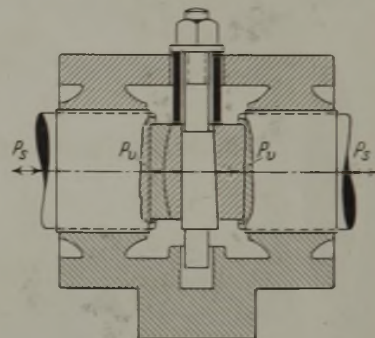


Bild 2. Gewindegewindekupplung mit Entlastungskerbenn an beiden Gewindeenden.

Ein Wunschtraum von vielen Betriebsleitern von Gaskraftwerken ist seit Jahrzehnten der Gaszylinder aus Schmiedestahl, von dem sie größere Haltbarkeit und daher weniger Betriebsstörungen als bei Zylindern aus Gußeisen oder Stahlguß erwarten. Dieser Wunschtraum ist mit der Vervollkommnung der Schweißtechnik zum großen Teil Wirklichkeit geworden. Wie der Leiter des mit Koksfofengas betriebenen Gaskraftwerkes der Zeche Bergmannsglück in Buer mitteilt, ist dort bei Strommaschinen Bauart DT 13 B (Hub 1300 mm, Gaszylinderdurchmesser 1250 mm) ein Gaszylinder von dieser Bauart seit drei Jahren, ein anderer seit einem Jahre in Dauerbetrieb und ein dritter wird zur Zeit eingebaut. Mit diesen Zylindern wurden bisher die besten Erfahrungen gemacht. Die Lieferfirma, die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, macht hierüber noch nachstehende nähere Angaben. Die Entwicklung von Großgasmaschinenzylindern, die aus Stahlblechen und Stahlformstücken zusammengesetzt sind, wurde durch folgende Umstände veranlaßt. Die gegossenen Zylinder von Großgasmaschinen bedingen wegen ihrer Herstellung und der Festigkeit des Werkstoffes große Wandstärken, die an manchen Stellen erhebliche Wärmespannungen und dadurch häufig Wärmerisse verursachen. Aus demselben Grunde ergeben sich in der Zylinderlauffläche hohe Temperaturen und die Notwendigkeit der Verwendung von Zylinderschmieröl mit besonderen Eigenschaften. Bei Herstellung der Gaszylinder aus Stahlblech und Stahlformstücken unter Ausnützung der Fortschritte in der Schweißtechnik können die Wandstärken um mehr als die Hälfte gegenüber der bisherigen Ausführung vermindert werden, wodurch die

¹) Maduschka, L.: Techn. Mitt., Essen, 31 (1938) S. 340/45.

²) Vgl. Reimer, F.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 569/80 (Masch.-Aussch. 67).

Nachteile dicker Wandungen fortfallen. Das Gewicht eines solchen Zylinders beträgt nur mehr etwa die Hälfte von einem entsprechendem Gußzylinder, so daß an Werkstoff, Fracht und gegebenenfalls an Zoll beträchtliche Ersparnisse erzielt werden. Außer dem zuerst gelieferten werden alle Zylinder in einem für diesen besonderen Zweck beschafften und mit Gas geheizten Ofen gegläht, um die infolge des Schweißens entstandenen Spannungen zu beseitigen. Der Zylinder hat deshalb auch eine gleichmäßige Härte, die sich bei der Bearbeitung günstig auswirkt. Aus Bild 3 ist die Fertigungsstufe ersichtlich, bei der der Innenmantel mit den Stirnflanschen und den Ventilkammern verschweißt ist. Nach

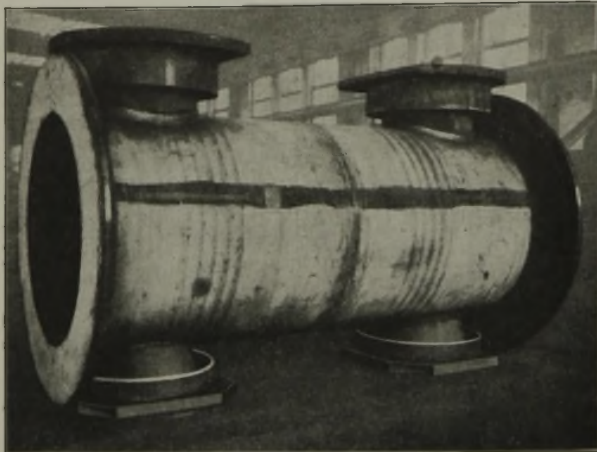


Bild 3. Innerer Zylindermantel verschweißt mit den Stirnflanschen und Ventilkammern.

dem Anschweißen der Zündbüchsenhüllen wird der Außenmantel mit den Stirnflanschen und an den Durchdringungsstellen mit den Ventilkammern und den Zündbüchsenhüllen verschweißt und danach Längsanker zur Entlastung der Zylinderwände mit Vorspannung und die gußeiserne Laufbüchse eingezogen, die gegen Verdrehung und Längsverschiebung gesichert ist. In Bild 4 ist der einbaufertige Zylinder dargestellt.

Vorläufig sind diese aus Stahl geschweißten Zylinder noch wesentlich teurer als die gußeisernen Zylinder. Es ist aber anzunehmen, daß deren Herstellung bei Verwertung der bisherigen Erfahrungen billiger wird. Im Hinblick auf die lange Lebensdauer der neuzeitlichen gußeisernen, mehrteiligen Zylinder und die erst verhältnismäßig kurze Betriebszeit der geschweißten Stahlzylinder kann die Verlängerung der Lebensdauer bei diesen gegenüber der bei den ersteren noch nicht angegeben werden. Deshalb hat die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg bisher von einer besonderen Werbung abgesehen. Jedenfalls ist die Instandsetzung nach Auftreten eines Risses bei den Zylindern aus Stahl durch Schweißen viel einfacher und schneller durchzuführen als bei den gußeisernen Zylindern. Wegen der gegenwärtig langen Lieferzeiten für Stahlmäntel und Stahlformstücke ist die Lieferzeit für die aus Stahl geschweißten Zylinder länger als für die gußeisernen Zylinder. Auf Grund dieser Angaben der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg läßt sich noch kein abschließendes Urteil über den aus Stahlblech und Stahlformstücken zusammengesetzten Gaszylinder bilden, es ist aber doch zu hoffen, daß er für die Weiterentwicklung der Gasmaschine einen Schritt vorwärts bedeutet.

Die Anwendung der angeführten Mittel im Betrieb und bei der Instandhaltung von Gaskraftwerken ermöglicht in manchen Fällen wenigstens im Laufe der Zeit bereits eine beträchtliche Leistungserhöhung. Als Maßstab für die Aus-

nützung, die Belastung und den Zustand eines Gaskraftwerkes dienen wohl allgemein der Ausnutzungsfaktor und der Belastungsfaktor, natürlich immer unter Berücksichtigung der Art der Leistungsabnahme. Jener ist das Verhältnis der wirklichen mittleren Leistung während eines

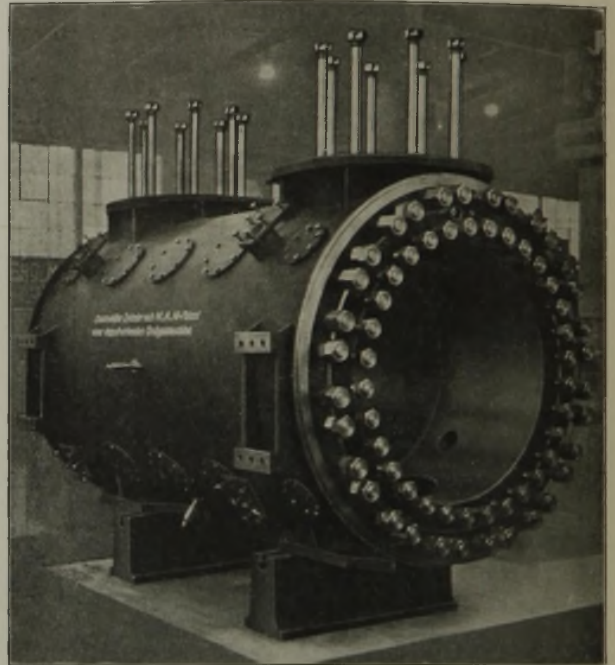


Bild 4. Einbaufertiger Gaszylinder aus Stahlblechen und Formstücken zusammengeschweißt.

Zeitabschnitts, z. B. während eines Monats oder eines Jahres, zur größten Dauerleistung aller vorhandenen Maschinen oder kurz der installierten Leistung, und dieser ist das Verhältnis der wirklichen Arbeitsleistung während eines bestimmten Zeitabschnittes zur größten Arbeitsleistung der in Betrieb befindlichen Maschinen. Beide Faktoren werden für Strommaschinen und Gebläsemaschinen am besten getrennt aufgestellt. In Bild 5 ist für die Strommaschinen

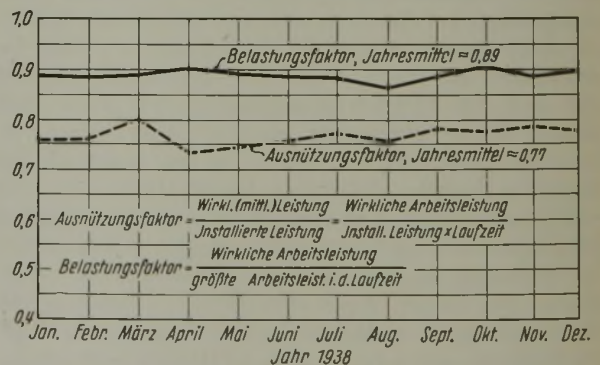


Bild 5. Ausnutzungsfaktor und Belastungsfaktor bei den Strommaschinen eines Gaskraftwerkes auf einem Hüttenwerk. (Der installierten Leistung ist ein durchschnittlicher mittlerer Druck in den Gaszylindern von $p_m = 5,0$ at zugrunde gelegt.)

eines großen Kraftwerkes auf einem Hüttenwerk der Ausnutzungsfaktor und der Belastungsfaktor während des Jahres 1938 in Zeitabständen von einem Monat eingetragen. Die installierte Leistung oder größte Dauerleistung wurde, da es sich durchweg um Maschinen ohne Spülung handelt, unter Zugrundelegung eines mittleren Druckes im Gaszylinder von 5,0 at berechnet. Die Leistungsabgabe unterliegt auch bei diesem Kraftwerk infolge der Betriebspausen, einschließlich sonntags, in den Walzwerken, Preßwerken

und anderen Werkstätten größeren Schwankungen. Wenn auch die mit dem Dampf von den Abhitzeesseln der Gasmaschinen gespeisten Dampfturbinen die Belastungsspitzen nach oben und unten in der Hauptsache ausgleichen, so wird doch in Zeiten geringer Leistungsabgabe die Entlastung und sogar Stillsetzung von Gasmaschinen notwendig werden, die sich beim Ausnutzungs- und Belastungsfaktor ungünstig auswirken. Die Jahresmittel bei beiden Faktoren belaufen sich im vorliegenden Beispiel auf 0,77 und 0,89. Nur auf die Hauptarbeitsschichten bezogen, würden sich die Faktoren den Werten 0,9 und 1 und sich damit der eingangs erwähnten Grenze des Möglichen nähern. Der Vergleich der Ausnutzungs- und Belastungsfaktoren anderer Gaskraftwerke mit den Werten dieses Beispiels, immer unter Beachtung der Art der Leistungsabgabe, gibt einen Fingerzeig, ob und inwieweit bei ihnen eine Leistungssteigerung ohne weitergehende Maßnahmen erwartet werden kann.

Zu den Mitteln, die besonders zur Leistungssteigerung von Gasmaschinen empfohlen werden, zählt das Spül- und Nachladeverfahren, dessen Anwendung Umbauten an vorhandenen gewöhnlichen Gasmaschinen erfordert. Bezüglich der Mehrleistung der nach diesen Verfahren arbeitenden Gasmaschinen gegenüber üblichen Viertaktmaschinen im Dauerbetrieb besteht noch keine einheitliche Meinung, so daß es wichtig ist, über diesen Punkt Klarheit zu schaffen. Nach langjährigen Beobachtungen an DT 15-Gasdynamos mit Spülung und Nachladung und 94 U/min läßt sich bei Hochofengas mit einem Heizwert von rd. 1000 kcal und einer mittleren Außentemperatur ein durchschnittlicher mittlerer Druck von 5,5 at erzielen. In Rechnung zu ziehen ist aber noch der Leistungsbedarf des Spülluftgebläses mit 3,5 bis 4 % der Maschinenleistung, so daß für die nutzbare Maschinenleistung ein mittlerer Druck von 5,3 at zur Verfügung steht. Es ist aber zu bemerken, daß nicht bei allen Gasmaschinen mit Spülung und Nachladung dieser mittlere Druck im Dauerbetrieb erreicht wird. Durch Anwendung des Spül- und Nachladeverfahrens würde sich demnach gegenüber üblichen Viertaktmaschinen mit einem durchschnittlichen mittleren Druck von 4,5 at eine Mehrleistung bis zu 20 % ergeben, da mit der größeren Leistung auch der mechanische Wirkungsgrad besser wird. Die Mehrleistung sinkt aber auf 12,5 bis 6,5 %, wenn der durchschnittliche mittlere Druck bereits 4,8 bis 5 at beträgt, und man kann dann im Zweifel darüber sein, ob der Umbau einer gewöhnlichen Maschine für Spülung und Nachladung wegen der nicht unerheblichen Kosten noch wirtschaftlich ist. Eine sorgfältige Untersuchung von Fall zu Fall vor der Umänderung vorhandener Gasmaschinen für das Spül- und Nachladeverfahren über die zu erwartende Mehrleistung ist daher, um vor Enttäuschungen bewahrt zu bleiben, unerlässlich. Die größte Maschine DT 15 wird bei Strommaschinen von vornherein durchweg mit Spülung und Nachladung geliefert, während dies bei den mittleren und kleineren Arten weniger gebräuchlich ist, da bei diesen der Leistungsgewinn den Nachteil der verwickelteren Steuerung und des zusätzlichen Spülgebläses nicht ganz aufwiegt.

Ein einfaches Mittel zur Leistungssteigerung von 10 bis 20 % ist die meist zulässige und mögliche Vergrößerung des Gaszylinderdurchmessers um 50 bis 100 mm bei neu zu beschaffenden Ersatzgaszylindern. Das Triebwerk ist in der Regel reichlich bemessen, und bei verminderter Gemischverdichtung und zweckmäßiger Gestaltung der Triebwerksteile kann der größere Gaszylinderdurchmesser, wie die Erfahrung bestätigt, ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit ausgeführt werden. Vor der Umänderung von Maschinen für das Spül- und Nachladeverfahren oder der

Vergrößerung des Gaszylinderdurchmessers ist natürlich zu prüfen, ob die Stromerzeuger ohne Schaden die höhere Belastung aufnehmen können.

Ein besonderes Bedürfnis für Leistungssteigerung besteht vielfach bei Gasgebläsemaschinen. Wegen Vergrößerung der Hochöfen stieg einerseits der Windbedarf und gleichzeitig der Winddruck von 0,6 bis 1,3 atü und noch mehr. Andererseits verminderte sich wegen dieses hohen Winddruckes die Windleistung der ursprünglich für niedrigeren Winddruck gebauten Gasgebläsemaschinen beträchtlich, bei denen entweder die Zuschalteräume im Gebläse dauernd geöffnet oder, was unbedingt vorzuziehen ist, die Gebläsezylinderdurchmesser auf ein dem höheren Winddruck entsprechendes Maß verkleinert werden mußten. Der Verlust an Windleistung kann vor allem durch Erhöhung der Drehzahl der Gebläsemaschinen zum Teil wieder ausgeglichen werden, die allerdings wegen des bei Gasgebläsen besonders schweren Triebwerkes und der durch dieses hervorgerufenen großen Massenkräfte nur bei gleichzeitiger Gewichtsverminderung der Triebwerksteile ohne Nachteile durchführbar ist. Bei dieser Gelegenheit muß wieder darauf hingewiesen werden, daß die großen Gasmaschinen an einem Uebermaß des Triebwerksgewichtes kranken, wodurch nicht nur die Kurbellager stark belastet, sondern auch starke Schwingungen und Brüche der Fundamente sowie die manchmal so störenden Erschütterungen bei Gebäuden in der Umgebung von Gaskraftwerken veranlaßt werden.

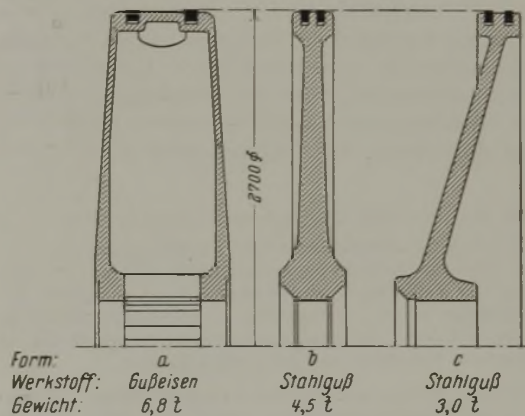


Bild 6. Form und Gewicht bei Gebläsekolben.

An einem der Praxis entnommenen Beispiel einer Gasgebläsemaschine DTG 14 soll nun gezeigt werden, wie das Triebwerk auf verhältnismäßig einfache Weise von unnötigem Gewichtsballast befreit und dadurch Drehzahl und Windleistung erhöht werden kann. Bei Gebläsekolben kommen drei Ausführungsformen (Bild 6) in Betracht: Die Form a, der doppelwandige Kolben mit Rippen aus Gußeisen, der bei den meisten älteren und manchen neueren Gebläsen anzutreffen ist, die Form b, der einfache Scheibenkolben aus Stahlguß, und die Form c, der einwandige konische Kolben aus Stahlguß oder Schmiedestahl, der sich bei Schiffsdampfmaschinen gut bewährt, aber bei Gebläsen weniger Verwendung gefunden hat, obwohl er die günstigste Festigkeitsform hat, da bekanntlich die Ring- oder Tangentialspannungen der Durchbiegung entgegenwirken und deswegen die Biegungsbeanspruchung außerordentlich vermindern. Durch Verwendung dieses konischen Kolbens können bei dem genannten Gebläse 3,8 bzw. 1,5 t gegenüber den Kolbenformen a und b gespart werden. Bei den Gebläsekolbenstangen ist der Querschnitt, also äußerer Durchmesser und Bohrung, mit wenigen Ausnahmen wie bei den

Gaskolbenstangen ausgeführt, die die vierfache Kraft wie die erste zu übertragen haben. Bei einer der Gebläsekolbenkraft entsprechenden Bohrung wird die Gebläsekolbenstange im vorliegenden Beispiel um rd. 1 t leichter. Viel Gewicht zu sparen ist auch vielfach an Kolbenstangenkupplungen, wie aus dem Vergleich zweier ausgeführter Kupplungen bei ein und derselben Maschine DT 14 nach Bild 7 ersichtlich ist und wonach Kupplung a nahezu doppelt so schwer ist wie die Kupplung b, die sich im Betrieb gut bewährt hat.

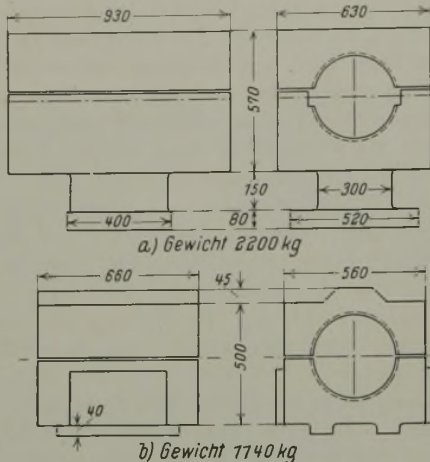


Bild 7. Ausgeführte Kupplungen für Gaskolbenstangen bei der Maschine DT 14.

Weitere Gewichtsersparnis konnte am Kreuzkopf, durch Herstellung von dessen Schuh aus dünnwandigem Stahlguß, der Kupplungsschuhe sowie des hinteren Kolbenstangen-trägers aus Leichtmetall, statt aus Gußeisen, und durch besondere Gestaltung des Gaskolbens erreicht werden. Es gelang auf diese Weise, das Triebwerksgewicht um rd. 8 t

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

H. Froitzheim, Dortmund: Die Ausführungen des Vortragenden waren mir deshalb besonders bemerkenswert, weil eine ganze Reihe der Vorschläge sich bei einer bei uns mit gutem Erfolge arbeitenden neuen Gasmaschine, deren Konstruktion im wesentlichen auf seine Verbesserungsvorschläge zurückzuführen ist, als durchaus brauchbar und gut erwiesen haben.

F. Reimer, Dortmund: Zweifellos sind die Mittel, die Herr Maduschka zur Leistungssteigerung bestehender Gaskraftwerke vorschlägt, geeignet, den Betrieb von Gasgebläse- und Stromerzeugermaschinen vorteilhafter zu gestalten. Eine möglichst hohe, in der Nähe der Vollast liegende Belastung ist durchaus anzustreben, weil dadurch nicht nur die abgegebene Nutzleistung hoch ausfällt, sondern auch der Wärmeverbrauch je Leistungseinheit einen Kleinstwert annimmt. Eine Bereitschaft von 20 % und mehr erscheint tatsächlich bei dem heutigen Stande des Gasmaschinenbaus übertrieben; jedoch sollte man jeweils so viel Maschinen zur Verfügung haben, daß man ohne Gefährdung der Energieversorgung den größten vorhandenen Maschinensatz zur gründlichen Ueberholung längere Zeit stillsetzen kann, was sich ja mit der Forderung des Herrn Vorredners nach einer gründlichen und sorgfältigen Betriebsüberwachung deckt. Mit den Stillständen an den Sonn- und Feiertagen kommt man im allgemeinen nicht aus.

Als außerordentlich günstig hat sich nach unseren Erfahrungen die Erhöhung des Oeldruckes für die Triebwerkschmierung, insbesondere für das Kurbel- und Kreuzkopflager, ausgewirkt. Wir haben kürzlich eine ältere Gasdynamomaschine anlässlich einer Neuzustellung mit einer neuzeitlichen Umlaufschmierung ausgerüstet, wobei die Zahnradölpumpe gegen einen Druck von etwa 1,5 bis 2 atü fördert. Mit diesem Druck tritt das Öl in die hohl gebohrte Kurbelwelle ein und schmiert und kühlt gleichzeitig das Kurbellager, das Kreuzkopflager und die vordere Gleitbahn. An die Ölpumpen-Druckleitung ist ferner durch ein einstellbares Drosselventil die Steigeleitung zum Hochbehälter angeschlossen, von dem aus die Wellenlager mit Öl versorgt werden. Durch ein Rückschlagventil steht außerdem die Kurbelwelle mit

und die nicht ausgeglichenen hin- und hergehenden Massen um 25 % zu verkleinern und dadurch ohne Vergrößerung der Massenkräfte und der Beanspruchung des Kurbellagers die Drehzahl um 12 % von 80 bis 85 auf 90 bis 96 U/min und im gleichen Maße die Windleistung zu steigern. Damit sind aber noch nicht alle Möglichkeiten bezüglich Verkleinerung des Triebwerksgewichtes erschöpft, da die besonders schweren Teile, die Gaskolbenstangen und vor allem die Pleuelstange, die bei der Maschine DT 14 rd. 10 t und bei der DT 15 sogar 16,5 t mit Zubehör wiegt, ebenfalls wesentlich leichter sein können. Die Beanspruchung der Pleuelstange ist bei der üblichen Ausführung und der tatsächlich von ihr übertragenen, also nicht bei der meist bei der Berechnung viel zu groß angenommenen Kraft, niedrig, so daß bei zweckmäßiger Gestaltung eine Gewichtsersparnis von 25 bis 30 % zulässig ist. Ähnlich verhält es sich mit der Beanspruchung im Schaft der Gaskolbenstangen, die nur ein Bruchteil von der im Kupplungsgewinde ist, weshalb der Schaftquerschnitt kleiner sein kann als nach der bisherigen Bemessung. Erfolgt die Herabsetzung des Triebwerksgewichtes in vollem Maße, so kann Drehzahl und Windleistung um 20 % und diese bei gleichzeitiger Anwendung des Spül- und Nachladeverfahrens oder Vergrößerung des Gaszylinderdurchmessers um 30 % und darüber gesteigert werden. Selbst wenn dann Gasgebläse nicht dauernd mit den hohen Drehzahlen betrieben werden, so ist doch eine Leistungsreserve vorhanden, die im Bedarfsfalle sofort zur Verfügung steht.

Die in großen Zügen angedeuteten Mittel und Wege werden bei manchen Gaskraftwerken noch eine Leistungssteigerung ermöglichen. Bei der Verschiedenheit der Betriebsverhältnisse und des Zustandes der Gaskraftwerke sind in jedem einzelnen Falle noch genauere Untersuchungen notwendig, welche Maßnahmen zu treffen sind.

dem Hochbehälter in Verbindung, so daß beim Versagen der Ölpumpe auch das Kurbellager usw. eine Zeitlang aus dem Hochbehälter mit Öl versorgt werden kann. Die guten Ergebnisse mit dieser Schmierung haben uns veranlaßt, eine weitere, bereits 35 Jahre alte Maschine mit einer ähnlichen Einrichtung auszurüsten. Der Umbau wird zur Zeit ausgeführt. Hierbei sind wir noch einen Schritt weitergegangen und haben mit Rücksicht auf die große Betriebssicherheit der Zahnradölumpen auf einen Hochbehälter überhaupt verzichtet und drosseln das Öl lediglich vor den Wellenlagern so weit, daß in der Druckleitung hinter der Ölpumpe der Druck angestaut wird, der zur Versorgung des Kurbel- und Kreuzkopflagers für nötig gehalten wird. Dadurch werden die Ölleitungen wesentlich einfacher, und bei älteren Maschinen, die zuweilen noch keinen Hochbehälter haben, stellen sich die Umbaukosten bedeutend niedriger. Zum Anfahren dient eine elektrisch angetriebene Hilfsölpumpe. Den Verzicht auf einen Hochbehälter glaubten wir in Anlehnung an die bei Turbinen übliche Ausführung wagen zu können, bei denen auch in der Regel die Lager unmittelbar von einer Zahnradölpumpe ohne Zwischenschaltung eines Hochbehälters versorgt werden, ohne daß Störungen bekannt geworden sind.

Die Erhöhung des Oeldruckes in den hochbelasteten Gasmaschinenlagern scheint sich als besonders wirksames Mittel zu erweisen, Lager mit Ersatzstoffen haltbarer zu machen. Allerdings darf man sich dabei nicht dazu verleiten lassen, es etwa beim Einschaben solcher Lager an der nötigen Sorgfalt fehlen zu lassen. Lagermetalle mit geringem Zinngehalt erfordern ein peinlich genaues Einschaben. Wir sind mit gutem Erfolg sogar dazu übergegangen, die Lager nach dem sauberen Einschaben noch einzuschleifen. Die Lager werden zu diesem Zweck eingebaut und ein Schleifmittel, das mit Öl zu einer breiartigen Paste angerührt worden ist, zwischen Zapfen und Lagerschale gebracht. Dann setzt man die Maschine mit Preßluft in Betrieb und läßt sie etwa 40 bis 50 Umdrehungen ausführen. Hiernach werden die Lager wieder herausgenommen, gründlich gereinigt und endgültig eingebaut. Die nach diesem Verfahren behandelten Lager mit geringem Zinngehalt haben zusammen mit hohem Oeldruck ganz hervorragende Laufeigenschaften bewiesen.

Mit Recht ist auch auf die Wichtigkeit der hochbelasteten Gewinde an den Kolbenstangenkupplungen, Pleuelstangenschrauben u. dgl. hingewiesen worden. Wir hatten kürzlich bei einer DT-15er-Maschine Schwierigkeiten an der Kreuzkopfverbindung, die seit 11 Jahren nicht gelöst war. Es handelte sich um eine gewöhnliche Kreuzkopfmutter, also ohne die von Herrn Maduschka erwähnten Verbesserungen durch Entlastungskerbe oder Solt-Gewinde, bei der die wenigen, tragenden Gewindegänge sehr stark gefressen hatten, so daß die Mutter nicht mehr gelöst werden konnte. Neue Ersatzteile lassen wir daher — wenn irgend möglich — nur noch mit Solt-Gewinde ausführen. Die Einführung des Kühlwassers an den Stirnseiten der Kolbenstangen zwecks Vermeidung von Bohrungen in dem auf Zug beanspruchten Teil der Kolbenstange ist an unserer neuesten Gasmaschine bereits ausgeführt worden und hat sich bisher gut bewährt.

Mit den unmittelbar gekühlten Laufbüchsen von Ehrhardt & Sehmer, über die ich im Jahre 1936 an dieser Stelle berichtet hatte²⁾, haben wir weitere günstige Ergebnisse erzielt. Inzwischen sind insgesamt 9 Zylinder mit Laufbüchsenkühlung bei uns eingebaut worden. Undichtheiten an der Schweißstelle zwischen dem Blechmantel und der Gußbüchse sind bisher noch an keinem Zylinder vorgekommen. U. a. hat auch eine neue 15er Stromerzeugermaschine solche Zylinder erhalten. Diese Maschine ist außerdem mit der von Herrn Maduschka erwähnten Hubtacktschmierung ausgerüstet; das Öl wird dabei durch Preßluft eingeleitet, und zwar durch nur zwei Schmierstutzen, die in der Nähe der beiden Hubenden der Laufbüchse angeordnet sind und in angenähert tangentialer Richtung von oben in die Lauffläche einmünden. Das Einblasen erfolgt in dem Augenblick, in dem sich der Kolben beim Hubwechsel zwischen Ausschieben und Ansagen gerade vor dem Schmierstutzen befindet. Die beiden Stutzen sind so gerichtet, daß jeder eine Hälfte der Lauffläche bestreicht. Durch diese beiden Maßnahmen, also gekühlte Laufbüchse und Hubtacktschmierung, war es möglich, den vom Lieferwerk gewährleisteten Ölverbrauch um etwa die Hälfte zu unterschreiten. Eine nach etwa einjährigem Betrieb vorgenommene Nachprüfung der Laufbüchse und der Kolbenringe ergab einen ungewöhnlich niedrigen Verschleiß, der selbst mit genauen Meßinstrumenten an der Laufbüchse kaum nachzuweisen war.

Sehr bemerkenswert waren die Ausführungen des Herrn Vortragenden über die Maßnahmen zur Verringerung der bewegten Massen des Triebwerkes zwecks Erhöhung der Drehzahl, die eine beachtliche Leistungssteigerung vorhandener Gebläsemaschinen ermöglichen. Denn die Massenkräfte bestimmen in erster Linie die höchstzulässige Drehzahl einer Gasmaschine, und zwar wegen ihrer Einwirkung auf das Maschinenfundament. Die Vorschläge von R. Solt³⁾ zielen bereits in dieselbe Richtung. Das Kurbellager hat weniger unter den Massenkräften zu leiden, da der größte Teil davon durch den entgegengesetzt gerichteten Gasdruck auf den Kolben ausgeglichen wird. Deshalb kann meines Erachtens bei richtig bemessenen Lagern auch ein hoher Verdichtungs- und Zünddruck keine nachteiligen Folgen für die Haltbarkeit der Lager haben. Bekanntlich werden diese am höchsten beansprucht, wenn die Maschine bei voller Drehzahl leer läuft, weil dann die Massenkräfte ihre volle Größe erreichen und durch die geringen Gasdrücke nur unvollkommen ausgeglichen werden. Mit Rücksicht auf das Triebwerk müßten demnach bei den größten Maschinen, also bei größten Massenkräften, auch die höchsten Verdichtungs- und Verpuffungsdrücke zugelassen werden können. Eine Herabsetzung dieser Drücke wäre wegen der Verschlechterung der Wärmeausnutzung sehr zu bedauern. Nach den Gesetzen der Wärmelehre beträgt bei Herabsetzung der Verdichtung von 13 auf 9 atü die Zunahme des Wärmeverbrauches etwa 10%; sie ist also doch schon recht fühlbar. Eine Verringerung der Verdichtung auf 6 atü, wie sie bei Maschinen mit Spülung vorkommen soll, würde sogar einen um mehr als 20% höheren Wärmeverbrauch gegenüber einer Verdichtung auf 13 atü zur Folge haben. Wenn man es im Dieselmotorenbau gelernt hat, Verdichtungsdrücke von 30 atü und mehr betriebssicher zu beherrschen, dann sollte es doch möglich sein, auch im Gasmaschinenbau mit Verdichtungsdrücken von 10 bis 13 atü zu arbeiten. Nicht die Beanspruchung des Triebwerkes, sondern das Auftreten von Frühzündungen begrenzt die Höhe der Verdichtung. Die Gasmaschine steht bekanntlich in schwerem Wettbewerb mit der Dampfturbine; jede Verschlechterung ihres Wärmeverbrauches verkleinert den Vorsprung, den sie, besonders in bereits abgeschriebenen Anlagen, heute vllleicht noch hat.

Der einzige Teil, der durch hohe Zünddrücke wirklich gefährdet werden könnte, ist der Zylinder. Aber seit es gelungen ist, die Zylinder durch eine sinnngemäße Mehrteiligkeit weitgehend

von Guß- und Wärmespannungen zu entlasten, oder sie neuerdings aus Stahlblechen und Stahlformgußstücken in geschweißter Ausführung herzustellen und gegen die hohen Innendrucke widerstandsfähiger zu machen, können ihnen Zünddrücke von 20 bis 25 atü im allgemeinen ohne Schaden zugemutet werden. Höhere Drücke sind bisher wohl noch nicht erreicht worden, da das Auftreten von Frühzündungen eine noch höher getriebene Verdichtung verbietet. Hohe Zündtemperaturen braucht man meines Erachtens im Zylinder weniger zu fürchten, da die Höchsttemperatur nur einen kurzen Augenblick lang auftritt und bei hoher Verdichtung auch eine weitgehende Entspannung der Zylinderladung mit entsprechend niedriger Endtemperatur erreicht wird. Es wäre eine dankbare Aufgabe, durch sorgfältiges Studium der Strömungsvorgänge im Zylinder die Spülung zu vervollkommen, wodurch eine weitere Herabsetzung der Temperatur und damit eine Steigerung der Verdichtung und Wärmeausnutzung zu erreichen wäre.

L. Maduschka, Mülheim (Ruhr): Der erste Teil der Ausführungen von Herrn Reimer ist eine erfreuliche Bestätigung und Ergänzung des in dieser Richtung liegenden Inhaltes meines Berichtes.

Die nachteilige und störende Auswirkung der Massenkräfte des Triebwerkes bei den Gasmaschinen mit größter Leistung auf das Fundament bzw. die Umgebung des Gaskraftwerkes hat sich bereits vor Jahren bald nach Inbetriebnahme dieser Maschinen bemerkbar gemacht und ließ damals schon eine Verminderung des Triebwerkgewichtes als zweckmäßig erkennen. Aber der nun einmal bestehende Hang am Althergebrachten und die Scheu vor dem Risiko, mit dem das Neue verbunden ist, standen der Verminderung des Triebwerkgewichtes im Wege, womit erst neuerdings auf Veranlassung einer fortschrittlich gesinnten Betriebsleitung, wie das angeführte Beispiel zeigt, ein verheißungsvoller Anfang gemacht wurde.

Die von Reimer empfohlene hohe Gemischverdichtung ist nichts Neues, denn sie war bereits bei den ersten Großgasmaschinen für Gichtgas vorhanden. Aber selbst bei Gichtgas mit niedrigerem Heizwert und Wasserstoffgehalt trat bei rd. 13 atü Verdichtungsdruck häufig Selbstzündung des Gemisches bei der Verdichtung auf. Bei höherem Heizwert von Gichtgas wurde dies neuerdings noch bei 12 atü Verdichtungsdruck und darunter beobachtet. Die sich aus der hohen Gemischverdichtung ergebenden nachteiligen Folgen für die Leistungsfähigkeit eines Gaskraftwerkes habe ich in meinem Bericht schon näher gekennzeichnet. Viele Betriebsleiter haben deswegen den Verdichtungsdruck bei ihren älteren Gasmaschinen nachträglich bereits vermindert, und ich möchte bezüglich Gemischverdichtung nochmals warnen, da wieder anzufangen, wo man etwa vor 25 Jahren, nachdem viel Lehrgeld bezahlt worden war, aufgehört hat. Ich empfehle vielmehr bei den Maschinen, die noch mit hoher Gasverdichtung arbeiten, diese zur Erhöhung der Betriebssicherheit auf das angegebene Maß herabzusetzen.

Wegen des thermischen Wirkungsgrades des tatsächlichen Arbeitsvorganges im Gaszylinder und des sich unmittelbar aus diesem ergebenden Wärmeverbrauches je Leistungseinheit sei kurz noch folgendes hervorgehoben. Die Lieferfirmen gewährleiten bei hoher Gemischverdichtung von rd. 12 atü einen Wärmeverbrauch von 2000 kcal je PS_ih und bei mittelhoher Verdichtung von 9 bis 10 atü 2100 kcal je PS_ih. Diese Wärmeverbrauchszahlen sind bei Versuchen auch erzielt worden. Hiernach würde in Uebereinstimmung mit der Angabe in meinem Bericht im letzten Falle der Wärmeverbrauch gegenüber dem bei hoher Verdichtung um 5% zu- und der thermische Wirkungsgrad im selben Maße abnehmen. Nach dem mir vorliegenden Ergebnis von sorgfältig durchgeführten Versuchen über Gasverbrauch bei niedriger Gemischverdichtung zwischen 6 und 7 atü, und zwar an einer DT-45-Gasdynamo mit Spülung und Nachladung bei Betrieb mit Hochofengas⁴⁾ und an zwei Koksgasmaschinen wurde ein Gasverbrauch von 2200 kcal je PS_ih und darunter festgestellt, der nur 10% über dem bei hoher Verdichtung liegt. Diese Versuchsergebnisse haben naturgemäß eine höhere Beweiskraft als Rechnungswerte, ermittelt aus einem theoretischen Arbeitsvorgang, der wesentlich von dem wirklichen Arbeitsvorgang im Gaszylinder abweicht.

H. Froitzheim: Ich muß sagen, ich wäre mehr zu der Meinung von Herrn Reimer geneigt, daß man mit höheren Ver-

⁴⁾ F. Bartscherer gibt in seinem Vortrage „Gasmaschine oder Dampfturbine“ nach Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 301 den Wärmeverbrauch bei dieser Maschine mit 3700 kcal/kWh an. Bei 93% Wirkungsgrad der Dynamo und einem mechanischen Wirkungsgrad von 87% der Gasmaschine ergibt sich ein Wärmeverbrauch von 2200 kcal/PS_ih.

³⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1353/62.

dichtungsdrücken eine höhere Leistung der Maschine erreicht, wie es sich bei Automobilen und Flugzeugen gezeigt hat.

B. Weißenberg, Düsseldorf: Man muß stark unterscheiden zwischen theoretischem und praktischem Wirkungsgrad. Die vergrößerten Abkühlungsverluste im Bereich des Totpunktes spielen eine ganz ausschlaggebende Rolle. Diese Abkühlungsverluste hängen außerordentlich von der Raumbemessung, d. h. von der Gestalt und von der Größe, sowie von der Schnelligkeit der Maschine ab. Insofern ist kein Vergleich mit Flugzeug- und Automobilmotoren möglich, bei denen die Schnelligkeit viel größer ist und der Zylinderinhalt in einer ganz anderen Größenordnung liegt als bei Großgasmaschinen. Es sei an die Untersuchungen an Automobilmotoren über die Abhängigkeit von Zylindergröße und Zylinderleistung erinnert. Es gibt praktisch tatsächlich einen Bestwert des Verdichtungsdruckes. Ob er für die Verhältnisse der Großgasmaschine nun bei 6, 9 oder 12 atü

liegt, wäre im einzelnen festzustellen. Der Wärmeverbrauch steigt aber in keinem Fall entsprechend der theoretischen Kurve, so daß die praktischen Erfahrungen von Herrn Maduschka wohl beachtet werden müssen.

H. Froitzheim: Wärmetechnische Vorteile bringt die Erhöhung der Verdichtung auf alle Fälle. Daß man natürlich die Zylinderhaltbarkeit und die Kühlung berücksichtigen muß, halte ich für selbstverständlich gerade in Verbindung mit der Verwendung schmiedeeiserner Zylinder. Wie ich gehört habe, hat man bei Hochofenblasformen gute Erkenntnisse über die Kühlung dadurch erzielt, daß man sie aus Glas angefertigt hat. Man hat die Wasserströmung beobachtet und ist auf Dinge gestoßen, die man vorher nicht erwarten konnte, was Herr Dr. Meyer bestätigen wird. Ich könnte mir denken, daß man auch Maschinenmodelle aus Glas macht, und prüft, wo die gefährlichen Stellen sind.

Die Schlackenkunde als Grundlage der Metallurgie der Eisenerzeugung.

Von Friedrich Körber und Willy Oelsen in Düsseldorf.

[Schluß von Seite 929.]

(Eigenheiten der Vanadinverschlackung, erklärt mit Hilfe eines Schlackenzustandsschaubildes. Zur Frage der Ferrite in flüssigen basischen Schlacken und ihre metallurgische Bedeutung. Ueber die Bildungswärmen der Hochofenschlacken.)

4. Eigenheiten der Vanadinverschlackung, erklärt mit Hilfe eines Schlackenzustandsschaubildes.

Eine technisch sehr bedeutsame Frage, die mit Hilfe eines Schlackenzustandsschaubildes eine befriedigende Beantwortung finden kann, ist die Oxydation des Vanadins. Bei der Oxydation des Vanadins aus Eisenschmelzen bildet sich vorwiegend das äußerst hoch schmelzende Vanadintrioxyd V_2O_3 , das sich nur sehr schwer in Eisenoxydul- oder auch Eisensilikatschlacken löst. Auf diesen Eigenschaften des Vanadintrioxydes beruhen eine Reihe von Besonderheiten, die bei der Oxydation des Vanadins beobachtet werden können. Bild 9 zeigt das vorwiegend schematische Zustandsschaubild der $FeO-V_2O_3$ -Mischungen, wie man es sich nach den Untersuchungen von C. H. Mathewson, E. Spire und C. H. Samans¹⁹⁾ vorzustellen hat. Das Vanadintrioxyd schmilzt bedeutend höher als Platin und bildet mit dem Eisenoxydul eine spinellartige Verbindung $FeO \cdot V_2O_3$, die ebenfalls höher als Platin schmilzt. Die Löslichkeit (Kurve E b F) dieser Verbindung in den eisenoxydulreichen Schlacken ist bei Temperaturen bis etwa 1600° ziemlich gering.

Bei 1500° wäre z. B. die Schlacke b an den Kristallen der Verbindung $FeO \cdot V_2O_3$ gesättigt. Das bedeutet wiederum (vgl. Abschnitt 2) nichts anderes, als daß das in der flüssigen ziemlich vanadinarmen Schlacke b gelöste Vanadintrioxyd dasselbe Reaktionsvermögen hat wie in den vanadinreichen Kristallen der Verbindung $FeO \cdot V_2O_3$. Wenn man sich nunmehr überlegt, wie sich der Vanadintrioxydgehalt der Schlacke mit dem Vanadinegehalt der Eisenschmelze ändern muß, wenn man vanadinhaltige Eisenschmelzen mit Eisenoxyden bis zur Einstellung des Gleichgewichtes reagieren ließe, so ergibt sich das schematische Bild 10. Zunächst muß der Vanadintrioxydgehalt der Schlacke mit den ersten kleinen Vanadinegehalten der Eisenschmelze längs a b zunehmen; in diesem Bereich ist die Schlacke noch völlig flüssig. Dann aber muß der Vanadintrioxydgehalt längs der Senkrechten b c sprunghaft ansteigen, ohne daß der noch sehr kleine Vanadinegehalt b' der Eisenschmelze sich ändert. Längs b c ist die Schlacke ein heterogenes Gemenge aus dem flüssigen vanadinärmeren Anteil b, der den kleinen Vanadinegehalt b' der Eisenschmelze bedingt, und der sehr vanadinreichen Verbindung $FeO \cdot V_2O_3$ (Punkt c). Der Vanadinegehalt der Eisenschmelze kann im Gleichgewichtsfall erst dann über b' ansteigen, wenn die

gesamte Schlacke in die feste Verbindung $FeO \cdot V_2O_3$ übergegangen ist. Bei einem gewissen höheren Vanadinegehalt d' der Eisenschmelze wird dann ein weiterer Anstieg des Vanadinegehaltenes der Schlacke längs c' d eintreten, die Schlacke geht über ein Gemenge aus $FeO \cdot V_2O_3$ und V_2O_3 , längs der Senkrechten c' d, schließlich ganz in das reine V_2O_3 über, das noch höher schmilzt.

Wichtig ist aber besonders die Feststellung, daß es einen (sehr kleinen) Vanadinegehalt b' der Eisenschmelze gibt,

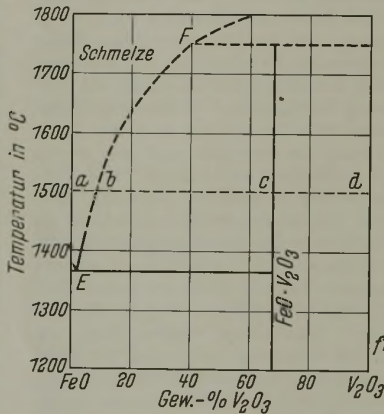


Bild 9. Zustandsdiagramm $FeO-V_2O_3$ (schematisch).

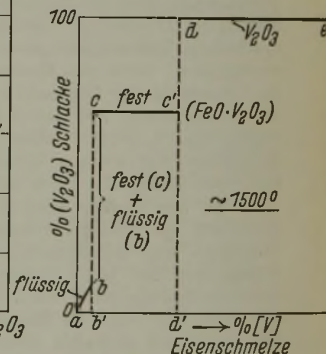


Bild 10. Änderung der Schlacken-zusammensetzung mit dem Vanadinegehalt des Eisens (schematisch).

Bild 9 und 10. Schlacken-zustandsschaubild und metallurgische Gleichgewichte.

dessen zugehörige Schlacke im Gleichgewichtsfall entweder nur wenig V_2O_3 enthält (b) und flüssig ist, oder viel höhere V_2O_3 -Gehalte (b c) aufweist und dann dickflüssig bis fest ist. Wenn demnach eine Eisenschmelze mit Vanadinegehalten, die höher als b' sind, vorliegt, ist es nach den Gleichgewichtsbedingungen möglich, durch Oxydation bis b' entweder eine feste Schlacke des hohen Vanadintrioxyd-gehaltes c oder eine flüssige des geringen Gehaltes b zu erzielen. Welche Schlacke des Bereiches b c man erhält, hängt ganz und gar vom Weg ab, auf dem die Oxydation erfolgt.

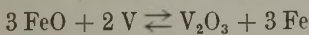
Oxydiert man mit flüssigen Eisenoxyden (Frischen mit Walzsinter in der Pfanne), indem man eine ziemlich große Menge der Oxyde mit dem flüssigen Eisen in Berührung bringt, so durchläuft die Schlacke die Konzentrationen

¹⁹⁾ Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 20 (1932) S. 357/84.

von a bis b; ist b erreicht, beginnt die Schlacke dick und reaktionsträge zu werden. Ueberdies bildet sich an der Berührungsfläche Schlacke—Metall bei höheren Vanadinglehalten als b' die feste Verbindung $FeO \cdot V_2O_5$ als Kruste aus, die sich in der übrigen Schlacke nur schwer löst. Man wird dabei also kaum über die Konzentration b in der Frischschlacke herauskommen und eine sehr eisenreiche Schlacke erzielen.

Verbläst man dagegen das vanadinhaltige Eisen, oder setzt man die Eisenoxyde immer nur in sehr kleinen Mengen nacheinander mit ihm in innige Berührung, so bilden sich, solange die Vanadinglehalte des Eisens höher als b' sind, die vanadinreichen festen Schlacken c' d' e, und erst später wird der hohe Vanadinoxidgehalt dieser festen Schlackenteile durch die Eisenoxyde längs c b a verdünnt. Da sich nun aber die vorher bei noch höheren Vanadinglehalten ($[V] \geq b'$) in der Eisenschmelze gebildeten festen Schlackenanteile nur langsam in den später bei noch weiter fortgeschrittener Oxydation ($[V] \leq b'$) entstehenden flüssigen Anteilen lösen, kann man auf diesem Wege erstens niedrigere Vanadinglehalte des Eisens als b' erzielen, sodann aber trotzdem höhere Vanadinglehalte als b in der dann allerdings nicht völlig flüssigen Schlacke erreichen.

Unter technischen Bedingungen, bei der Oxydation von Thomasroheisen, handelt es sich allerdings nicht um reine $FeO \cdot V_2O_5$ -Schlacken, sondern um $FeO \cdot SiO_2 \cdot MnO \cdot CaO \cdot P_2O_5 \cdot V_2O_5$ -Schlacken. Grundsätzlich aber dürfte sich das hochschmelzende Vanadintrioxyd gegenüber diesen Schlacken sehr ähnlich verhalten, also nur wenig in ihnen löslich sein, so daß diese Ueberlegungen sinngemäß zu übertragen sind. Jedenfalls kann man verstehen, daß, wie H. Zieler²⁰⁾ durch Großversuche nachweisen konnte, durch Windfrischen aus vanadinarmem Roheisen vanadinreichere Schlacken zu erzielen sind als durch Pfannenfrischen mit Eisenoxyden. Man erkennt nunmehr auch, warum krümelige oder „trockene“ Schlacken ein höheres Verhältnis (% V) : (% Fe) aufweisen als sehr dünnflüssige Schlacken. Es beruht diese durch technische Beobachtungen gesicherte Tatsache aber nicht etwa auf einer Ueberschreitung des Gleichgewichtes der Umsetzung:



nach rechts, was kaum möglich ist, sondern einfach darauf, daß sie im Fall der Bildung fester Reaktionserzeugnisse ($FeO \cdot V_2O_5$ oder $MnO \cdot V_2O_5$, Punkt c in Bild 9) bei gleichem Endvanadinglehalt des Eisens (z. B. Punkt b' in Bild 10) höhere Vanadinglehalte dieser festen oder teilweise festen Schlacken (im Bereich b c) liefern muß als im Fall der Bildung flüssiger Schlacken (Punkt b in Bild 9). Werden allerdings die zuerst gebildeten festen Reaktionserzeugnisse durch andere Schlackenbestandteile vollständig verflüssigt, so muß notwendig das Verhältnis (% V) : (% Fe) auf den niedrigen Wert für die flüssige Schlacke absinken, während durch andere Zuschläge, die die festen Reaktionsprodukte in einer dickflüssigen Schlacke halten, die günstigen Bedingungen beibehalten werden. Nach den Beobachtungen von H. Zieler müßte dazu offenbar auch Sand geeignet sein.

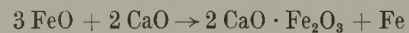
Die Anreicherung des Vanadins im Auswurf, besonders im feinen Dachstaub, dürfte im wesentlichen auch darauf beruhen, daß bei seiner Oxydation zuerst vorwiegend feste („trockene“) Teilchen entstehen; würden sich dünnflüssige Schlacken bilden, wäre diese starke Anreicherung im Staub kaum zu verstehen.

²⁰⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 749/56; vgl. auch Harr, A.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1145/54 u. 1174/81 (Stahlw.-Aussch. 359).

Diese Hinweise, daß man auch den Eigenheiten eines technisch so wichtigen Vorganges, wie der Verschlackung des Vanadins an Hand eines wenn auch noch ziemlich schematischen Zustandsschaubildes der Schlacken auf die Spur kommen kann, mögen als weiteres Beispiel genügen. Notwendig bleibt jedoch eine genaue Untersuchung der Löslichkeitsverhältnisse des hochschmelzenden Vanadintrioxydes und seiner hochschmelzenden Verbindungen in den verschiedenen Schlacken. Ebenso können die Vanadinglehalte des Eisens, die der Sättigung der Schlacken an diesen Verbindungen entsprechen (b' in Bild 10), noch nicht sicher angegeben werden; sie dürften bei 1400 bis 1500° in der Größenordnung von etwa 0,02 % V liegen.

5. Zur Frage der Ferrite in flüssigen basischen Schlacken und ihre metallurgische Bedeutung.

Eine im Schrifttum zur Stahlmetallurgie sehr oft und eingehend erörterte Frage ist die nach der Beständigkeit der Kalkferrite in flüssigen basischen Schlacken bei Gegenwart von flüssigem Eisen. Zwar kann nach den Untersuchungen von R. Schenck, H. Franz und A. Willeke²¹⁾, von E. Martin und R. Vogel²²⁾ sowie von F. Kanz, E. Scheil und E. H. Schulz²³⁾ kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß ein Kalkferrit $2CaO \cdot Fe_2O_3$ im festen Zustand bei Temperaturen unterhalb etwa 1000° neben festem Eisen beständig ist, daß also das Gleichgewicht der Umsetzung



bei Kalküberschuß im festen Zustand auf der rechten Seite liegt, oder daß festes Eisen das im festen Kalkferrit $2CaO \cdot Fe_2O_3$ enthaltene Eisenoxyd nicht mehr zum Oxydul zu reduzieren vermag. Offen ist aber noch die Frage, ob bei höheren Temperaturen flüssige Kalkferrite gegenüber festem oder flüssigem Eisen auch so weitgehend beständig sind, insbesondere dann, wenn die Schlacken noch Kieselsäure enthalten. Sie ist zu beantworten, wenn man die Eisenoxydul- und Eisenoxyd-gehalte der flüssigen Schlacken kennt, die mit festem oder flüssigem Eisen ausreagiert haben.

Ehe man sich aber mit der Frage nach der Beständigkeit der Ferrite in flüssigen Schlacken bei Gegenwart von Eisen befaßt, sollte man versuchen, die Beständigkeit der Kalkferrite unter den für ihre Bildung günstigsten Bedingungen, nämlich unter hohen Sauerstoffdrücken beim Fehlen jeglichen metallischen Eisens, zu beurteilen. Das kann wiederum am besten mit Hilfe des betreffenden Zustandsschaubildes $CaO-Fe_2O_3$ in Bild 11

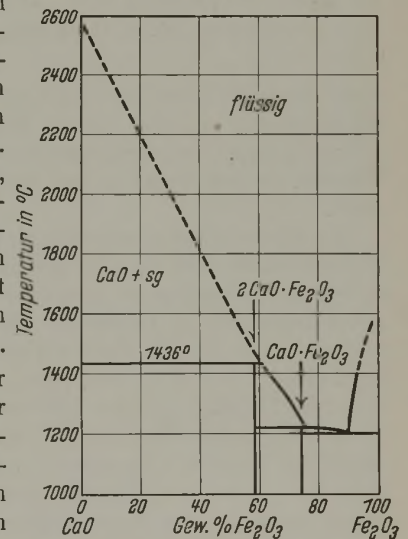


Bild 11. Zustandsschaubild $CaO-Fe_2O_3$.

²¹⁾ Z. anorg. allg. Chem. 184 (1929) S. 1/38; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 519/20. Siehe auch R. Schenck, A. Laymann und E. Jenckel: Z. anorg. allg. Chem. 235 (1937) S. 65/76.

²²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 249/54 (Werkstoffaussch. 287).

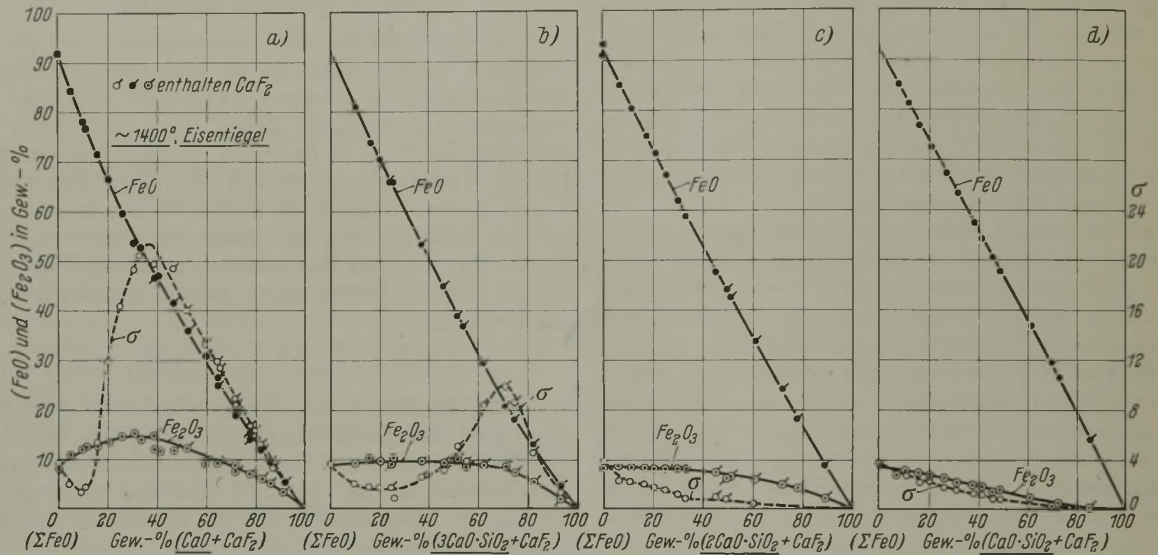
²³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 67/74.

erfolgen²⁴). Ihm entnehmen wir zunächst, daß das Eisenoxyd ein genau so wirksames Flußmittel zur Erzielung hochbasischer Schlacken ist wie Eisenoxydul, Tonerde und Flußspat; man könnte das Bild 11 also in jene Bilder 4a bis f einordnen; das ist nur deshalb unterblieben, weil für die Anwendung der Bilder 4a bis f die Gegenwart von Eisenschmelzen im Auge behalten wurde. Die Ferrite $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ und $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ schmelzen schon bei ziemlich tiefen Temperaturen unter Zersetzung, sie sind also selbst unter ihren günstigsten Bildungsbedingungen (hohe Sauerstoffdrücke) ziemlich wenig beständig, besonders die Verbindung $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Jedoch ist auch die Beständigkeit des Ferrits $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ geringer als die des Kalkaluminates $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, das erst bei etwa 1540° nach Bild 4c unter Zersetzung schmilzt,

Schmelzpunkt des Gemenges zu hoch (über etwa 1450°), so wurde Flußspat hinzugefügt, bis die Schlacke bei 1400° gut dünnflüssig war.

Die abgegossenen Schlacken wurden nach üblicher Analyse (Gesamteisengehalt, zweiwertiges Eisen in der Lösung unter Luftabschluß, Differenz usw.) auf zwei- und dreiwertiges Eisen untersucht. Die Befunde, die sich jedoch nur auf die entstandene salzsaure Lösung beziehen können, sind in den Bildern 12a, b, c und d als FeO- und Fe_2O_3 -Gehalte der Schlacken wiedergegeben. Sie sind aber zunächst weder gültig für die erstarrten Schlacken, die der Analyse unterworfen wurden, noch für die flüssigen Schlacken.

Die erstarrten Schlacken, wie sie bei der Analyse zur Auflösung kommen, enthalten nämlich zum Teil erhebliche Mengen metallischen Eisens, das in den flüssigen Schlacken



Bilder 12 a bis d. Oxydationsgrad des Eisens in Kalk und Kalksilikate enthaltenden Schlacken bei Gegenwart metallischen Eisens (Tiegel).

obwohl es sogar 3 CaO auf 1 Al_2O_3 enthält. Damit gewinnen wir schon den wichtigen Anhalt, daß man dem Eisenoxyd nur viel geringere saure Eigenschaften zumessen darf als der Tonerde, die meist sogar als noch ziemlich neutral angesehen wird.

Im folgenden seien nunmehr einige Versuchsergebnisse besprochen, die auch über die Beständigkeit der Kalkferrite in flüssigen Schlacken bei Gegenwart von Eisen Aufschluß geben können²⁵). In Tiegeln aus Weicheisen mit möglichst glatter innerer Oberfläche²⁶) wurden Gemenge aus Eisenoxyd (Fe_2O_3) und Kalk, bzw. Eisenoxyd und Kalksilikaten niedergeschmolzen und bei 1400 bis 1450° etwa 10 min unter mehrfachem Rühren mit Eisenstäbchen gehalten, damit das Eisen der Tiegelwand und des Rührstabes die Schlacke soweit wie möglich reduzieren konnte. Der Tiegelinhalt wurde in eine Kupferkokille abgegossen. Lag der

in irgendeiner Form, wahrscheinlich als Eisenoxydul, gelöst war, jedenfalls nur zu einem verschwindend kleinen Teil den flüssigen Schlacken mechanisch beigemischt gewesen sein konnte; es ist erst bei der Erstarrung und Abkühlung der Schlacken aufgetreten. Dieses metallische Eisen kann durch Messung der spezifischen Magnetisierung der Schlacken bei hohen Feldstärken nachgewiesen und auch annähernd bestimmt werden. Für eine Feldstärke von etwa 8000 Gauß, die für die magnetische Sättigung nahezu reichen dürfte, sind die Werte der spezifischen Magnetisierung der Schlacken (σ) in den Bildern ebenfalls angegeben²⁷).

In Schlacken, die neben dem Eisenoxydul und Eisenoxyd noch metallisches Eisen enthalten, liefert die übliche Analyse für die erstarrte Schlacke zu hohe FeO-Gehalte und zu niedrige Fe_2O_3 -Gehalte, weil einmal das metallische Eisen mit als FeO erfaßt und sodann durch metallisches Eisen noch ein Teil der Ferrisalze während der Auflösung zu Ferrosalzen reduziert wird. Für die flüssigen Schlacken hingegen sind die FeO-Gehalte, wie sie die übliche Analyse liefert, zu niedrig, und die Fe_2O_3 -Gehalte zu hoch. Das bei der Abkühlung aus dem Eisenoxydul der Schlacke durch Reaktion mit dem CaO zu $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ entstehende metallische Eisen reduziert nämlich nicht die ihm äquivalente Menge des gleichzeitig gebildeten Fe_2O_3 während der Auflösung in Säure, sondern es werden auch merkliche Wasserstoffmengen während der Auflösung abgegeben. Diese

²⁴) Das System $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ wurde bearbeitet von a) Hilpert, S., und E. Kohlmeier: Ber. dtsh. chem. Ges. 42 (1909) S. 4584. b) Sosman, R. B., und H. E. Merwin: J. Wash. Acad. Sci. 6 (1916) S. 532/37; vgl. Chem. Zbl. 88 (1917) I, S. 6. c) Konarczewsky, J.: Roczniki Chem. 11 (1931) S. 546/28; vgl. Chem. Abstr. 26 (1932) S. 3173/74. d) White, J., R. Graham und R. Hay: J. Iron Steel Inst. 131 (1935) S. 91/113; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 966/68. Den unter b, c und d genannten Arbeiten entspricht Bild 11.

²⁵) Ueber die Versuchsunterlagen wird demnächst in einer Abhandlung von W. Oelsen und H. Maetz in den Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. eingehend berichtet werden.

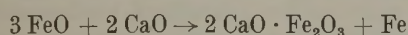
²⁶) Auf eine möglichst glatte Tiegelwand wurde geachtet, um eine mechanische Einmischung festen Eisens in die flüssige Schlacke zu vermeiden.

²⁷) Die spezifische Magnetisierung σ ist in den Bildern 12a bis d in egs-Einheiten angegeben.

Wasserstoffmengen sind allerdings viel kleiner, als sie nach den aus der Sättigungsmagnetisierung zu folgernden Gehalten an metallischem Eisen zu erwarten sind.

Diese Feststellung, daß die Fe_2O_3 -Gehalte, die in den Bildern 12a bis d angegeben sind, für den flüssigen Zustand eher zu hoch sind, berechtigt aber schon zu weitgehenden Folgerungen.

Die höchsten Fe_2O_3 -Gehalte treten bei den kieselsäurefreien Schlacken des Bildes 12a auf, die nur aus Kalk und Eisenoxyden (neben Flußspat in den besonders bezeichneten Schlacken) bestehen. Sie zeigen auch die höchsten Werte der spezifischen Magnetisierung, und zwar den Höchstwert bei den Konzentrationen (30 bis 40 % CaO), bei denen auch die Höchstgehalte an Fe_2O_3 gefunden wurden. Diese Kalkgehalte entsprechen annähernd der für den Umsatz:



notwendigen Kalkmenge von

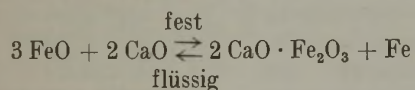
$$\left(\frac{2 \cdot 56}{2 \cdot 56 + 3 \cdot 72} \cdot 100 \right)^{28)} = 34,2 \% \text{ CaO.}$$

Die erreichte spezifische (Sättigungs-) Magnetisierung von etwa 22 cgs-Einheiten entspricht zwar nur einem Gehalt von rd. 10 % metallischen Eisens, wenn man die spezifische Sättigungsmagnetisierung des reinen Eisens mit 218 cgs-Einheiten ansetzt, während die Reaktionsgleichung

$$\left(\frac{56}{2 \cdot 56 + 3 \cdot 72} \cdot 100 \right)^{28)} = 17,1 \% \text{ metallischen}$$

Eisens verlangt. Das beruht offenbar einmal darauf, daß die Umsetzungen in den in der Kupferkokille abgeschreckten Schlacken nicht vollständig abgelaufen sind, sodann aber auch darauf, daß die Schlacken schon im flüssigen Zustand Fe_2O_3 enthielten. Nimmt man nämlich an, daß der angegebene Fe_2O_3 -Gehalt (etwa 15 %) bereits in der flüssigen Schlacke enthalten gewesen wäre, so würden sich bei der Abkühlung (nach Einstellung des Gleichgewichtes) nur noch etwa 13 % metallischen Eisens bilden können.

Die in Bild 12a angegebenen Fe_2O_3 -Gehalte lassen aber auch einen Schluß darauf zu, wie das flüssige Kalkferrit $2 \text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ mit festem Eisen bei etwa 1400° reagiert. Nach Bild 12a bildet sich beim Umschmelzen von $2 \text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (41,2 % CaO, 58,8 % Fe_2O_3) in Eisentiegeln eine Schlacke mit 36 % CaO, 15 % Fe_2O_3 und 49 % FeO. Von dem im $2 \text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ enthaltenen Fe_2O_3 werden 71 % zu FeO reduziert, 29 % bleiben bestehen. Während also im festen Zustande die Reaktion:



nach rechts abläuft, liegt ihr Gleichgewicht für den flüssigen Zustand weit auf der linken Seite.

Besonders bemerkenswert ist die Feststellung, daß die ersten Kalkgehalte im Eisenoxydul (Wüstit) eine Abnahme der spezifischen Magnetisierung (der abgegossenen Schlacken) hervorbringen und erst oberhalb etwa 12 % CaO die schroffe Zunahme einsetzt. Die ersten Kalkgehalte werden im Eisenoxydul (Wüstit) als Mischkristall gelöst²⁹⁾, und erst oberhalb dieser Konzentration tritt gemäß der obigen Reaktionsgleichung der Kalkferrit und damit das metallische Eisen auf. Da die Schlacken abgegossen und abgeschreckt wurden,

kann man jedoch diese Grenze von etwa 12 % CaO einer bestimmten Temperatur nicht zuordnen.

Hohe Werte der spezifischen Magnetisierung zeigen noch einige Schlacken des Bildes 12b, in denen Kalk und Kieselsäure in molarem Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 3 : 1$ stehen. Die ersten Zusätze des Trikalziumsilikates zum Eisenoxydul erniedrigen aber wieder den Wert der spezifischen Magnetisierung.

Die Schlacken der Bilder 12c und d zeigen (im abgeschreckten Zustand) nur sehr kleine Werte der spezifischen Magnetisierung. Wenn also Kalk und Kieselsäure im Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2 \leq 2$ stehen, scheidet sich bei der schnellen Abkühlung in der Kupferkokille metallisches Eisen in nennenswerter Menge nicht ab, es bildet sich demnach auch Kalkferrit im festen Zustand nicht mehr.

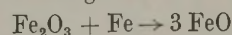
In allen Schlacken der Bilder 12a, b, c, d übertrifft der Eisenoxydulgehalt den Eisenoxydanteil der Schlacken bei weitem. Man übersieht sofort, daß die Fe_2O_3 -Gehalte bei gleichem Gesamtgehalt an $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ um so höher sind, je höher das Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ ist. Noch deutlicher geht das aus Bild 13 hervor, in dem entsprechend den Kurven in den Bildern 12a, b, c und d die Verhältniszahlen % Fe_2O_3 : % FeO eingezeichnet sind. Die gestrichelten Teile der Kurve entsprechen den Flußspat enthaltenden Schlacken. Die Kurven wurden nicht gegeneinander abgeglichen, auch einzelne Besonderheiten, die auf den Vorgängen der Abkühlung und Erstarrung beruhen können, wurden beibehalten. Selbstverständlich konnte auch der unter Umständen sehr erhebliche besondere Einfluß des Flußspates³⁰⁾ auf das Verhältnis $\frac{\% \text{Fe}_2\text{O}_3}{\% \text{FeO}}$ nicht ausgemerzt

werden; er sollte sich in einer Erhöhung seines Wertes auswirken und besonders ausgeprägt in den an Eisenoxyden armen Schlacken sein.

Weiterhin gelten diese Verhältniszahlen (mit allen im vorhergehenden erwähnten Einschränkungen) nur für Temperaturen von 1400 bis 1450° ; bei den höheren Temperaturen der Stahlerzeugungsverfahren müssen sie noch kleiner sein.

Jede Schlacke, die Eisenoxyde enthält und mit festem oder flüssigem Eisen in Gleichgewicht steht, enthält bei gegebener Temperatur noch einen ganz bestimmten Fe_2O_3 -Gehalt. Die Reduktion der höheren Eisenoxyde durch das metallische Eisen zum Oxydul ist niemals eine wirklich vollständige. Daß das Verhältnis $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ mit steigendem Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ zunimmt, hat man dahin zu deuten versucht, daß eben mit steigendem Kalkgehalt immer mehr von irgendeinem Kalkferrit gebildet wird, über dessen Zusammensetzung die Meinungen jedoch auseinandergehen. Lassen wir einmal die Frage, warum der Fe_2O_3 -Gehalt in den hochbasischen Schlacken höher ist als in den sauren Schlacken, ganz offen, sondern fragen vielmehr danach, welche grundsätzlichen Folgerungen man aus dieser Tatsache allein schon zu ziehen vermag.

Wenn man z. B. aus Bild 13 entnimmt, daß bei Schlacken, die 25 % Eisenoxyde ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) enthalten, die Verhältnisse $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ im Gleichgewicht mit festem Eisen bei 1400 bis 1450° von 0,42 für die hochbasischen auf 0,04 für die saureren abnehmen, so heißt das zunächst, daß dann, wenn zu einer Eisenschmelze oder zu festem Eisen höhere Eisenoxyde (Fe_2O_3) gemeinsam mit den genannten Stoffen gegeben werden, die Menge des durch den Sauerstoffüberschuß oxydierten Eisens gemäß



um so geringer ist, je basischer der zugemengte Stoff ist.

²⁸⁾ Molekulargewicht von CaO ist 56, von FeO 72, Atomgewicht des Eisens 56.

²⁹⁾ Auf die Bildung solcher Kalk-Wüstit-Mischkristalle haben bereits R. Schenck, H. Franz und A. Willeke²¹⁾ hingewiesen; E. Martin und R. Vogel²²⁾ nahmen die Bildung einer „Verbindung“ $(\text{FeO})_3\text{CaO}$ an.

³⁰⁾ Vgl. Abschnitt 3.

Nur dann, wenn in der Schlacke die beiden Oxyde in diesen bestimmten Verhältnissen stehen, kann die Schlacke überhaupt im Gleichgewicht mit dem Eisen sein. Ist in einer Schlacke der Fe_2O_3 -Gehalt größer, so wird Eisen oxydiert, ist er kleiner, so wird metallisches Eisen aus ihr abgeschieden. Nunmehr versteht man aber auch sofort, daß, je weniger basisch eine Schlacke ist, je kleiner also nach

Bild 13 ihr Fe_2O_3 -Gehalt im Fall des Gleichgewichtes mit dem Eisen ist, sie durch eine Erhöhung ihres Fe_2O_3 -Gehaltes (z. B. durch Erzzusatz oder durch die Oxydationswirkung der Flammengase) sich desto weiter vom Gleichgewicht

mit dem Eisen entfernt. Je weiter aber die Schlacke von ihrem Gleichgewicht mit dem Eisen hinsichtlich ihres Verhältnisses $\frac{Fe_2O_3}{FeO}$ in dieser Richtung entfernt ist, ein desto stärkeres Oxydationsmittel stellt sie dar, sowohl für das Eisen selbst als besonders auch für seine Beimengungen.

Bei den basischeren Schlacken ist demnach die (verhältnismäßige) Steigerung des Oxydationsvermögens der Schlacke bei einer Erhöhung des Verhältnisses $\frac{Fe_2O_3}{FeO}$ auf den gleichen Betrag längst nicht so stark wie bei den saureren Schlacken.

Wenn man diese Zusammenhänge, die hier nur eben angedeutet werden konnten, weil die vorliegenden Versuchsergebnisse für die flüssigen Schlacken noch nicht hinreichend sicher sind und außerdem zunächst nur für festes Eisen gelten, weiterverfolgt, so ergeben sich für einige Besonderheiten des basischen Siemens-Martin-Verfahrens einfache Erklärungen. Zu diesen gehört z. B. die Beobachtung, daß im Siemens-Martin-Ofen mäßig saure Schlacken die Oxydationswirkung der Flammengase leichter auf das Bad übertragen als hochbasische Schlacken, weiterhin auch die Wirkung von Sandzugaben zu hochbasischen Schlacken, die eine Belegung des Kochvorganges hervorrufen können, weil durch dieses „Ansäuern“, wie H. Schenck¹³⁾ sich ausdrückt, die höheren Eisenoxyde sich stärker mit dem Eisen und seinen Beimengungen umsetzen.

6. Ueber die Bildungswärmen der Hochofenschlacken.

In den Wärmebilanzen technisch-metallurgischer Verfahren, z. B. derjenigen des Hochofens, macht die Wärmemenge, die zur Bildung der flüssigen Schlacke aus der Gangart der Erze und den Zuschlägen erforderlich ist, einen erheblichen Anteil aus, besonders dann, wenn die Schlackenmenge groß ist. Um eine Schlacke aus ihren (kristallisierten) Bestandteilen, z. B. Kalk, Kieselsäure und Tonerde, zu bilden und auf die Temperatur t_s , die nur wenig oberhalb ihres Schmelzpunktes liegen möge, zu erhitzen, benötigt man theoretisch die Wärmemenge:

$$R = J_{20^0}^{t_s} - W_{fest}^{20^0}$$

Darin bedeutet $J_{20^0}^{t_s}$ den Wärmeinhalt der Schlacke von 20^0 bis t_s unter Einschluß der Schmelzwärme und $W_{fest}^{20^0}$ die

Bildungswärme der kristallisierten Schlacke. Sie kann bei Raumtemperatur bekanntlich bestimmt werden, indem einmal die Wärmemenge gemessen wird, die beim Auflösen der Schlacke in Säuren (Salzsäure, Flußsäure) frei wird, und diese dann von derjenigen beim Auflösen des Gemenges der unverbundenen Komponenten unter den gleichen Bedingungen in Abzug gebracht wird.

Folgender Hinweis muß bei Anwendung der obigen Beziehung aber unbedingt beachtet werden. Vielfach sind die Wärmehalte flüssiger Schlacken in der Weise bestimmt worden, daß sie im Kalorimeter sehr schnell abgekühlt wurden und daher glasig erstarrten. Dann ist aber der gemessene Wärmeinhalt im Vergleich zu den im Kalorimeter kristallisierten Schlacken um die „Entglasungswärme“ zu niedrig. Ebenso beziehen sich oft auch die Bildungswärmen der Schlacken nicht auf den kristallinen, sondern auf den glasigen Zustand. Die Bildungswärmen der glasigen Schlacken sind ebenfalls um die Entglasungswärme gegenüber denjenigen der kristallisierten Schlacken zu klein. Die Entglasungswärmen liegen bei Silikatschlacken im Bereich von 40 bis über 80 cal/g. Um die nach obiger Beziehung notwendige Wärmemenge R richtig zu berechnen, müssen also $J_{20^0}^{t_s}$ und

$W_{fest}^{20^0}$ sich jeweils auf den gleichen Endzustand der Schlacken bei 20^0 beziehen. Die zur Bildungswärmebestimmung herangezogene Schlacke sollte die gleichen Anteile glasiger und kristalliner Bestandteile haben wie die bei der Wärmeinhaltbestimmung im Kalorimeter vorliegende Schlackenprobe; diese sollte man also für die Bildungswärmebestimmung verwenden.

Ueber die Bildungswärmen der technischen Schlacken aus den Gemengen der Oxyde liegen umfassende Unterlagen noch nicht vor, besonders erscheint es zunächst äußerst schwierig, die Abhängigkeit der Bildungswärmen der technischen Schlacken von ihrer Zusammensetzung anzugeben, doch bieten auch für die Beantwortung dieser Fragen die Aussagen der Zustandsschaubilder³¹⁾ der Schlacken wieder eine große Hilfe. Im folgenden sei für die $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ -Schlacken also, die Hochofenschlacken, aus den vorliegenden Zahlenangaben unter Berücksichtigung der Aussagen der Zustandsschaubilder die Konzentrationsabhängigkeit der Bildungswärme der (kristallin) erstarrten Schlacken in großen Zügen entwickelt.

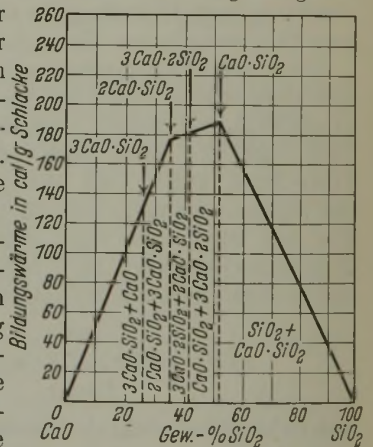
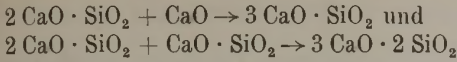


Bild 14. Die Bildungswärmen der Kalksilikate je g in Abhängigkeit von der Zusammensetzung.

Bild 14 zeigt zunächst die Bildungswärmen je Gewichtseinheit für die Schlacken des Randsystems $CaO-SiO_2$ in Abhängigkeit von der Konzentration³²⁾. Die höchste Bildungswärme hat das Metasilikat $CaO \cdot SiO_2$, eine nur wenig geringere das Orthosilikat $2CaO \cdot SiO_2$. Die übrigen Silikate, $3CaO \cdot SiO_2$ und $3CaO \cdot 2SiO_2$, bilden sich nach dem Zustandsschaubild (Bild 1) aus den beiden Hauptverbindungen und dem Kalk gemäß:

31) Vgl. in diesem Zusammenhang die Untersuchungen über die Bildungswärmen von Legierungsreihen, z. B. Körber, F., W. Oelsen, W. Middel und H. Lichtenberg: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1401/11 (Stahlw.-Aussch. 320).



unter nur geringer Wärmeabgabe, so daß sie auf dem Linienzug der Bildungswärmen in *Bild 14* nicht durch stark ausgeprägte (nach oben erhabene) Knicke ausgezeichnet sein können.

Diesem Bild ist zu entnehmen, daß die größte Wärmemenge je Gewichtseinheit verfügbar wird, wenn Kalk und Kieselsäure im molaren (oder auch annähernd im Gewichts-) Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1 : 1$ stehen; sowohl die kalkreicheren als auch die kieselsäurereicheren Schlacken liefern bei ihrer Bildung weniger Wärme. Man darf also keineswegs eine gleichbleibende Bildungswärme für die Kalksilikatschlacken ansetzen, sondern sowohl die äußerst sauren als auch die äußerst basischen Schlacken haben sehr geringe Bildungswärmen im Vergleich zu denen der mittleren Konzentrationen. Wenn man vom Höchstwert für das Metasilikat ausgeht, so bewirkt jedoch ein steigender Kalkgehalt zuerst eine wesentlich geringere Abnahme der Bildungswärme als steigender Kieselsäuregehalt.

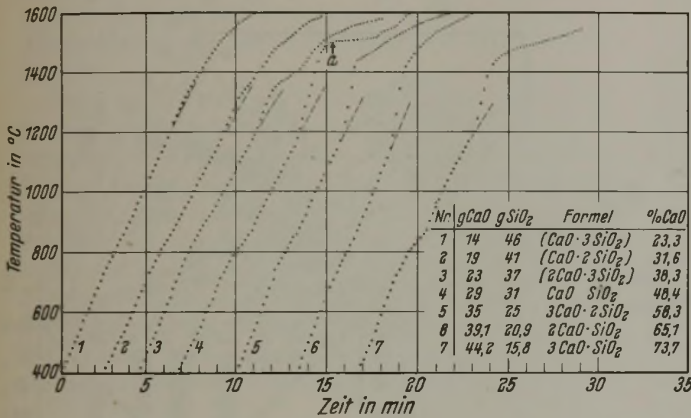


Bild 15. Erhitzungskurven verschiedener Gemenge aus gebranntem Kalk und Kieselsäure (Quarzmehl).

Wichtig ist fernerhin, bei welchen Temperaturen die Bildungswärmen der Schlacken während der Erhitzung der Gemenge von Kalk und Kieselsäure verfügbar werden, ob bereits im festen Zustand bei ziemlich niedrigen Temperaturen oder erst bei sehr hohen Temperaturen während des Schmelzvorganges. Bei der Erhitzung innig verriebener Gemenge kann die Bildung der Verbindungen bereits bei erheblich tieferen Temperaturen einsetzen, die Bildungswärme also sehr früh frei werden. Einen gewissen Ueberblick, allerdings nur für sehr große Erhitzungsgeschwindigkeiten, geben die in *Bild 15* zusammengestellten Erhitzungskurven von Gemengen aus gebranntem Kalk und Quarzmehl wechselnder Zusammensetzung. Mit aller Deutlichkeit zeigt sich, daß die Beschleunigung des Temperaturanstieges [bei etwa 1200° einsetzend³³⁾] bei den

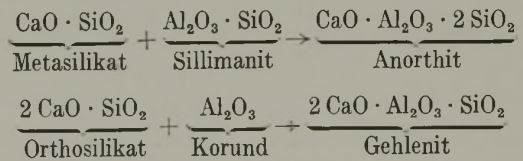
³²⁾ Berücksichtigung fanden Messungen von Roth, W. A., und P. Chall: Z. Elektrochem. 34 (1928) S. 185/99; Roth, W. A., und H. Troitzsch: Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 79/83; Roth, W. A.: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 10/12; Mulert, O.: Z. anorg. allg. Chem. 75 (1912) S. 198/240; Nacken, R.: Zement 19 (1930) S. 818/25 u. 847/49; Wagner, H.: Z. anorg. allg. Chem. 208 (1932) S. 1/22; Tschernobajew, W., und L. Wologdine: C. R. Acad., Paris, 154 (1912) S. 206/08; Johannson, O. K., und T. Thorvaldson: J. Amer. chem. Soc. 56 (1934) S. 2327/30.

³³⁾ Bei geringeren Erhitzungsgeschwindigkeiten und besonders bei äußerst feinkörniger Beschaffenheit der Ausgangsstoffe, auch bei Gegenwart niedrigschmelzender Beimengungen (Eisenoxyde, Alkalien) könnten die Reaktionen bei wesentlich tieferen Temperaturen einsetzen. Eine umfassende Bearbeitung dieser

Schlacken der mittleren Konzentrationen (Kurven 4 bis 7 für $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3 \text{CaO} \cdot 2 \text{SiO}_2$, $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ und auch noch $3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) sehr ausgeprägt sind, während die kieselsäurereichen Gemenge (Kurven 1 bis 3) wesentlich schwächere Beschleunigungen des Temperaturanstieges zeigen.

Ueber die Bildungswärmen der Schlacken der beiden weiteren Randsysteme $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ und $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ liegen nur sehr wenige Zahlenwerte vor, und zwar ein Wert³⁴⁾ ³⁵⁾ für das Kalkaluminat $3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ mit 20,7 kcal je Mol oder 77 cal/g und ein Wert³⁶⁾ für den Sillimanit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ mit 45,95 kcal je Mol oder 283 cal/g. Der letztgenannte Wert erscheint viel zu hoch, würde er doch unter anderem bedeuten, daß die Tonerde den Kalk aus seiner Bindung an die Kieselsäure verdrängen könnte, und weiter, daß bei der Reaktion in entsprechenden Gemengen aus Tonerde und Kieselsäure Temperatursteigerungen (z. B. auf Erhitzungskurven) um über 1000° auftreten müssen. Demgegenüber zeigen aber Erhitzungskurven solcher Gemenge bis hinauf zu 1600° eine deutliche Beschleunigung des Temperaturanstieges nicht. Die Bildungswärmen der Tonerdesilikate (Sillimanit oder Mullit) aus den beiden Oxyden scheinen also ziemlich klein zu sein; sie können jedenfalls nur geringe Bruchteile der oben angeführten Zahl ausmachen. Uebrigens weist darauf auch wieder das Zustandsschaubild $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ hin, da der Mullit unter Zersetzung schmilzt.

In den *Bildern 16 und 17* sind nunmehr aus den Bildungswärmen der Schlacken der Randsysteme die Flächen der Bildungswärmen der (kristallisierten) ternären Schlacken entworfen³⁵⁾. Ueber jedem Teildreieck muß sich eine ebene Fläche ergeben, weil die Bildungswärme eines Kristallgemenges sich additiv aus denjenigen der einzelnen Kristallarten zusammensetzt. Im ersten Entwurf (*Bild 16*) wurde als Bildungswärme des Mullits ($3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$) der Wert 22,5 kcal/Mol oder 53 cal/g angenommen, während im zweiten Entwurf (*Bild 17*) die Bildungswärmen der Tonerdesilikate ganz vernachlässigt wurden. Für die ternären Verbindungen Anorthit ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$) und Gehlenit ($2 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) wurden die Bildungswärmen 29 kcal/Mol oder 105 cal/g Anorthit und 33 kcal/Mol oder 120 cal/g Gehlenit angenommen unter dem Gesichtspunkt, daß die beiden Verbindungen sich nach dem Zustandsschaubild in exothermer Reaktion gemäß den Gleichungen



Verhältnisse unter eingehender Berücksichtigung des Schrifttums bietet Hedvall, J. A.: Reaktionsfähigkeit fester Stoffe. Leipzig 1938. — Die Verzögerungen im Bereich von 800 bis 900° auf den Erhitzungskurven des Bildes 15 beruhen auf dem Wärmeverbrauch für die Austreibung der geringen Kohlendioxydreste des Kalkes.

³⁴⁾ Thorwaldson, J., W. G. Brown und C. R. Peaker: J. Amer. chem. Soc. 51 (1929) S. 2678/82.

³⁵⁾ Nach Fertigstellung dieser Abhandlung haben Roth, W. A., und U. Wolf: Z. Elektrochem. 46 (1940) S. 232/33, die Bildungswärmen der Kalkaluminat einer Nachprüfung unterzogen und gefunden, daß die Kalkaluminat zu ihrer Bildung Wärme verbrauchen. Diese Befunde wurden aber noch nicht berücksichtigt.

³⁶⁾ Klever, E.: Glastechn. Ber. 7 (1929) S. 85/90; vgl. Klever, E., und E. Kordes: Veröff. K.-Wilh.-Inst. Silikatforschg. 3 (1930) S. 17/22. Verwendung fanden dort auch die Messungen von Neumann, F.: Z. anorg. allg. Chem. 145 (1925) S. 193/238.

bilden würden, woraus sich ohne weiteres ergibt, daß ihre Bildungswärmen (je Mol) etwas größer sein müssen als die des Metasilikates bzw. des Orthosilikates³⁷⁾.

Wenn die beiden Bilder 16 und 17 auch nur einen rohen ersten Anhalt über die Konzentrationsabhängigkeit der Bildungswärmen geben können, so lassen sie doch das Grundsätzliche klar erkennen. Die Höchstwerte der Bildungswärmen je Gewichtseinheit liegen im Randsystem CaO-SiO₂. Durch die Zumischung von Kieselsäure und auch Kalk oder Tonerde zum Metasilikat nimmt die Bildungswärme in jeder Richtung ab, am stärksten mit steigendem Kieselsäuregehalt, schwächer mit steigendem Tonerdegehalt, noch weniger (anfangs) mit steigendem Kalkgehalt.

Unter technischen Bedingungen ist allerdings die Aenderung der Schlackenzusammensetzung meist sehr gering,

den Wert 2 (etwa) nicht überschritten hat; dann müssen die Bildungswärmen nach der Kalkecke hin notwendig wieder abnehmen. Die von H. Richter und W. A. Roth für drei Hochofenschlacken angegebenen Werte der Bildungswärmen würden sich übrigens befriedigend in die Schaubilder einordnen lassen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Bilder 16 und 17 sich nur auf kristallisierte Schlacken beziehen.

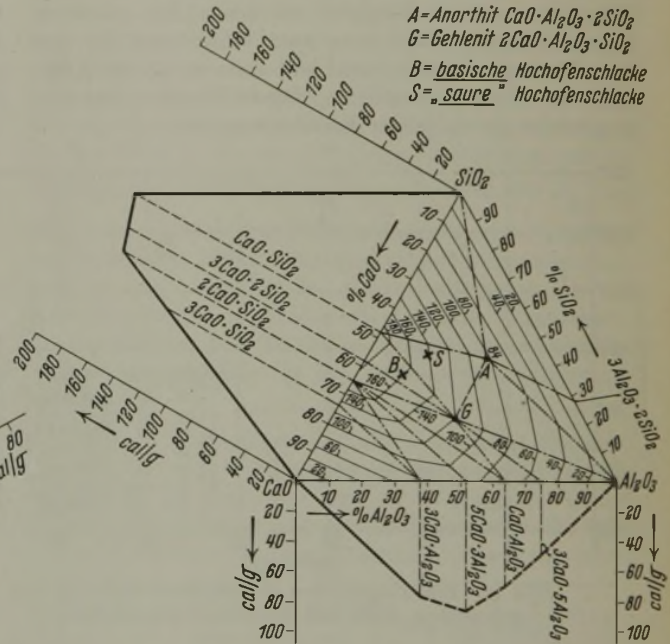
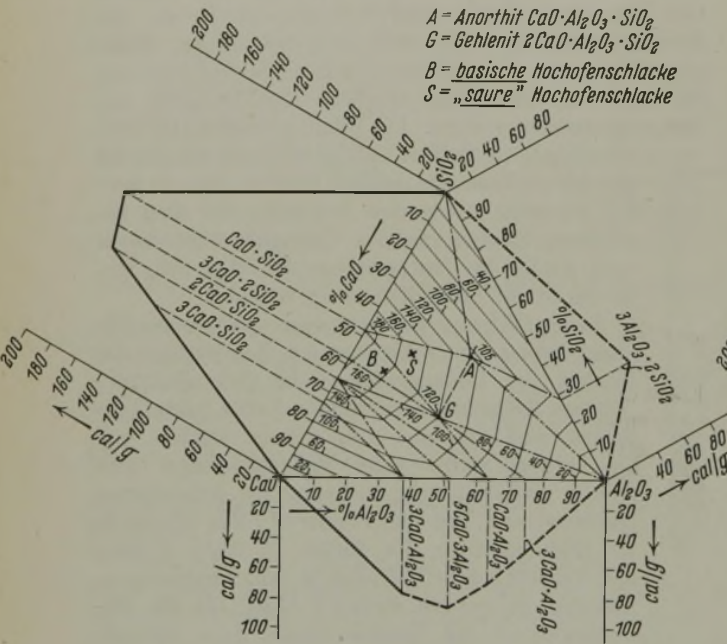


Bild 16. Entwurf I der Flächen der Bildungswärmen der festen, kristallisierten CaO-Al₂O₃-SiO₂-Schlacken.

Bild 17. Entwurf II der Flächen der Bildungswärmen der kristallisierten CaO-Al₂O₃-SiO₂-Schlacken.

selbst die Hochofenschlacken nach dem „basischen“ Verfahren und dem in neuerer Zeit erörterten „sauren“ Verfahren (für Thomasroheisen) liegen im Schaubild nur wenig auseinander, wie die beiden Punkte B und S in den Bildern zeigen, die Schlacken mit 49 % CaO, 12,5 % Al₂O₃ und 38,5 % SiO₂, also $\frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2} = 1,27$, und mit 38 % CaO, 17 % Al₂O₃ und 45 % SiO₂; also $\frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2} = 0,84$, angeben.

Für die „basische“ Schlacke B entnimmt man eine Bildungswärme von 162 bzw. 160 cal/g (im Mittel 161 cal/g) aus den beiden Bildern, für die saure Schlacke eine solche von 150 bzw. 140 cal/g (im Mittel 145 cal/g), so daß man nur mit einem Unterschied von 16 cal/g zu rechnen hat. Jedoch darf man auch diesen Unterschied von immerhin 10 % nicht unterschätzen.

Besonders zu beachten ist die geringe Bildungswärme der sehr sauren Schlacken.

Schon H. Richter und W. A. Roth³⁸⁾ haben auf Grund von Versuchsergebnissen darauf hingewiesen, daß die Bil-

³⁷⁾ Die schwach einspringenden Winkel der Linienzüge gleicher Bildungswärme auf der Geraden A—Al₂O₃ in Bild 16 sind fehlerhaft, was auf den ziemlich willkürlichen Annahmen der Bildungswärmen des Anorthits, des Gehlenits, des Mullits und der Aluminate beruht.

³⁸⁾ Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 417/19.

Zusammenfassung.

Der Fortschritt der metallurgischen Technik erfordert eine eingehende Berücksichtigung der Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung. In der vorliegenden Abhandlung werden einige grundlegende Fragen der Schlackenkunde bearbeitet und zu den technisch-metallurgischen Verfahren in Beziehung gebracht. Insbesondere wird hervorgehoben, welche Fülle von Aussagen den Zustandsschaubildern der Schlacken, seines für ihr Schmelzverhalten, ihr Fließvermögen, das Reaktionsvermögen ihrer Bestandteile, ja sogar für ihre Bildungswärmen in recht einfacher Weise zu entnehmen sind.

Im ersten Abschnitt wird gezeigt, wie man die Schlacken-zustandsschaubilder in bezug auf das Fließvermögen besonders der basischen Schlacken zu lesen hat, und welche entscheidende Rolle dabei die Frage spielt, ob sich die Gleichgewichte eingestellt haben oder nicht.

Die Bedeutung der Kurven des Beginns der Erstarrung in Zweistoffsystemen und der entsprechenden Flächen bzw. der isothermen Schnitte in Dreistoffsystemen als Sättigungslinien oder -flächen wird an der Reihe der technisch bedeutsamen Schaubilder erläutert. An Hand der Löslichkeitsverhältnisse werden die Besonderheiten des Verhaltens der Kieselsäure, der Phosphorsäure, der Tonerde, des Eisenoxyduls, des Flußspates und des Magnesiumoxyds erörtert

und die Bedingungen klargelegt, unter denen man möglichst hochbasische Schlacken, also solche mit sehr reaktionsfähigem gelösten Kalk, erzielen kann. Mit Hilfe der Schaubilder konnte so auch das oft als merkwürdig angesehene Verhalten des Magnesiumoxyds in hochbasischen Schlacken einfach geklärt werden. Als eines der wichtigsten Ergebnisse wurde herausgestellt, daß für die metallurgische Wirkung der basischen Schlacken entscheidend ist, an welchen Verbindungen, ob an reinem Kalk oder an Kalksilikaten oder an Kalkphosphaten, sie bei den technisch erreichbaren Temperaturen und bei gegebenen Anteilen von Flußmitteln (FeO , Al_2O_3 , CaF_2) zu sättigen sind. Aus den Löslichkeitsverhältnissen konnte sodann auch die enge Verknüpfung, die zwischen den Kieselsäure- und Eisengehalten technischer Siemens-Martin-Schlacken vielfach festgestellt wurde, und weiterhin die bekannte geringe Veränderlichkeit der Summe der basischen Oxyde $\% \text{CaO} + \% \text{MgO} + \% \text{MnO}$ begründet werden. Bei den Stahlerzeugungsverfahren mit basischer Schlacke spielen die Sättigungsgrenzen des Kalkes und seiner hochschmelzenden Verbindungen (Orthosilikat und Phosphate) eine mindestens ebenso ausschlaggebende regelnde Rolle wie die Löslichkeit der Kieselsäure in den Silikatschlacken der Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke.

Neben der Wirkung des Flußspates als Flußmittel für den Kalk wurde noch sein Verhalten gegenüber dem Eisenoxydul durch Versuchsergebnisse belegt. Eisenoxydul und Flußspat mischen sich nämlich im flüssigen Zustand praktisch nicht. Daraus lassen sich für Flußspatzusätze zu hochbasischen Schlacken zwei getrennte Wirkungen folgern, einmal verflüssigen sie zuvor schwerflüssige Schlacken, machen sie also in physikalischer Hinsicht reaktionsfähiger, gleichzeitig erhöhen sie aber, als Folge der Neigung zur Entmischung, auch das Reaktionsvermögen der in den Schlacken enthaltenen Eisenoxyde in chemischer Hinsicht.

Umschau.

Einfluß der Walzdrahtvorglühung, der Patentierungstemperatur und der Randentkohlung auf die Eigenschaften von Stahldraht.

Bei der Herstellung von Stahldraht wird der Werkstoff einer Reihe von Wärmebehandlungen unterworfen, die von grundlegendem Einfluß auf die Eigenschaften des fertigen Drahtes sind. Wenn auch bereits im Schrifttum eine große Anzahl von Arbeiten bekannt ist, die sich mit der bei der Herstellung des Drahtes üblichen Warmbehandlung befassen¹⁾, so sind doch immerhin viele Einzelfragen auf diesem Gebiet noch nicht klargelegt; das gilt vor allem für den Einfluß einer unterschiedlichen Wärmebehandlung des Walzdrahtes vor dem Ziehen. Ferner scheint der Einfluß der Patentierungsbedingungen und der Randentkohlung auf die Eigenschaften gezogener Stahldrähte besonders auf ihre Dauereigenschaften und damit auf ihr Verhalten im Betrieb noch weiterer Untersuchungen zu bedürfen.

Walter E. Wagenknecht²⁾ gibt einen Beitrag zur Frage des Einflusses einer Vorglühung des Stahldrahtes und der Patentierungsbedingungen (Einfluß der Höhe der Patentierungstemperatur) auf die Eigenschaften des gezogenen Stahldrahtes. Für die Versuche lagen vor Walzdrähte mit verschiedenen Kohlenstoff- und Mangangehalten in der für Seildrähte üblichen

¹⁾ Royen, H. J. van: Stahl und Eisen als Werkstoff. Vorträge Werkstofftagung Berlin 1927, Bd. IV. Düsseldorf 1928. S. 30/35. Vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 2166/67. Pomp, A., und A. Lindeberg: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 12 (1930) S. 39/54. Pomp, A.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 16 (1934) S. 113/16, 117/27; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 586. Pomp, A., und H. Ruppik: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 259/74; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 310 u. 899/903. Walzel, R., und R. Mitsche: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1480/84.

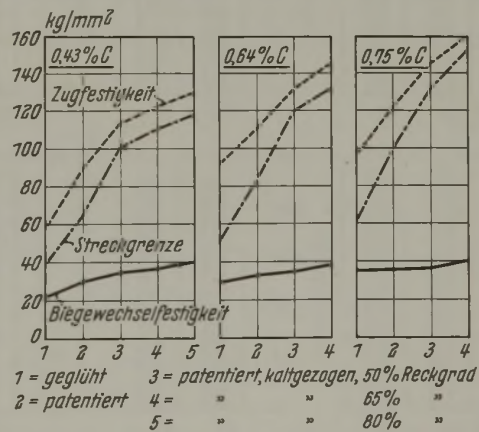
²⁾ Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 2 (1940) S. 157/84.

Mit Hilfe des mehr schematisch entworfenen Zustandschaubildes $\text{FeO-V}_2\text{O}_3$ werden die Eigenheiten der Vanadinverschlackung erklärt. Aus den hohen Schmelzpunkten der Verbindungen V_2O_3 und $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_3$ und ihrer damit geringen Löslichkeit in anderen Schlacken läßt sich unmittelbar begründen, warum durch Windfrischen vanadinhaltigen Eisens höhere Vanadinegehalte der Schlacken zu erzielen sind als durch Erzfrischen in der Pfanne, und daß „krümelige“ und „trockene“ Schlacken ebenfalls ein günstigeres Ausbringen sichern sollten als dünnflüssige Schlacken.

Zur Frage der Ferrite in flüssigen basischen Schlacken bei Gegenwart von Eisen werden umfassende Unterlagen beigebracht, die gemeinsam mit Erörterungen über das Zustandsschaubild $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ ergeben, daß die Beständigkeit der Kalkferrite in flüssigen Schlacken neben Eisen bei hohen Temperaturen nur gering sein kann. Weiter wurde die Bedeutung der Abhängigkeit des Verhältnisses $\frac{\% \text{Fe}_2\text{O}_3}{\% \text{FeO}}$ von den Kalk- und Kieselsäuregehalten der Schlacke für das Reaktionsvermögen der Eisenoxyde in basischen Schlacken untersucht.

Da die Wärmemengen, die zur Bildung der flüssigen Schlacken notwendig sind, erhebliche Anteile der Wärmebilanzen der metallurgischen Verfahren, z. B. derjenigen des Hochofens, ausmachen, wurden die wichtigsten Gesichtspunkte, die bei solchen Berechnungen hinsichtlich der zugrunde zu legenden Zahlenwerte der Bildungswärmen und Wärmeinhalte zu berücksichtigen sind, hervorgehoben. Zur Frage der Abhängigkeit der Bildungswärmen von der Zusammensetzung der Schlacken wurden für das System CaO-SiO_2 und ebenso für das System $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (Hochofenschlacken) diese Beziehungen aus den im Schrifttum vorliegenden Zahlenwerten mit Hilfe der Zustandschaubilder in ihren Grundzügen entwickelt.

Zusammensetzung. Außer den üblichen technologischen Prüfungsarten (Zug-, Biege- und Verwindversuch) wurde noch die von H. Sieglerschmidt³⁾ und von H. J. van Royen⁴⁾ beschriebene Biegerollprüfung verwendet. Für die Dauerversuche wurde eine Biegemaschine entwickelt, die in ihrer Bauart der bekannten Schenckschen Maschine entsprach.



Bilder 1 bis 3. Einfluß der Wärme- und Ziehbehandlung auf Zugfestigkeit, Streckgrenze und Biegewechselfestigkeit von Stahldrähten verschiedenen Kohlenstoffgehaltes.

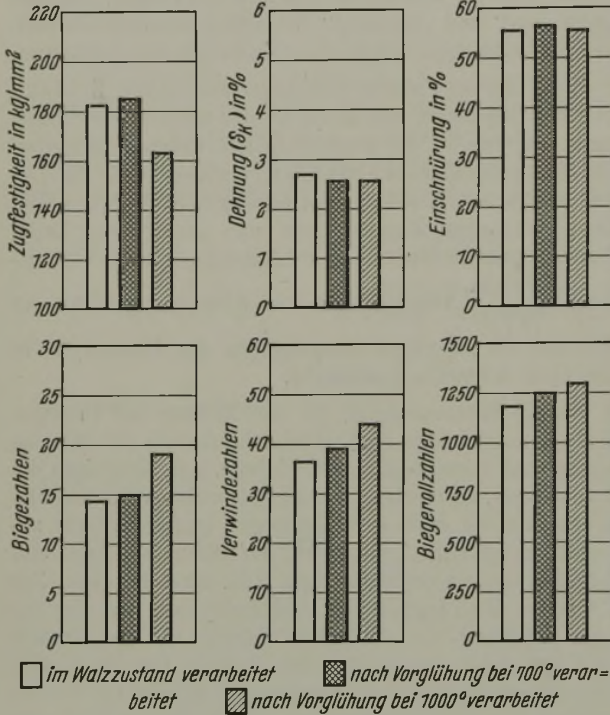
Bilder 1 bis 3 zeigen zunächst die Ergebnisse mit Drähten von 0,43, 0,64 und 0,75 % C. Alle drei Drahtsorten wurden mit Ziehgraden von 50 und 65 %, der Draht mit 0,43 % C auch noch mit 80 % Querschnittsverminderung vom patentierten Draht

³⁾ Z. VDI 71 (1927) S. 517/20.

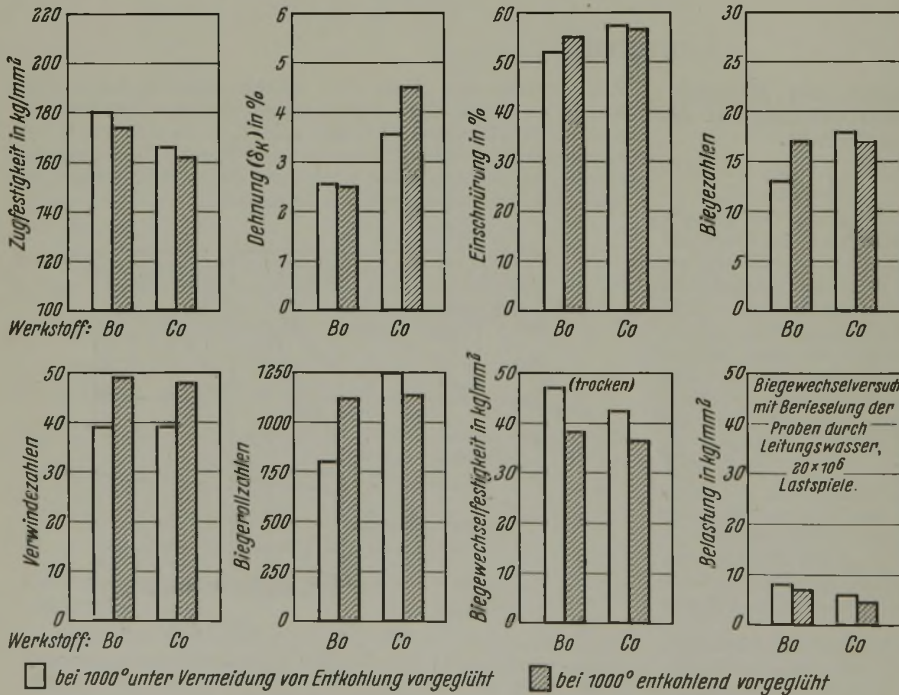
⁴⁾ Siehe Fußnote 1: a. a. O.

gezogen. Streckgrenze und Zugfestigkeit stiegen in allen Fällen mit steigendem Reckgrad stark an, dagegen die Biegewechselfestigkeit nur schwach. Würde also die Biegewechselfestigkeit des Drahtes ein Maßstab für die Lebensdauer eines Seiles sein, so würde eine hochgetriebene Zugfestigkeit bei Seildrähten durchaus keine entsprechende Verbesserung der Lebensdauer ergeben.

Bilder 4 bis 9 zeigen den Einfluß der Vorglühung des Walzdrahtes auf die technologischen Eigenschaften der Drähte.



Bilder 4 bis 9. Einfluß der Vorglühung des Walzdrahtes auf die Festigkeitseigenschaften des fertiggezogenen Drahtes.



Bilder 10 bis 17. Versuche über den Einfluß einer Randentkühlung auf die Festigkeitseigenschaften von Stahldraht.

Hiernach setzte eine Vorglühung bei 700° die Zugfestigkeit leicht herauf, eine randentkühlende Glühung bei 1000° wirkte dagegen stark erniedrigend; der Einfluß der Vorglühung auf Dehnung und Einschnürung war gering. Die Biegebarkeit des Drahtes, soweit sie durch den Hin- und Herbiegeversuch erfaßt wird, wurde durch Glühung bei 700° etwas, durch die Glühung bei

1000° erheblich verbessert. Fast dasselbe gilt für die Verwindbarkeit. Beim Biegerollversuch bewirkte die Glühung bei 700° eine kleine Steigerung und die Glühung bei 1000° eine solche um etwa den doppelten Betrag. Die Biegewechselfestigkeit wurde durch die Glühung bei 700° nicht einheitlich beeinflusst, während die Glühung bei 1000° eine deutliche Herabsetzung verursachte.

In den Bildern 10 bis 17 sind die Versuchsergebnisse über den Einfluß der Randentkühlung zusammengestellt. Die Drähte enthielten:

B ₀	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cu
C ₀	0,84	0,11	0,22	0,012	0,016	0,09
	0,71	0,10	0,27	0,016	0,019	0,08

Die Zugfestigkeit wurde durch die Randentkühlung deutlich herabgesetzt, die Dehnung und die Einschnürung wurden uneinheitlich beeinflusst, ebenso die Biegebarkeit des Drahtes, soweit sie durch den Hin- und Herbiegeversuch und den Biegerollversuch erfaßt wird. Wesentlich verbessert wurde dagegen die Verwindbarkeit. Ungünstig wirkte die Randentkühlung ein auf die Biegewechselfestigkeit bei Prüfung in trockenem Zustand und vielleicht auch bei gleichzeitiger Korrosionsbeanspruchung, sofern bis 20 × 10⁶ Lastspielen geprüft wurde. Im Gebiete niedrigerer Lastspielzahlen, also im Gebiet der Zeitfestigkeit, waren sowohl bei trockener als auch bei Korrosionsbeanspruchung die randentkühlten Drähte anscheinend ihren nicht-entkühlten Vergleichsdrähten überlegen.

Freier Ferrit im patentierten Draht — also bei Patentierung unterhalb A_{c3} — beeinflusste sämtliche geprüften Eigenschaften des Fertigdrahtes ungünstig. Dies stimmt überein mit den Erfahrungen, daß zu niedrige Ofentemperaturen beim Patentieren auf alle Fälle vermieden werden müssen.

Wilhelm Püngel.

Feinreinigungs-Gichtgaswäscher.

Während in den bisher bekannten Horden- oder Turmwäscherbauarten nur eine Grobreinigung des Gichtgases bis auf etwa 0,5 g Staub/Nm³ erfolgt, berichtet T. L. Joseph¹⁾ über einen neuartigen Turmwäscher der Firma John Mohr & Sons, Chicago, mit dem Maschinengasreinheit erreicht wird. Der Wäscher besteht aus drei Stufen, einer unteren Heißwaschung des Gichtgases, einer mittleren Stufe, in der die Gasfeuchtigkeit niedergeschlagen wird, und schließlich aus einer im oberen Teil des Wäschers gelegenen Kaltwaschstufe (Bild 1).

Die unten im Wäscher liegende Heißwaschstufe enthält drei Lagen von säurebeständigen, keramischen Ringen, die zur Vergrößerung der vom Wasser benetzten Oberfläche dienen (10 220 m²). Die größten Staubteilchen des die Heißwaschstufe verlassenden Gichtgases haben noch eine Größe von 7 bis 10 μ. Das Gas ist dabei auf etwa 0,5 bis 0,6 g/m³ gereinigt worden, bei einem Rohgas-Staubgehalt des Gases beim Eintritt in den Wäscher von 28 g/Nm³. Menge und Temperatur des in dieser Stufe verwendeten warmen Waschwassers wird selbsttätig geregelt. Im Sommer beträgt die Temperatur des Wassers etwa 60°, im Winter 57°.

In der mittleren Stufe erfolgt die Niederschlagung der Gasfeuchtigkeit und gleichzeitig eine Filtration. Das warme, feuchte Gas durchströmt drei Kondensstufen, in denen durch Kühlung Feuchtigkeit abgeschieden wird. Beim Eintritt in die untere Stufe hat das Gas eine Temperatur von 57°, beim Austritt von 50°. Durch diese an sich geringe Kühlung fallen aber schon 41 g Wasser/Nm³ (entsprechend 30 g/m³ Gas im Betriebszustand) aus.

In der Zwischenkondensstufe erfolgt eine weitere Abkühlung auf 40° und damit eine weitere Abscheidung von 48 g Wasser/Nm³. In der oberen Stufe erfolgt schließlich eine Abkühlung auf 21° mit einer weiteren Wasserabscheidung. Vor und hinter diese

¹⁾ Blast Furn. 28 (1940) S. 247/48.

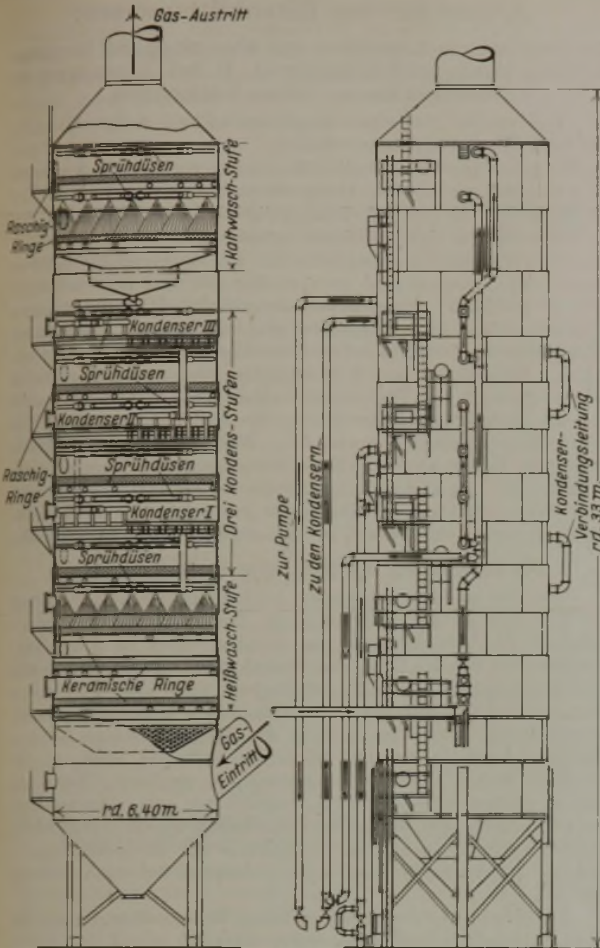


Bild 1. Feinreinigungs-Gichtgaswäscher.

Wasserniederschlagungsstufen geschaltete Filter verhindern, daß Schlamm und mitgerissenes Wasser in den nachfolgenden Wasserabscheider gelangen.

Im oberen Teil des Wäschers liegt schließlich die Kaltwaschstufe, in der das Gas unter gleichzeitiger Trocknung gekühlt wird. Das Kühlwasser wird oben durch Einspritzdüsen über eine Lage von Raschig-Ringen gespritzt, wodurch die Austrittstemperatur des gereinigten Gases auf 1° über Wassereintrittstemperatur gebracht wird. Die gesamte Kühl- und Trocknungsfläche beträgt in dieser Stufe 4500 m². Das Abflußwasser ist rein, da eine Staubauswaschung hier nicht mehr erfolgt. Es wird durch eine Zentrifugalpumpe abgezogen.

Das Abflußwasser aus den mittleren Kondensstufen wird geteilt, und zwar geht eine Hälfte als reines Warmwasser zur unteren Heißwaschstufe, die andere zu der unteren Kondensstufe. Das aus dem oberen Wäscher abfließende Wasser dient also in der mittleren Stufe zur Gaskühlung und Feuchtigkeitsabscheidung.

Ein derartiger Turmwäscher für eine stündliche Leistung von 170 000 Nm³ Gichtgas wurde im Chicagoer Industriegebiet errichtet. An vier verschiedenen kleineren Wäschern für eine Stundenleistung von je etwa 22 000 Nm³ Gichtgas wurden Versuche durchgeführt, um die Betriebsverhältnisse zu untersuchen. Das in diesen Wäschern gereinigte Gichtgas stammt von Hochöfen, die verschiedene Roheisensorten erblasen und außerdem mehrere Kokksorten und Möller verschiedener Zusammensetzung verwenden. Es wurden folgende Betriebswerte an diesen Wäschern erreicht:

Der Druckverlust stieg nicht über 114 mm WS.
Der größte Gesamtwasserverbrauch erreichte Werte bis 2,65 m³ Wasser/1000 Nm³ Gichtgas.

Die Reingastemperatur lag im allgemeinen nicht höher als 1° über der Kühlwasser-Eintrittstemperatur.

Die im Reingas mitgerissenen überschüssigen Wassertropfen lagen bei etwa 2,5 g/Nm³ Gichtgas.

Der Staubgehalt des Reingases überschritt Maschinengasreinheit von 0,02 g/Nm³ nicht.

Der Gesamtenergiebedarf mit etwa 7 kWh/1000 Nm³ Gichtgas ist allerdings, wenn man neuzeitliche Gasreinigungsanlagen wie z. B. Elektrofilter heranzieht, übermäßig hoch zu nennen.

Kurt Guthmann.

Versuche mit niedriglegierten Schnellarbeitsstählen.

Im Rahmen der Bestrebungen zur Entwicklung von wolframarmen Schnellarbeitsstählen untersuchten N. A. Minkevitch und O. S. Iwanow¹⁾ Stähle der in *Zahlentafel 1* angegebenen Zusammensetzung. Die Versuchsschmelzen wurden in einem Hochfrequenzofen erschmolzen und zu Blöcken von 50 kg vergossen. Das Schmieden wurde bei 1150 bis 950° durchgeführt, wobei sich der Stahl 1300 am besten verhielt; auch der Stahl 732 war gut schmiebar, während die übrigen Stähle sich schlecht verarbeiten ließen.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Schnellarbeitsstähle.

Stahl Nr.	% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ti	% V	% W
732	0,78	0,45	0,54	7,72	3,67	—	1,21	—
1300	0,89	0,38	0,13	4,49	3,76	—	2,21	—
1301	1,02	0,42	0,42	9,76	2,02	—	1,28	—
1302	1,00	0,36	0,22	9,77	3,70	1,0	0,30	—
1303	1,02	0,38	0,32	10,02	3,86	—	1,25	—
1304	1,08	0,42	0,28	9,72	—	0,92	0,22	4,21

Zur Feststellung des Einflusses der Abschrecktemperatur auf den Restaustenitgehalt und die Härte wurden Proben von 10×10×30 mm³ verwendet, die aus einem Salzbad in Öl abgelöscht wurden. Für jede Behandlung wurden drei Proben verwendet, von denen eine nach der Öelablösung noch in flüssige Luft (—183°) getaucht wurde. Das Ergebnis dieser Versuche ist in *Bild 1* zusammengestellt. Ein Vergleich

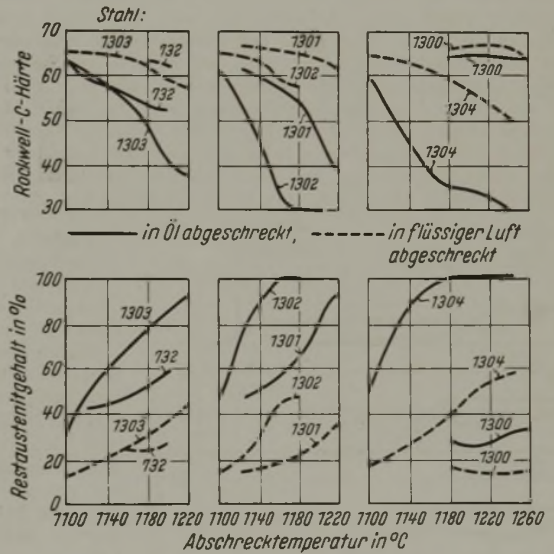


Bild 1. Einfluß der Abschrecktemperatur auf Härte und Restaustenitgehalt der untersuchten Schnellarbeitsstähle.

des Restaustenitgehaltes der Stähle 732 und 1303 zeigt, daß er durch eine Erhöhung des Chromgehaltes von 7,7 auf 10 % beträchtlich vergrößert wird. An den Stählen 1303 und 1304 kann man feststellen, daß eine Verringerung des Gehaltes an Molybdän von 3,86 auf 2,02 % zu einer Senkung des Restaustenitanteils von rd. 10 % führt. Der Austausch des Vanadins im Stahl 1303 durch Titan (Stahl 1302) führt zur Schwächung der Martensitumwandlung, so daß schon bei einer Härtung von 1160° der Stahl rein austenitisch bleibt. Der Stahl 1300 unterscheidet sich in seinem Restaustenitgehalt von nur 25 bis 30 % bei Härte-temperaturen bis zu 1260° deutlich von allen übrigen. Durch Tauchen der Proben in flüssige Luft wurde der Restaustenitgehalt stets herabgesetzt, jedoch gelang es in keinem Falle, hierdurch eine völlige Martensitumwandlung zu erreichen, da mindestens ein Austenitanteil von 10 % noch vorhanden blieb. Infolge Aenderung des Restaustenitgehaltes stieg naturgemäß die Härte der Proben nach Abkühlung in flüssiger Luft stark an.

In *Bild 2* ist das Ergebnis der Anlaßbehandlungen an den Proben der einzelnen Stähle angeführt, die bei der jeweils günstigsten Temperatur abgeschreckt worden waren und nach dem Anlassen die höchsten Härten ergaben. Es wurde ein und dieselbe Probe auf immer höhere Temperaturen angelassen, wobei die Dauer jeder Anlaßbehandlung 1 h betrug. Wie aus *Bild 2* ersichtlich, konnte bei allen Stählen eine Härte von mehr als 60 Rc-Einheiten erzielt werden; nur bei dem Stahl 1304

¹⁾ Metallurg 15 (1940) Nr. 1, S. 31/46.

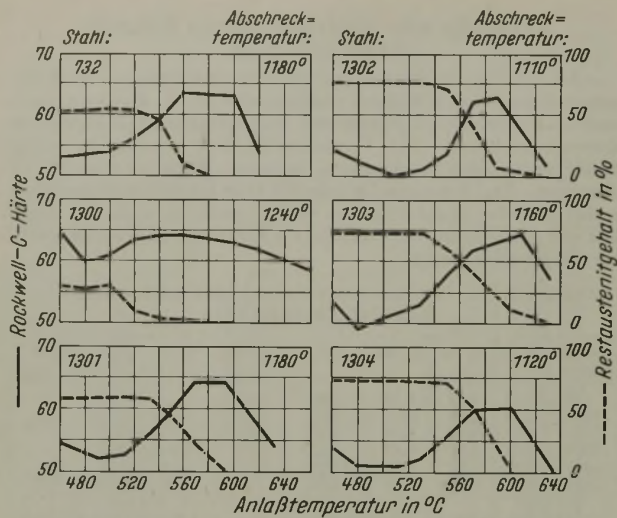


Bild 2. Einfluß des Anlassens auf Härte und Restaustenitanteil der Versuchsstähle.

wird dieser Wert knapp erreicht. Der Stahl 1300 unterscheidet sich auch in seinem Verhalten bei der Anlaßbehandlung von den übrigen Legierungen. Bei diesem Stahl tritt die Martensitumwandlung schon bei sehr niedrigen Temperaturen ein. Proben dieser Legierung, die bei 1200 bis 1240° abgeschreckt werden, erhalten schon beim Anlassen auf nur 520° fast keinen Restaustenit mehr. Ferner hat bei diesem Stahl der Martensit eine hohe Anlaßbeständigkeit, auch bei mehrfachem Anlassen. Dieses bestätigen auch die Anlaßversuche mit den Proben, die anschließend an die Ölablösung noch in flüssige Luft getaucht worden waren. Man sieht aus Bild 3, daß der Stahl 1300 noch bei Anlaßtemperaturen, bei denen praktisch kein Austenit mehr vorhanden ist, im Gegensatz zu den anderen Stählen immer noch eine Härte von über 60 Re-Einheiten hat.

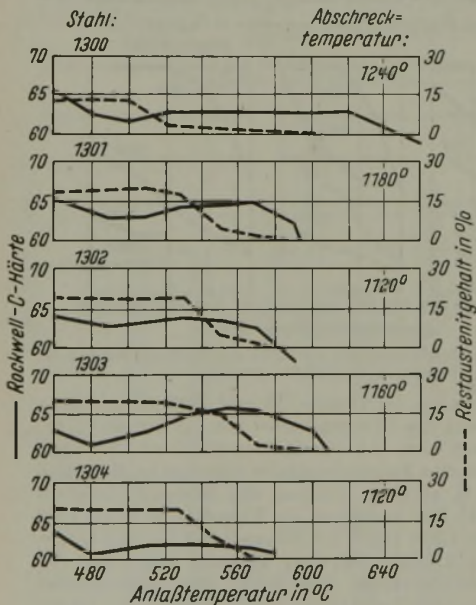


Bild 3. Härte und Restaustenitgehalt der in flüssiger Luft abgekühlten Proben in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur.

niedrigen Schnittgeschwindigkeiten den Schnellarbeitsstahl, während er diesem bei Schnittgeschwindigkeiten von über 30 m/min unterlegen war. Ueber das Verhalten des Stahles 732 liegt nur das Ergebnis eines Betriebsversuches vor, wonach dieser Stahl, allerdings unter leichten Arbeitsbedingungen, dem Stahl 1300 in seiner Schneidhaltigkeit entspricht.

Von den untersuchten Legierungen hat der Stahl 1300 die besten Eigenschaften. Seine gute Schneidleistung, die gute Schmiedbarkeit, seine Unempfindlichkeit beim Härten und Anlassen und die völlige Freiheit von einem Wolframgehalt haben veranlaßt, diese Legierung in Rußland als die Stahlmarke EJ 260 einzuführen¹⁾.

Mit den Versuchsstählen durchgeführte Schneidversuche an einem unlegierten Stahl mit einer Zugfestigkeit von rd. 75 kg je mm² mit Schnittgeschwindigkeiten von 20 bis 45 m/min haben ergeben, daß die Leistung des Stahles 1300 besser war als die des üblichen Schnellarbeitsstahles mit 18 % W, 4 % Cr und 1 % V, während die Stähle 1301, 1302 und 1304 in der angegebenen Reihenfolge darunter lagen.

Der Stahl 1303 übertraf bei

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Die Strahlung von Kohlensäure und Wasserdampf mit besonderer Berücksichtigung hoher Temperaturen. II. Teil: Uebertragung der Meßergebnisse auf höhere Temperaturen.

Hellmuth Schwiedeßen¹⁾ entwickelt einige Formeln, die folgende Bedingungen erfüllen:

- a) Sie geben innerhalb des Meßbereiches vorliegende Meßwerte genügend genau ohne Gang wieder.
- b) Sie liefern in höheren Temperaturbereichen Werte, die den theoretischen Erkenntnissen entsprechen.

Die Wärmeübergangszahlen der Gasstrahlung für Kohlensäure und Wasserdampf werden für den Temperaturbereich von 0° bis 2100° schaubildlich dargestellt. Die Bilder zeigen deutlich, daß die Wärmeübergangszahlen bei bestimmten Temperaturen einen Höchstwert erreichen und dann wieder abfallen. Bei sehr kleinen Schichtdicken liegt dieser Höchstwert schon innerhalb des Temperaturmeßbereichs. Zum Schluß wird auf die praktischen Folgerungen, die sich aus den neuen Erkenntnissen ergeben, hingewiesen. Während die Gasstrahlung bei hohen Temperaturen in ihrer Wirkung wieder geringer wird, gewinnt die Leuchtstrahlung größere Bedeutung; deshalb muß auch Wert auf Gasbestandteile gelegt werden, die die Leuchtstrahlung verursachen, wie z. B. die schweren Kohlenwasserstoffe.

Die Bestimmung des Molybdäns in Sonderstählen.

Von den aus dem Schrifttum bekanntgewordenen Verfahren zur Bestimmung des Molybdäns im Stahl wurde vom Unterausschuß für die Analyse von Sonderstählen im Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute eine Reihe von gewichtsanalytischen, maßanalytischen und kolorimetrischen Verfahren an molybdänlegierten Leitproben kritisch überprüft. Anschließend wurde der Einfluß der Begleitelemente Kupfer, Wolfram, Vanadin, Chrom, Nickel, Kobalt und Zinn auf die einzelnen Molybdänbestimmungsverfahren ermittelt. Weiterhin wurden die bereits in die Praxis eingeführten potentiometrischen und photometrischen Verfahren an mehrfach legierten Molybdänstahlproben untersucht und ein Hinweis auf die spektralanalytischen, polarographischen und polarometrischen Verfahren gegeben.

Als Ergebnis der umfangreichen Untersuchung, über die Paul Klinger²⁾ berichtete, ergibt sich:

Die Fällung unter Druck ist nicht unbedingt erforderlich, wenn auch das Arbeiten mit einer Druckflasche größere Sicherheit bietet. Von den gewichtsanalytischen Verfahren sind besonders zu empfehlen die Fällung mit Schwefelwasserstoff in saurer Lösung mit anschließender Bestimmung als Trioxid und das Bleimolybdatverfahren nach Fällung als Trisulfid. Während die Titrationsverfahren mit Kaliumpermanganat gute Übereinstimmung ergaben, waren die Ergebnisse bei der Titration mit Eisenchlorid und Methylenblau unbefriedigend. Gut brauchbar waren die kolorimetrischen Verfahren mit Rhodankalium und Zinnchlorür oder mit Phenylhydrazin, dagegen gab das Xanthogenatverfahren unsichere Ergebnisse. Bei der Untersuchung über den Einfluß der oben angeführten Elemente ergab sich, daß bei Anwesenheit von Kupfer bei den gewichtsanalytischen Verfahren, mit Ausnahme des Bleimolybdatverfahrens, die übliche Arbeitsweise abgeändert werden mußte. Bei den anderen Elementen wurde, mit Ausnahme des Verfahrens mit Fällung in alkalischer Lösung, kein Einfluß festgestellt. Die gleichzeitig durchgeführte Ueberprüfung der potentiometrischen Verfahren ergab im allgemeinen recht gute Übereinstimmung, bei dem reduktometrischen Verfahren mit Zinnchlorür muß vorsichtig gearbeitet werden. Die photometrische Arbeitsweise ist brauchbar und besonders als Schnellbestimmung geeignet.

Untersuchungen über die Eignung des Durchziehofens zum Glühen von kaltgewalztem Tiefziehbandstahl.

Ein um 10, 20, 40 und 60 % kaltgewalzter Tiefziehbandstahl von 40 × 1 mm² Querschnitt zeigte bei Glühungen in einem Kammerofen, der auf Temperaturen von 650 bis 900° geheizt war, daß schon nach Glühzeiten von weniger als 3 min eine vollständige Entfestigung eintrat. Gegenüber den bei einer langzeitigen betriebsmäßigen Glühung erzielten Festigkeitseigenschaften war praktisch kein Unterschied vorhanden.

Darauffin führten Anton Pomp und Georg Niebch³⁾ in einem elektrisch beheizten Durchziehofen Glühversuche mit

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 145/53 (Wärmequelle 286).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 157/77 (Chem.-Aussch. 140).

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 179/86. — Vgl. auch Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 22 (1940) Lfg. 8, S. 109/36.

¹⁾ Vgl. dazu Iwanow, O. S.: Westn. Metallprom. 19 (1939), Nr. 9, S. 24/33; Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 614/615 (Werkstoffaussch. 504) Erörterung.

zwei Tiefziehbandstählen gleicher Abmessung und ähnlicher Zusammensetzung, aber vermutlich anderer Erschmelzungsart durch. Mit einem Thermolement, das aus dem Bandstahl und einem daran angeschweißten Konstantandraht bestand und mit diesem durch den Ofen lief, wurde die tatsächliche Bandtemperatur, vor allem der Erwärmungsverlauf und die dabei erreichte Endtemperatur, gemessen. Nachdem in Vorversuchen der Zusammenhang zwischen tatsächlicher Bandtemperatur, eingestellter Glühraumtemperatur und Band-Durchziehgeschwindigkeit bestimmt worden war, wurde so gefahren, daß die erreichten Endtemperaturen des Bandes bei 600, 650, 700, 800, 900 und oberhalb 900° lagen. Die Durchziehgeschwindigkeiten lagen zwischen 0,65 und 3,00 m/min.

Die beiden Stähle zeigten ein verschiedenartiges Verhalten in der durch diese Wärmebehandlung erzielten Entfestigung. Bei den Endtemperaturen von 600 und 650° trat bei beiden Stählen keine durchgreifende Aenderung der mechanischen Eigenschaften ein. Bei einer Endtemperatur von 700° erreichte Stahl I mit den Proben aller Verformungsgrade die Werte der Werksglühung oder überschritt sie leicht in Bruchdehnung, Tiefung und Streckgrenzenverhältnis, während Zugfestigkeit und Streckgrenze der Werksglühung bis auf 5 % erreicht wurden. Stahl II kam nicht bis an die Werte der Werksglühung heran, sondern näherte sich ihnen nur in Bruchdehnung und Tiefung, und zwar am besten bei einer Endtemperatur von 800°. Während die mechanischen Eigenschaften beider Stähle bei 700° teilweise einen starken Einfluß der verschiedenen hohen Kaltverformung zeigten, erfolgte bei den höheren Endtemperaturen ein zunehmender Ausgleich der Eigenschaften zwischen den verschiedenen stark kaltgewalzten Bändern. Gleichzeitig trat — bei Stahl II stärker als bei Stahl I — eine Erhöhung von Zugfestigkeit und Streckgrenze ein, während Bruchdehnung und Tiefung keine nennenswerte Aenderung zeigten. Das unterschiedliche Verhalten der beiden Stähle ist vermutlich auf die Verschiedenheit ihrer Erschmelzung zurückzuführen.

Grundlagen der Leistungsermittlung und ihre Anwendung in Eisenhüttenwerken und verwandten Industriezweigen.

Im Zuge der Arbeiten eines Refa-Fachbuches für das Eisenhüttenwesen veröffentlicht Hans Euler¹⁾ nach Beratung im Arbeitsausschuß des Ausschusses für Betriebswirtschaft ein erstes Teilgebiet, um gewisse Unklarheiten in der Begriffsbildung als der notwendigen Voraussetzung für die praktische Handhabung der Zeitstudie zu beseitigen und um ferner die Fragen der Leistungsermittlung über die bisherigen Refa-Gedanken hinaus in Richtung auf eine Allgemeingültigkeit zu erweitern.

Unter Zugrundelegung des physikalischen Gesetzes Leistung = Menge in der Zeiteinheit werden zunächst die verschiedenen Begriffsbestimmungen für die Menge und ihre Unterbegriffe:

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 187/202 (Betriebsw.-Aussch. 175).

Einsatz, Erzeugung, Ausschub, Abfall, Kreislaufstoff, Verlust erörtert und festgelegt. Die Uebertragung dieser allgemeinen Mengenbegriffe auf die eisenhüttenmännischen Hauptbetriebe: Hochofen, Siemens-Martin- und Thomas-Stahlwerk sowie Walzwerk wird an Hand einer Zusammenstellung gezeigt.

Weiter werden die Zeitbegriffe erörtert und hierbei grundsätzlich in Arbeiterzeit, Betriebsmittelzeit und Werkstoffzeit getrennt. Die bei den drei Hauptzeitgruppen auftretenden Teilzeiten: Hand-, Ueberwachungs-, Bereitschafts-, Warte-, Arbeits-, Betriebschichtenzeit, Nutzungs-, Rüst-, Störungs-, Betriebszeit, Haupt-, Neben-, Verlust-, Fertigungs-, Verarbeitungszeit u. a. m. werden im einzelnen untersucht und festgelegt. Hierbei zeigt sich, daß für die Leistung und damit auch für die Akkordfestsetzung ausschließlich die auf den Werkstoff bezogene Zeit und hier vor allen Dingen die Folgezeit maßgebend ist. Auf die Wichtigkeit der Zwischenzeit und die Begriffe Ist-Zeit und Soll-Zeit wird hingewiesen. Die zugehörigen Formeln zur Errechnung der Werkstoffzeiten werden ermittelt und überprüft, in welcher Weise sich die verschiedenen Teilzeiten der Arbeiter-, Betriebsmittel- und Werkstoffzeit entsprechen. Aus dieser Betrachtung geht hervor, daß diese Teilzeiten nicht miteinander vertauscht werden dürfen. Damit ist erwiesen, daß bei jeder Zeitstudie je nach dem Zweck die eine oder die andere oder zwei oder sogar alle drei Hauptzeitgruppen getrennt verfolgt und untersucht werden müssen. Die entwickelten Zeitbegriffe werden gleichfalls auf die eisenhüttenmännischen Hauptbetriebe: Hochofen, Siemens-Martin- und Thomas-Stahlwerk sowie Walzwerk übertragen und in zwei übersichtlichen Tafeln dargestellt.

Anschließend werden die aus Menge und Zeit folgenden Leistungsbegriffe festgelegt und hierbei unter Zugrundelegung der Werkstoffzeit die Begriffe: Höchstleistung, Fertigungsleistung und Dauerleistung entwickelt; unter Verwendung gewisser Arbeiter- und Betriebsmittelzeiten ergeben sich weitere Leistungsbegriffe. Auch die Leistungsbegriffe sind für die vorgenannten eisenhüttenmännischen Hauptbetriebe übersichtlich in einer Tafel zusammengestellt.

Zuletzt werden die Ueberlegungen und Formeln zur Errechnung der Höchstleistung, Fertigungsleistung und Dauerleistung mit Hilfe der Folgezeit je Werkstoffeinheit für Einzel- und Mehrfachfertigung entwickelt und die Formel für die Dauerleistung bei Massenfertigung als gebräuchlichste besonders herausgestellt.

Mit diesen Ausführungen sind nunmehr die vielfältigen Auffassungen, Bezeichnungen und Auslegungsmöglichkeiten, die bisher bei den verschiedenen Begriffen über Menge, Zeit und Leistung herrschten, sozusagen „genormt“ und jedem Ausdruck sein scharf abgegrenzter Inhalt beigegeben worden. Wo bisher ein Sprachgewirr und in seinem Gefolge Mißverständnis und Verwechslung herrschten, ist durch diese Normungsarbeit nun eine Vereinheitlichung der Fachausdrücke und damit eine allgemeine Verständigungsmöglichkeit geschaffen worden.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 42 vom 17. Oktober 1940.)

Kl. 1 a, Gr. 28/10, M 134 820. Verfahren zur Mitgewinnung der Phosphorite bei der Aufbereitung armer oolithischer und Konglomerat-Eisenerze. Metallgesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 7 a, Gr. 8, M 131 743. Walzverfahren zur Erzeugung von Blechen oder Profilen. Dipl.-Ing. Friedrich Eugen Maier, Berlin-Charlottenburg.

Kl. 7 a, Gr. 27/01, M 142 241. In die Fördervorrichtung zweier hintereinander liegenden Warmbearbeitungsvorrichtungen (Walzwerke) eingebauter Ofen. Erf.: Heinrich Heetkamp, Düsseldorf-Büderich. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 21 c, Gr. 62/62, S 118 574. Steuerung für den elektromotorischen Antrieb einer durchlaufenden Schere zum Schneiden von aus einem Walzwerk kommendem Walzgut. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 40 b, Gr. 17, K 146 536. Verfahren zur Herstellung von gesinterten harten Metallegierungen für Arbeitsgeräte und Werkzeuge. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 42 i, Gr. 8/70, L 95 844. Glühröhr für optische Temperaturmessung heißer Schmelzen. Erf.: Ferdinand Brieger,

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

Berlin-Köpenick. Anm.: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 42 l, Gr. 13/04, M 147 343. Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Güte von Verzinkungen. Erf.: Dr. Albert Pack, Riesa. Anm.: Mitteldeutsche Stahlwerke, A.-G., Riesa.

Kl. 49 h, Gr. 34/04, B 185 019. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Bauteilen. Dr.-Ing. Georg Bierert, Berlin-Zehlendorf.

Kl. 80 b, Gr. 22/04, R 104 038. Verfahren zur Verarbeitung saurer Hochofenschlacke. Erf.: Fritz Phillip, Geislautern (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

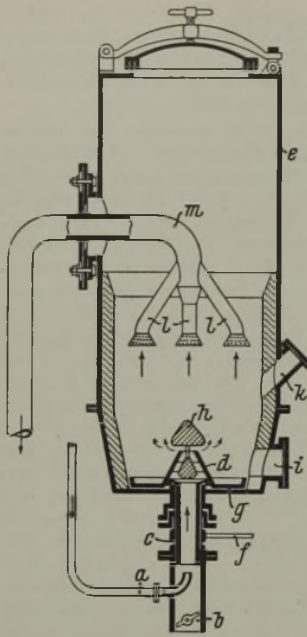
(Patentblatt Nr. 42 vom 17. Oktober 1940.)

Kl. 31 a, Gr. 1 492 238. Induktionsofen mit Schmelzrinnen. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 24 e, Gr. 3₀₃, Nr. 690 811, vom 21. März 1935; ausgegeben am 8. Mai 1940. Fried. Krupp A.-G. in Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. Julius Geller in Essen.) Gaserzeuger zum Vergasen fester schlackenbildender Brennstoffe.

Der Dampf tritt durch Rohr a und die Luft durch Rohr b in Rohr c ein, worauf das Gemisch durch die sich nach oben ver-

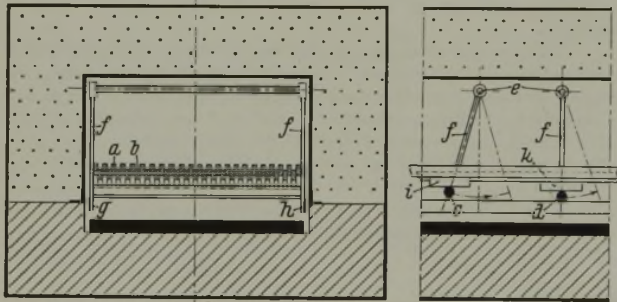


jüngende Düse d in den Schacht e tritt. Die Brennstoffsäule ruht auf dem durch Handgriff f bewegbaren Drehrost g und kegelförmigen Düsenstein h, der wegen seines großen Außendurchmessers den Austrittsquerschnitt der Düse d nach oben hin bedeckt und durch seinen ringsum vorstehenden unteren Rand verhindert, daß tropfende Schlacke den Austrittsquerschnitt der Düse verstopft. Durch Oeffnung i wird die Schlacke entfernt, durch Oeffnung k kann etwa festhaftende Schlacke losgestoßen werden. Nahe oberhalb der Vergasungszone werden in demselben Abstand von der Schachtmitte mehrere in gleicher Höhe endende und gleichmäßig über den Schachtquerschnitt verteilte Rohre l zum Abführen der Vergasungserzeugnisse angeordnet; die Rohre münden noch innerhalb des Schachtes

in ein gemeinsames Rohr m ein, das in die Waagerechte umgelenkt und seitlich aus dem Schacht herausgeführt wird.

Kl. 18 c, Gr. 900, Nr. 691 181, vom 15. März 1938; ausgegeben am 18. Mai 1940. G. Siebert G. m. b. H. in Hanau. (Erfinder: Herbert Sommer in Hanau.) *Schwingbalkenherd für Durchlauföfen.*

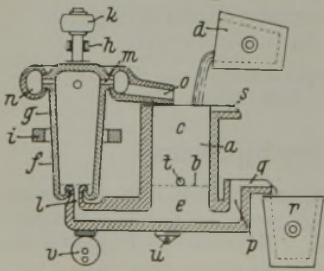
Er besteht aus zwei unabhängig voneinander schwingenden Förderstängensätzen a, b, die abwechselnd eine in der Längsrichtung des Ofens pendelnde Bewegung ausführen. Diese Sätze ruhen auf Querachsen c, d, die in der Längsrichtung des Ofens verteilt angeordnet werden und jeweils am unteren Ende der im Ofenraum, an den Seitenwänden, an zwei gegenüberliegenden



Drehpunkten e gelagerten Schwingpendelpaaren f befestigt sind und unabhängig voneinander mit Zugstangen g, h durch außerhalb des Ofens liegende Exzentrerscheiben derart betätigt werden, daß der eine Stängensatz stets voll ausschwingt, während der andere Satz nur den halben Pendelausschlag ausführt. Angeschweißte Stücke i und k vermeiden, daß die Stangen a, b in ihrem tiefsten Bewegungspunkt durch Berühren mit der Querachse c oder d der anderen Gruppe in ihren Bewegungen behindert werden.

Kl. 18 b, Gr. 2, Nr. 691 233, vom 19. Februar 1939; ausgegeben am 20. Mai 1940. Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., in Völklingen, Saar. (Erfinder: Dr. Otto Johannsen in Völklingen, Saar.) *Vorrichtung zum Entschwefeln von Roheisen mit Alkalien und alkalihaltigen Schmelzen.*

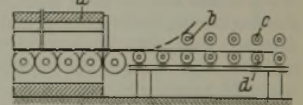
Behälter a ist bis zur Trennlinie b mit Alkalischemelze c gefüllt, unter der sich das aus Pfanne d eingefüllte und dann vorbehandelte flüssige Roheisen bei e ansammelt. Sobald Rohr f mit seiner feuerfesten Auskleidung g, das im Lager h und Laufkranz i gelagert ist, durch Motor k in hohe Umdrehungen versetzt worden ist, tritt das flüssige Roheisen aus Rohr l in Rohr f ein und wird über die



Ebene des Schlackenspiegels gehoben, so daß es mit großer Geschwindigkeit aus den Oeffnungen m in die ringförmige Mulde n austritt und durch Rinne o in den Behälter a fließt, wobei es in fortlaufendem Strom beliebig oft die gleiche Schlackenschicht und den gleichen Reaktionsbehälter durchläuft. Wird frisches Roheisen aus Pfanne d in Behälter a eingefüllt, so fließt die entsprechende Menge behandelten Roheisens durch den Siphon p über den Ueberlauf q in Pfanne r ab, während die verbrauchte Alkalischemelze über den Ueberlauf s oder durch Stichloch t von Zeit zu Zeit abgezogen wird. Der Ausfluß des Roheisens kann durch Neigen der Vorrichtung um den Drehpunkt u mit Hilfe des Exzentrers v geregelt werden.

Kl. 18 c, Gr. 1120, Nr. 691 234, vom 3. Juli 1937; ausgegeben am 20. Mai 1940. Zusatz zum Patent 620 154 [vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 243]. Hüttenwerke Siegerland, A.-G., in Siegen. (Erfinder: Dr.-Ing. Ottokar Klein in Hüsten, Westf.) *Vorrichtung zum Abheben von geglühten Blechen von einer Unterlage.*

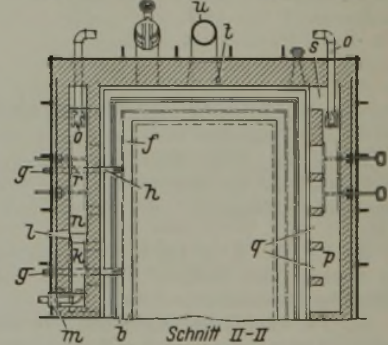
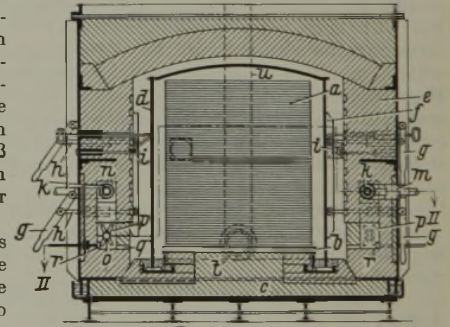
Die dem Ofen a zugekehrte Rolle b des Rolltisches c wird entsprechend der Anzahl der nebeneinander zu glühenden Bleche oder Pakete in mehrere unabhängig voneinander drehbare Einzelrollen unterteilt. Die Blechpakete gelangen auf dem Tragblech d zum Rolltisch c, wo sie mit dem einen Ende auf die Einzelrollen b des Tisches c aufgelegt und dann z. B. mit einer Zange auf den Tisch heraufgezogen und von diesem links und rechts abgezogen werden können.



Kl. 18 c, Gr. 901, Nr. 691 324, vom 31. Mai 1936; ausgegeben am 23. Mai 1940. Lee Wilson in Cleveland, Ohio (V. St. A.). *Haubenglühofen.*

Glühgut a wird auf Platte b der Herdplatte c aufgebracht, dann Innenhaube d darübergesetzt und Ofenhaube e herabgesenkt, sodann werden die Versteifungen f durch Hebel g und Gelenkstücke h so eingestellt, daß sie die Innenhaube d berühren, und die Klappen oder Schieber i richtig eingestellt. Die an die Gasleitung angeschlossenen Brenner k werden durch Oeffnungen l entzündet. Durchgänge m regeln die Luftzufuhr zu den Brennern k so, daß in den Zonen n im unteren Teil der

Haubenseitenwänden das Gas nur teilweise verbrennt. Die durch Injektoren o erzeugten Luftstrahlen bewirken, daß die Gase aus den Vorverbrennungskammern n in die Hauptverbrennungskammern p abgezogen werden, wo sie mit der Injektorluft vollständig verbrennen und durch Oeffnungen q hindurch entlassen werden in Mengen, die von den von außen zu betätigenden Schiebern r abhängen. Die Gase streichen nur so weit nach oben, wie die Klappen i es zulassen, und kreisen um die Querwände oder Enden der Innenhaube d herum. Ein Teil der Gase wird wegen der Saugwirkung der Injektoren o durch die Oeffnungen s hindurch in die Zonen p zurückgeführt; der andere Teil geht endgültig durch die Oeffnungen t und Kamine u aus dem Ofenraum.



Kl. 18 d, Gr. 100, Nr. 691 325, vom 7. August 1938; ausgegeben am 23. Mai 1940. Ruhrstahl A.-G. in Witten, Ruhr. (Erfinder: Dipl.-Ing. Franz Riener, Witten-Annen.) *Antimonhaltige Stahllegierung und ihre Verwendung.*

Die Legierung als Werkstoff für Gegenstände, die hohe Beständigkeit gegen den Angriff von Salzsäure haben sollen, enthält 0,03 bis 0,5% C, über 15 bis 18% Sb, 0,03 bis 0,3% S, 0,03 bis 0,3% P, 0 bis 5% Mo, 0 bis 5% W und Rest Eisen.

Der Kohlenstoffgehalt kann bei sonst gleicher Zusammensetzung nur 0,03 bis 0,2% betragen, auch kann die Legierung noch 0,01 bis 0,3% Be enthalten.

Kl. 18 d, Gr. 2₁₀, Nr. 691 326, vom 30. Juni 1939; ausgegeben am 23. Mai 1940. Gebr. Böhler & Co., A.-G., in Wien. (Erfinder: Dr.-Ing. Helmut Krainer in Kapfenberg.) *Stahllegierung für Dauermagnete.*

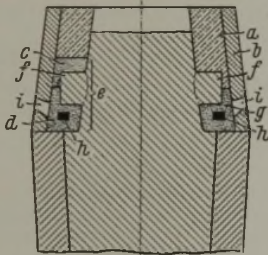
Sie enthält 0,7 bis 1,6% C, 2,5 bis 7,5% Cr und einen Zusatz von Zinn, der vorzugsweise 0,1 bis 2% betragen soll; sie kann noch bis zu 2% V und/oder 2% Mo und/oder 2% W in einer gemeinsam 5% nicht übersteigenden Menge enthalten, oder noch außerdem bis zu 15% Co oder dazu bis zu 2% Al und/oder Si.

Kl. 31 c, Gr. 17, Nr. 691 497, vom 3. Februar 1939; ausgegeben am 28. Mai 1940. Zusatz zum Patent 686 121 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 533]. Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation, A.-G., in Bochum. (Erfinder: Dipl.-Ing. Peter Mathieu in Bochum.) *Trennwand zum Ausüben des Verfahrens zur Herstellung von Verbundstahlblöcken.*

In die Kokille wird eine die Gießform in der ganzen Höhe durchsetzende Trennwand eingesetzt, die aus einer Kernwand aus einem Kohlenstoff abgebenden Werkstoff, wie z. B. Holz, und aus zwei gelochten Bekleidungsblechen besteht. Die Löcher in den Blechen werden so verteilt, daß die Aufkühlung in der gewünschten Weise geregelt wird. Der Abstand der Löcher nimmt deshalb nach oben und nach beiden Seiten hin ab.

Kl. 31 c, Gr. 31, Nr. 691 498, vom 5. März 1938; ausgegeben am 28. Mai 1940. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., in Dortmund. (Erfinder: Dipl.-Ing. Rudolf Edler von Toncourt und Karl Diekmann in Dortmund.) *Vorrichtung an schweren Gußblöcken zum Herausziehen derselben aus den Blockformen.*

In der Ausmauerung a der Haube b für den verlorenen Kopf wird ein Teil aus Formmasse od. dgl. eingesetzt, der entweder, wie links dargestellt, aus zwei Teilen c, d oder aus einem Teil e für die Form des Tragzapfens f oder, wie rechts dargestellt, nur aus einem unteren Teil g für den Tragzapfen besteht und zur leichteren späteren Zerstörung eine Einlage h aus Kork, Asche usw. sowie eine Öffnung i zum Einführen eines Spitzzeisens oder Meißels haben kann.



Kl. 18 a, Gr. 1₁₀, Nr. 691 550, vom 28. April 1938; ausgegeben am 30. Mai 1940. Dr.-Ing. Max Paschke in Clausthal-Zellerfeld. *Verfahren zur Verwertung alkalihaltiger Entschwefelungsschlacken.*

Schlacken, wie sie bei der Entschwefelung von Roheisen anfallen, das aus kieselsäurereichen Eisenerzen im sauer geführten Hochofen mit Hilfe von Alkalien, besonders Soda oder alkalihaltigen Gemischen, erzeugt wurde, werden mit dem feinen Anteil der kieselsäurereichen Erze gemischt, dann wird die gegebenenfalls noch mit Kalkstein, Kalk oder Dolomit versetzte Mischung einer Saugzugsinterung unterworfen und das Sintergut alsdann einem auf schwefelhaltiges Roheisen gehenden sauer geführten Hochofen zugeschlagen.

Kl. 48 b, Gr. 6, Nr. 691 596, vom 23. Februar 1937; ausgegeben am 31. Mai 1940. Dr.-Ing. Rolf Haarmann in Mülheim (Ruhr). *Verfahren zum Innenverzinken von Rohren aus Stahl oder Eisen.*

Die Rohre werden nach dem üblichen Beizen und Auftragen der Flußmittelschicht außen mit einer alkalischen, wässrigen Lösung der Hydroxyde der Alkali- oder auch Erdalkalimetalle versehen, getrocknet und anschließend feuerverzinkt.

Kl. 18 c, Gr. 8₀, Nr. 691 623, vom 20. August 1937; ausgegeben am 1. Juni 1940. Metallgesellschaft, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dr. Wilhelm Overath in Frankfurt a. M.) *Verfahren zur Verhinderung der Verzunderung von zu härtenden Teilen.*

Die Gegenstände aus Stahl werden vor der Wärmebehandlung mit einer auf ihrer Oberfläche festhaftenden Metallphosphat-schicht überzogen.

Kl. 48 b, Gr. 2, Nr. 691 658, vom 3. Juli 1938; ausgegeben am 3. Juni 1940. Karges-Hammer, Maschinenfabrik, Zweigwerk der J. A. Schmalbach-Blechwarenwerke, A.-G., in Braunschweig. (Erfinder: Dipl.-Ing. Gottfried Veit in Braunschweig.) *Verfahren zum einseitigen Verzinnen von Eisen- od. dgl. Blech.*

Die Blechtafeln werden vor dem Verzinnen auf der Seite, die unverzinkt bleiben soll, durch Aufkleben von Papier ab-

gedeckt, das nach der Verzinnung durch Waschen od. dgl. wieder abgelöst wird.

Kl. 48 d, Gr. 4₀₁, Nr. 691 659, vom 23. September 1937; ausgegeben am 3. Juni 1940. Zusatz zum Patent 657 539 [vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 681]. Hoesch A.-G. in Dortmund. (Erfinder: Dr.-Ing. Johann Kuschmann in Dortmund.) *Verfahren zum Passivieren der Oberfläche von blanken, nichtrostenden Chromstählen.*

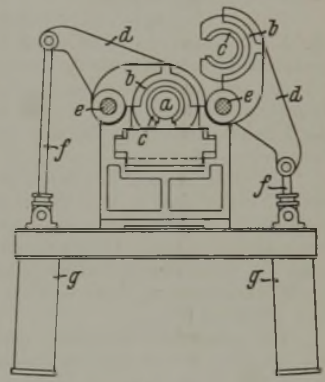
Zum Passivieren der Oberfläche nicht nur von blanken, nichtrostenden Chromstählen, sondern auch der daraus hergestellten Gegenstände wird eine salzsäurefreie Beizflüssigkeit verwendet, die 16 bis 30% konzentrierte Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,4 und 1 bis 5% 70prozentige Flußsäure enthält.

Kl. 80 b, Gr. 9₀₅, Nr. 691 922, vom 9. Oktober 1938; ausgegeben am 7. Juni 1940. Arthur Killing in Dortmund-Hörde. *Verfahren zum Herstellen von gegen Wärme isolierenden Füllstoffen, besonders für Winderhitzer und Heißwindleitungen.*

Kieselgur oder Molererde werden gebrannt, im Verhältnis von ein Drittel Feinmehl zu zwei Drittel Kornanteil von etwa 2 bis 10 mm gemischt und mit etwa 0,8 bis 1 Gewichtsteil Teer innig verarbeitet, worauf das fertige Gemisch erwärmt in die zu isolierenden Hohlräume, zweckmäßig unter leichtem Stampfen, eingebracht wird.

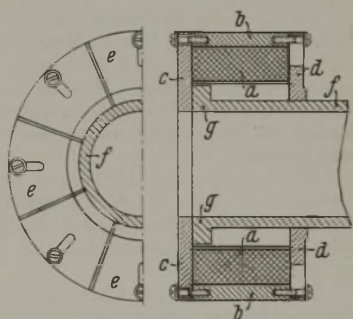
Kl. 7 b, Gr. 3₇₀, Nr. 691 964, vom 20. September 1936; ausgegeben am 8. Juni 1940. Demag, A.-G., in Duisburg. *Stoßbank zur Herstellung von nahlosen Rohren.*

Schaftstange a mit dem Ziehhorn liegt vor dem Ringziehbett in einer Führung, die aus einem in dem unten offenen Ringgehäuse b untergebrachten Einsatzteil c mit Führungsbuchsen und Abstandsstücken besteht. Gehäuse b ist im Hebelarm d angeordnet und kann um Längsachse e durch die Kolbenstange f des Druckwasserzylinders g entweder in die Arbeitslage ein- oder zum Auswechseln der Dornstange aus der Arbeitslage ausgeschwenkt werden, während inzwischen die Stoßbank weiterarbeitet. Die Träger für die Dornschaffführungen sind beiderseits der Arbeitsmitte der Stoßbank angeordnet.



Kl. 42 k, Gr. 20₀₃, Nr. 692 051, vom 11. Dezember 1936; ausgegeben am 11. Juni 1940. Deutsche Schiff- und Maschinenbau-A.-G. in Bremen. (Erfinder: Dipl.-Ing. Ernst Hemmerling in Lesum-St. Magnus, Bez. Bremen.) *Nach dem Magnetpulververfahren arbeitendes elektromagnetisch wirkendes Prüfgerät zum Feststellen von Fehlstellen in Hohlkörpern.*

Die Spule a wird von einem elektrischen Strom durchflossen und das erzeugte Magnetfeld durch einen Eisenhohlring aufgefangen, bestehend aus einem Außenring b, der mit Stirnwänden c, d entweder aus einer Ringscheibe oder aus radial verstellbaren Ringabschnitten e auf das Prüfstück f aufgesetzt und z. B. mit der einen Stirnwand c dicht vor den Rohrbund g gebracht wird, so daß das Prüfmittel (Metallöl) von außen auf die Rohrrinnenfläche in der Ebene des Bundes aufgetragen werden kann.



Kl. 48 a, Gr. 14, Nr. 692 123, vom 6. Februar 1938; ausgegeben am 13. Juni 1940. Remy, van der Zypen & Co. in Andernach. (Erfinder: Dipl.-Ing. Erich-Günther Köhler in Andernach.) *Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von dünnen Zinnüberzügen auf Bändern und Blechen.*

Die Bänder oder Bleche werden zunächst feuerverzinkt, dann wird die Zinnschicht elektrolytisch so weit wieder entfernt, daß nur noch eine ganz dünne Zinnaufgabe auf dem Grundmetall vorhanden ist, worauf die durch die Entzinnung rau gewordene Zinnoberfläche entweder rau oder künstlich geglättet mit einem Lack, vorteilhafterweise in Verbindung mit einem Metallstaub,

bedeckt wird. Für eine einseitige Abnahme des Zinns vom Blech oder Band werden nur auf einer ihrer Seiten als Kathoden geschaltete Zinnfänger angeordnet. Als Kathode können ebenfalls Bleche oder Bänder angeordnet werden, die die von den feuerverzinneten Bändern oder Blechen abgegebene Zinnmenge aufnehmen.

Kl. 48 a, Gr. 16, Nr. 692 124, vom 10. März 1939; ausgegeben am 13. Juni 1940. Langbein-Pfhanhauser-Werke, A.-G., in

Wirtschaftliche Rundschau.

Stahlwerks-Verband, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.

Dem Geschäftsbericht für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1940 entnehmen wir nachstehende Ausführungen: Die Steigerung der Erzeugung in den letzten Jahren hielt im Berichtsjahre weiter an.

Infolge der starken Nachfrage in fast allen Erzeugnissen hat der Auftragsbestand eine außerordentliche Höhe erreicht, die allerdings durch die bei Kriegsausbruch ergangene 22. Anweisung der Reichsstelle für Eisen und Stahl, die eine Streichung des nicht vordringlichen Bedarfes gestattete, etwas zurückging.

Schwierigkeiten entstanden durch die infolge ihrer Lage im Kriegsgebiet notwendig gewordenen Stilllegungen oder Betriebseinschränkungen von Saarwerken; jedoch konnten die Aufträge, die bei diesen Werken vorlagen, auf rheinisch-westfälische Werke umgelegt werden.

Das Inlandsgeschäft wurde in besonderem Maße durch die Entwicklung der politischen Lage beeinflusst. Im Vordergrund standen die Abrufe für die Zwecke der Landesverteidigung und der sich daraus in allen Erzeugnissen der Eisen schaffenden Industrie ergebende Bedarf. Im übrigen bewegte sich die Höhe des Inlandsabsatzes im Rahmen der durch die Kontingentierung festgelegten Mengen.

Im Hinblick auf die durch den Krieg geschaffenen besonderen Verhältnisse enthält der Bericht keine Erzeugungszahlen, weshalb in diesem Jahre eine besondere Berichterstattung in den einzelnen Erzeugnissen weggefallen ist. Die steigende Förderung von Inlandserzen hat auch im Berichtsjahre durch Ausbau der Werksanlagen zu einer weiteren Verbreiterung der Erzgrundlage geführt.

Die politischen Ereignisse des Jahres 1939 waren auch für die deutsche Eisen- und Stahlindustrie von erheblicher Bedeutung. Die Rückgewinnung Ostoberschlesiens brachte uns wieder in den Besitz der dortigen seit über zwanzig Jahren unter polnischer Zwangsherrschaft stehenden Hütten. Es wird hier die Aufgabe zu lösen sein, die dort ansässige Industrie zu neuer Blüte zu bringen. In Kattowitz wurde eine Verbindungsstelle des Stahlwerks-Verbandes errichtet, die auch die übrigen Verbände der Eisen schaffenden Industrie vorerst vertritt. Die Werke in Ostoberschlesien und im Olsagebiet sind den Verbänden mit Wirkung vom 15. März 1940 an als Mitglieder beigetreten.

Im Laufe des Berichtsjahres haben sich die Werke der Ostmark den Verbänden teils als Mitglieder mit festen Beteiligungen und teils durch Anschlußverträge angeschlossen. Auch mit den im Sudetengau liegenden Werken der Eisen schaffenden Industrie sind Anschlußverträge abgeschlossen worden. Mit den Werken im Protektorat wurde eine Marktregelung ab 1. April 1940 getroffen.

Ende des Berichtsjahres sind die Verbände, die nach den Verträgen mit dem 31. Januar 1940 ihr Ende erreichten, durch Beschluß der Mitglieder oder durch Anordnung des Herrn Reichswirtschaftsministers bis zum 30. Juni 1941 verlängert worden.

Im Auslandsgeschäft konnte, begünstigt durch die große Nachfrage in fast allen Ländern, im ersten Halbjahr der Versand gegenüber dem Vorjahre eine weitere Steigerung erfahren. Nach Beginn des Krieges ist infolge des Ausfalls einer Reihe von Ländern, vor allem der Feindländer und eines großen Teils der überseeischen Länder, ein Rückgang zu verzeichnen. Trotzdem konnte dadurch, daß sich die benachbarten neutralen Länder, besonders die nordischen Staaten, in verstärktem Maße in Deutschland einzudecken suchten, die Gesamtjahresausfuhr des Vorjahres erreicht werden. Entsprechend den staatlichen Richtlinien wurde die Ausfuhr nach den einzelnen Ländern festgelegt.

Trotz dem beträchtlichen Auftragsbestande wurden auf Anregung der Regierung die Lieferverpflichtungen gegenüber den Neutralen zu den alten Preisen aufrechterhalten. Bei neuen Geschäften konnten, mit Ausnahme der im Rahmen einzelner Regierungsabkommen getätigten Geschäfte, der Weltmarktlage entsprechend bessere Preise gebucht werden.

Leipzig. Verfahren zur elektrolytischen Oxydation von Eisen und Stahl.

Die Gegenstände werden anodisch in Bädern bei einer Temperatur von etwa 50 bis 110° und Stromdichten von 1 bis 20 A/dm² behandelt, die Lösungen der Erdalkalihydroxyde darstellen; daneben kann der Elektrolyt verschiedene Zusätze erhalten, wie Alkalihydroxyde, und ferner noch Borsäure. Die Schutzschicht wird durch Nachbehandlung in Lösungen oxydierender Salze, wie Alkalichromate, nachgedichtet.

Neuregelung der Gußbruch-Höchstpreise. — Der Reichsbeauftragte für Eisen und Stahl hat am 8. Oktober 1940 die 2. Neufassung der Anordnung 20 über Gußbruch-Höchstpreise herausgegeben¹⁾.

Sortengrundlagen

für die Höchstpreise sind:

1. a) handlich zerkleinerter Kokillenbruch, b) unzerkleinerter Kokillenbruch;
2. a) prima handlich zerkleinerter Maschinengußbruch, b) unzerkleinert;
3. a) handlich zerkleinerter Handelsgußbruch, b) unzerkleinert;
4. reiner Ofen- und Topfgußbruch (reine Poterie),
5. a) handlich zerkleinerter Hartgußbruch, ausgenommen Hartguß-Walzen und -Rollen aller Art; b) unzerkleinert.

Frachtgrundlage für die Höchstpreise ist bei Bahnversand der dem Versandort nächstgelegene Bahnhof für öffentlichen Güterverkehr. Fracht und Nebenkosten von der Frachtgrundlage bis zum Bestimmungsort hat der Käufer zu tragen. Alle Nebenkosten bis zur Frachtgrundlage hat der Verkäufer zu tragen.

Die Höchstpreise

sind gebietsweise gestaffelt und betragen für die oben bezeichneten Gußbruchsorten in Reichsmark je 1000 kg frei Frachtgrundlage:

Gebiete	Für die Sorten							
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5a 5b
I. Gesamtes Reichsgebiet	54 47							
II. West: Rheinprovinz und Provinz Westfalen; Regierungsbezirk Osnabrück östlich der Bahnlinie Achmer-Rieste-Neuenkirchen; Länder Lippe und Schaumburg-Lippe	52 46 46 41 40 54 47							
III. Südwest: Provinz Hessen-Nassau; Länder Hessen, Baden, Württemberg; Hohenzollerische Lande; Saarland; bayerische Regierungsbezirke Pfalz und Mainfranken; Land Thüringen westlich der Bahnlinie Probstzella-Rudolstadt-Jena-Großheringen, einschließlich der preußischen Enklaven; Regierungsbezirk Erfurt südlich der Unstrut	51 45 45 40 39 53 46							
IV. Mitte: Provinzen Hannover und Sachsen und Länder Anhalt und Braunschweig südlich der Bahnlinie Wunstorf-Hannover-Stendal-Rathenow, einschließlich des Stadtkreises Hannover und nördlich der Unstrut und der Bahnlinie Großheringen-Markanstäd, einschließlich der thüringischen Enklaven	50 44 44 39 38 52 45							
V. Bayern (mit Ausnahme der Regierungsbezirke Pfalz und Mainfranken) und Reichsgaue der Ostmark	48 42 42 37 35 50 43							
VI. Sachsen: Land Sachsen; Provinz Sachsen südlich der Bahnlinie Großheringen-Markanstäd; Land Thüringen östlich der Bahnlinie Probstzella-Rudolstadt-Jena-Großheringen, einschließlich der preußischen Enklaven	52 46 46 41 38 54 47							
VII. Nord: Provinzen Schleswig-Holstein, Brandenburg, Pommern; Länder Oldenburg, Mecklenburg und Bremen; Hansestadt Hamburg; Reichshauptstadt Berlin, Regierungsbezirke Breslau und Liegnitz; Regierungsbezirk Osnabrück westlich der Bahnlinie Achmer-Rieste-Neuenkirchen; übrige Provinz Sachsen und übrige Provinz Hannover und Land Braunschweig nördlich der Bahnlinie Wunstorf-Hannover-Stendal-Rathenow, ausschließlich des Stadtkreises Hannover	48 42 41 36 35 50 43							
VIII. Ost: Provinz Ostpreußen; Regierungsbezirke Oppeln, Kattowitz und Troppau	43 37 38 33 32 45 38							
IX. Reichsgau Sudetenland: Regierungsbezirke Karlsbad und Außig	50 44 44 39 36,50 52 45							
X. Reichsgaue Danzig-Westpreußen und Wartheland	46 40 39 34 33 48 41							

Handelsspannen.

Beim Einkauf von Zubringerhandel ermäßigen sich die Höchstpreise um 1,50 RM, beim Einkauf von Entfallstellen um 3 RM bei den Sorten 1a und 1b und um 4 RM je 1000 kg bei den Sorten 2a bis 5b. Die Höchstpreise für unzerkleinerten Gußbruch ermäßigen sich um eine weitere RM je 1000 kg beim Einkauf von Entfallstellen oder beim Weiterverkauf ohne gleichzeitige Vereinbarung eines Lohnzerkleinerungsvertrages.

Preise für Lohnzerkleinerung.

Für die Zerkleinerung nicht einsatzfähigen Schrotts werden je 1000 kg folgende Beträge festgesetzt, die weder unter- noch überschritten werden dürfen: Sorte 1b 7 RM, Sorte 2b 6 RM, Sorte 3b 5 RM, Sorte 5b 7 RM.

Die neue Anordnung tritt am 1. Januar 1941 in Kraft; sie gilt auch in den eingegliederten Ostgebieten und in den Gebieten von Eupen, Malmédy und Moresnet. Gleichzeitig treten die bisherige Anordnung 20 vom 7. Dezember 1936²⁾ in der (ersten) Neufassung vom 1. November 1938 sowie die Anordnungen 20 a bis d außer Kraft.

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 236 vom 8. Oktober 1940.

²⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1518/19.

Rheinmetall-Borsig, Aktiengesellschaft, Berlin.

— Die Leistungen des Unternehmens für die Wehrhaftmachung des Reiches, den Vierjahresplan und die Ausfuhr übertrafen im Jahre 1939 auf allen Arbeitsgebieten der Werke die des Vorjahres. In Erzeugung und Umsatz konnten neue Höchstzahlen erreicht werden. Im Ausführungsgeschäft blieb die Gesellschaft mit Erfolg bemüht, den durch den Krieg verursachten vorübergehenden Verlust des Uebersee-Geschäftes durch erhöhten Absatz in anderen offenen Ländern auszugleichen.

Die Erfüllung der gewachsenen Aufgaben war nur durch fortgesetzte Verbesserung der Arbeitsverfahren, durch planmäßige Erneuerung und Verbesserung der technischen Einrichtungen und nicht zuletzt durch den angespanntesten persönlichen Einsatz der Gefolgschaft möglich. Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Werke wurden die vorhandenen Betriebe weiter ausgebaut und die Errichtung neuer Fertigungsstätten in Angriff genommen.

Der Maschinen- und Apparatebau war auch im Berichts-jahr weitgehend mit der Durchführung größerer Vierjahresplan-Aufträge beschäftigt. Kessel- und ganze Kraftanlagen mit den größten bisher von den Betrieben installierten Leistungen je Einheit wurden erstellt oder in Arbeit genommen. Im Kompressorrenbau wurden die bewährten Bauarten weiter entwickelt. Auf dem Gebiete der Chemischen Anlagen ergab die erste größere nach dem Borsig-Geißen-Verfahren arbeitende Schwelanlage eine weit über der Gewährleistung liegende Teerausbeute. Die Erzeugnisse der Abteilung Kältetechnik fanden in vielen Industriezweigen vermehrte Anwendung. Die Leistungsfähigkeit der Autoteile-Herstellung wurde erhöht.

Gestiegen ist auch der Absatz in den Stahlerzeugnissen. Mit gutem Erfolg wurden bei den Edeltählen die devisenverbrauchenden Legierungsbestandteile durch gleichwertige Austauschstoffe ersetzt. Leichtmetall-erzeugnisse waren ebenso stark gefragt wie die Erzeugnisse des Getriebebaues.

Auch im neuen Geschäftsjahr sind die Werke voll beschäftigt. In der sozialen Betreuung der Gefolgschaft ist die Gesellschaft den von ihr bisher beschrittenen Weg weitergegangen. Besondere Sorge galt wiederum der Nachwuchsförderung sowie der Fachausbildung und Schulung in den Lehrlings- und Anlernwerkstätten, durch die Einsatz und Wirkungsgrad der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte gehoben werden konnten. Der Wohnungsbau für die Gefolgschaft wurde durch Bereitstellung weiterer Mittel an die eigenen Siedlungsgesellschaften und andere

gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaften planmäßig fortgeführt.

Am 7. Mai 1939 feierte das Stammwerk Düsseldorf sein 50jähriges Bestehen. Aus diesem Anlaß wurde aus dem Ergebnis des Vorjahres ein Sonderunterstützungsbestand im Betrage von 500 000 *R.M.* gebildet, aus dessen Zinsen unverschuldet in Not geratenen Gefolgschaftsangehörigen des Werkes Unterstützungen gewährt werden.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Roh-ertrag von 201 829 358 *R.M.* aus. Nach Abzug von 133 077 327 *R.M.* Löhnen und Gehältern, 9 427 366 *R.M.* gesetzlichen sozialen Abgaben, 15 791 422 *R.M.* Abschreibungen und Wertberichtigungen auf das Anlagevermögen, 1 488 277 *R.M.* Zinsen, 35 085 435 *R.M.* Steuern, 388 953 *R.M.* Beiträgen für Berufsvertretungen und 3 070 578 *R.M.* Zuweisungen an die freien Rücklagen verbleibt ein Reingewinn von 3 500 000 *R.M.*, der zur Verteilung einer Dividende von 7 % (wie im Vorjahre) auf 50 Mill. *R.M.* Aktienkapital verwendet wird.

Aktieselskabet Sydvaranger, Oslo.

— Die Erzförderung und -ausfuhr zeigten in den ersten acht Monaten des Jahres 1939 eine weitere günstige Entwicklung. Der Ausbruch des Krieges machte dann eine Einschränkung der Förderung notwendig; auch die Ausfuhr lag zunächst fast völlig still, kam aber gegen Jahresschluß wieder gut in Gang. Verschiedene Anlagen wurden erweitert und verbessert. Die Anzahl der beschäftigten Personen ist von 1663 am Jahresanfang auf 1417 am Jahresschluß gesunken.

Gefördert wurden insgesamt rd. 1 913 000 t Roherz; hiervon wurden 59 400 t Ausfuhr-Stückerz durch Handscheidung gewonnen und rd. 837 000 t Schlich hergestellt, wovon wiederum rd. 418 500 t in Briketts umgewandelt wurden. Ausgeführt wurden rd. 338 800 t Schlich, 382 600 t Briketts und 63 800 t Stückerz. Der Versand verteilte sich auf 36 Verbraucher in neun Ländern.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist nach Abzug aller Abschreibungen einen Ueberschuß von 1 345 408 Kr aus. Hier-von werden 600 000 Kr für Steuern zurückgestellt, 250 000 Kr der Rücklage zugeführt, 400 000 Kr Gewinn (4 %) verteilt, 20 000 Kr an die Bestände für Beamte, Angestellte und Arbeiter überwiesen und 75 408 Kr auf neue Rechnung vorgetragen. Zusammen mit den Beträgen aus früheren Jahren stehen damit 809 338 Kr zur Verfügung.

Vom belgischen Kohlen- und Eisenmarkt.

Nachdem durch die Kriegshandlungen der belgische Kohlenbergbau stark in Mitleidenschaft gezogen worden war, trat in den letzten Wochen eine sichtliche Besserung ein. Die Förderung erreichte im September 1940 im Durchschnitt etwa 75 %, bei einigen Gruben sogar 85 % der Normalförderung. Die amtlichen Statistiken, die seit Kriegsbeginn nicht mehr veröffentlicht worden waren, geben die gegenwärtige durchschnittliche monatliche Förderung mit 268 900 t und den Absatz mit 284 000 t an. Der zwischen der Förderung und dem Absatz festzustellende Unterschied wurde durch Angreifen der Vorräte bestritten, die sich Mitte September auf rd. 1 800 000 t beliefen und damit das Doppelte der Mengen von April 1940 ausmachten. Die Nachfrage erstreckt sich gegenwärtig hauptsächlich auf Sorten für den Hausbrand; aber auch für Koks und Industriekohle besserte sich die Lage. Hier bestimmte naturgemäß die abschrittweise erfolgende Inbetriebnahme der Hochöfen die Markthaltung.

Schwierigkeiten bereitet vorläufig noch die Verkehrslage und im Zusammenhang damit die Versorgung mit Grubenholz.

An dem schnell vorwärtsschreitenden Gesamtaufbau der belgischen Wirtschaft nimmt auch die Eisenindustrie erfreulichen Anteil. Durch Anfang August einsetzende Lieferungen von Minette-Erzen aus Lothringen hat die Erzeugung der belgischen Hüttenindustrie einen entscheidenden Auftrieb erfahren. Es wurden bereits mehrere Hochöfen angeblasen; mit der Wiedereingangssetzung weiterer Oefen ist in Kürze zu rechnen. Sie sollen u. a. auch zur Belieferung der voll in Betrieb befindlichen belgischen Eisenbahnwagenfabriken beitragen. Ein großer Teil der zur Zeit hergestellten Eisen- und Stahlmengen wird für die Instandsetzung der Brücken, Schienenwege, Lokomotiven und Wagen verwendet. Da die Ausfuhrmöglichkeiten nach den ehemaligen Bezugsländern für die Hüttenindustrie zur Zeit beschränkt sind, wird daran gedacht, sich mehr den Ländern des Südostens und Rußland zuzuwenden.

Der durch die Umstände geschaffene Bedarf trat im September mehr und mehr in die Erscheinung, namentlich soweit der Inlandsmarkt in Frage kam. Die weiterverarbeitenden Betriebe erhielten zahlreiche Aufträge sowohl von den Eisenbahnverwaltungen als auch von den für den Wiederaufbau tätigen Stellen. Mit Deutschland kam es gleichfalls zu Geschäftsabschlüssen, vornehmlich in Mittel- und Grobblechen. Die Mehrzahl der Werke vermochte bestimmte eigene Abteilungen ausreichend zu versorgen. Die Erzeugungsfähigkeit der Werke besserte sich merklich, wozu die fortschreitende Gesundung des Verkehrswesens und die freie Verfügung über die Erzvorräte beitrugen, die wenigstens für eine gewisse Zeit als ausreichend erachtet werden. Auch der Versorgung mit sonstigen Rohstoffen galt besondere Aufmerksamkeit.

Die Hütten, Feinblech- und Röhrenwalzwerke sowie die Werkzeugmaschinenfabriken führten umfangreiche Aufträge aus, die Deutschland für eigene Rechnung oder für Rechnung anderer Länder erteilt hatte. Die Beschäftigung der einzelnen Betriebe wurde durch einen für alle Werke aufgestellten Verteilungsplan wesentlich gefördert. Auch die Versorgung mit Erzen kann durch neuere Abkommen über Minettelieferungen und die Versandfrage als gesichert gelten.

Ende September ging der Verkauf von Halbzeug auf den Inlandsmarkt dank der Beschäftigung der Konstruktionswerkstätten gleichmäßig vor sich. Die Verkehrsfrage stand im Vordergrund der Aufmerksamkeit, denn die Belieferung der Weiterverarbeiter mit Brennstoffen und Halbzeug bereitete die größte Sorge. Wenn auch große Fortschritte in der Bewältigung des Massenversandes über weite Entfernungen erzielt wurden, so bestanden immer noch Schwierigkeiten bei der Zustellung von Brennstoffen und Halbzeug auf kurze Entfernung. Sobald diese Frage gelöst sein wird, werden die Hersteller ihre gesamte Kundschaft befriedigen können, ohne wie augenblicklich einen Teil

der Erzeugung auf Lager nehmen zu müssen. Der Bedarf der Kundschaft blieb sehr dringend.

Die meisten belgischen Hüttenarbeiter sind zurückgekehrt, so daß die Frage der Arbeiterbeschaffung künftig kaum Schwierigkeiten bereiten wird.

Die Gründung einer deutsch-belgischen Eisenausfuhr-gesellschaft hat einiges Aufsehen erregt. Die Firmen Otto Wolff in Köln und Ougrée-Marihaye gründeten gemeinsam die Eisenausfuhr Otto Wolff-Ougrée G. m. b. H. in Köln mit Zweigniederlassung in Brüssel. Zweck der Gesellschaft ist der Kauf und der Verkauf von Eisen, Stahl, sämtlichen Erzeugnissen und Nebenerzeugnissen, die sich bei der Gewinnung, Herstellung und Weiterverarbeitung von Eisen und Stahl, von Nichteisenmetallen oder von sonstigen Rohstoffen ergeben, sowie von Bergwerkserzeugnissen für Eisenhütten, z. B. Eisenerz, Manganerz, ferner Schrott und sonstigen Abfällen. Zweifellos bildet die Errichtung dieser Gesellschaft den Anfang für das Zusammengehen zahlreicher Werke der belgischen und deutschen Schwerindustrie in der Pflege des Ausfuhrmarktes, was für die belgische Wirtschaft vielversprechende Aussichten eröffnet.

Die Neuordnung der gewerblichen Wirtschaft in Belgien. — Im Zuge der Neuordnung der gewerblichen Wirtschaft in Belgien sind bisher Neubildungen erfolgt, die unter bewußter Abkehr vom früheren Aufbau gewerblicher Organisationen neue Wege einschlagen. So wurden in der Zeit von Juli bis September 1940 17 Gruppen gebildet, darunter das Belgische Stahlsyndikat, das Belgische Gießerei-Syndikat, die Gemeinschaft der Gießereien für nichteisenhaltige Metalle, das Kupfer- und Messingsyndikat, das Bleisyndikat, das Generalkontor für Bleiverarbeitung, die Vereinigung der Zinkwalzwerke, das Aluminium-Syndikat und das Syndikat der Werkzeug-

maschinenbauer für die Metallbearbeitung. Es besteht keine Zwangsmitgliedschaft zu diesen Gruppen; die Syndikatsführungen können für die Mitglieder ihrer Gruppen Käufe und Verkäufe vornehmen, überhaupt alle Berufs- und Wirtschaftsbelange ihrer Mitglieder wahrnehmen.

Im Hinblick auf die besondere Bedeutung der Rohstoffbeschaffung und -verarbeitung sind vor einigen Wochen durch das Generaldepartement des belgischen Wirtschaftsministeriums eine Reihe von Warenstellen ins Leben gerufen worden, die über weitgehende Vollmachten verfügen. So wurden neben einer Reihe anderer Warenstellen solche für Kohle, für Eisen und Stahl und für andere Metalle gebildet. Es handelt sich ausschließlich um wichtigste Roh- und Industriestoffe, deren Bewirtschaftung in einem so rohstoffabhängigen Lande wie Belgien eine besondere Organisation notwendig macht.

Ueber die Bedeutung dieser Warenstellen hat sich der Generalsekretär im Wirtschaftsministerium wie folgt geäußert: Angesichts der durch eine verfehlte Wirtschaftspolitik eingetretenen Mangellage in Belgien müsse eine streng überwachte Verteilung der Roh- und Industriestoffe eintreten. Bisher sei Belgien nach Frankreich, Großbritannien und Uebersee gerichtet gewesen; autarkische Zielsetzungen waren verpönt. Die belgische Wirtschaftslage sei durch eine Handelspolitik beeinflusst worden, die sich auf Gold und Devisen gestützt hätte. Inzwischen zeichneten sich aber die großen Linien für die wirtschaftliche Neuordnung Europas ab. Die Errichtung der Clearingzentrale in Berlin sei schon der erste Schritt auf diesem Wege. Für die kleineren Völker Europas würde bei dieser Neuordnung nicht nur ihr besonderer wirtschaftlicher Aufbau eine Rolle spielen, sondern ihre Wirtschaftstätigkeit würde lebhaft gesteigert werden. Im Rahmen dieser Neuordnung auch für Belgien würden die Warenstellen große Bedeutung haben.

Vereins-Nachrichten

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Ernennung.

Unser Mitglied Dr.-Ing. habil. Walter Baukloh, Dozent für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Berlin, wurde zum außerplanmäßigen Professor ernannt.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Czok, Josef*, Betriebsleiter, Rombacher Hüttenwerke, Rombach (Lothringen); Wohnung: Hüttenstr. 5. 34 038
Gerhardt, Rudolf, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Stahlwerke Braunschweig G. m. b. H., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Immendorf über Braunschweig, Gutshof Niehoff-Henze. 24 024
Glatschke, Hans-Werner, Betriebsingenieur, Deutsche Wollenwaren-Manufaktur A.-G., Grünberg (Schles.); Wohnung: Niedertorstr. 10. 39 289
Mareth, Walther, Oberingenieur, Siemens-Planierwerke A.-G. für Kohlefabrikate, Berlin-Lichtenberg; Wohnung: Saarmund über Potsdam 2, Straße des 21. März Nr. 21. 36 272
Peters, Armand, Ingenieur, HADIR, Differdingen (Luxemburg); Wohnung: Bahnhofstr. 157. 31 078
Pszczolka, Oskar, Ingenieur, Betriebsleiter, Preßwerk Laband G. m. b. H., Gleiwitz; Wohnung: Stadtwaldstr. 14. 35 430
Röser, Walter, Dipl.-Ing., Direktor, Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Linz (Oberdonau), Zizlauer Str. 54. 19 088
Spickers, Heinrich, Leiter der Abt. Stoff- u. Zeitwirtschaft der Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Luisenstr. 30. 35 508
Trenkler, Herbert, Dr. mont., Ing., Leiter des Thomasstahlwerkes des Eisen- u. Stahlwerkes Hagendingen, Hagendingen (Lothringen); Wohnung: Bergstr. 15. 32 083
Vesely, Lubomir, Dipl.-Ing., techn. Beamter, Waffenwerke Brünn A.-G., Prag XIX (Böhmen), Velflikstr. 4; Wohnung: Nikola Tesly 6. 40 015

Gestorben:

- Passow, Hermann*, Dr. rer. nat., Völklingen (Saar). * 19. 11. 1895, † 16. 10. 1940. 38 133

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Blaschke, Josef*, Dr.-Ing., Chemiker, Fa. Ignaz Storek, Brünn (Mähren); Wohnung: Kröna 67. 40 341

Kudielka, Hugo, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Berg- u. Hüttenwerks-Gesellschaft Karwin-Trzynietz A.-G., Eisenwerk Trzynietz, Trzynietz (Oberschles.); Wohnung: Waldstr. 571. 40 342

Pütz, Oswald, Ingenieur, Betriebsassistent, Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Gröditz, Gröditz über Riesa; Wohnung: Feldstr. 11. 40 343

Tschauner, Wilhelm, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Alpine Montan-A.-G. „Hermann Göring“, Linz (Donau); Wohnung: Spaller Hof 168. 40 344

Wahl, Hans, Dr.-Ing. habil., Stuttgart S, Alexanderstr. 92. 40 345

Watzke, Erich, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Leiter des ostdeutschen Zweigbüros der Dürrwerke A.-G., Beuthen (Oberschles.); Wohnung: Hohenzollernstr. 30. 40 346

Wiskott, Paul, Betriebsingenieur, Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Rheingoldstr. 71. 40 347

B. Außerordentliche Mitglieder:

Thiele, Rudolf, stud. rer. met., Halberstadt, Schützenstr. 2. 40 348

Zauleck, Dietrich, stud. rer. met., Wetter (Ruhr), Burgstr. 13 a. 40 349

Werkstoffumstellung im Maschinen- und Apparatebau.

Im Rahmen der vom Verein Deutscher Ingenieure auf Veranlassung des Reichsministers für Bewaffnung und Munition und der Reichsstelle für Metalle in verschiedenen Städten des Reiches vorbereiteten Vortragsreihen findet am Donnerstag, dem 31. Oktober 1940, beginnend 9.30 Uhr, im Haus der Technik, Essen, eine Vortragsreihe:

Werkstoffumstellung im Maschinen- und Apparatebau statt. Einzelheiten über die Tagung, die vorgesehenen Vorträge usw. sind bei der Tagungs-Geschäftsstelle im Haus der Technik, Essen, Hollestr. 1 a, zu erfahren.

Am folgenden Tage, dem 1. November 1940, beginnend 9.30 Uhr, schließt sich eine gleichartige Tagung in Düsseldorf, Städt. Tonhalle (Kaisersaal), an. Auskunft über Einzelheiten dieser Tagung erteilt der Verein Deutscher Ingenieure, Niederrheinischer Bezirksverein, Düsseldorf, Kölner Str. 114.