

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 20

20. MAI 1937

57. JAHRGANG

Neuerungen an Gasmaschinenzylindern.

Von Friedrich Reimer in Dortmund.

[Bericht Nr. 67 des Maschinenausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹.]

(Vergleich der Lebensdauer und Betriebskosten von Gasmaschinen und Dampfturbinen. Bauarten von Zylindern vorhandener Zweitaktgasmaschinen, die Beseitigung ihrer Mängel durch Umbau und Betriebsergebnisse. Ausnutzung der Erfahrungen für den Neubau mehrteiliger Zylindermäntel. Nachteile ungekühlter Laufbüchsen von Viertaktmaschinenzylindern. Beschreibung verbesserter Laufbüchsen mit unmittellbarer Kühlung. Vermeidung der ungünstigen Gasströmung im Zylinder, vollkommene Spülung und Verbrennung, Erhöhung der Leistung durch Viertaktzylinder mit tangentialen Ventilstützen. Entwicklungsmöglichkeiten.)

Viele Hüttenmaschinenleute sind der Ansicht, die Gasmaschine sei bereits endgültig in dem Wettbewerb mit der Dampfturbine unterlegen. Trotzdem wird über einige Neuerungen an Gasmaschinenzylindern berichtet, die ja als Ersatzteile für die vielen auf den Hüttenwerken vorhandenen Gasmaschinen immer noch von großer Bedeutung sind. Aber auch der Bau neuer Gasmaschinen hat keineswegs aufgehört. In dem Rahmen dieses Berichtes würde eine ausführliche Behandlung der immer noch umstrittenen Frage, ob die Dampfturbine oder die Gasmaschine die wirtschaftlichere Kraftmaschine ist, natürlich zu weit führen. Hierzu sei nur auf einen Gesichtspunkt aufmerksam gemacht, der, wie es scheint, bisher nicht oder wenigstens nicht ausreichend bei den Vergleichen der beiden Maschinenarten berücksichtigt worden ist, nämlich auf die Lebensdauer der Maschinen und die damit zusammenhängende Höhe der Abschreibungen.

Die Gasmaschine hat die gute Eigenschaft, eigentlich überhaupt nicht zu veralten, was hierbei in doppeltem Sinne zu verstehen ist. Erstens soll es heißen, daß das Arbeitsverfahren, vor allem also die Druck- und Temperaturgrenzen, zwischen denen sich der Kreisprozeß abspielt, und damit die Wärmeausnutzung bisher im wesentlichen unverändert geblieben sind. Eine z. B. vor 30 Jahren erbaute Maschine setzt also einen ebenso großen Teil der Verbrennungswärme des Gases in Arbeit um wie eine Maschine von heute. Spätere Verbesserungen, z. B. die Abhitzeverwertung oder die Spülung, lassen das thermische Arbeitsverfahren unberührt und können an jeder älteren Maschine noch nachträglich angebracht werden.

Die Eigenschaft, nicht zu veralten, im zweiten Sinne des Wortes soll hier bedeuten, daß die Leistung und Wärmeausnutzung einer Maschine im Laufe der Jahre bei sachgemäßer Unterhaltung nicht nachläßt.

Betrachtet man dagegen die Dampfturbine daraufhin, so muß man feststellen, daß sie in dem zweifachen Sinne einem Veralten ausgesetzt ist. Die Turbine wurde — im Gegensatz zur Gasmaschine — verhältnismäßig schnell von der technischen Entwicklung überholt. Eine 30 Jahre alte Turbine würde wohl niemand mehr ernstlich als brauchbare

Kraftmaschine betrachten; ja schon 10 Jahre sind für eine Turbine ein hohes Alter, wenn man ihren Dampfverbrauch mit dem neuzeitlicher Maschinen vergleicht. Aber auch im anderen Sinne altert die Turbine verhältnismäßig rasch. Jeder Fachmann weiß, daß die gewährleisteten Dampfverbrauchszahlen nur eine gewisse Zeit nach der Inbetriebnahme eingehalten werden können. Die Erreichung eines geringen Dampfverbrauches mußte ja u. a. erkauft werden durch eine Verkleinerung der Spiele, sowohl in den Labyrinthen der Stopfbüchsen, Ausgleichkolben usw., als auch an der Beschaukelung, also durch eine größere Empfindlichkeit der Turbine, die einer Herabsetzung der Betriebssicherheit gleichkommt. Die Spiele lassen sich aber auf die Dauer nicht so klein halten, so daß die Leckdampfverluste allmählich größer werden. Ferner bewirken die Anfressung der Schaufeln und die Ablagerung von Salzen zwischen den Schaufeln eine Verschlechterung der Dampfströmung. Auch die Luftleere im Kondensator läßt im Laufe der Zeit nach, was auf die zunehmende Verschmutzung oder Verkrustung der Kühlrohre, und zwar auf der Wasser- und auf der Dampfseite, zurückzuführen ist. Gereinigte Rohre sind aber nie so gut wie neue; zudem ist die Reinigung, namentlich auf der Dampfseite, schwierig, kostspielig und zeitraubend.

Jedenfalls ist die Dampfturbine und mit ihr die zugehörige Kesselanlage den Beweis noch schuldig, ob sie imstande ist, nach 30jährigem Betrieb mit demselben Wärmeverbrauch wie bei der Inbetriebnahme Energie zu erzeugen und mit der gleichen Betriebssicherheit, was für den belieferten Betrieb von besonderer Bedeutung ist. Die Gasmaschine hat diesen Beweis längst erbracht. Es laufen wohl auf den meisten deutschen Hüttenwerken heute noch Gasmaschinen, die zu Beginn unseres Jahrhunderts aufgestellt worden sind, und es besteht kein Grund, diese alten Maschinen stillzulegen. Man wird daher die Lebensdauer einer Gasmaschine ohne Uebertreibung auf mindestens 50 Jahre schätzen können. Zwar werden die Anhänger der Dampfturbine einwenden, daß in dieser langen Zeit die einzelnen Teile der Gasmaschine so häufig gewechselt würden, daß von der ursprünglichen Maschine nicht mehr viel übrig bliebe. Bei näherer Betrachtung ergibt sich jedoch ein wesentlich günstigeres Bild. Daß gewisse dem Verschleiß unterliegende Teile hin und wieder ausgebaut und ersetzt werden müssen, trifft natürlich zu. Aber es ist ein grundlegender Irrtum,

¹) Erstattet in der 23. Vollsitzung am 10. Dezember 1936 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

wenn man annimmt, daß es immer neue Ersatzteile sein müssen, die eingebaut werden. Man kommt vielmehr mit einem verhältnismäßig kleinen Park von Ersatzteilen aus, die nach jedesmaligem Gebrauch immer wieder mit geringen Kosten neu zugestellt und von neuem verwendet werden können. Ganz besonders günstig wird es, wenn mehrere Maschinen gleicher Abmessungen vorhanden sind, für die man die gleichen Ersatzteile benutzen kann. Die Laufzeit eines Zylinders beträgt z. B. mindestens 10 bis 12 Jahre; es kommen aber auch Zeiten von 20 Jahren und mehr vor. Nach der Auswechslung erhält der Zylinder eine neue Laufbüchse und liegt zur weiteren Verwendung bereit. Die Kolben müssen natürlich öfter ausgewechselt werden, aber nicht etwa, weil der Kolbenkörper selbst schadhaft geworden wäre, sondern weil die Kolbenringe verschlissen sind. Durch Einlegen neuer Ringe wird der Kolben in kürzester Zeit wieder voll verwendungsfähig. Auch die Stopfbüchsen werden durch Einbau neuer Dichtungsringe instand gesetzt. An den Auslaßventilen sind in der Regel immer nur der Ventilteller mit Spindel und der Ventilsitz zu erneuern, während das Gehäuse, also der weitaus teuerste Teil, wesentlich länger hält.

Die Auswechslung ist mit geübter Mannschaft in kürzester Zeit durchführbar. So kann ein Auslaßventil in einigen Stunden, ein Kolben in ein bis zwei Schichten, ein Zylinder in wenigen Tagen ausgewechselt werden.

Demgegenüber kommen an den Turbinen langwierige und teure Instandsetzungen vor, wobei die beschädigten, ausgebauten Teile fast immer in den Schrott wandern. Die Neubeschauelung einer Turbine dauert z. B. mindestens ein bis zwei Wochen, wenn man die Ersatzschaufeln bereitliegen hat, die sehr teuer sind, und zwar beispielsweise für eine 5000-kW-Turbine teurer als ein mittlerer Gasmaschinenzylinder. Müssen die Schaufeln aber erst beschafft werden, dann muß man unter Umständen mit noch erheblich längerem Stillliegen der Turbine rechnen. Das gleiche gilt für die Erneuerung der Labyrinth-Dichtungen und Kondensatorrohre. Auch wenn kein unmittelbarer Anlaß vorliegt, wird man jede Turbine von Zeit zu Zeit einer allgemeinen Ueberholung unterwerfen, zu der man — wie auch zu den größeren Instandsetzungsarbeiten — in der Regel teure Hilfskräfte des Lieferwerkes heranziehen muß. Nur wenige Teile einer Turbine eignen sich ferner zur Anfertigung in den Werkstätten eines Hüttenwerkes, während man sich bei der Gasmaschine oft mit den Mitteln des eigenen Betriebes sehr gut und schnell helfen kann.

Es ist auch möglich, bei der Erneuerung einzelner Teile grundsätzliche Verbesserungen an einer Gasmaschine vorzunehmen, wie später noch gezeigt werden wird, ein Vorteil, der bei Turbinen nicht so ohne weiteres möglich ist.

Bei Kostenvergleichen, durch die die Ueberlegenheit der Dampfturbine bewiesen werden soll, erscheinen neben den großen Abschreibungssummen, mit denen wir uns noch beschäftigen werden, als Betriebskosten der Gasmaschine gewöhnlich wesentlich größere Zahlen als für die Turbine, und man begründet diese dann u. a. mit den vielen Ausbesserungen und teuren Ersatzteilen. Solche Vergleiche müssen also unter Berücksichtigung der geschilderten Verhältnisse kritisch betrachtet werden. Ein übermäßiges Anwachsen der Instandhaltungskosten bei höherem Alter der Gasmaschine kann jedenfalls durchaus vermieden werden.

Bei dem großen Unterschied in der Lebensdauer erscheint es unhaltbar, bei Kostenvergleichen die Gasmaschine mit den gleichen Zins- und Tilgungssätzen zu belasten wie die Dampfturbine, es sei denn, man berücksichtigt die mit der sinkenden Wärmeausnutzung steigenden Brennstoffkosten. Auf jeden Fall verschieben sich die Kosten zugunsten der

Gasmaschine, wie aus *Abb. 1* hervorgeht. Als Unterlagen dazu haben die Angaben von H. Wolf²⁾ gedient, und zwar ist von den vier untersuchten Fällen der für die Gasmaschine am ungünstigsten liegende herausgegriffen worden. Zwar sind seit jener Zeit weitere Fortschritte in der Dampftechnik, hauptsächlich durch Steigerung der Drücke und Temperaturen, gemacht worden. Aber für den Hüttenbetrieb scheinen die für geringsten Wärmeverbrauch herangezögten Höchstdruckanlagen mit ihren verwickelten Nebeneinrichtungen, wie Gas- und Luftvorwärmung, Zwischenüberhitzung, Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf u. dgl. nicht geeignet zu sein. Wir müssen vielmehr einen Dampfzustand von etwa 30 bis 35 atü und 400°

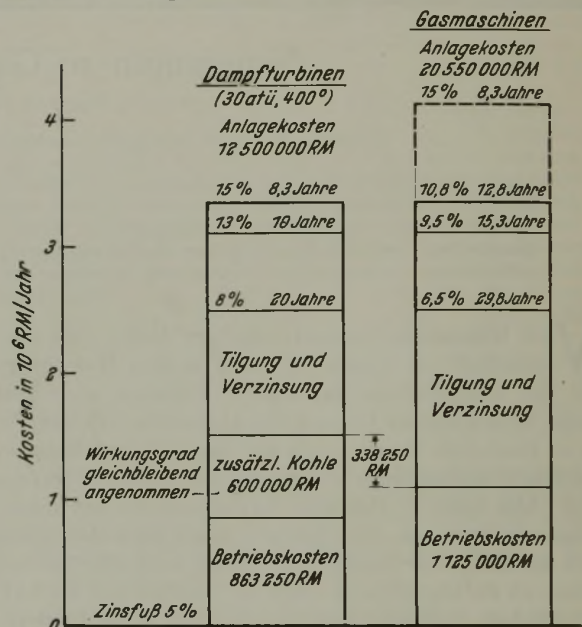


Abbildung 1. Gesamtkosten der Kraft- und Winderzeugung eines Hüttenwerkes bei 7500 Betriebsstunden je Jahr. Roheisenerzeugung 1800 t je Tag (mit drei Oefen).

als üblich betrachten, wobei man noch ohne Zwischenüberhitzung auskommt. Da die Angaben Wolfs für Dampf von 30 atü und 400° gelten, können sie also für das Wärmegefälle auch heute noch als gültig betrachtet werden; nur wegen der inzwischen erzielten Verbesserung des Wirkungsgrades der Turbinen bedürfen sie vielleicht einer kleinen Berichtigung.

Nach dem Schaubild werden die höheren Betriebskosten der Gasmaschinen (die noch herabgesetzt werden können) mehr als ausgeglichen durch den zusätzlichen Kohlenverbrauch, der bei Verwendung von Dampfturbinen über die völlige Ausnutzung des Gichtgases hinaus nötig ist, so daß ohne Abschreibungen der Dampftrieb um 338 000 RM teurer ist. Hierbei ist noch zugunsten der Dampfturbinen angenommen, daß keine Verschlechterung des Dampfverbrauches im Laufe der Jahre eintritt.

Bei gleichem Zins- und Tilgungssatz von 15% der Anlagekosten für Dampfturbinen und Gasmaschinen, entsprechend einer Tilgungsdauer von 8,3 Jahren bei 5% Zinsen, ergeben sich allerdings für den Gasmaschinenbetrieb um 870 000 RM höhere Kosten. Bewilligt man aber der Gasmaschine eine Tilgungsdauer von 12,8 Jahren, so kommt man mit einem Abschreibungssatz von 10,8% aus, und die Gesamtkosten sind für beide Maschinenarten gleich.

Rechnet man bei dem Dampftrieb mit einer Tilgungszeit von 10 oder 20 Jahren, so erhält man Tilgungssätze von 13 oder 8%. Um mit den Gasmaschinen keine höheren

²⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 285/96.

Kosten zu erhalten, sind 15,3 oder 29,8 Jahre mit 9,5 oder 6,5 % Tilgungssätzen erforderlich. Gewährt man also der Gasmaschine eine im Mittel um etwa 50 % längere Tilgungszeit als der Turbine, was nach den allgemein vorliegenden Erfahrungen wegen der längeren Lebensdauer ohne weiteres zu rechtfertigen ist, so hat die Dampfturbine auch während der Tilgung keinen Vorsprung gegenüber der Gasmaschine. Man kann dem auch nicht entgegenhalten, daß dann beim Dampfbetrieb schon nach kürzerer Zeit die Abschreibungen erspart werden. Die Dampfanlage ist eben nach dieser kürzeren Zeit bereits reif zur Erneuerung, und die Anlagekosten müssen von neuem aufgewendet werden.

Während also den geringeren Betriebskosten der Dampfturbine höhere Brennstoffkosten gegenüberstehen, werden etwaige Ersparnisse bei den Anlagekosten durch die kürzere Lebensdauer aufgezehrt. Gerade wegen der ziemlich gleichmäßigen Belastung der Hüttenkraftwerke sollte man für geringe Brennstoffkosten sorgen, denen gegenüber höhere Anlagekosten nicht so sehr ins Gewicht fallen. Nur bei

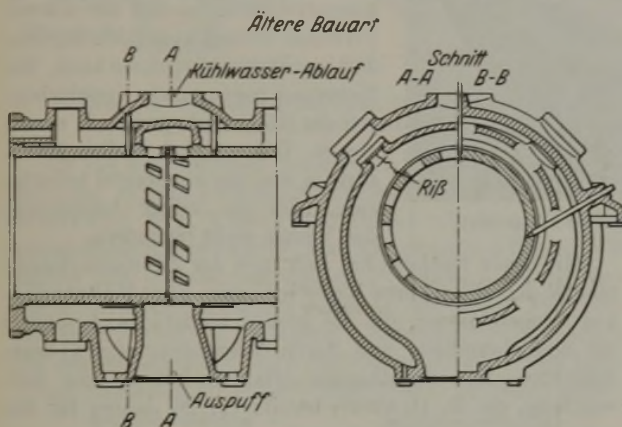


Abbildung 2. Zweitakt-Gasmaschinenzylinder älterer Bauart, 1400 mm Hub.

den Spitzenkraftwerken ist es gerade umgekehrt, womit man es auf den Hüttenwerken aber meist nicht zu tun hat.

Es scheint demnach, daß die Gasmaschine das Rennen doch noch nicht aufzugeben braucht. Besonders bereits bestehende und abgeschriebene Anlagen werden sich wohl erfolgreich neben der Dampfturbine behaupten. Es ist also durchaus lohnend, für die Instandhaltung älterer Gasmaschinenanlagen Aufwendungen zu machen, die vielleicht über den Rahmen des sonst Üblichen hinausgehen. So sind auch in den letzten Jahren mit Erfolg einige Neuerungen erprobt worden, um verschiedene Mängel an Gasmaschinenzylindern zu beheben.

Zunächst wird über eine nicht ganz alltägliche Instandsetzung von Zweitaktzylindern berichtet.

Die Anlage hat eine größere Zahl Zweitaktgebläsmaschinen mit insgesamt 11 eingebauten und einigen Ersatzzylindern, die alle untereinander gleich sind. Die Maschinen sind nach der Bauart Körting von der Siegener Maschinenbau-A.-G. vor etwa 25 Jahren geliefert worden. Ihre Zylinder haben (Abb. 2) Auspuffschlitze der bekannten Art, die in einen mittleren Ringkanal münden. Diese Ringkanäle haben viele Schwierigkeiten gemacht, da sie im Laufe der Zeit an fast allen Zylindern zum Teil mehrfach gerissen und undicht geworden sind, so daß das Kühlwasser durch die Auspuffschlitze in den Zylinder lief und einen hohen Verschleiß verursachte. Außerdem wurden die Auspuffgase abgekühlt, und die Leistung der Abhitzeessel ging empfindlich zurück. Wie die Abbildung zeigt, ist der Auspuffkanal mit dem Zylindermantel aus einem Stück gegossen und mit diesem durch Stege verbunden, die ihn — besonders beim Einziehen der Laufbüchsen — in axialer Richtung

festhalten sollten. Die Laufbüchsenhälften ragen mit ihren inneren Enden, in denen sich die Auspuffschlitze befinden, in den Ringkanal hinein und werden von diesem getragen. Um eine gute Abdichtung zu erzielen, müssen die Büchsen stramm in die Bohrungen des Auspuffkanals passen. Trotz der Mehrteiligkeit des ganzen Zylinders mit den beiden Laufbüchsen bildet der Zylindermantel in seinem mittleren Teil mit dem eingegossenen Auspuffkanal ein doppelwandiges Gußstück mit allen seinen Nachteilen, die besonders wegen der ungleichen Erwärmung des Mantels und der Kanalwand schwer ins Gewicht fallen. Im Betriebe werden gerade die in den Kanal hineinragenden Büchsenenden sehr warm, da sie nicht gekühlt werden und die heißen Auspuffgase nach jeder halben Umdrehung mit großer Geschwindigkeit, also lebhaftem Wärmeaustausch, durch die Auspuffschlitze strömen. Die starkwandigen Laufbüchsen versuchen also, den wie ein Schrumpfring sie umschließenden gekühlten Ringkanal zu sprengen. Zu dieser tangentialen Zugbeanspruchung kommt in axialer Rich-

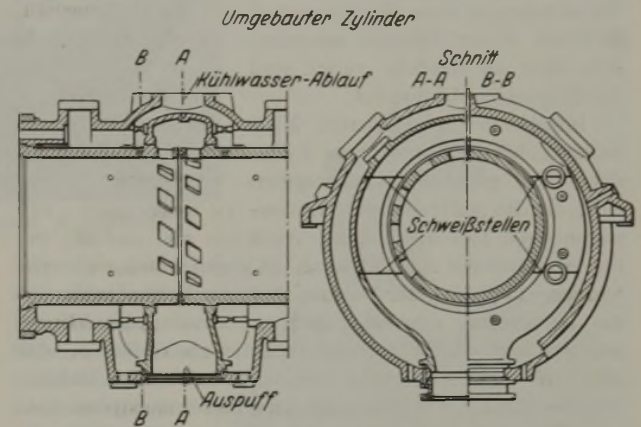


Abbildung 3. Umgebauter Zweitakt-Gasmaschinenzylinder mit mehrteilig zusammengesetztem Auspuffkanal aus Stahlguß.

tung die durch die ungleiche Erwärmung des Zylindermantels und des Auspuffkanals verursachte Spannung, die die erwähnten Versteifungsstege auf die Kanalwand übertragen. Die Ringkanäle waren diesen Wärmespannungen nicht gewachsen und sind fast durchweg an den schräg nach oben angeordneten Schaulöchern gerissen, wie in dem Schnitt A—A angedeutet.

Zunächst wurde versucht, die Risse durch Schrumpflaschen zusammenzuziehen oder zu schweißen, was aber für die Dauer nichts half. Man entschloß sich daher zu einer vollständigen Erneuerung des Auspuffkanals (Abb. 3). Der gerissene Kanal wurde aus dem Zylindermantel ausgestochen und an seiner Stelle ein neuer Auspuffkanal eingesetzt, der aber mehrteilig ausgeführt werden mußte, damit er in den vorhandenen Zylindermantel eingebracht werden konnte. Da eine Verbindung der einzelnen Teile durch Flanschen und Schrauben, Schrumpfringe od. dgl. wegen des engen Raumes und der schlechten Zugänglichkeit nicht möglich war, wurde zur elektrischen Schweißung gegriffen und zu diesem Zweck die Kanalteile aus Stahlguß hergestellt. Eine starre Verbindung zwischen Ringkanal und Mantel wurde nur am unteren Ende des Kanals vorgesehen, wo dieser an den Auspuffflansch angeschlossen ist. Gegen axiale Verschiebungen ist der Kanal durch Druckschrauben abgestützt, die sich gegen die entsprechend bearbeiteten Reste der früheren Versteifungsstege stemmen. An jeder der vier Schweißnähte sind ferner zwei kleine Schrumpfringe angebracht, die die Kanalteile während des Schweißens zusammenhalten sollen. Abb. 4 zeigt die vier fertigbearbeiteten und lose zusammengesetzten Teile des Kanals außerhalb des Zylindermantels. Die Angüsse für

die kleinen Schrupfringe, die Stützen für die Abstützschrauben und der untere Flansch zur Befestigung in dem Zylindermantel sind deutlich zu erkennen. *Abb. 5* zeigt den bereits in den Zylindermantel eingesetzten Kanal, die Schrupfringe sind schon aufgezogen und die Abstützschrauben angebracht; die Schweißung kann also beginnen. Die linke untere Schweißnaht vor der Schweißung wird durch *Abb. 6* in größerem Maßstab veranschaulicht, auf der auch eine Abstützschraube und der abgestochene Versteifungssteg zu sehen sind. Der Umbau der Zylinder ist nach unserem Vorschlag von der Siegener Maschinenbau-A.-G. ausgeführt worden. Die Kosten betragen etwa die Hälfte von denen eines ganz neuen Zylinders, den man hätte anschaffen müssen, wenn die Instandsetzung nicht in der gezeigten Weise gelungen wäre. Da im ganzen 15 Stück dieser Zylinder auszubessern oder zu ersetzen waren, sind die Ersparnisse bedeutend.

Infolge der geschilderten Maßnahmen hat der umgebaute Zylinder eine gute Wärmebeweglichkeit, die das Auftreten von Wärmespannungen fast ausschließt. Auch die Kühlung des Auspuffkanals ist gegen früher verbessert worden, da wegen der höheren Festigkeit des Stahlgusses die Wandstärke schwächer gemacht werden konnte, und der Stahlguß die Wärme besser leitet als Gußeisen. Alle diese Umstände verbürgen eine bedeutend bessere Haltbarkeit des Kanals, der allen Einflüssen besser nachgeben kann

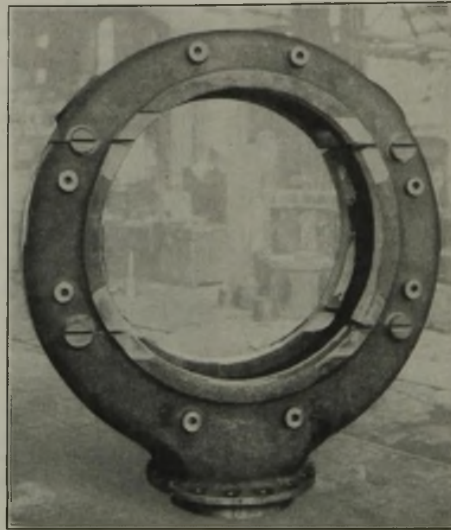


Abbildung 4. Mehrteiliger Ringkanal.

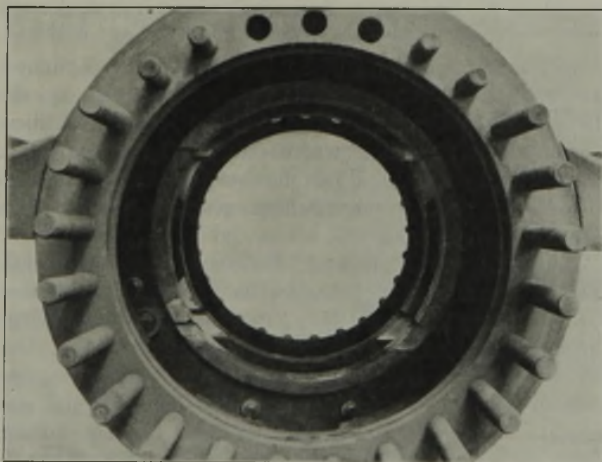


Abbildung 5. Zylindermantel mit eingesetztem Ringkanal.

als früher. Sollten sich trotz alledem noch einmal Risse bilden, so können die stählernen Kanäle ohne Schwierigkeit durch Schweißung ausgebessert werden. Die beschriebene Anwendung der Schweißung kann als neuartig bezeichnet werden. Sie ist neben dem Nutzen, den sie in dem vorliegenden Falle bei der Instandsetzung des Zylinders gebracht hat, von allgemeinerer Bedeutung, da sie es ermöglicht, Innenteile größerer Gußstücke, die aus irgendeinem Grunde aus widerstandsfähigerem Werkstoff hergestellt werden sollen, aber wegen ihrer Größe nicht einteilig in das Hauptstück eingebracht werden können, in mehrteiliger Ausführung aus schweißbarem Stoff einzusetzen und an Ort und Stelle zusammenzuschweißen.

Es lag nahe, die bei der Ausbesserung der Zylinder gewonnenen Erkenntnisse beim Bau neuer Zylinder zu ver-

werten. Die Siegener Maschinenbau-A.-G. hat daher eine mehrteilige Bauart nach *Abb. 7* entworfen und ausgeführt. Der Zylindermantel besteht aus drei Teilen, zwei gußeisernen Kopfstücken und einem mit diesen zusammengeflanschten Mittelteil aus Stahlguß, der auch den Auspuffkanal enthält und mit diesem aus einem Stück gegossen ist. In die Kopfstücke und den Auspuffkanal sind die Laufbüchsenhälften wie bisher eingezogen. Zweifellos ist das Mittelstück wesentlich einfacher zu gießen als die früheren einteiligen Zylindermäntel mit eingegossenem Auspuffkanal. Mit ganz besonderer Sorgfalt wird das Auftreten von Guß- und Wärmespannungen vermieden, indem — ähnlich wie bei dem umgebauten Zylinder — jegliche starre Verbindung zwischen Auspuffkanal und Mantel weggelassen worden ist. Ein Zusammenhang besteht nur unten am Auspuffstutzen, so daß der wärmer werdende Auspuffkanal sich ungehindert nach oben ausdehnen kann. Zur Sicherung gegen axiale Verschiebungen des Ringkanals greifen in dessen oberen Teil an drei Stellen Haltestützen ein, die am Mantel befestigt sind, aber die radiale Ausdehnung des Kanals nicht behindern.

Mit dieser Bauform hat sich auch der Zweitaktzylindermantel der allgemeinen Entwicklung zur Mehrteiligkeit angeschlossen, die die großen Gußstücke, besonders die doppelwandigen und durch Wärmespannungen beanspruchten, fast ausnahmslos erfahren haben, eine Entwicklung, die R. Drawe³⁾ bereits vor 26 Jahren für den

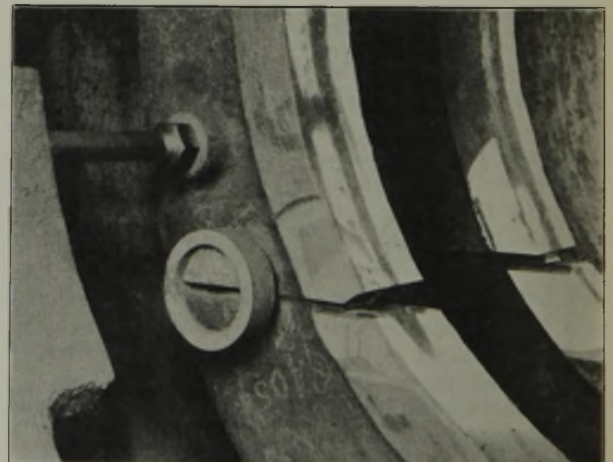


Abbildung 6. Schweißnaht des Ringkanals.

Viertaktzylinder als notwendig erkannt hat. Er sagt dort: „Grundsätzlich kann die Haltbarkeit der Zylinder nur wirklich gesteigert werden durch eine möglichst weitgehende Beseitigung der Guß- und Wärmespannungen. Dieser Ueberlegung zuliebe muß die Einteiligkeit des Zylinders aufgegeben werden und an ihre Stelle eine richtige Unterteilung gesetzt werden. . . . Der doppelwandige einteilige Gasmaschinenzylinder ist nicht das einzige derartige große Gußstück, das die Wandlung zur Mehrteiligkeit durchmachen mußte; man kann eher sagen, es ist das einzige, das diese Wandlung noch nicht durchgemacht hat.“

Die Betriebsergebnisse mit den umgebauten und neuen mehrteiligen Zylindern entsprechen den Erwartungen. Es sind eine Reihe solcher Zylinder zum Teil seit mehr als drei

³⁾ Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 246/53 u. 290/98.

Jahren in angestrengtestem Dauerbetrieb, ohne daß sich bisher die geringsten Undichtheiten oder Risse gezeigt hätten. Die Umbaukosten machen sich schon durch die höhere Dampfleistung der Abhitzekessel in weniger als einem Jahr bezahlt, ganz abgesehen von den übrigen Vorteilen, besonders dem ermittelten geringeren Verschleiß im Zylinder und an den Kolbenringen.

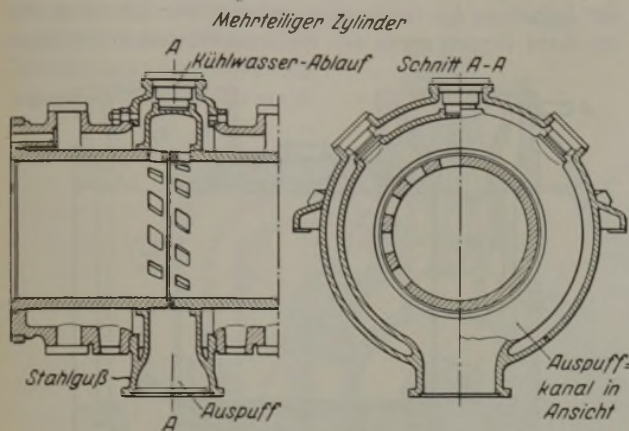


Abbildung 7. Mehrteiliger Zweitakt-Gasmaschinenzylinder mit Mittelstück und Auspuffkanal aus Stahlguß.

Die von uns erprobten Neuerungen beschränken sich aber nicht nur auf die Zweitaktmaschinen. Auch an die Verbesserung der Viertaktzylinder wurde mit Erfolg herangegangen, und zwar bei acht Maschinen von Ehrhardt & Sehmer mit je zwei mehrteiligen Zylindern nach der von Drawe entwickelten Bauart (Abb. 8), die damals einen bedeutenden Fortschritt darstellte. Diese Bauart ist inzwischen von den meisten Herstellern übernommen worden und kann — zum mindesten für größere Maschinen — als üblich gelten.

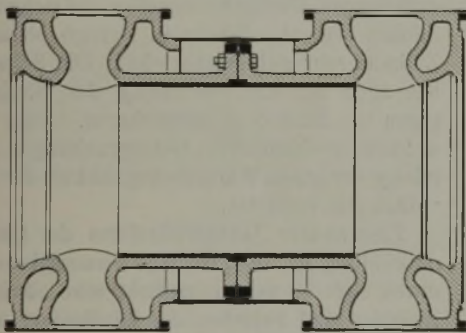


Abbildung 8. Mehrteiliger Viertakt-Gasmaschinenzylinder von Ehrhardt & Sehmer; Längsschnitt.

Der Zylinder besteht aus den beiden zusammengeflanschten Hauptteilen, den sogenannten Zylinderköpfen, der zwischen den Mittelflanschen durch eine Rippe festgehaltenen Laufbüchse und dem zweiteiligen äußeren Blechmantel. Abb. 9 zeigt die äußere Ansicht eines solchen Zylinders mit teilweise abgehobenem Kühlmantel. Die Zylinder haben in der Haltbarkeit allen Anforderungen genügt, besonders sind die früher bei den einteiligen Zylindern häufig aufgetretenen Risse an den Uebergängen der Ventilstützen in die Lauffläche fast ganz vermieden worden.

Es zeigte sich jedoch, daß die Laufbüchsen im Betriebe sehr heiß werden, da sie nur mittelbar gekühlt werden, indem sie ihre Wärme an die eigentliche, außen vom Kühlwasser bespülte Zylinderwand abgeben. Die Kühlung ist anfangs, d. h. bei neu eingezogenen Laufbüchsen, einigermaßen ausreichend, weil die Büchsen sehr stramm eingezogen, zuweilen sogar eingeschrumpft werden und daher fest an der Zylinderwand anliegen. Es kann aber bei noch so guter Wärmeübertragung nicht verhindert werden, daß die Laufbüchse wärmer wird als die Zylinderwand, ja die

Aufrechterhaltung eines Temperaturunterschiedes ist sogar die Voraussetzung für das Zustandekommen eines Wärmefflusses. Da die Büchse an einer Wärmedehnung, die ihrer Temperatur entspräche, gehindert wird, wird sie gestaucht und liegt nach dem nächsten Stillsetzen, wenn die Laufbüchse und die Zylinderwand wieder die gleiche Temperatur angenommen haben, nicht mehr so fest am Zylinder an wie zuerst. Darunter leidet natürlich auch die Wärmeübertragung. Nach öfterem Stillsetzen wird dieses Lockerwerden zunehmen, weil wegen des schlechteren Wärmeüberganges auch die Temperatur der Büchse steigt. Schließlich klapft ein Spalt zwischen Büchse und Zylinderwand, der an den Enden der Büchse am größten ist, weil hier auch die größte Erwärmung und die größte Stauchung der Büchse auftritt. Weiter zeigte sich an herausgezogenen Laufbüchsen, daß in diesen Spalt kleine Mengen Gasstaub und Oel eindringen, das bei der hohen Temperatur verkohlt, so daß eine dünne Isolierschicht zwischen Büchse und Zylinder entsteht. Die Temperatur der Büchse, also der Lauffläche für den Kolben, steigt dann so hoch, daß eine ausreichende Schmierung

Schwierigkeiten bereitet, da das Oel sehr schnell verdampft oder verbrennt. Die Folge ist ein hoher Oelverbrauch und starker Verschleiß an Kolbenringen

und Laufbüchsen. Da ferner die Festigkeit des Gußeisens bei den Temperaturen, die die Laufbüchse annehmen kann, bereits nachläßt, ist es vorgekommen, daß sich Risse in der Büchse bilden. Auch rufen die heißen Enden der Büchse, die ja in den Verdichtungsraum hineinragen, unter Umständen Frühzündungen hervor.

Zur Behebung dieser Mängel sind wir schon vor vielen Jahren an Ehrhardt & Sehmer mit Vorschlägen für eine unmittelbar gekühlte Laufbüchse herantreten. Aus diesen Anregungen hat dann die heutige Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. Ehrhardt & Sehmer in Saarbrücken eine Laufbüchsenkühlung, Patent MES, entwickelt, die allen an eine solche zu stellenden Anforderungen entspricht. Abb. 10 zeigt einen mit einer solchen gekühlten Laufbüchse ausgerüsteten Zylinder. Die gußeiserne Büchse ist mit Außenrippen zur Bildung von Kühlwasserkanälen versehen. Beiderseits der Mittelrippe, an der die Büchse zwischen den Zylinderhälften festgehalten wird, werden dünne Blechmäntel um die Laufbüchse gelegt, die an den beiden äußeren Enden mit der gußeisernen Büchse verschweißt sind. Jeder Blechmantel greift in einen Falz der Mittelrippe ein, in dem er abdichtend geführt wird. Die Blechmäntel und die Laufbüchse können sich also unabhängig voneinander dehnen, so daß die verschiedenen Temperaturen, die sie im Betrieb

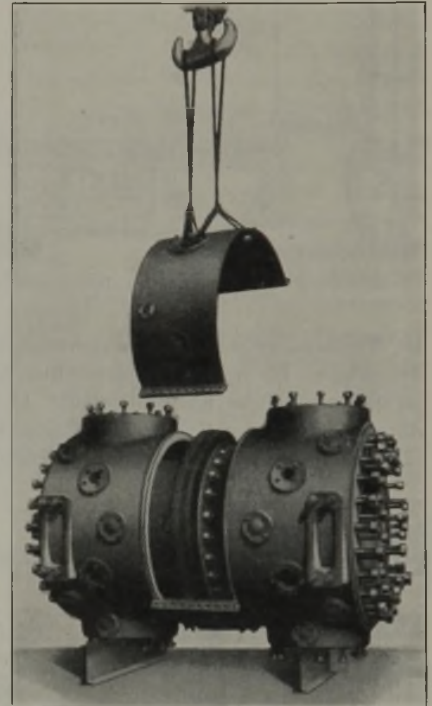


Abbildung 9. Außenansicht des mehrteiligen Zylinders von Ehrhardt & Sehmer.

annehmen, keine Spannungen auslösen können. Die Blechmäntel werden gegen die Mittelrippe durch Rundgummschnure abgedichtet, die durch die beiden Zylinderhalfen angedrückt werden. Auf *Abb. 11* ist die Laufbuche in größerem Maßstab herausgezeichnet worden, so daß besonders die Anordnung der Kuhlwasserkanale und die Art der Wasserführung zu erkennen ist. Der Ein- und Austritt

Geschwindigkeit, also gutem Wärme austausch, hindurchströmt. Falls sich eine weitere Erhöhung der Kühlwirkung als notwendig herausstellen sollte, kann die wasserberuhrte, wärme abgebende Wandfläche der Kanäle durch Kühlrippen vergrößert werden. Die Wandstärke der Buche zwischen dem Kühlwasser und der Lauffläche kann zur Verbesserung der Kühlung dünn ausgeführt werden, da die Laufbuche von der Aufnahme des Gasdruckes entlastet ist. Sie stützt sich mit ihren Rippen gegen den Blechmantel und weiter gegen

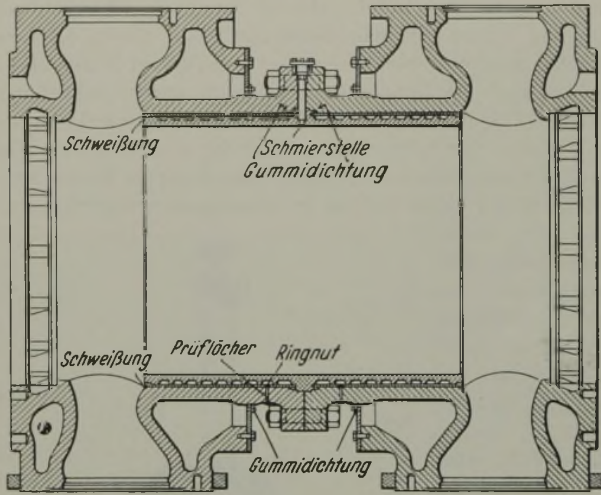


Abbildung 10. Gaszylinder mit gekühlter Laufbuche; Patent MES.

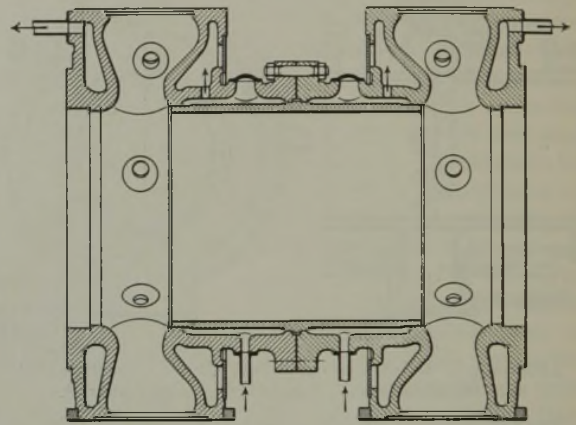


Abbildung 12. Mehrteiliger Gaszylinder mit unmittelbar gekühlter Laufbuche; Patent Demag.

des Kühlwassers sowie die Schmierung erfolgen durch die Mittelrippe. Die beiden Buchsenhalfen haben je besondere parallel geschaltete Kuhlwasserlaufe. Durch den Eintrittsstutzen gelangt das Kühlwasser in den der Mittelrippe zunächst liegenden Kanal, umfliet in diesem die ganze Buche

die starke Zylinderwand ab. Die Schweißnähte an den beiden Enden der Buche zur Verbindung der Blechmäntel mit der Gubuche müssen sehr sorgfältig ausgeführt werden. Mit ihnen steht und fällt die ganze Bauart. Es ist aber gelungen, eine völlig einwandfreie und betriebs sichere Verbindung zwischen den stählernen Blechmanteln und der gußeisernen Buche herzustellen, die sich an einem solchen seit 1 1/2 Jahren in Betrieb befindlichen Zylinder sehr gut bewährt hat. Die Schweißung hat auch nur die Dichtung der Blechmäntel gegen die Buche zu übernehmen. Von irgendwelchen mechanischen Beanspruchungen ist sie infolge der guten Wärmebeweglichkeit der Buche vollstandig entlastet.

Eine andere Ausführungsform der Laufbüchsenkühlung hat die „Demag“ herausgebracht, die durch *Abb. 12* veranschaulicht wird. Bei diesem Zylinder sind zwischen der Laufbuche und der Zylinderwand Wasserkammern angeordnet, durch die das Kühlwasser hindurchgeleitet wird. Auch diese Bauart setzt eine sichere Abdichtung an den beiden Buchsenenden voraus, die hier lediglich durch strammes Einziehen der Buche zu verwirklichen gesucht wird. Sollte sich doch eine Undichtigkeit zeigen, so kann durch einen Stemmering, der in die Stirnseite der Laufbuche eingelassen ist, das dichte Anliegen der Buche gegen den Zylinder verbessert werden. Die Wandstärke der Buche muß hierbei zur Aufnahme des Gasdruckes ausreichend bemessen werden.

Bei beiden Bauarten ist die äußere Kühlung der Zylinderwand im mittleren Teil, wo innen die gekühlte Laufbuche sitzt, entbehrlich. Daher haben diese Zylinder nur noch an den beiden Enden äußere Kuhlmantel erhalten; in der Mitte ist die Zylinderwand mit den Mittelflanschen und Schrauben frei geblieben und im Betrieb sichtbar und zugänglich.

Die Betriebserfahrungen, die wir mit der MES-Laufbüchsenkühlung gemacht haben, sind günstig. Der Oelverbrauch des Zylinders, und zwar ohne die beiden Stopfbuchen, ist mit 5 mg je m² geschmierte Fläche um 25 bis

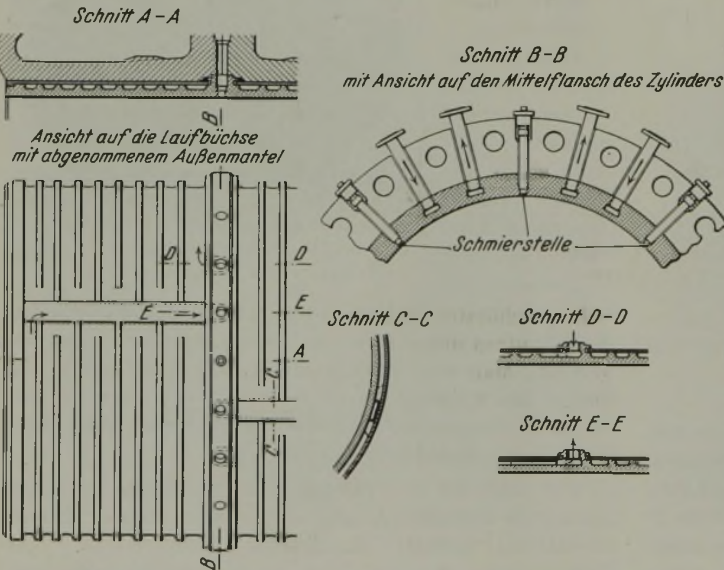


Abbildung 11. Unmittelbar gekühlte Laufbuche; Patent MES.

und tritt dann durch eine Aussparung in der Zwischenrippe in den nächsten Kanal über, in dem es die Buche in umgekehrtem Sinne umströmt und so fort bis zum letzten Kanal am Ende der Laufbuche. Die Kanäle können — wie auf dem Bilde dargestellt — gegen das Ende der Buche schmaler ausgeführt werden, so daß die Wassergeschwindigkeit und damit die Kühlwirkung dort am größten wird, wo auch am meisten Wärme abzuführen ist. Das Wasser wird zum Austrittsstutzen durch ein besonderes Kanalstück mit U-förmigem Querschnitt abgeleitet, das quer zu den Rippen in entsprechende Aussparungen eingelegt ist. Die gesamte Fläche der Laufbuche wird also von einem Netz von Kühlwasserkanälen überzogen, durch die das Wasser mit größer

40 % niedriger als bei den ungekühlten Laufbüchsen, je nach deren Betriebstemperaturen, ein Ergebnis, das wegen seiner günstigen Auswirkung auf den neuen Vierjahresplan besonders erfreulich ist. Trotzdem scheint die Schmierung besser zu sein, da die Lebensdauer der Kolbenringe bedeutend verlängert und der Zylinderverschleiß herabgesetzt werden konnte. Bei unserem Versuchszylinder, der in einer großen, schwer belasteten Gasdynamomaschine mit Spülung und Hochleistung eingebaut ist, war ein Verschleiß der Lauf-

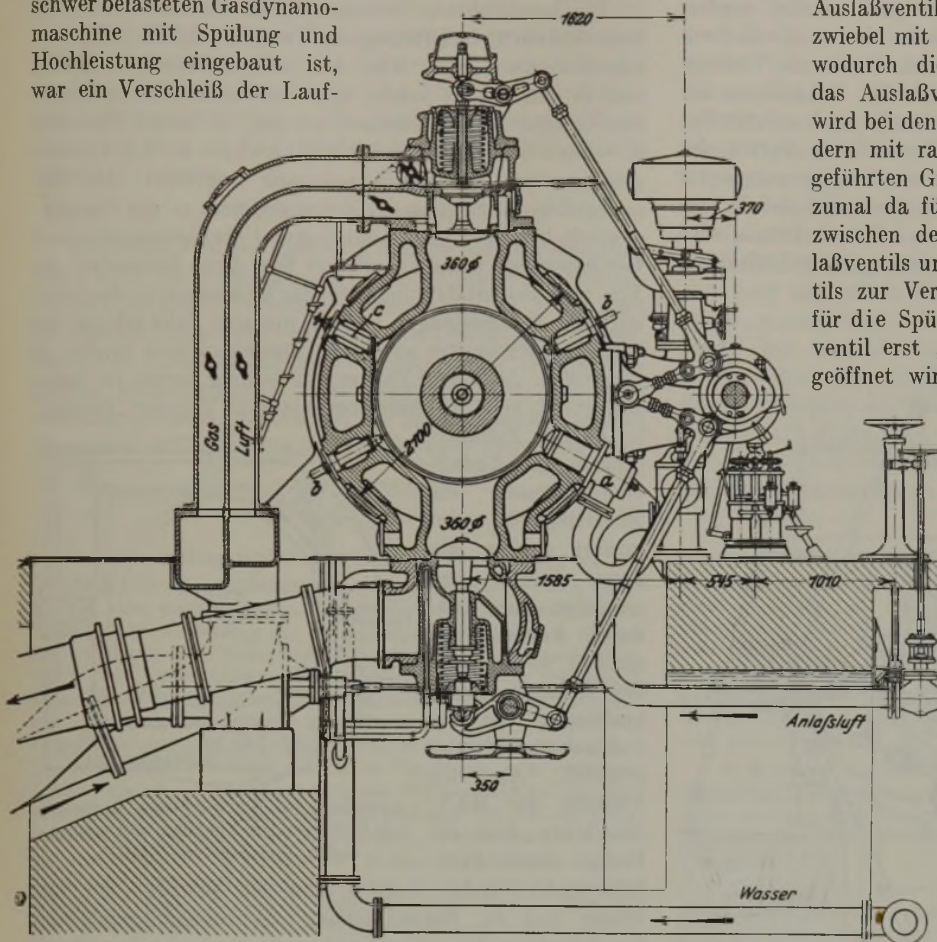


Abbildung 13. Gasmaschine von Ehrhardt & Sehmer. Zylinderquerschnitt mit radialen Ventilstützen.

büchse nach $1\frac{1}{2}$ jährigem Betrieb überhaupt nicht zu ermitteln, und an den Kolbenringen betrug er im Mittel nur 1,25 mm. Bei ungekühlten älteren, also nicht mehr fest anliegenden Laufbüchsen kommen dagegen in der gleichen Betriebszeit Abnutzungen von mehr als 1 mm vor, an den Kolbenringen etwa 4 mm, also mehr als das Dreifache. Bei Rohwasser zur Kühlung der Laufbüchse ist natürlich eine sorgfältige Ueberwachung der Wasserabflußtemperatur nötig, damit Kesselsteinablagerungen vermieden werden, die in den Kühlwasserkanälen der Büchse unangenehm werden könnten.

Ein weiterer Nachteil der bisher üblichen Form der Viertaktzylinder sind die mangelhaften Strömungsverhältnisse, die ihre Ursache in der radialen Anordnung der Ventilstützen haben. Abb. 13 zeigt den Querschnitt durch eine ältere Gasmaschine von Ehrhardt & Sehmer etwa aus dem Jahre 1912. Das durch das Einlaßventil und den zugehörigen Stützen, die sogenannte Ventilzwiebel, einströmende Gas-Luft-Gemisch stößt auf seinem weiteren Wege im Zylinder auf die dicke Pleuelstange, wobei seine Strömungsenergie fast völlig durch regellose Wirbelbildung vernichtet wird. Dadurch wird das frische, kühle Gemisch daran gehindert, bis zum Auslaßstutzen vorzudringen und hier für Kühlung zu sorgen. Besonders bei Maschinen mit Spülung macht sich dieser Uebelstand störend bemerkbar, da er eine wirk-

same Ausspülung der heißen Restgase verhindert. Also der Hauptzweck der Spülung wird nur unvollkommen erreicht. Soll der Verdichtungsraum wirksam ausgespült werden, so muß die Spülluft noch vor dem Schließen des Auslaßventils bis zu diesem vordringen, wobei sie die heißen Verbrennungsgase vor sich her und durch das geöffnete Auslaßventil aus dem Zylinder schiebt. Beim Schließen des Auslaßventils soll möglichst die ganze Auslaßzwiebel mit frischer, kühler Luft angefüllt sein, wodurch die Wände der Ventilzwiebel und das Auslaßventil gekühlt werden. Dieses Ziel wird bei den bisher allgemein üblichen Zylindern mit radialen Ventilstützen aus dem angeführten Grunde in der Regel nicht erreicht, zumal da für die Spülung nur die kurze Zeit zwischen dem Beginn der Oeffnung des Einlaßventils und dem Schließen des Auslaßventils zur Verfügung steht. Das gilt besonders für die Spülverfahren, bei denen das Einlaßventil erst gegen Ende des Ausströmhubes geöffnet wird. Die Auslaßzwiebel bleibt also mehr oder weniger mit heißen Verbrennungsgasen gefüllt. Bei der nachfolgenden Verdichtung der Ladung wird diese in die heiße Auslaßzwiebel hineingedrückt, wobei auch die in dieser zurückgebliebenen Restgase eine adiabatische Verdichtung von einer Anfangstemperatur von etwa 600° bis weit über 1000° , also weit über die Zündtemperatur der Ladung, erfahren. Es ist wohl anzunehmen, daß durch diese hohe Temperatur in der Regel die Frühzündungen verursacht werden, die die Leistung der Maschine begrenzen.

Zur Vermeidung der geschilderten Nachteile wurde nach unseren Angaben für eine Maschine mit Spülung ein gesetz-

lich geschützter Zylinder mit tangential angeordneten Ventilstützen durch Ehrhardt & Sehmer nach Abb. 14 hergestellt. Man erkennt, daß dem Spülluftstrom durch Umgehung der Pleuelstange ein bequemer Weg zur Auslaßzwiebel zur Verfügung steht, so daß er schnell bis zum Auslaßventil vordringen und die Zwiebel ausspülen kann. Allerdings wird der links von der Pleuelstange sich möglicherweise bildende tote Winkel vielleicht zum Teil mit Verbrennungsgasengefüllt bleiben, so daß auch hierbei

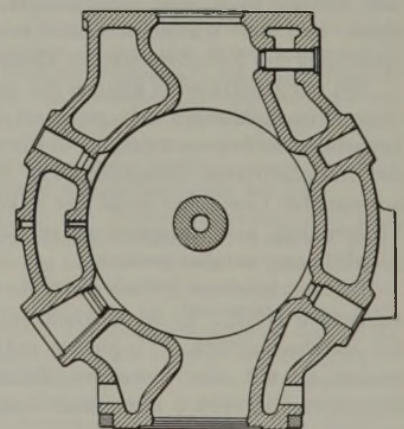


Abbildung 14. Neuer Zylinder mit tangentialen Ventilstützen; DRP.

keine völlige Ausspülung erreicht wird. Aber an dieser Stelle ist das Zurückbleiben heißer Gase unschädlich, da sich diese mit der angesaugten frischen Ladung gründlich ver-

Auch der Aufsatz von R. Solt⁴⁾ enthält brauchbare Vorschläge zur weiteren Entwicklung der Großgasmaschine, die zum Teil schon ausgeführt sind. Aber jedem Fortschritt hat eine planmäßige und oft mühevollere Forschungsarbeit voranzugehen. Solche Arbeit ist jedoch nur denkbar, wenn den Erbauern Gelegenheit gegeben wird, neue Gedanken in die Wirklichkeit umzusetzen und im Betriebe zu erproben. Die Voraussetzung dazu ist jetzt durch die beispiellose Belegung unserer gesamten Wirtschaft, besonders der eisenschaffenden Industrie, gegeben. Möge die Gelegenheit genutzt werden und in der Großgasmaschine eine Maschinengattung erhalten und fortentwickelt werden, die gerade wir deutschen Ingenieure mit Stolz als die Schöpfung deutschen Erfindergeistes betrachten können.

Zusammenfassung.

Einleitend wird nachgewiesen, daß die Gasmaschine auch heute noch bei Neuanlagen der Dampfturbine als Hüttenwerkskraftmaschine mindestens ebenbürtig ist, wenn man die Abschreibungen ihrer tatsächlichen Lebensdauer anpaßt. Besonders wirtschaftlich arbeiten die älteren bereits vollständig abgeschriebenen Gasmaschinenanlagen. Die Aufwendung größerer Kosten für die Instandhaltung solcher Maschinen ist durchaus lohnend. Es wird eine erfolgreiche

⁴⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1353/62.

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

L. Maduschka, Mülheim (Ruhr): Dem Vortrage von Herrn Reimer kann man vor allem die erfreuliche Tatsache entnehmen, daß die Fortentwicklung der Großgasmaschine, die nach wie vor die wichtigste Kraftmaschine der deutschen Hüttenwerke ist, nicht völlig zum Stillstand gekommen ist. Trotz der langen Lebensdauer der Gasmaschine, als Ganzes gesehen, können zweifellos durch bessere Gestaltung ihrer Bestandteile die Betriebs- und Unterhaltungskosten wesentlich vermindert werden. Wenn auch die Haltbarkeit des Gaszylinders im Laufe der Zeit verlängert werden konnte, so bleibt er doch das Schmerzenskind der Gasmaschine, und jede wirksame Neugestaltung bei ihm ist daher besonders zu begrüßen. Die unmittelbar gekühlte Laufbüchse ist besonders bei den Zylindern mit großen Wandstärken ein bedeutsamer Fortschritt, wenn es gelingt, die Abdichtung zwischen Kühlwasserraum und Zylinderinnern dauernd sicherzustellen. Bei der seitlichen Anordnung der Ventile muß man wegen des unsymmetrischen Querschnittes eine ungünstige Kraftübertragung und Beeinträchtigung der Haltbarkeit befürchten. Durch die allerdings nicht einfache Herstellung des Gaszylinders aus Schmiedestahl — ein Versuch soll im Gange sein — würde seine Lebensdauer voraussichtlich erheblich verlängert werden können.

Besondere Beachtung verdient noch die Ausbildung des Triebwerkes der Gasmaschine. Die neuzeitliche Erforschung der Ursachen von hohen örtlichen Beanspruchungen bei Maschinenteilen, die fast durchweg den Bruch einleiten, und die Mittel zu ihrer Verminderung weisen den Weg für die zweckmäßigste Gestaltung der Triebwerksteile, um bei bester Ausnutzung des Werkstoffes noch hinreichende Sicherheit gegen Bruch zu erzielen. Auf diese Weise kann das Triebwerk von unnötigem Ballast befreit, die Massenkraft vermindert, die Drehzahl der Gasmaschinen, namentlich der Gasgebläsemaschinen, ohne Nachteil erhöht und eine bessere Ausnutzung der Maschinenanlage erreicht werden. Die häufiger auftretenden Kolbenstangenbrüche in den ersten Gängen an den Gewindekupplungen sind auf starke Ueberlastung dieser Gänge zurückzuführen, die durch das vom Herrn Vortragenden schon erwähnte Solt-Gewinde, oder auch durch geeignete Mutterform, vermieden werden kann, wie ich in einer Abhandlung nachgewiesen habe⁵⁾.

Für den Bau von Großgasmaschinen mit noch größerer Leistung als bisher ist die Verkleinerung der Triebwerksmassen je cm² Kolbenfläche unbedingt erforderlich, aber auch durchführbar. Hierin gehe ich mit den Ausführungen von Herrn Solt in seinem Aufsatz grundsätzlich einig, aber seinem Vorschlag für die Gestaltung des Triebwerkes kann ich nicht zustimmen.

Im Rahmen einer kurzen Aussprache können natürlich nur einige Punkte, die bei der Fortentwicklung der Gasmaschine von Wichtigkeit sind, angedeutet werden. In Übereinstimmung mit dem Herrn Berichterstatter ist noch hervorzuheben, daß eine solche

Instandsetzung von Zweitaktzylindern gezeigt, deren Auspuffkanäle gerissen waren. Nach Entfernung des eingegossenen Kanals wurde ein mehrteiliger, zusammengesetzter Auspuffkanal aus Stahlguß eingebaut, wodurch der Zylinder wieder gebrauchsfähig und darüber hinaus in seiner Haltbarkeit und Wärmebeweglichkeit verbessert wurde. Nach den gleichen Grundsätzen ist ein neuer mehrteiliger Zylinder hergestellt worden. Die Erfahrungen mit den umgebauten und neuen Zylindern sind gut. Die bekannte Zylinderbauart für Viertaktmaschinen mit ungekühlter Laufbüchse läßt sich durch eine besondere Laufbüchsenkühlung vervollkommen. Die Bauarten MES und Demag werden beschrieben. Als Vorteile haben sich eine bedeutende Oelersparnis und geringere Abnutzung an der Laufbüchse und den Kolbenringen ergeben. Radiale Ventilstutzen an Viertaktzylindern sind, besonders bei gespülten Maschinen, nachteilig für die Strömungsverhältnisse im Zylinder. Es wird eine neue tangentielle Form der Ventilstutzen gezeigt, die an einem ausgeführten Zylinder das erwartete Ergebnis gebracht hat, nämlich Verbesserung der Spülung und Erzielung einer schnellen und vollständigen Verbrennung durch Wirbelung der Ladung. Die Leistung der Maschine konnte nach Einbau des neuen Zylinders gesteigert werden. Für eine weitere Vervollkommnung der Gasmaschinen sind noch viele Möglichkeiten vorhanden.

Fortentwicklung viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit erfordert und für die Maschinenfabriken, die sie vor allem durchzuführen haben, mit erheblichen Unkosten verbunden ist. Die gelegentliche Bestellung einiger Ersatzteile ist wohl keine hinreichende Entschädigung hierfür. Durch eine engere Zusammenarbeit zwischen Hüttenwerken und Maschinenfabriken mit gerechter Lastenverteilung würde der Weg für eine raschere Fortentwicklung der Gasmaschine, die für beide Teile wertvoll ist, sehr geebnet werden.

F. Reimer: Zu dem Aufsatz des Herrn Solt⁴⁾, in dem eine langhubige Gasmaschine größter Leistung mit sehr leichtem Triebwerk, also mit noch erträglichen Massenkraften bei sehr großen Abmessungen, vorgeschlagen wird, möchte ich noch folgendes bemerken:

Wie schon aus meinem Bericht über Neuerungen an Gasmaschinenzylindern hervorgegangen ist, bin ich — im Gegensatz zu Herrn Solt — nicht der Ansicht, daß die Gasmaschine von der Dampfkraft bereits überholt sei.

Indessen, wenn auch von einer Ueberlegenheit der Dampfkraft, wenigstens bei den für Hüttenwerken in Betracht kommenden Drücken von höchstens 35 atü, noch nicht gesprochen werden kann, so ist die Dampfturbine der Gasmaschine in der Wärmeausnutzung und in der Gesamtwirtschaftlichkeit zweifellos nähergerückt, und man muß Herrn Solt durchaus beipflichten, wenn er vom Gasmaschinenbau neue Anstrengungen mit grundsätzlich neuen Mitteln fordert. Die Entwicklung der letzten 12 bis 15 Jahre hat eben durch den raschen Ausbau der Stromversorgung in Deutschland und der Welt die Dampfkraft mächtig gefördert. So stand den Erbauern von Dampfkesseln und -turbinen ein weites, fast unbegrenztes Betätigungsfeld zur Verfügung, um neue Wege zu erschließen und neue Verfahren und Bauarten zu erproben. Ein großer Teil des gesamten Maschinenbaues ist an der Entwicklung der Dampfkraftanlagen irgendwie beteiligt.

Demgegenüber ist für die Weiterentwicklung der Gasmaschine in dem betrachteten Zeitabschnitt nicht soviel getan worden und konnte aus den allgemein bekannten Gründen auch nicht viel getan werden. Es wäre aber besonders für den Hüttenbetrieb sehr zu wünschen, daß auch im Gasmaschinenbau Fortschritte in der Vergrößerung der Maschineneinheiten und in der Herabsetzung der Anlagekosten je kW sowie — wenn möglich — auch in der Wärmeausnutzung gemacht würden. Es scheint, daß in dieser Richtung Herr Solt auf dem richtigen Wege ist mit seinem Vorschlag, das Hubverhältnis zu vergrößern, also das Verhältnis des Kolbenhubes S zum Zylinderdurchmesser D. Schon H. Güldner hat in seinem bekannten klassischen Werk über Verbrennungskraftmaschinen ein großes Hubverhältnis S:D empfohlen. Leider ist man im Großgasmaschinenbau bisher einen anderen Weg gegangen, indem man — besonders wohl zur Erzielung einer kürzeren Baulänge — das Hubverhältnis S:D bis auf den Wert 1 verkleinert hat.

⁵⁾ Forsch. Ing.-Wes. 7 (1936) Nr. 6, S. 299/305.

Da die Vorteile eines großen Hubes aus den Ausführungen Solt's nicht ganz klar hervorgehen, habe ich hier die Gleichungen der mechanischen Grundlagen zusammengestellt. Aus der bekannten Gleichung für die indizierte Leistung einer doppeltwirkenden Viertakt-Tandemaschine:

$$N_i = \frac{F \cdot p_m \cdot S \cdot 2 \cdot n}{60 \cdot 75}$$

deren Buchstaben die in Fußnote ⁶⁾ angegebene Bedeutung haben, ergibt sich durch Umstellung:

$$N_i = \frac{F}{75} \cdot p_m \cdot \frac{2 \cdot S \cdot n}{60}$$

Darin bedeutet der letzte Bruch die mittlere Kolbengeschwindigkeit c_m , die Solt auf 8 m/s erhöhen will, während bisher höchstens 5 m/s verwirklicht worden sind. Also

$$\frac{2 \cdot S \cdot n}{60} = c_m \text{ (m/s).}$$

Hiermit wird

$$N_i = \frac{F}{75} \cdot p_m \cdot c_m$$

und wir haben in $p_m \cdot c_m$ die Solt'sche Wertzahl der gestaltungstechnischen Ausnutzung, nämlich die Leistung je cm^2 der Kolbenfläche in mkg/s . Zur Vergrößerung der Maschinenleistung N_i stehen also drei Wege zur Verfügung: Man kann die Größen F , p_m oder c_m vergrößern. Eine Vergrößerung von F scheidet nach Solt von vornherein aus, da man dadurch zu immer größeren Kolbenkräften und damit zu schwereren Triebwerken kommt, während gerade das Gegenteil erstrebt werden soll. Denn die Grenze in der Größe und Leistung einer Maschineneinheit wird durch die Massenkraft des Triebwerkes bestimmt und soll mit den größten zur Zeit gebauten Maschinen erreicht sein. Eine Erhöhung des mittleren Druckes p_m hätte dasselbe Ergebnis und würde außerdem die Wärmebeanspruchung des Zylinders erhöhen, während die Wärmeausnutzung abnähme; sie müße also auch ausscheiden. Es bleibt die Vergrößerung der Kolbengeschwindigkeit c_m . Bei gleichbleibendem F und p_m nimmt die Leistung N_i verhältnismäßig mit c_m zu. In c_m stecken, wie eben gezeigt, die beiden Veränderlichen S (Hub) und n (Drehzahl). Führt man an Stelle des Hubes S den Kurbelhalbmesser r ein nach der Beziehung $S = 2r$, so wird $c_m = \frac{4rn}{60} = \frac{r \cdot n}{15}$. Eine Vergrößerung

von c_m ist also möglich: 1. durch Vergrößerung des Kurbelhalbmessers r , was gleichbedeutend ist mit einer Vergrößerung des Hubes S , 2. durch Erhöhung der Drehzahl n . Im Verfolg des Solt'schen Grundsatzes der Herabsetzung der Massenkraft kann nur derjenige Weg in Betracht kommen, der die geringste Zunahme der Massenkraft bewirkt. Die Massenkraft einer auf den cm^2 Kolbenfläche bezogenen hin- und hergehenden Triebwerksmasse q ist bei Annahme unendlich langer Schubstange, also bei Vernachlässigung des Fehlergliedes, in den Totpunkten, wo sie ihren größten Wert erreicht: $p_b = q \cdot \frac{v^2}{r}$, worin v die Kurbelzapfengeschwindigkeit in m/s bedeutet. Aus der Gleichung $p_b = q \cdot \frac{v^2}{r}$ folgert Solt, daß die Steigerung der Leistung durch Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit bei möglichst unveränderter Massenkraft p_b in gleicher Weise von der Verminderung der spezifischen Masse q wie von der Vergrößerung des Kurbelhalbmessers r abhängt, weil durch diese beiden Veränderungen eine Verkleinerung des Wertes $q \cdot \frac{v^2}{r}$ bewirkt werde. Man muß sich aber hierbei darüber klar sein, daß eine Vergrößerung von r bei unveränderter Drehzahl auch eine im gleichen Verhältnis erfolgende Vergrößerung der Kurbelzapfengeschwindigkeit v zur Folge hat, die in der Gleichung für p_b in der zweiten Potenz im Zähler steht! Eine einwandfreie Beurteilung der in diesem Punkte etwas unklaren Folgerung Solt's wird möglich, wenn man die Kurbelzapfengeschwindigkeit v durch die sie bestimmenden Größen r und n ausdrückt und in die Gleichung für p_b einführt:

$$v = \frac{2 \pi r n}{60} = \frac{\pi r n}{30};$$

$$p_b = q \cdot r \cdot n^2 \cdot \left(\frac{\pi}{30}\right)^2.$$

Die Massenkraft p_b ist also, abgesehen natürlich von der Größe q der Masse selbst, von denselben beiden Veränderlichen r und n abhängig, die auch die mittlere Kolbengeschwindigkeit $c_m = \frac{r \cdot n}{15}$

bestimmen. Soll nun c_m , und damit die Maschinenleistung N_i , durch Erhöhung der Drehzahl n gesteigert werden, dann würde, da n in der Gleichung für p_b in der zweiten Potenz vorkommt, die Massenkraft p_b im quadratischen Verhältnis zu n , also auch zur Maschinenleistung N_i , zunehmen, oder die Triebwerksmasse q müßte gleichzeitig im umgekehrten quadratischen Verhältnis zu N_i verringert werden, wenn die Massenkraft p_b unverändert bleiben soll, was von Solt ja angestrebt wird. Bei einer Erhöhung der Drehzahl und damit der Maschinenleistung um 20 %, also auf das 1,2fache, würde beispielsweise eine Verringerung der hin- und hergehenden Massen im Verhältnis $1,2^2 : 1$ oder $1,44 : 1$ erforderlich sein, um die Massenkraft unverändert zu halten. Das Gewicht der Triebwerkmassen müßte also schon sehr erheblich herabgesetzt werden, was große Schwierigkeiten bereiten würde, wenn es überhaupt möglich wäre. Dieser Weg scheint demnach auch ungangbar zu sein. Es bleibt also als letzter und einziger Weg zur Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit und der Leistung einer Maschineneinheit bei gleichzeitiger Kleinhaltung der Massenkraft tatsächlich nur die Vergrößerung des Kurbelarmes r und damit des Hubes S übrig. Zwar nimmt mit r auch die Massenkraft p_b zu, aber nur im linearen Verhältnis, doch kann dies — nach Solt — durch Verkleinerung der Triebwerksmasse q ausgeglichen werden, die in diesem Falle nur im umgekehrten linearen Verhältnis der Hubvergrößerung herabgesetzt zu werden braucht, was schon wesentlich mehr im Bereich des Möglichen liegen dürfte.

Neben dem — an sich durchaus richtigen — Versuch, die Massenkraft durch Verringerung der hin- und hergehenden Massen zu bekämpfen, gibt es aber noch einen anderen Weg, nämlich die Aufhebung der Massenkraft durch entgegengesetzt wirkende, gleich große Massenwirkungen nach dem Schlick'schen Verfahren des Massenausgleichs. Zwar sind hierzu mindestens drei Kurbeln mit entsprechenden Zylinderpaaren erforderlich, von denen die beiden äußeren gleiche, um 180° gegen die mittlere versetzte Kurbelstellungen haben müßten. Ferner müßten die hin- und hergehenden Massen der äußeren Zylinder zusammen genau so schwer sein wie die der mittleren Zylinder bei gleichem Hub, d. h. die äußeren Zylinder müßten einen kleineren Durchmesser erhalten. Die Massenkraft würden sich dann zu einem erheblichen Teil zwischen den drei vorderen Maschinenrahmen ausgleichen, die genügend kräftig miteinander verbunden werden müßten. Dann brauchte vielleicht nicht mehr eine so große Rücksicht auf die Massenkraft genommen zu werden, und es wären durch Vergrößerung des Zylinderdurchmessers und vielleicht auch der Drehzahl bei gleichzeitiger Anwendung eines großen Hubes und leichten Triebwerkes möglicherweise noch leistungsfähigere Maschineneinheiten zu erstellen, als von Solt mit 44 000 kW angegeben.

Als weiterer Vorteil eines großen Hubes ist übrigens auch die Verkleinerung der Zylinderabmessungen in radialer Richtung, bezogen auf gleichen Zylinderinhalt, zu nennen. Herr Solt weist schon auf den Nutzen kurzer Brennrecken im Zylinder hin und fordert mit Recht eine möglichst große Zylinderzahl. Bei kleinem Zylinderdurchmesser ist auch die radiale Brennrecke vom Zylindermantel, wo die Zündung eingeleitet wird, bis zur Zylindermitte kürzer, was eine schnellere Verbrennung zur Folge hat. Es gibt sonst kein Mittel, die Brenndauer in radialer Richtung abzukürzen, da die Vermehrung der Zünder am Zylindermantel darauf ohne Einfluß ist. Nur ein oder mehrere Zünder im Zylinderdeckel dicht neben der Stopfbüchse könnten in dieser Hinsicht vorteilhaft sein, was aber wegen Raummangels und schlechter Zugänglichkeit bisher unterblieben ist. Auch würde der Zylinderdeckel dadurch eine sehr ungünstige Form erhalten. Ein kleiner Zylinderdurchmesser ist ferner bei Spülmaschinen erwünscht, weil dadurch auch der Spülluftweg abgekürzt und das Vordringen der Spülluft bis zum Auslaßventil begünstigt wird. Andererseits erfordert die hohe Kolbengeschwindigkeit langhubiger Maschinen eine sorgfältige Schmierung der Laufbüchse, so daß für solche Maschinen die Laufbüchsenkühlung mit ihrem günstigen Einfluß auf die Abnutzung und den Oelverbrauch das Gegebene wäre.

Sehr bemerkenswert sind die Ausführungen, die Herr Solt über die Möglichkeiten der Gewichtsverminderung des Triebwerkes macht. Das Einstangen-Triebwerk für Tandemaschinen ermög-

⁶⁾ N_i (PS) = indizierte Leistung
 F (cm^2) = wirksame Kolbenfläche
 p_m (kg/cm^2) = mittlerer indizierter Druck
 S (m) = Kolbenhub
 r (m) = Kurbelhalbmesser
 n (min^{-1}) = Drehzahl
 c_m (m/s) = mittlere Kolbengeschwindigkeit
 v (m/s) = Kurbelzapfengeschwindigkeit
 q ($\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m} \cdot \text{cm}^2}$) = hin- und hergehende Triebwerksmasse je cm^2 Kolbenfläche
 p_b (kg/cm^2) = Massenkraft im Totpunkt je cm^2 Kolbenfläche.

licht sicher eine ganz wesentliche „Entmassung“ der hin- und hergehenden Teile. Natürlich würde eine solche Maschine eine ziemlich einschneidende Umstellung für die Bedienungs- und Unterhaltungsmannschaften bedeuten. Z. B. müßte bei einem Kolbenwechsel der hintere Kolben im Zylinder von der Stange abgezogen werden, damit der vordere Kolben mit Stange nach vorn in Richtung nach der Kurbel herausgezogen werden kann. Auch für die Ausbildung der Kolbenkühlung müßten grundsätzlich neue Formen gesucht werden. Als Vorteil des Einstangen-Triebwerkes ohne hintere Kolbenstangendurchführung ist noch der Fortfall der hinteren Stopfbüchse und der Gewinn an nutzbarer Kolbenfläche zu nennen, der immerhin 7 bis 8 % beträgt. Eine weitere wesentliche Verkürzung der Kolbenstange wäre übrigens möglich, wenn der Schlitten zwischen den beiden Zylindern, durch den sich die Kolbenstange auf die Gleitbahn abstützt, durch eine stillstehende Gleitlagerschale ersetzt würde, in der die Kolbenstange gleitet. Solche Gleitlager haben sich an Gasmaschinen mit hinten angebaute Spülluftkolbenpumpe, wie sie von Ehrhardt & Sehmer gebaut werden, sehr gut bewährt. Die Kolbenstange für beide Kolben brauchte dann nicht viel länger zu sein als bisher für einen Kolben.

Bedenklich scheint mir aber zu sein, was über die „Spaltdichtung“ gesagt worden ist. Jeder, der mit Gasmaschinen zu tun hat, weiß, wie verheerend die Wirkung von heißen Verbrennungsgasen ist, die mit großer Geschwindigkeit durch einen Spalt hindurchblasen. Ich habe es erlebt, daß Kolben, deren Dichtungsringe aus irgendeinem Grunde entzweigegangen sind, in kurzer Zeit an ihrer äußeren Mantelfläche bis zur Unkenntlichkeit verschmort sind. Ähnliche Wirkungen kann man an Auslaßventiltellern beobachten, die auf dem Ventil Sitz nicht mehr dicht schließen oder einen etwas auseinanderklaffenden Riß haben.

Auch werden beim Anlassen der Maschine Schwierigkeiten zu erwarten sein, da beim Stillstand oder bei ganz langsamer Bewegung sehr viel Preßluft durch den Kolbenspalt verloren gehen wird; bei dem beschränkten Querschnitt des Druckluft-Anlaßventils dürfte es schwer sein, die Maschine in Gang zu bringen. Die durchblasenden Feuergase können ferner auf der anderen Kolbenseite, wo ja unter Umständen das zündfähige Gemisch gerade verdichtet wird, zu Frühzündungen führen.

Wenn Herr Solt mit der Spaltdichtung günstige Erfahrungen gemacht hat, so ist das vielleicht so zu erklären, daß die angewendete Spaltweite sehr klein war, und die Verbrennungsgase durch die große Druckabnahme und hohe Geschwindigkeit sehr stark heruntergekühlt wurden. Ein sehr enger Spalt zwischen Zylinderlauffläche und Kolbenkörper oder starren Kolbenringen erfordert aber eine sehr genaue Führung des Kolbens im Zylinder und eine vollkommen gerade Kolbenstange, was beides nicht leicht zu verwirklichen und dauernd aufrechtzuerhalten ist. Es muß natürlich ohne weiteres zugegeben werden, daß die Spaltdichtung an sich, also die Anwendung eines Dichtungsverfahrens — wie bei der Dampfturbine — ohne unmittelbare Berührung und Reibung fester, gegeneinander bewegter Teile, wegen des Wegfalles der Zylinderschmierung und der Abnutzung ein großer Fortschritt wäre. Besonders für die geforderte Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit würde sie von Vorteil sein.

Neben der Vervollkommnung der Gasmaschine in baulicher Hinsicht müßte meines Erachtens besonders an ihre wärmetechnische Weiterentwicklung herangegangen werden, der z. B. gerade die Dampfkraft ihre großen Erfolge vor allem verdankt. Durch eine auch nur mäßige Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades könnte der Gasmaschine wieder ein bedeutender Vorsprung vor der Dampfkraft verschafft werden. Es ist also sehr lohnend, den für eine Vergrößerung des Wärmegefalles zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nachzugehen.

Nach den Gesetzen der Thermodynamik ist der theoretische thermische Wirkungsgrad des Ottoschen Kreisprozesses:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^k - 1}$$

wobei ϵ das räumliche Verdichtungsverhältnis und k den Exponenten der adiabatischen $p-v$ -Kurve bedeutet.

Die theoretischen Verluste betragen also $\frac{1}{\epsilon^k - 1}$ und werden nur durch ϵ und k beeinflusst. Da k durch die Natur des Ladungsgemisches gegeben ist, können wir lediglich das Verdichtungsverhältnis ϵ verändern, und zwar muß es vergrößert werden, wenn die Verluste abnehmen und der Wirkungsgrad steigen soll. In Anwendung dieser an sich allgemein bekannten Tatsache hat Herr Solt ja auch für die von ihm entworfene Maschine eine 6- bis 6,5fache Verdichtung vorgesehen, während man bisher nicht wesentlich über $\epsilon = 5$ hinausgegangen ist. Für $k = 1,40$ sind die theoretischen thermischen Wirkungsgrade bei $\epsilon = 5$: 48,3 %, bei $\epsilon = 6$: 52 %, bei $\epsilon = 6,5$: 53,6 %, bei $\epsilon = 7$: 55 %.

Die Möglichkeit einer Verbesserung der Wärmeausnutzung ist also recht beachtlich. Wenn sie bisher nicht ausgenutzt worden ist, so liegt das daran, daß die Großgasmaschine bereits bei $\epsilon = 5$ zu Frühzündungen neigt, wenn irgendein geringfügiger Anlaß dazu vorliegt, z. B. ungewöhnlich hoher Wasserstoffgehalt des Gases. Diese Neigung zu Frühzündungen läßt sich nach oben verschieben, wenn man den Kreisprozeß mit einer niedrigeren Temperatur beginnen läßt, so daß die Verdichtungstemperatur trotz höherer Verdichtung noch genügend weit unter der Selbstzündungstemperatur des Gemisches liegt. Die Anfangstemperatur, also die Temperatur der Ladung am Ende des Ansaughubes, wird bestimmt durch die Menge und Temperatur der Restgase, die von der vorigen Verbrennung her im Verdichtungsraum des Zylinders zurückgeblieben sind und sich mit dem frisch angesaugten Gas-Luft-Gemisch vermischen. Will man die sich dabei ergebende Mischungstemperatur herunterdrücken, so muß man die Menge und Temperatur der Restgase verkleinern. Die Menge läßt sich durch Anwendung der Spülung herabsetzen, die Temperatur durch schnellen Ablauf der Verbrennung und Vergrößerung der Entspannung, was gleichbedeutend ist mit der Vergrößerung des Verdichtungsverhältnisses.

Es ist erstaunlich, daß Herr Solt gerade der Spülung eine so geringe Bedeutung zuspricht. Ich möchte annehmen, daß eine Verwirklichung seiner Vorschläge mit $\epsilon = 6,5$ und einem mittleren Druck von 5,4 at ohne Spülung nicht möglich ist; es sei denn, man hat ein wasserstoffreies Gas zur Verfügung, was meistens nicht der Fall ist. Jedenfalls sind nach unseren Erfahrungen bei mittleren Drücken von mehr als 5 at in ungespülten Maschinen Frühzündungen zu erwarten.

Zu dem allgemein unter der Bezeichnung „Hochleistungsverfahren“ bekannten Spül- und Aufladeverfahren, das bei Viertaktmaschinen größere Verbreitung gefunden hat, ist übrigens zu sagen, daß der Hauptwert oder besser sogar der einzige Wert auf der Spülung beruht. Merkwürdigerweise findet man immer wieder die Ansicht verbreitet, daß die Aufladung das Wesentliche daran sei. In dem Punkt, daß die Aufladung sehr gut entbehrt werden kann, stimme ich völlig mit Herrn Solt überein. Ich möchte sogar behaupten, daß die Aufladung nur deshalb angewendet worden ist, weil man ihr gar nicht entgegen konnte, ohne der Einlaßsteuerung eine weitere, nicht leicht zu lösende Aufgabe zuweisen zu müssen. Wenn es gelingt, eine wirklich vollkommene Spülung zu erzielen, d. h. eine Entfernung aller Restgase aus dem Verdichtungsraum, dann ist die Vergrößerung der Ladung so bedeutend, daß eine Aufladung überflüssig wird. Gleichzeitig wird dann der Weg freigemacht zur Erhöhung der Verdichtung und damit zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades. Aber leider ist eine wirksame Spülung gar nicht so leicht zu verwirklichen. Auch darüber herrschen im allgemeinen unrichtige Vorstellungen. Ich habe in meinem vorhin vorgetragenen Bericht schon darauf hingewiesen, daß die Spülluft meistens gar nicht bis zum Auslaßventil vordringt. Deshalb ist auch die Befürchtung Herrn Solts, es könnte Spülluft in die Auspuffleitung dringen und den Abhitzeertrag herabsetzen, völlig unbegründet. Wenn man die in der kurzen zur Spülung zur Verfügung stehenden Zeit bei den gegebenen Druckverhältnissen durch das Einlaßventil strömende Luftmenge einmal nachrechnet, findet man meistens, daß diese nicht entfernt ausreicht, um den Verdichtungsraum ganz auszufüllen. Der Zeitquerschnitt, nämlich das Integral $\int v dt$, wenn v den mit der Zeit t veränderlichen freien Ventiquerschnitt bedeutet, ist in der Regel zu klein. Wenn trotzdem mit den „Hochleistungsmaschinen“ Leistungssteigerungen gegenüber Maschinen ohne Spülung erzielt worden sind, so ist das meistens nicht nur durch die unvollkommene Spülung oder die Aufladung erreicht worden, sondern man hat, weil man eben mit diesen Mitteln die Leistung nicht im gewünschten Ausmaß steigern konnte, leider außerdem eine Maßnahme ergreifen müssen, die das gerade Gegenteil von dem bedeutet, was zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades hätte erstrebt werden sollen, nämlich man hat das Verdichtungsverhältnis verkleinert. Den Frühzündungen, die als Folge des für die Mehrleistung nötigen höheren Gemischheizwertes bei der unvollkommenen Spülung sich einstellen, ist man durch dieses Mittel allerdings auf bequeme Weise aus dem Wege gegangen. Die Zylinderdeckel sind nach außen gerückt, und dadurch ist der Verdichtungsraum vergrößert worden, was ja bekanntlich einer Herabsetzung der Verdichtungsdruckspannung und der arbeitleistenden Ausdehnung der Verbrennungsgase gleichkommt. Selbstverständlich kann man mit einer solchen Maschine hohe mittlere Drücke fahren, denn die Verdichtungsline des Diagramms liegt tief und die Entspannungslinie hoch, aber die gewonnene Mehrleistung muß als Raubbau bezeichnet werden, da sie zum Teil auf Kosten der Wärmeausnutzung erfolgt. So erklären sich auch die sehr hohen Dampfleistungen in den Abhitzeesseln solcher Hochleistungsmaschinen.

Zusammenfassend sehe ich den Weg für eine wärmetechnische Weiterentwicklung der Gasmaschine in einer Verbesserung der Spülung, in der dadurch ermöglichten Erhöhung der Verdichtung und in einer Vervollkommnung der Verbrennung. Der Zylinder mit tangentialen Ventilstützen, über den ich berichtet habe, zielt bereits in diese Richtung, ist aber natürlich nur als ein Anfang zu betrachten. Zur völligen Klärung der für eine gute Spülung erforderlichen Bedingungen bedarf es einer gründlichen Erforschung der Strömungsverhältnisse im Zylinder. Ferner ist die Einlaßsteuerung so zu gestalten, daß ein ausreichender Zeitquerschnitt für den Eintritt der Spülluft sichergestellt werden kann. Hat man erst die Spülung so weit verbessert, daß man betriebssicher höher verdichten, d. h. den Verdichtungsraum verkleinern kann, dann kommt diese Maßnahme den anderen Bestrebungen zu Hilfe. Denn bei kleinerem Verdichtungsraum ist auch weniger Spülluft zur vollkommnen Spülung nötig, und die Entspannung der Verbrennungsgase beim Ausdehnungshub kann weitergetrieben werden. Im Zusammenwirken mit einer schnellen und vollständigen Verbrennung ergibt sich eine niedrigere Endtemperatur auch für die im Verdichtungsraum zurückbleibenden Restgase, die von der Spülung etwa noch nicht erfaßt werden. Alle diese Umstände bewirken eine niedrige Gemischtemperatur, die die unumgängliche Voraussetzung für eine betriebssichere Erhöhung der Verdichtung und damit der zu fordernden Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades ist.

Hoffen wir, daß die Gasmaschinenbauer auf dem angedeuteten Wege weiterkommen und uns Hüttenleuten in ihrer verbesserten Maschine die Kraftquelle zur Verfügung stellen werden, die wir zur sparsamsten Ausnützung unseres wertvollen Nebenerzeugnisses, des Gichtgases, unbedingt brauchen.

R. Solt, Pilsen: Mit den Ausführungen des Herrn Reimer stimme ich grundsätzlich überein. Die zweckmäßige Bauform des doppelwirkenden Gasmaschinenzylinders hat, wie bekannt, R. Drawe vor einem Vierteljahrhundert bei der MES. herausgebracht. An der Dreiteiligkeit des Zylinders wird sich auch die weitere Entwicklung zur Endform halten müssen. Die Frage, ob Zylinder für Großgasmaschinen aus Gußeisen oder Stahl herzustellen sind, habe ich schon in meinem Aufsatz behandelt. Daß ein Gaszylinder z. B. bei einem Hochofengebläse schadhafte werden kann und ausgewechselt werden muß, halte ich für einen unzulässigen Zustand, der durch Ausführungen in Stahlguß oder in geschmiedetem Stahl zu vermeiden ist. Nur der Stahlzylinder kann den hüttenmäßigen Dauerbetrieb restlos befriedigen. Unter den vorgetragenen Neuerungen an Gasmaschinenzylindern befindet sich auch die unmittelbare Kühlung der eingesetzten Laufbüchse. Ich habe diesen Fortschritt schon im Jahre 1919 in der Weise durchgeführt, daß ich beim MES-Zylinder den Wassermantel nach innen zwischen Laufbüchse und Zylinderwand verlegte. Die Abdichtung gegen den Brennraum ist zwar schwierig, aber doch so gut möglich, daß die bedeutenden betrieblichen und thermischen Vorteile der unmittelbare gekühlten dünnen Büchse überwiegen. Wie wir aus dem Vortrage erfahren konnten, ist die MES. bei ihren neuen Zylindern einen Schritt weitergegangen und verschleißt die Abdichtung der unmittelbar gekühlten Laufbüchse. Eine andere Frage der Ausbildung des Gasmaschinenzylinders ist der zwiebelartige Stutzen zum Auslaßventil. Nach meinem Dafürhalten ist diese Form für höhere Arbeitsgeschwindigkeiten und höhere Zünddrücke nicht betriebssicher genug. Das nach innen an den Zylinderlauf verlegte Auslaßventil ohne Übergangsstutzen, wie es die MAN. seit langem ausführt, dient der Haltbarkeit des Gaszylinders zweifellos besser. Die Möglichkeit, Risse im gußeisernen Zylinder zu verschweißen, ist ein kostspieliger Notbehelf ohne Gewähr. Für höhere Inanspruchnahme bietet nur der Stahlzylinder ausreichende Betriebssicherheit, und es ist zum Vorteil der Hütten, den Preisunterschied zu bezahlen. Diese Auslage macht sich in der Regel bezahlt. Bei solchen Entscheidungen halte ich mich gerne an einen Ausspruch meines Lehrers, Professor Radinger: „Wir bauen nicht für Bettler.“ (Heiterkeit.)

Nun möchte ich noch auf einige meiner früheren⁷⁾ Vorschläge zurückkommen, denen Sie doch zum Teil wenigstens zustimmen. Das Hubverhältnis der Großgasmaschine ist nicht aus thermodynamischen Gründen, sondern wegen der Drehzahl und wegen der Baulänge der Maschine bis auf 1 : 1 eingeschrumpft. Man muß es wieder vergrößern, um mechanisch und thermodynamisch bessere Verhältnisse zu schaffen. Für die Entmassung des Kolbentriebwerkes ist die von mir vorgeschlagene Bauart der Tandemgasmaschine mit nur einer Kolbenstange ohne Kupplung und ohne hintere Führung das wirksamste Mittel, wengleich diese Bauart besonders bei Konstrukteuren auf Widerstand stößt. In der Tandemanordnung kann man die Leistungsfähigkeit des Viertaktes wegen der dynamischen Wirkung der Triebwerks-

massen nur ausnutzen, wenn bei diesen jedes überflüssige Kilogramm Masse oder Gewicht vermieden und jedes entbehrliche Millimeter Länge unterdrückt wird. Diesem Ziele läßt sich mit dem Einstangen-Tandemtriebwerk am nächsten kommen, weil es wegen der auskragenden Kolbenlast zu äußerster Sparsamkeit mit dem Baustoff zwingt und zu kürzesten Totlängen drängt. Es ist klar, daß diese Bedingungen gestaltungstechnisch außerordentliche Anstrengungen fordern, und daß man nur mit zäher Beharrlichkeit schrittweise ans Ziel gelangen kann. Mein erster Entwurf einer Einstangen-Tandemaschine mit 1000 kW Normleistung läuft als Dieselmachine seit über acht Jahren. Das Einstangen-Tandemtriebwerk wird um 15 bis 20 % leichter als das gekuppelte Triebwerk sonst gleicher Bemessung und ermöglicht dadurch um 7 bis 10 % höhere Drehzahl und Leistung. Die Baulänge der Maschine wird beträchtlich kürzer, die Leistungseinheit wird empfindlich billiger und ihr Platzbedarf wesentlich geringer. Aber auch das gekuppelte Triebwerk läßt sich noch so weit entmassen, daß z. B. Maschinen mit 1500 mm Zylinderbohrung 6 m/s oder um rd. 20 % schneller laufen können. Die Leistungssteigerung überwiegt die Mehrkosten, die Leistungseinheit wird auch in dieser Bauart billiger.

Die Anwendung von Spaltdichtung bei Großgasmaschinen hat, wie aus einzelnen Aeußerungen aus Ihrer Mitte zu hören war, Bedenken und auch Ablehnung gefunden. Der undichte oder spaltgedichtete Kolben ist eine Betriebserscheinung, die sich unter bekannten Voraussetzungen überall von selbst einstellt. Der praktische Spaltverlust der doppelwirkenden Viertaktgasmaschine ist überraschend klein. Das rührt zum guten Teil daher, daß die von der verdichtenden Zylinderseite in die ansaugende Zylinderseite überströmende Ladung in diesem Raum das ideale Wirbelgemisch bildet, das Herr Reimer mit dem schiefgestellten Einlaßstutzen anstrebt. Aus diesem Grunde haben selbstladende Großgasmaschinen mit ringsum undichten Kolben bei nur 4 m/s Kolbengeschwindigkeit mit Hochofengas von nur rd. 720 kcal/m³ Mitteldrücke bis 4,6 und 6 at, im Durchschnitt also 5,3 at oder nicht viel weniger als mit vollkommen dichten Kolben erreicht. Mit steiferem Kolbentriebwerk, genauerer Parallelführung und höherer Kolbengeschwindigkeit nimmt der Unterschied in den Mitteldrücken der beiden Zylinderseiten natürlich ab. Ich möchte Ihnen daher die Einrichtung der Spaltdichtung als einen Teil der Weiterentwicklung der Großgasmaschine nochmals nahelegen, zumal da diese Neuerung mit der Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit und mit der Verbilligung der Gaskraft Hand in Hand geht. Ein Durchschlagen der Flamme durch den Spalt und Zündung auf der Gegenseite tritt nach meinen verschiedenen Beobachtungen auch bei Verarbeitung heizwertreicherer Hochofengase nicht ein. Es ist aber anzunehmen, daß Zündungen durch den Spalt erfolgen, wenn der Spalt eine bestimmte Dicke überschreitet, und wenn mit großer Vorzündung oder ungenügender Zündkraft gearbeitet wird. Das läßt sich mit gleichartigen, entgegengesetzt gerichteten Mitteln verhindern. Der spezifische Mehrverbrauch an Wärme kann gestaltungstechnisch durch Verengen des Spaltes und Erhöhen der Kolbengeschwindigkeit auf einen so geringfügigen Betrag eingeschränkt werden, daß es schwer einzusehen wäre, warum man diese Vereinfachung des Betriebes nicht näher ins Auge fassen sollte, die nebenbei das Zylinderöl erspart. Die Spalte, die sich zwischen festgeklemmten Kolbenringen und der Zylinderwand von selbst eingestellt hatten, ließen sich im Betriebszustande natürlich nicht messen. Im kalten Zustande der Maschine betrug die Spaltdicke nach 6- bis 7jähriger Laufzeit ungefähr $\frac{1}{1000}$ der Zylinderbohrung und auch mehr.

W. Garski, Bochum: Ich möchte noch etwas zu der Stahlgußfrage sagen. Wir haben beim Bochumer Verein Zweitaktmaschinen gleicher Bauart und Größe (1125 mm, 1400 mm Hub) wie Hoesch und hatten die gleichen Schwierigkeiten mit Rissen im Auspuffbauch der Zylinder. Die Frage, ob wir die Ausbesserung in gleicher Weise durch Einsetzen mehrteiliger, geschweißter Stahlgußstücke ausführen sollten, haben wir aus Kostengründen verneint. Soweit ich mich erinnere, kostet der Einbau der Stahlgußstücke etwa 6000 *RM.*, dazu kommen die Kosten der Laufbüchsen mit etwa 3000 *RM.* Gegenüber den Kosten eines neuen Zylinders mit nicht ganz 11 000 *RM.* erschien uns der Betrag von 9000 *RM.* für diese Ausbesserung zu hoch. Wir sind deshalb dazu übergegangen, den ganzen Zylinder aus Stahlguß (Laufbüchsen aus Gußeisen) zu machen. Mehrere derartige Zylinder, die bei gleichem Preise wie die Gußeisenzylinder etwas leichter ausfallen, sind bei uns seit drei Jahren anstandslos in Betrieb. Die vorgeschlagene mehrteilige Ausführung neuer Zylinder aus einem Stahlgußmittelstück und zwei angesetzten Gußeisenteilen muß notwendigerweise teurer werden und ist deshalb nicht zu empfehlen, besonders auch, weil bei Anwendung von Heißkühlung Schwierigkeiten mit der Abdichtung des Wasserraumes zu erwarten sind.

⁷⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1353/62.

Führung eines Hochofens in Anpassung an seine Profilgestaltung.

Von Julius Stoecker in Bochum.

[Schluß von Seite 552.]

(Strömungsbilder verschiedener Bauarten von Windformen. Gaszusammensetzung in der Formenebene. Ausdehnung der Oxydationszone.)

Strömungsbilder verschiedener Blasformen.

Im Anschluß an die Versuche über die Entwicklung und Wirkungsweise der Maulform wurde die Oxydationszone, insbesondere ihre Gestaltung unterhalb der Formenebene, untersucht. Die Feststellung, wie weit die Strömung trotz des Auftriebs im Ofen nach abwärts gerichtet ist und wie weit der Strömungsfächer in die Breite geht, war bemerkenswert. Hierbei wurde an die Untersuchungen von G. Eichenberg und W. Eilender⁵⁾ sowie an die Untersuchungen von A. Michel⁶⁾ angeknüpft. In beiden Arbeiten wurde zur Ermittlung der Gaszusammensetzung vor den Formen der gleiche Weg besprochen. Man ging mit dem Gasentnahmerohr durch die Form selbst hindurch und durchschnitt die Oxydationszone mit dem Rohr schräg von der Seite. Hierzu wäre ein Einwand berechtigt, da durch das eingetriebene Rohr ein gerader Weg durch die mehr oder weniger dichte Beschickung gebahnt wird. Der Formgasstrom, der üblicherweise fortgesetzt auf Beschickungsteile stößt und dauernd seine Richtung ändern muß, erfährt durch diese Maßnahmen eine Ablenkung; es liegt sogar ein glatter Körper vor, an dem er entlangstreichen muß und infolgedessen auch weiter zur Mitte des Ofens vordringt. Die Umsetzung des Gases erfolgt also in größeren Abständen von der Formenschnauze. Man ging daher bei diesen Untersuchungen den zwar mühsameren, aber einwandfreieren Weg, die Oxydationszone nur von der Seite anzuschneiden.

Im Verlauf dieser Untersuchungen erschien eine Arbeit von W. Barth⁷⁾, der in einen mit Normsand gefüllten Versuchskasten Holzmodelle einer kegeligen Form, einer Venturi-Form und einer Maulform einbaute und den Druckabfall vor diesen Formen ermittelte. Diese Art der Untersuchungen läßt aber Schlüsse auf die Gestellvorgänge nicht zu, weil hier ganz andere Verhältnisse vorliegen.

Weiterhin wurden nach Abschluß vorliegender Arbeit die Untersuchungen von A. Holschuh⁸⁾, die sich auch mit der Oxydationszone vor einer kegeligen und vor einer Venturi-Form beschäftigen, veröffentlicht. Er durchschnitt die Oxydationszone bereits nur von der Seite durch das Proberohr. Leider ist die Oxydationszone, die bei Anwendung der Venturi-Form eine wesentliche Verbreiterung ergab, lediglich in der waagerechten Ausdehnung untersucht worden.

Gaszusammensetzung in der Formenebene und Oxydationszone.

Bei der Klärung der Frage über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit der Oxydationszone spielt ihre räumliche Ausdehnung in jeder Richtung eine große Rolle. Hierzu konnte die Untersuchung der räumlichen Gestaltung der Oxydationszone einer Maulform einen wesentlichen Beitrag liefern. Die Oxydationszone wurde hierbei in der waagerechten Ebene durch sechs und in der senkrechten Ebene durch vier verschiedene Strahlen durchschnitten. Das Rohr trieb man zwischen zwei Formen durch zwischenliegende Kühlkästen in den Ofen. Hierbei wurde eine jeweils veränderte Dichtungsplatte mit einem unter dem vorgeschriebenen Winkel angeschweißten Rohrstützen benutzt. An diesem war ein Schieber angebracht, so daß das Meßrohr,

wenn es im Betrieb einmal zugelaufen war, zurückgezogen werden konnte. Bei geschlossenem Schieber konnte das Rohr gereinigt werden, ohne den Ofen stillzusetzen. In üblicher Weise sollten die Linien gleichen Kohlendioxidgehaltes aufgezeichnet werden, die das beste Bild über die Gestaltung der Oxydationszone gaben. Durch die zahlreichen Meßstrahlen in beiden Ebenen war es ermöglicht, ein eindeutiges Bild in räumlicher Darstellung zu erhalten. Die zahlreichen Werte im Raum erschwerten aber die Vorstellung und damit die Auswertung erheblich, so daß die Linien gleichen Kohlendioxidgehaltes in einem Modell räumlich dargestellt wurden. Hierbei wurden die einzelnen Linien mit besonderen Farben gekennzeichnet, die nach einer Farbenskala den entsprechenden Kohlendioxidgehalt ausdrücken (Abb. 13a, b, c). Abb. 13a zeigt die Draufsicht. Die äußeren Begrenzungslinien stellen die Verbindung der Punkte zwischen je zwei Formen und dem Ofenmittelpunkt dar. Weiterhin sind deutlich die sechs Meßstrahlen unter verschiedenen Winkeln in der waagerechten Ebene erkennbar. Abb. 13b veranschaulicht die Sicht seitlich schräg von oben. Die Ausbildung der Maulform zur Formenschnauze ist angedeutet, der freie Blasquerschnitt ist durch ein Blech dargestellt. Die Sicht von der Seite zeigt die vier Meßstrahlen in senkrechter Richtung. Abb. 13c ist vom Ofenmittelpunkt schräg von oben aufgenommen worden und gibt einen Gesamteindruck der räumlichen Gestaltung der Oxydationszone unterhalb der Blasformenebene. Es sei nunmehr Abb. 14, die zeichnerische Darstellung der Oxydationszone im waagerechten Schnitt, zur näheren Betrachtung herangezogen und in Vergleich gebracht der Darstellung der Linien gleichen Kohlendioxidgehaltes vor gewöhnlichen Blasformen bei verschiedenen Windmengen, dargestellt nach den Untersuchungen von G. Eichenberg und W. Eilender⁹⁾. Die Verfasser stellen eine Veränderung der Oxydationszone fest, und zwar eine beträchtliche Verbreiterung mit zunehmender Windmenge. Weiterhin zeigen sie, daß der Formgasstrom unmittelbar nach seinem Eintritt in den Ofen durch den Auftrieb nach oben abgelenkt wird. Die Oxydationsräume sind vor den Blasformen im allgemeinen etwa doppelt so hoch wie tief. Ganz anders sieht die Oxydationszone der Maulform aus. Sie ist trotz des niedrigen Blasdruckes von nur 0,5 bis 0,6 kg/cm² wesentlich in die Breite gedrückt. Abb. 14 zeigt die auffällige Erscheinung, daß zwei getrennte Felder höchster Kohlendioxidwerte bestehen, denn die nach unten abgebogene obere Fläche der Form richtet den Windstrom nach unten, während ein Teilstrom der unteren Formenebene diesen Hauptstrom durchschlägt und geradeaus strömt. Zieht man durch diese Ebene die Schnittlinie von der Formachse zum Ofenmittelpunkt und trägt die so ermittelten Kohlendioxidwerte in gleichmäßigen Abständen von der Formenschnauze auf, so ergibt sich der Kohlendioxidgehalt der Verbrennungszone 125 mm unterhalb und in Richtung der Formachse (Abb. 15). Diese Kurve weicht erheblich von der von A. Michel⁶⁾ ermittelten und hier wiedergegebenen ab. Die Verbrennungszone ist bei der Maulform wesentlich breiter. Es tritt aus dem vorgenannten Grunde ein Höchstwert von 9 % CO₂ bei 25 cm Abstand und ein Höchstwert von 12 % bei 60 cm Abstand vom Formrüssel auf. Die hohen Werte bis zu 16 % CO₂ sind hier nicht zu

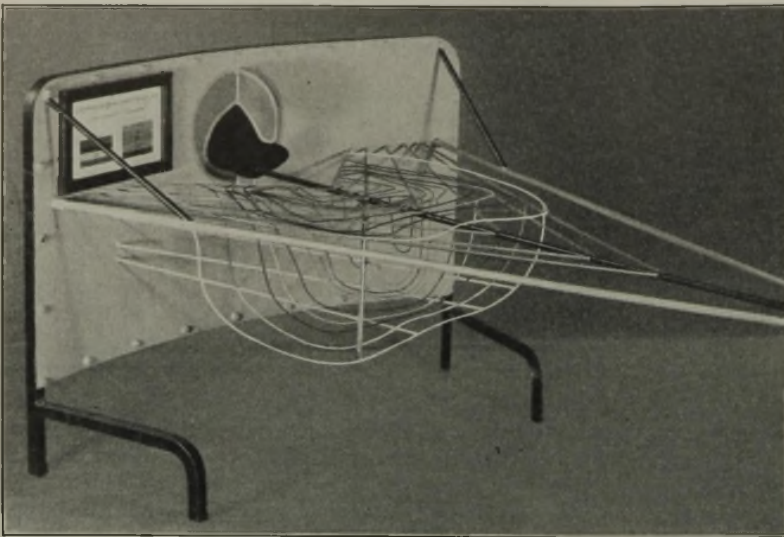
⁵⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 997/1000.

⁶⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1073/80.

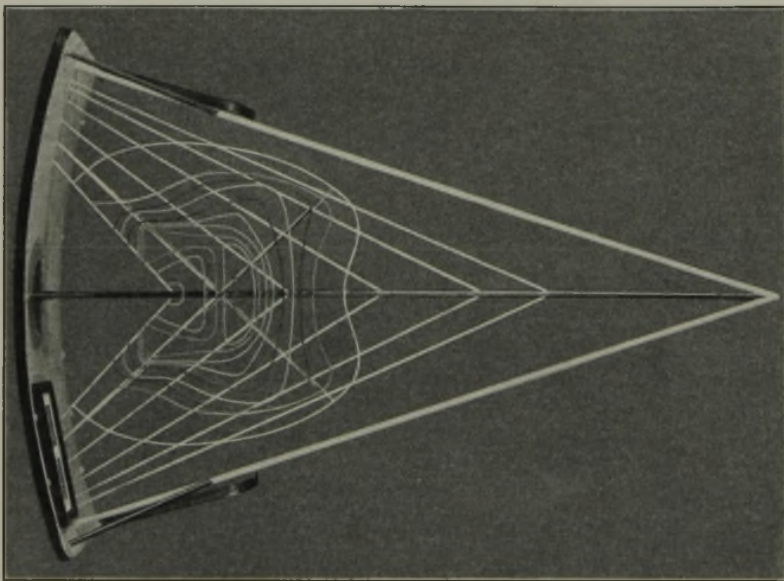
⁷⁾ Z. angew. Math. Mech. 14 (1934) S. 347/48.

⁸⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 725/28.

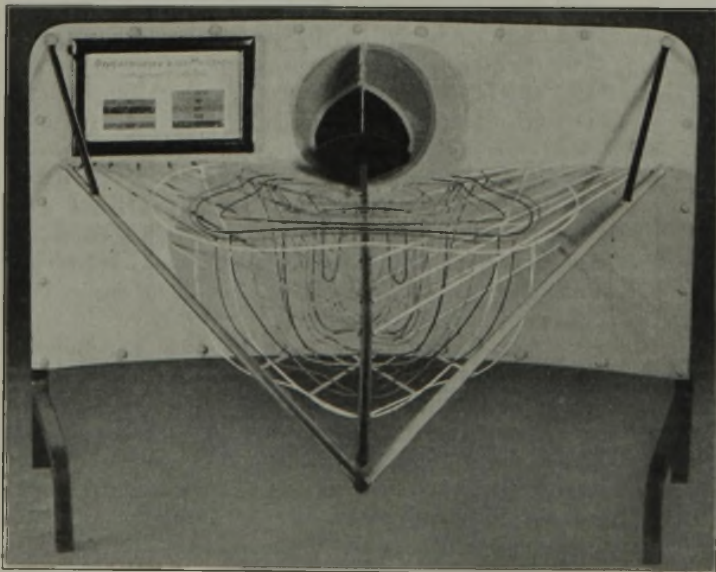
⁹⁾ a. a. O., Abb. 3 u. 5.



a) Ansicht von der Seite und schräg von oben.



b) Ansicht von oben.



c) Ansicht von vorn und schräg von oben.

Abbildung 13. Modell der ermittelten Oxydationszone einer Maulform mit Linien gleichen Kohlensäuregehaltes.

finden, da der Windstrom weniger dicht ist, sondern sich von vornherein auf eine größere Fläche verteilt. Abb. 16 zeigt in der Art des Verlaufes der Kohlensäurelinien nach unten ein günstiges Strömungsbild. Da der Auftrieb im Ofen bei einer normalen kegelförmigen Form ein sofortiges Ablenken des Windstromes nach oben bewirkt, während bei der Maulform der abwärts gerichtete Windstrom zunächst seine Richtung beibehält und erst langsam zur Umkehr gezwungen wird, bleibt die ihm innewohnende Geschwindigkeit länger erhalten und führt zu einer wirbelfreien, ruhigen Entwicklung des Formgasstromes. Die Oxydationszone bildet sich unterhalb der Formenebene. Die Zone höchster Temperatur ist also unten in das Gestell verlegt worden.

Es erhebt sich nun die Frage nach der Nützlichkeit dieser Wirkungsweise. Die Form kam, wie bereits erwähnt, zur Anwendung, als der Herd des Ofens I infolge des eingeschränkten Betriebes so stark wuchs, daß oft schon 1 h nach dem Abstich die Schlacke die Formenebene erreichte. Nach Einbau der Maulformen wurde sehr schnell dieser unangenehme Zustand durch die Verlagerung der Oxydationszone mit den hohen Temperaturen nach unten beseitigt. Da der Formgasstrom nunmehr zunächst nach abwärts gerichtet wurde und erst in der Umkehr die Ofenmittellzone erreichte, verlor der Ofen seine ausgesprochene Randgängigkeit und erfuhr infolgedessen durch die bessere Durchgasung des Ofenquerschnittes eine erhebliche Verminderung des Koksverbrauches.

Hiermit fanden die zahlreichen Untersuchungen, die sich über mehrere Jahre erstreckten, ihren Abschluß. In diesem Zusammenhang dürfte es angebracht sein, noch einmal auf die Oxydationszone einzugehen. Es ist in den verfloßenen Jahren viel über die Schädlichkeit oder Nützlichkeit der Wiederverbrennung des bereits reduzierten Eisens in der Oxydationszone geschrieben worden. Bei anderer Gelegenheit wurde vom Verfasser gesagt: „Ob ein Hochofen ohne oder mit geringster Wiederverbrennung vor den Formen einmal eine Rolle spielen wird, muß die Zukunft lehren“¹⁰⁾. In den hier durchgeführten Untersuchungen unter Verwendung der Maulformen wurde jedoch nachgewiesen, daß trotz der vergrößerten Oxydationszone in der waagerechten Blasstellung der Maulform, sowohl in der Tiefe als auch in der Breite, eine erhebliche Senkung des Koksverbrauches erzielt werden konnte. Es kann wohl daraus geschlossen werden, daß die Wiederoxydation keine so wesentliche Rolle spielt. Vielmehr ist ausschlaggebend, daß durch Einsatz der richtigen Blasform eine Durchgasung gesichert wird, die die bestmögliche Vorbereitung der Beschickung gewährleistet und damit eine entsprechende Entlastung des Ge-

¹⁰⁾ Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1461.

stells bewirkt. Es ist also belanglos, ob die Oxydationszone größer oder kleiner ist, also ob mehr oder weniger Eisen vor den Formen verbrannt wird.

Wie wichtig es ist, die „günstigste“ Durchgasung eines Hochofens zu erstreben, geht aus folgender Ueberlegung hervor. Ein Hochofen hat auf Grund seiner ihm eigenen Möllerverhältnisse einen bestimmten freien Querschnitt, dem vom Gas durchströmt werden soll. Dieser „freie Querschnitt“ läßt bei zugehörigem Druckgefälle nur

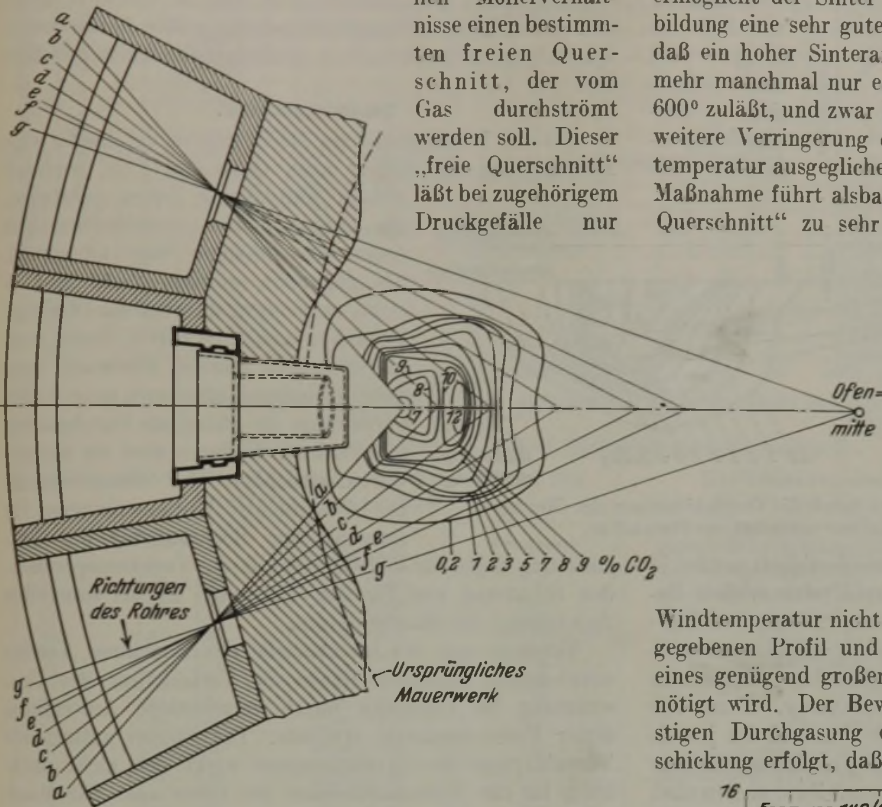


Abbildung 14. Waagerechter Schnitt durch die Oxydationszone einer Maulform, 125 mm unter der Formenebene.

eine bestimmte größte Gasmenge durch, die dem Wert \sqrt{h} , der am Meßgerät angezeigten Druckhöhe, also einer bestimmten Leistung des Ofens entspricht. Wird nun der Winddruck über diesen Höchstwert gesteigert, so erkennt man bald einen höheren Wert von \sqrt{h} , der eine höhere Leistung erwarten läßt. Dennoch tritt das Gegenteil ein. Bis zur Erreichung des zulässigen Höchstdruckes ist eine vollkommene Durchgasung und damit beste Vorbereitung der Beschickung gewährleistet. Wird dieser Höchstdruck überschritten, so sucht sich das aufströmende Gas den Weg des geringsten Widerstandes und arbeitet mehr oder weniger große Kanäle frei. Der Ofen nimmt also eine größere Windmenge auf, wie der \sqrt{h} -Wert auch anzeigt. Die Folge ist aber, daß ein großer Teil der Beschickung schlecht vorbereitet in den Herd niedergeht. Der Herd hat infolgedessen noch mehr Reduktionsarbeit zu leisten. Das bedeutet aber einen Zeit- und Schmelzverlust. In weiterer Folge muß die Leistung des Ofens trotz höherer Windaufnahme zurückgehen.

Um die Erzeugung zu steigern, gibt es dann kein anderes Mittel, als den Koksatz zu erhöhen. Dieser vermehrte Koksatz hat nun nicht allein den Zweck, die bei der ungünstigen Durchgasung verlorenen Wärmemengen zu decken, sondern vor allem als wirksames Auflockerungsmittel den freien Querschnitt zu vergrößern, um so der vermehrten Gasmenge gleichmäßigen Durchfluß zu gestatten. Damit ist wieder eine gute Vorbereitung gesichert, die erst eine weitere Leistungssteigerung zuläßt.

Dieser Gedankengang zeigt, wie wichtig es ist, durch Klassierung der Beschickung oder Beeinflussung durch die Schüttung die günstigste Durchgasung zu sichern. Bekanntlich wird bei der Verhüttung von Sinter ein niedriger Koksverbrauch erzielt, obgleich eine schwere Reduzierbarkeit für Sinter nachgewiesen wurde. Wie schon früher¹¹⁾ erklärt, ermöglicht der Sinter infolge seiner schwammartigen Ausbildung eine sehr gute Vorbereitung. Die Folge davon ist, daß ein hoher Sinteranteil des Möllers von z. B. 50% und mehr manchmal nur eine Windtemperatur von nur 500 bis 600° zuläßt, und zwar bei niedrigstem Koksverbrauch. Eine weitere Verringerung des Koksatzes, durch höhere Windtemperatur ausgeglichen, ist aber nicht möglich. Eine solche Maßnahme führt alsbald zu dichtem Ofengang, da der „freie Querschnitt“ zu sehr verringert wird. Die Leistung des Ofens geht zurück. Den Beweis für die Richtigkeit des Gesagten liefern die beiden Oefen I und IV, die bei gleichem Anfangsprofil mit vollkommen gleichem Möller arbeiten. Ofen I bläst mit einer Windtemperatur von 600 bis 700°, der Ofen IV aber mit einer solchen von 400 bis 500°, und zwar bei gleichem Koksverbrauch. Eine weitere Verringerung des Koksatzes ist bei Ofen IV durch Erhöhung der

Windtemperatur nicht mehr möglich, weil der Koks bei dem gegebenen Profil und den Erzverhältnissen zur Erzielung eines genügend großen „freien Durchflußquerschnitts“ benötigt wird. Der Beweis ist erbracht, daß bei einer günstigen Durchgasung eine so gute Vorbereitung der Beschickung erfolgt, daß der Herd in seiner Reduktions- und

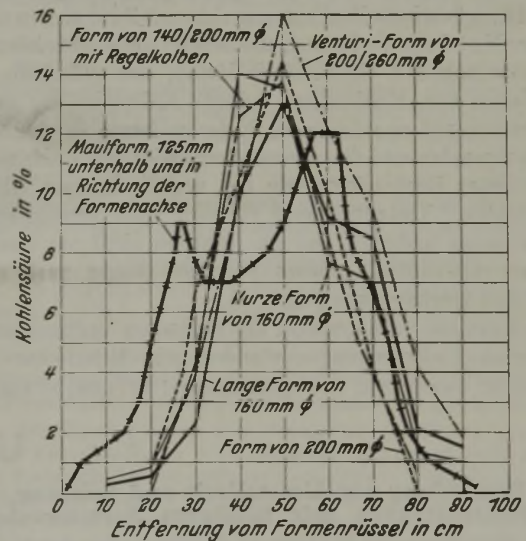


Abbildung 15. Kohlendioxidgehalt der Verbrennungszone bei verschiedenen Formenarten.

Schmelzarbeit erheblich entlastet wird. Diese günstige Durchgasung ist durch Einstellung einer bestimmten Schüttung erreicht worden.

Aus diesen Ueberlegungen heraus läßt sich der Schluß ziehen, daß im Herd eine überschüssige Menge an Koks vorhanden ist, der unbeschadet die Reduktionsarbeit des vor den Formen wiederverbrannten Eisens verrichten kann. Die Wiederverbrennung des Eisens vor den Formen kann also auch nach dieser Richtung hin nicht als schädlich bezeichnet werden.

¹¹⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 289 99.

Die Kenntnis des geschilderten Hochofengeschehens ist wichtig zur Erfüllung der den Hochofenleuten gestellten Aufgabe, in erhöhtem Maße deutsche Erze zu verhütten. Auch nach Bereitstellung eines bestmöglichen Rohstoffes durch die Aufbereitung wird für den Hochofen immer noch eine schwierige Aufgabe übrigbleiben. Das Raum- und Gewichts-

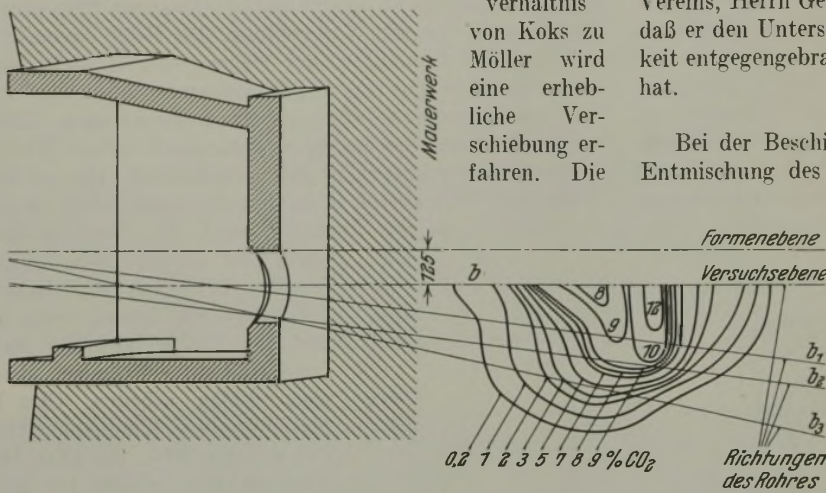


Abbildung 16. Senkrechter Schnitt durch die Oxydationszone der Maulform unterhalb der Formenebene unter 48° zur Formachse.

Stückgröße des Kokes und seine Abriebfestigkeit werden in Hinblick auf die geänderten Möllerverhältnisse erhöhte Bedeutung erlangen. Die häufige Ueberprüfung der Gasgängigkeit der Hochofen wird sich als ebenso notwendig herausstellen wie die ständige Ueberwachung der Gichtgaszusammensetzung. Denn nur die zweckmäßigste Schüttung und die Auswahl der jeweils geeigneten Blasform werden in Anpassung an das entstandene Profil die günstigste Durchgasung sichern. Zwar stehen noch andere Mittel zur Verfügung, die angewandt werden können, der mechanisch einwandfreie Möller, der außerhalb des Hochofens von Kohlensäure befreite Kalkstein, das saure Schmelzen mit nachfolgender Entschwefelung¹²⁾, die hohe Blastemperatur und die sauerstoffangereicherte Luft, allerdings unter Berücksichtigung der noch zulässigen Gichttemperatur. Trotzdem wird es noch einer gemeinsamen Anstrengung bedürfen, um das Roheisen nicht nur metallurgisch einwandfrei, sondern vor allen Dingen auch wirtschaftlich tragbar herzustellen.

Bei den im Hochofenwerk des Bochumer Vereins durchgeführten Untersuchungen standen mir Mitarbeiter zur

¹²⁾ M. Paschke u. E. Peetz: Gießerei 23 (1936) S. 454/60.

Seite, die mit viel Liebe und großer Tatkraft an die gestellten Aufgaben herangingen. In den letzten Jahren war es Herr Dr.-Ing. W. Feldmann, der mit seinem ganzen Fühlen und Denken und der ihm eigenen Zähigkeit sich miteinsetzte, den Dingen auf den Grund zu gehen. Darüber hinaus gilt mein besonderer Dank dem Betriebsführer des Bochumer Vereins, Herrn Generaldirektor Dr.-Ing. W. Borbet, dafür, daß er den Untersuchungen immer die größte Aufmerksamkeit entgegengebracht und in großzügigster Weise gefördert hat.

Zusammenfassung.

Bei der Beschickung des Hochofens erfolgt häufig eine Entmischung des Möllers nach Grob und Fein, wodurch lockere und dichte Zonen entstehen. Die Lage dieser verschiedenartigen Zonen ist abhängig vom Ofenprofil. Ein allgemein gültiges Profil gibt es nicht, es ist sogar während der Ofenreise Veränderungen unterworfen. Daher muß das Ofenprofil laufend überwacht und durch geeignete Maßnahmen ausgestaltet werden, um die günstigste Durchgasung zu erreichen. Dadurch wird die höchste Wirtschaftlichkeit des Ofens erzielt. Die wesentlichen Voraussetzungen für eine günstige Beeinflussung der Gas-

strömung liegen für den Oberofen in der zweckentsprechenden Schüttung und für den Unterofen in der sinnvollen Anwendung der Blasformarten.

Versuche mit der im Betriebe des Bochumer Vereins entwickelten Maulform haben die Veränderung der Gasströmung im Unterofen durch verschiedene Anwendung dieser Form eindeutig erwiesen. Die hierbei auftretende Vergrößerung der Oxydationszone wirkt sich nicht nachteilig für die Wirtschaftlichkeit des Ofens aus. Die Maulformen als solche wie auch die verschiedenen Stellungen sind nicht allgemein anwendbar. Sie sind aber ein geeignetes Mittel, die Gasströmung nach der einen oder anderen Seite zu beeinflussen. Besonders vorteilhaft wirken sie sich in der waagerechten Blasstellung aus, die jedoch nur bei gasrandgängigen Oefen anzuwenden ist, da die Hauptgasströmung durch Abwärtslenken des Windes mehr zur Mitte verlagert wird. Durch die in der Arbeit niedergelegten Versuchsergebnisse wird auf Mittel und Wege hingewiesen, um sich jederzeit ein Bild über den Zustand der Oefen zu verschaffen. Es sind Maßnahmen gezeigt worden, die in ihrer richtigen Anwendung zur höchsten Wirtschaftlichkeit des Hochofenbetriebes führen.

Umschau.

Ermittlung von Umstellzeit und Leistung an Walzenstraßen mit häufigem Sortenwechsel.

Die Ermittlung der Leistung an Walzenstraßen durch Zeitstudien zur Festsetzung von Akkorden u. a. baut sich auf der Stückfolgezeit auf. Neben- und Verlustzeiten werden in der Regel durch einen Zuschlag auf die Stückfolgezeit berücksichtigt. Der Zeitaufwand für Umbau, Umstellen und Nachstellen wird dabei getrennt ermittelt, da dieser für jede Sorte nur einmal vorkommt und als Einrichtezeit im Walzwerk zu betrachten ist.

Während das „Bauen“ (Walzen- oder Gerüstwechsel) soweit als möglich in den Schichtzwischenzeiten von einer eigens hierfür bestimmten Baukolonne vorgenommen wird, fällt das Umstellen oder Nachstellen von einer Sorte zur andern in die Schichtzeit, woran mehr oder weniger die ganze Straßenbesetzung beteiligt ist. Um den Ausfall an Erzeugung während des Umstellens so niedrig wie möglich zu halten, wird der hierfür ermittelte Zeitaufwand gestaffelt und im Zeit- oder Geldakkord vorgegeben, soweit es sich um Straßen mit engbegrenztem Walzplan und grober Sortenstückelung handelt.

Straßen mit häufigem Sortenwechsel, wie Bandstahl- und Schnellstraßen — besonders bei Flachprofilen in offenen Kalibern — haben stark wechselnde Umstellzeiten in ihrer Höhe und Häufigkeit. Ein 30- bis 40maliger Sortenwechsel je Schicht ist keine Seltenheit. Die niedrigsten hier auftretenden Zeiten sind bedingt durch ein kurzes Verstellen der Anstellschrauben und betragen oft nur 0,5 bis 1 min. Andererseits werden Einführungen verstellt oder Umföhrungseinrichtungen aufgestellt, wobei Unterbrechungen von $\frac{1}{2}$ h und mehr auftreten. Zeitdauer und Häufigkeit solcher Umstellarbeiten beeinflussen also die Gesamtleistung.

Eine Ermittlung sämtlicher Arten des Umstellens durch Zeitstudien ist hier fast unmöglich oder zu kostspielig. Ebenso würde die Verrechnung mit Schwierigkeiten verbunden sein und eine noch so genau ermittelte Leistung in den einzelnen Profilen durch Ungenauigkeiten in den Betriebsaufzeichnungen oder in der Festsetzung des Zeitaufwandes für das Um- und Nachstellen wieder aufheben. In solchen Fällen ist es ratsam, entweder einen oder zwei Akkordsätze auf Grund von Zeituntersuchungen vorzugeben oder aber von der Festsetzung von

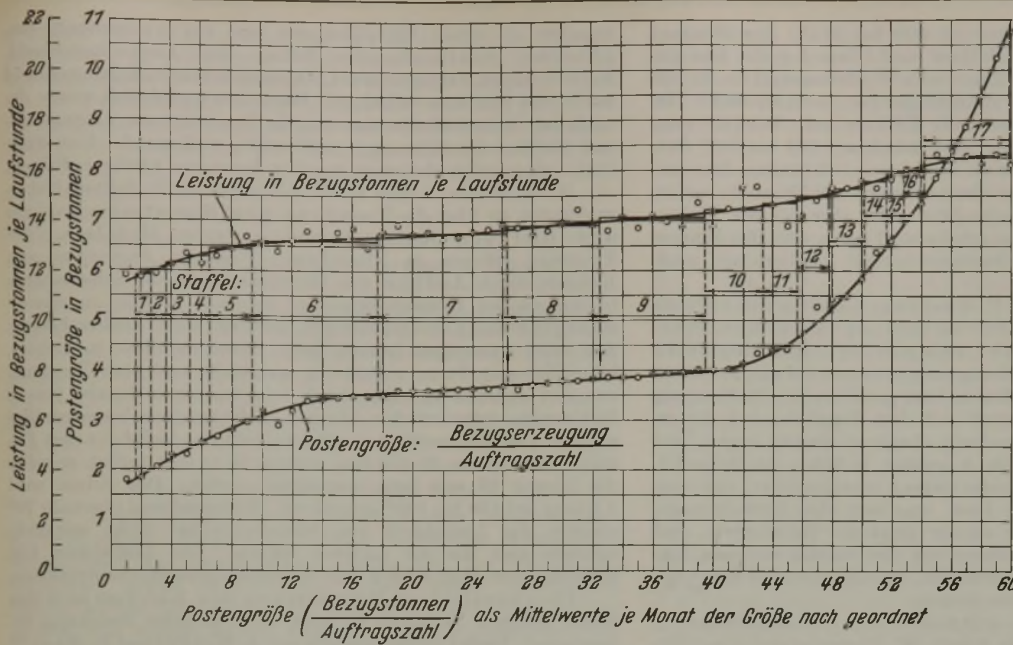


Abbildung 1. Abhängigkeit der mittleren Stundenleistung von der Postengröße.

Zahlentafel 1. Ermittlung von Bezugszahlen für gestaffelte Postengröße.

Staffel	Postengröße t	Leistung t/Laufstunde	Bezugszahl
17	7,50—11,51	16,35—16,68	0,83
16	6,92—7,50	16,03—16,35	0,85
15	6,46—6,92	15,71—16,03	0,87
14	5,92—6,46	15,40—15,71	0,88
13	5,17—5,92	15,09—15,40	0,90
12	4,61—5,17	14,80—15,09	0,92
11	4,25—4,61	14,50—14,80	0,94
10	3,94—4,25	14,22—14,50	0,96
9	3,80—3,94	13,93—14,22	0,98
8	3,68—3,80	13,66—13,93	1,00
7	3,51—3,68	13,39—13,66	1,02
6	2,97—3,51	13,12—13,39	1,04
5	2,60—2,97	12,86—13,12	1,06
4	2,40—2,60	12,61—12,86	1,08
3	2,15—2,40	12,36—12,61	1,10
2	1,99—2,15	12,11—12,36	1,12
1	1,79—1,99	11,87—12,11	1,15

Akkorden für das Umstellen und Nachstellen ganz abzusehen und die durch Betriebsaufschreibungen festgehaltenen Zeiten im Stundenlohn zuzüglich einem Akkordzuschlag abzugelten.

Die Leistung in t je Laufstunde fällt mit abnehmender Postengröße (Sortenmenge, Losgröße). Die Ursache liegt hier im Sortenanlauf, d. h. die ersten Stäbe jeder neuen Sorte werden langsamer gewalzt als die letzten. Je größer nun der Posten, desto weniger wird sich dieser Zeitverlust bemerkbar machen.

Da bei den vorgenannten Straßen dieser Sortenanlauf die Leistung stark beeinflusst und damit auch die gleichen Schwankungen im Verdienst hervorruft, sei im folgenden ein einfaches Verfahren erläutert, das diese Schwankungen berücksichtigt (vgl. Abb. 1). Voraussetzung hierfür ist die durch Zeitstudien ermittelte Sortenleistung und die Gewähr einwandfreier Betriebsaufschreibungen.

Die „Postengröße“ = $\frac{\text{Bezugserzeugung}}{\text{Auftragszahl}}$ im Monatsmittel wird für einen größeren Zeitabschnitt, nach Schichten getrennt, der Größe nach geordnet (untere Kurve der Abb. 1), aufgetragen. Die obere Kurve enthält die jeweils zur Postengröße gehörige mittlere Leistung in Bezugstonnen je Laufstunde. Der Verlauf beider Kurven ist steigend, d. h. die Leistung in t je Laufstunde steigt mit zunehmender Postengröße. Die Leistungskurve wird nun gestaffelt im Abstand $\pm 2\%$, wie dies auch bei der Festsetzung der Akkorde für die Sorten erfolgt. Die einzelnen Staffeln entsprechen nun dem senkrecht darunter liegenden Bereich der Postengröße. Beträgt z. B. die mittlere Stundenleistung der Staffel 8 = 13,80 Bezugstonnen, so entspricht diese einer Postengröße von 3,68 bis 3,80 t. Staffel 9 mit einer mittleren Leistung von 14,08 t umfaßt den Bereich der Postengröße von 3,80 bis 3,94 usw. Die Staffel 8 wird = 1,00 gesetzt, d. h. die Leistung dieser Staffel entspricht einer mittleren Postengröße, wie sie am häufigsten vorkommt. Die mittlere Leistung der

Staffel 9 mit einer Mehrleistung von + 2% und einer Postengröße von 3,80 bis 3,94 erhält die Bezugszahl $\frac{13,80}{14,08} = 0,98$ usw. Die im Monat errechnete Gesamt-Bezugserzeugung wird dann mit der entsprechenden Bezugszahl der mittleren Postengröße vervielfältigt und hier-nach erst der Verdienst des Walzers ausge-rechnet.

Die so ermittelten Bezugszahlen sind in Zahlentafel 1 zusammen-gestellt.

Die bei steigender Postengröße enthaltene Mehrleistung auf Grund größerer Rührigkeit wird wieder aufgehoben durch Leistungen, die unter der mittleren Leistungslinie liegen.

Das Verfahren erhebt nicht Anspruch auf äußerste Genauigkeit. Es hat sich aber bei Straßen mit häufigem Sortenwechsel und ihren unvermeidlichen Leistungsschwankungen als notwendiges und brauchbares Hilfsmittel herausgebildet und dürfte neben der Forderung des gerechten Lohnes für den Arbeiter auch für die Ueberwachung der Leistung und Kostenvorbereitung von Bedeutung sein.

Martin Förster.

Beiträge zur Eisenhüttenchemie.

(Oktober bis Dezember 1936.)

1. Geräte und Einrichtungen.

M. F. Hasler und R. W. Lindhurst¹⁾ berichten über einen Spektrograph für Schnellbestimmungen in der Industrie, wobei Einzelheiten über die apparativen Einrichtungen für Schnellbestimmungen wiedergegeben werden.

Das von U. Ehrhardt²⁾ gebrachte Triodometer, eine Elektronenröhrenvorrichtung zur Ausführung elektrometrischer Maßanalysen, kommt in zwei Bauarten in den Handel, von denen die eine nur zur Ausführung von Potentialmessungen dient, die andere außerdem noch zur Bestimmung der Leitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante. Als Stromquelle dient ausschließlich das Lichtnetz. Durch sorgfältige Auswahl der Bauelemente ist eine hervorragende Nullpunktsbeständigkeit erreicht worden.

2. Roheisen, Stahl und Sonderstahl.

Zur Bestimmung von Mangan in 18/8-nichtrostenden Stählen löst L. Silvermann³⁾ die Probe in Königswasser, vertreibt nach dem Lösen die Säuren durch Perchlorsäure und arbeitet dann weiter nach dem Persulfatverfahren. Diese Arbeitsweise ist schneller als das Lösen in Schwefelsäure oder unmittelbar in Perchlorsäure; dabei soll die Genauigkeit die gleiche sein.

Die Bestimmung des Mangans in Wolframmetall und Ferrowolfram wird allgemein nach einem Aufschließen der Probe mit Natriumsuperoxyd ausgeführt. Nach einer anderen Arbeitsweise wird die Probe mit Flußsäure in einer Platinschale gelöst, das Eisen mit Salpetersäure oxydiert und der Ueberschuß an Flußsäure mit Perchlorsäure verflüchtigt. Das erste Verfahren verlangt dauernde Ueberwachung, das zweite die Anwendung von Platinschalen und Flußsäure. Als geübte Verfahren mögen beide wegen ihrer Schnelligkeit zu bevorzugen sein. G. Fr. Smith, J. A. McHard und K. L. Olson⁴⁾ beschreiben ein verbessertes Lösungsverfahren, das allerdings längere Zeit zum Lösen der Probe benötigt, hingegen keiner dauernden Ueberwachung und keiner Verwendung von Platin und von Flußsäure bedarf. Bei dem Verfahren wird der Umstand zunutze gemacht, daß Wolframmetall, Ferrowolfram und Wolframstähe sich ohne Ausfällung der Wolframsäure durch Behandlung mit einem Gemisch von Perchlorsäure und Phosphorsäure vollständig lösen.

1) Met. Progr. 30 (1936) S. 59/63 u. 90.

2) Chem. Fabrik 9 (1936) S. 509/17.

3) Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 383.

4) Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 350/51.

Die beste Lösungstemperatur ist 200 bis 215°. Zur Manganbestimmung lösen Smith, McHard und Olson 1 g der fein zerteilten Probe von Ferrowolfram oder Wolframmetall in 30 cm³ eines Gemisches von 1 Tl. 72prozentiger Perchlorsäure und 2 Tln. 85prozentiger Phosphorsäure unter Erhitzen auf. Bei 190° setzt das Lösen ein, die Erhitzung wird jedoch auf 200 bis 215° fortgesetzt. Nach 45 bis 60 min ist die Lösung vollständig. Das vorhandene Silizium wird ganz oder teilweise als Silikowolframsäure gelöst; nicht in Lösung gegangenes stört aber bei der Weiterbehandlung nicht. In der so erhaltenen Lösung wird das Mangan mit Kaliumperjodat oder Natriumwismutat oxydiert und maßanalytisch bestimmt.

C. H. Hale jr. und W. F. Muehberg⁵⁾ stellten eine kritische Ueberprüfung der Schwefelbestimmung nach dem Verbrennungsverfahren in unlegierten und legierten Stählen an. Die Untersuchung erstreckte sich auf das Verfahren zur Bestimmung des Schwefels und zur gemeinsamen Bestimmung von Schwefel und Kohlenstoff mit dem Ergebnis, daß die erhaltenen Schwefelwerte durchweg etwas zu niedrig liegen, und zwar ist der Unterschied um so größer, je höher der Schwefelgehalt ist. Dies wird teilweise darauf zurückgeführt, daß eine Spur der schwefelhaltigen Gase innerhalb des Verbrennungsrohres zurückbleibt. Eine andere mögliche Fehlerquelle wird darin erblickt, daß die Verbrennung des Stahles zuweilen eine leichte Rauchentwicklung verursacht, der eine Spur der Schwefeloxydverbindungen festhalten könnte.

Versuche über die quantitative Spektralanalyse vanadinhaltiger Stähle führte W. Siemeister⁶⁾ aus. Die Untersuchungen erstreckten sich auf das ultraviolette Gebiet des Spektrums. Die Aufnahmen wurden mit einem Quarzspektrographen gemacht, die Erregung erfolgte mittels des kondensierten Funkens. Als Ergebnis wird festgestellt, daß die qualitative und quantitative Spektralanalyse Ergebnisse liefert, die die chemische Analyse in vielen Fällen kaum zu liefern vermag. Ihre ungeheure Empfindlichkeit muß jedoch bei allen Untersuchungen berücksichtigt werden; ferner sollte man stets die Spektren der reinen Elemente unter die Spektren der zu untersuchenden Proben aufnehmen, um vor Fehlschlüssen sicher zu sein.

3. Erze, Schlacken, Zuschläge, feuerfeste Stoffe u. a. m.

Untersuchungen von S. P. Leiba und J. J. Dolgina⁷⁾ über ein Schnellverfahren zur Bestimmung von metallischem Eisen, Eisenoxyd und -oxydul bei ihrer gleichzeitigen Anwesenheit zeigten, daß zur Bestimmung von metallischem Eisen in genanntem Gemisch von allen untersuchten Verfahren das Sublimatverfahren von Wilner und Merck sich als am besten geeignet erwies. Zur Bestimmung von Eisenoxydul wird die Probe in einen mit Kohlensäure gefüllten 100-cm³-Kolben gebracht, 5 g Sublimat und 30 cm³ destilliertes Wasser zugesetzt, im Kohlensäurestrom unter Schütteln 1 min gekocht, darauf abgekühlt und 30 cm³ konzentrierte Salzsäure zugesetzt. Nach 15 bis 20 min ist die Auflösung beendet, worauf mit Wasser auf 100 cm³ aufgefüllt wird. Nach dem Durchschütteln und Absitzenlassen werden 10 bis 20 cm³ der Lösung nach vorherigem Verdünnen mit destilliertem Wasser auf 200 cm³ mit Permanganat titriert. Die Eisenoxymbestimmung erfolgt nach den üblichen Verfahren.

J. Wierciński⁸⁾ entwickelte ein merkurimetrisches maßanalytisches Verfahren zur Phosphorsäurebestimmung in Phosphaten. Aus der Phosphatlösung wird der Phosphor mit Quecksilberchloratlösung als Quecksilberphosphat gefällt. Nach Absitzen des Niederschlages filtriert man, löst den Niederschlag mit Salpetersäure, oxydiert mit Kaliumpermanganat und titriert das Quecksilber in üblicher Weise mit Rhodanammium. Kalzium und Magnesium stören nicht. Bei Gegenwart von Eisen und Aluminium werden hingegen infolge Doppelsalzbildung zu niedrige Werte erhalten; in diesem Falle muß das Phosphat zuvor aus zittrathaltiger Lösung als Ammoniummagnesiumphosphat gefällt werden. Die Fehlergrenze der Bestimmung soll höchstens $\pm 0,3\%$ betragen.

A. Mutschin und R. Pollak⁹⁾ berichten über eine direkte Titration von Sulfat mit Bariumchloridlösung unter Verwendung von Natriumrhodizonat als Tüpfelindikator. Die Untersuchungen befassen sich mit der Sulfat-

titration in reinen Sulfatlösungen und bei Anwesenheit verschiedener reaktionsfremder Salze, wie Ammoniumchlorid, Kaliumchlorid, Natriumchlorid, Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid sowie von Schwermetallsalzen. Besonders ausführlich wurde die maßanalytische Sulfatbestimmung in Gegenwart von Ammonium- und Natriumchloridlösungen untersucht, weil gerade diese Fälle in der chemisch-technischen Analyse besonders häufig auftreten.

H. H. Willard und E. W. Goodspeed¹⁰⁾ stellten Untersuchungen an über die Trennung von Strontium, Barium und Blei von Kalzium und anderen Metallen. Die Trennung erfolgte in Nitratform. Versuche, Strontium von Kalzium durch Ausfällen von Strontiumnitrat mit Salpetersäure in organischen Lösungsmitteln zu trennen, führten zu unvollständiger Fällung und schleimigen, unfiltrierbaren Niederschlägen. Aus einer wässrigen Lösung kann Strontiumnitrat in dichter, kristallinischer Form vollständig ausgefällt und eine Trennung von den anderen Metallen durch sehr langsame Zugabe jeweils bestimmter erforderlicher Mengen Salpetersäure bewerkstelligt werden. Der Niederschlag von Strontiumnitrat bleibt vor dem Filtrieren mindestens 30 min lang stehen; ist er sehr gering, so sollte die Lösung 45 min lang umgerührt werden. Das Nitrat wird 2 h lang bei 130 bis 140° getrocknet. Temperaturen oberhalb 70° steigern die Löslichkeit von Strontiumnitrat nicht merklich, erhöhen aber die der anderen Nitrats. Die Löslichkeit von Kalziumnitrat fällt schnell mit steigenden Säurekonzentrationen.

Die quantitative Bestimmung des Kaliums nach den bisher üblichen Verfahren ist noch nicht in jeder Beziehung befriedigend. Nach Untersuchungen von A. Winkel und H. Maas¹¹⁾ erwies sich Hexanitrodiphenylamin (Dipikrylamin) als außerordentlich geeignetes Fällungsmittel, das mit Kalium, Rubidium und Zäsium sehr schwer lösliche Salze bildet, während die Natrium-, Lithium-, Magnesium- und Kalziumsalze leicht löslich sind. Das Ammoniumsalz ist ebenfalls wesentlich leichter löslich als das Kaliumsalz. Das Dipikrylamin selbst ist in Wasser fast unlöslich. Für die Analyse wird Magnesiumdipikrylaminatlösung als Fällungsreagens verwendet. Da die freie Säure Hexanitrodiphenylamin in Wasser fast unlöslich ist, darf die zu fällende Lösung nicht sauer reagieren. Aber auch zu starke alkalische Reaktion ist zu vermeiden, da sich die Dipikrylamine in starken Laugen zersetzen. Vor dem Fällen muß die Lösung mit Methylrot oder Methylorange als Indikator mit Natrium- oder Lithiumhydroxyd neutralisiert werden. Die Kaliumdipikrylaminatlösung kann nach dem Abfiltrieren durch einstündiges Erhitzen auf 100° im Trockenschrank getrocknet werden; das genügt selbst dann, wenn große Mengen Niederschlag zu trocknen sind. Bei sehr hohem Erhitzen zersetzt sich allerdings das Salz und kann in der Flamme verpuffen.

Das zuvor beschriebene gewichtsanalytische Verfahren kann auch leicht zur Schnellbestimmung abgeändert werden. Das Kaliumsalz wird dabei in der gleichen Weise gefällt. Nach dem Abfiltrieren löst man den Niederschlag mit wenig Azeton vom Filter und erhält eine dunkelrot gefärbte Lösung des Kaliumdipikrylaminats, die zur kolorimetrischen Bestimmung gut geeignet ist. Auch polarographisch ist die Dipikrylaminkonzentration leicht zu bestimmen. Am genauesten läßt sich nach den Erfahrungen von Winkel und Maas die Titration auf konduktometrischem Wege durchführen. Die Lösung des Kaliumdipikrylamins in Azeton wird in diesem Falle so weit mit Wasser verdünnt, daß die Azetonkonzentration etwa 20 bis 30% beträgt, worauf die Lösung mit 0,1 n-Salzsäure oder 0,1 n-Naphthalin- α -Sulfonsäure titriert wird.

W. Daubner¹²⁾ wählte das Monokaliumtartrat, $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, als Bestimmungsform für die maßanalytische Bestimmung des Kaliums. In dieser Form kann man das Kalium aus seinen Salzlösungen, in denen jedoch außer Natrium und Magnesium keine anderen Elemente zugegen sein dürfen, mit einer Lösung von in Alkohol leicht löslicher Weinsäure bei Gegenwart von Methylalkohol und Natriumazetat quantitativ zur Fällung bringen. Für die Fällung löst man das Kaliumsalz, das Chlorid, Sulfat oder Nitrat sein kann, in wenig Wasser und macht durch Hinzugabe von 100prozentigem Methylalkohol die Lösung in bezug auf diesen 50prozentig. Nach Zusatz von wenig Methylorange bis zur eben auftretenden Gelbfärbung erfolgt unter ständigem Rühren die Zugabe des Fällungsmittels nach und nach in kleinen Mengen, etwa bis zu 2 cm³, wobei sich anfangs der Indikator infolge der bei der Reaktion entstehenden Mineralsäure orange bis rot färbt. Diese für die Bildung von Monokaliumtartrat schädliche Säure wird jedoch durch weiteren Zusatz des Fällungsmittels infolge seines Gehaltes an essigsaurem Natrium unwirksam

⁵⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 317/24.

⁶⁾ Z. anal. Chem. 105 (1936) S. 1/22.

⁷⁾ Trudy VI. wsessojusnogo Mendelejewskogo Sjesda po teoretitscheskoi i prikladnoi Chimii 2 (1935) S. 369/73; nach Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 3706.

⁸⁾ Przemysl Chem. 20 (1936) S. 75/77; nach Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 2948.

⁹⁾ Z. anal. Chem. 106 (1936) S. 385/99.

¹⁰⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 414/18.

¹¹⁾ Angew. Chem. 49 (1936) S. 827/30.

¹²⁾ Angew. Chem. 49 (1936) S. 830/31.

gemacht. Der Indikator zeigt nach der Entfernung der Mineralsäure wieder die gelbe Farbe. Bleibt diese nach weiterem Zusatz des Fällungsmittels bestehen, so ist die Zugabe genügend. Nach ein- bis zweistündigem Stehen filtriert man und wäscht mit 90- bis 100prozentigem Methylalkohol aus. Nun erfolgt die maßanalytische Bestimmung des Monokaliumtartrats mit Natronlauge, deren Titer mit chemisch reinem Kalisalz festgestellt wird. Die Genauigkeit des Verfahrens soll derart sein, daß sie von keiner anderen Bestimmungsart übertroffen wird.

Zur Bestimmung von Kalium neben Natrium und Magnesium werden die in Sulfat übergeführten und gewogenen Salze in wenig Wasser gelöst, worauf das Kalium nach dem zuvor beschriebenen Verfahren maßanalytisch bestimmt und als Sulfat berechnet wird. Im Filtrat des Monokaliumtartrats scheidet man das Magnesium als Arseniat ab und bestimmt in dem Niederschlag das Magnesium jodometrisch. Das Magnesium wird ebenfalls als Sulfat berechnet. Durch Unterschiedsrechnung erhält man dann aus dem Gesamtgewicht der Niederschläge das Gewicht des Natriumsulfats. Aus den Sulfaten können dann die Metalle oder ihre Oxyde berechnet werden.

4. Metalle und Metallegierungen.

H. Drechsel¹³⁾ lieferte Beiträge zur technischen Kobalt-Nickel-Trennung. Näher untersucht wurden die Bedingungen der quantitativen Abscheidung des Nickels bei Gegenwart großer Mengen von Kobalt durch unmittelbare Fällung mittels Diazetyldioxims. Die quantitative Trennung des Nickels vom Kobalt ist nur möglich, wenn die Ausgangslösung auf 100 Teile Kobalt + Nickel mindestens 4 Teile Nickel enthält. Das Ergebnis ist nur für die analytische Trennung bemerkenswert. Ausgeführte Versuche zur technischen Kobalt-Nickel-Trennung durch verschiedenes Verhalten von Kobalt und Nickel gegen Ammoniak auf Grund von Leitfähigkeitsmessungen und Bestimmung der pH -Werte in den entsprechenden Lösungen bewiesen, daß gegenüber dem Hypochloritverfahren keine Verbesserung zu verzeichnen ist. Bei der fraktionierten Fällung mit Natriumhypochlorit liegt das geeignetste pH -Gebiet zwischen 2,50 und 3,00. Die potentiometrische Titration von Kobalt mit Ferrizyankalium erlaubt eine genaue Bestimmung des Kobalts auch bei Gegenwart von viel Nickel und verschiedenen anderen Metallen. Bei der elektrolytischen Kobalt-Nickel-Trennung kommt die anodische Abscheidung des Kobalts als Kobaltoxyd aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage. Aus gleichen Gründen ist die grundsätzlich mögliche Trennung des Kobalts vom Nickel durch Elektrolyse stark ammoniakalischer Lösungen für die Technik nicht brauchbar.

Zur quantitativen Trennung und Bestimmung von Aluminium und Zink fallen F. H. Fish und J. M. Smith¹⁴⁾ das Aluminium mit Lithiumchlorid als Lithiumaluminat aus einer ammoniumazetatenthaltigen Lösung. Ammoniumazetat wirkt nicht störend auf die Ausfällung von Lithiumaluminat und verhindert die Abscheidung von Zink, das in Lösung bleibt und in dem Filtrat nach dem Phosphatverfahren bestimmt werden kann.

5. Brennstoffe, Gase, Oele u. a. m.

Zur Kenntnis der Koksseigenschaften arbeitete R. Demisch¹⁵⁾ ein halbtechnisches Gaserzeuger-Untersuchungsverfahren für gleichartige und verschiedenartige Koks aus und verglich dessen Ergebnisse mit den an Hand einiger der bekanntesten Laboratoriumsverfahren ermittelten Werten. Auf Grund der Versuchsauswertung bestehen deutliche Beziehungen zwischen den Eigenschaften von Verkoksungserzeugnissen aus Holz, Torf und Steinkohlen, die durch Laboratoriumsverfahren erfaßt werden können (nämlich Bestimmung von Zündpunkt und Kohlensäurereduktion, Glühverlust im Luft- und Kohlensäurestrom, Porosität sowie Schüttgewicht) und den Hauptwerten, die sich bei der Prüfung der betreffenden Stoffe mit dem Gaserzeuger-Untersuchungsverfahren ergeben, bei dem die ausgebrachten Wärmeeinheiten je h und der ausgebrachte Kohlenstoff je h bei konstanter Luftzufuhr bestimmt wird. Die Unterschiede der chemischen Eigenschaften der Verkoksungsrückstände ähnlicher Ausgangsstoffe, der Steinkohlenkoks, sind verhältnismäßig gering und betragen etwa 9 bis 12 %.

Der Begriff „Reaktionsfähigkeit eines Koks“ wird verständlicher, wenn man ihn in Oxydierbarkeit und Reduzierfähigkeit unterteilt, wobei man unter Oxydierbarkeit eine Geschwindigkeitsgröße der Reaktion von Koks-Kohlenstoff mit Sauerstoff oder Luft versteht und unter Reduzierfähigkeit eine solche der Reaktion Koks-Kohlenstoff mit Kohlensäure oder Wasserdampf. Bei dem beschriebenen Verfahren wird die Oxydier-

barkeit durch die ausgebrachte Menge Kohlenstoff je h bei konstantem Windzusatz in der Anheizperiode bestimmt, und die Reduzierfähigkeit durch die höchstmögliche Leistung an erzeugtem Heizwert des ausgebrachten Generatorgases, ebenfalls bei konstanter Windzufuhr. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß für die Oxydierbarkeit eines Koks seine Oberflächenbeschaffenheit und für seine Reduzierfähigkeit der innere Gefügebau als maßgeblich anzunehmen ist.

D. Quiggle¹⁶⁾ stellte Untersuchungen an über die Absorptionsfähigkeit von Natriumhyposulfid-Lösungen zur Absorption von Sauerstoff und ihre Aenderung mit der Zeit. Untersucht wurde eine bei Gasanalysen übliche Lösung von 16 g Natriumhyposulfid, 13,3 g Natriumhydroxyd und 4 g Anthraquinom- β -Sulfosäure in 100 cm³ Wasser. Bei Durchleiten von Luft wurde festgestellt, daß die Lösung bei einer Absorption von 7,5 cm³ O₂ je 1 cm³ Lösung praktisch erschöpft ist. Benutzt man die frisch bereitete Lösung erst nach 3 bis 4 Tagen, so ist ihre Verwendung unmöglich, da die Lösung sich zersetzt hat und keine Absorptionsfähigkeit mehr besitzt.

A. Kling und M. Clarag¹⁷⁾ führen die Schnellbestimmung von Sauerstoff in Gasen maßanalytisch mit alkalischer Ferrotartratlösung aus. Sie leiten das zu untersuchende Gas durch 10 cm³ der vorgenannten Salzlösung, stellen die zur völligen Oxydation dieser Lösungsmenge benötigte Gasmenge fest, wobei Methylblau als Indikator dient, und errechnen hieraus den Sauerstoffgehalt des zu untersuchenden Gases. Der Titer der Salzlösung ist zuvor mit Gasgemischen von bekanntem Sauerstoffgehalt gestellt worden.

M. S. Platanow und O. W. Nekrassowa¹⁸⁾ machen Angaben über einen Palladiumkatalysator auf keramischen Trägern mit 2 % Pd zur selektiven Verbrennung von Wasserstoff, Kohlenoxyd und Methan. Bei der Herstellung des Katalysators werden keramische Träger mit einer Lösung von Palladiumchlorid in 10prozentiger Salzsäure durchtränkt. Nach 12 h werden die durchtränkten Träger auf dem Wasserbade getrocknet, worauf die Reduktion durch Wasserstoff bei 120 bis 140° erfolgt. Dieser Katalysator verbrennt Wasserstoff bei Zimmertemperatur, Kohlenoxyd bei 140 bis 150° und Methan bei 400 bis 450°. In allen Fällen geht die Verbrennung rasch vor sich; die vollständige Verbrennung wird durch 3- bis 5maliges Durchsaugen der 80 bis 100 cm³ betragenden Gasprobe über der 5 bis 8 cm langen Katalysatorschicht, d. h. im Verlauf von 1 bis 1,5 min, erzielt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Methan bei der Wasserstoffverbrennung nicht stört, und daß ein Gemisch dieser beiden Gase sehr leicht durch getrennte Verbrennung analysiert wird. Dagegen stört das Kohlenoxyd bei der Verbrennung des Wasserstoffs bei gewöhnlicher Temperatur, so daß ein Gemisch der letzteren Gase bei 140 bis 150° verbrannt werden muß. Die Verbrennung ist nach 3- bis 5maligem Durchleiten vollständig. Aus der Kontraktion des Gasgemisches nach der Verbrennung und aus der Menge der gebildeten Kohlensäure errechnet man den Wasserstoff- und Kohlenoxydgehalt des ursprünglichen Gasgemisches. Das Verfahren soll bequemer und genauer sein als die üblichen Arbeitsweisen. Der Katalysator arbeitet monatelang, ohne seine Aktivität merkbar zu verringern, und ist scheinbar unempfindlich gegenüber Quecksilberdampf, der aus den Gasbüretten in den Reaktionsraum gelangt.

K. Scheeben¹⁹⁾ entwickelte ein neues Schnellverfahren zur Bestimmung des Pechgehaltes in Briketts durch Extraktion. Diese erfolgt durch dauernde Berieselung des Extraktionsgutes mittels Schwefelkohlenstoffs in einem eigens dafür gebauten Extraktionsgerät. Durch Verkürzung der Extraktions- und Trocknungszeit sowie durch Herabsetzung der Handhabungen bei Ausführung der Untersuchung wird die Zeitdauer einer Pechbestimmung in Briketts bedeutend verkürzt. Die Brauchbarkeit des Verfahrens und des Gerätes wird durch Kontrolluntersuchungen an synthetischen Pech-Kohle-Mischungen bewiesen.

A. Stadeler.

250 Jahre Jünkerather Gewerkschaft.

In dem Bestreben, die wirtschaftliche Lage seines Landes durch Förderung der Gewerbe zu bessern, schloß Graf Salentin Ernst zu Manderscheid-Blankenheim am 14. Mai 1687 einen Pachtvertrag mit dem in Arenbergischen Diensten stehenden Hüttenmeister auf der Ahrhütte, Johann de Leau, der diesen verpflichtete, in der Herrschaft Jünkerath eine Eisenhütte zu erbauen und zu betreiben. Die vielseitigen Vorteile, die der Graf dem Pächter gewährte, bezogen sich nicht nur auf Gerech-

¹³⁾ Dr.-Ing.-Diss., Techn. Hochschule Dresden (1936).

¹⁴⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 349/50.

¹⁵⁾ Dr.-Ing.-Diss., Techn. Hochschule Dresden (1936).

¹⁶⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 363.

¹⁷⁾ C. r. Acad. Sci., Paris, 203 (1936) S. 319/21.

¹⁸⁾ Z. anal. Chem. 106 (1936) S. 416/18.

¹⁹⁾ Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 153/54.

für die Erz-, Kohle- und Wasserversorgung der Hütte, sondern dazu auch auf Fischerei-, Mahl-, Back- und Braufreiheit sowie Befreiung von Kriegsdienst, Steuern und sonstigen Abgaben. Außerdem genoß der Pächter in den ersten vier Jahren bedeutende Pächterleichterungen.

Anscheinend bestand die erste Anlage des Werkes aus zwei Luppenfeuern und zwei Hämmern. Wann die Holzkohlenhochöfen und Frischfeuer erbaut worden sind, kann leider nicht mehr festgestellt werden. Ebensovien wissen wir über die Besitzverhältnisse. Nachweislich ist die Familie Peuchen bereits in den 1730er Jahren auf der Hütte tätig gewesen, ob als Pächter oder Eigentümer, ist unbestimmt. Die Peuchens haben das Werk betrieben, bis es im Jahre 1865 Johann Paul Poensgen (1787 bis 1868) erwarb. Er entstammte einer alten Eifeler Eisenhüttenfamilie. Sein Vater Johann Peter Poensgen in Hellenthal schloß beispielsweise im Jahre 1803 einen Vertrag mit den Brüdern von Kechel, gemeinsam eine Gußstahlfabrik zu bauen, da diese vorgaben, das Geheimnis der Gußstahlbereitung zu kennen. Johann Peter Poensgen mußte jedoch schweres Lehrgeld bezahlen, denn die Kechels versagten vollkommen, wie es ein Jahrzehnt später auch Friedrich Krupp in Essen erfahren hat.

Die Einrichtungen des Werkes, das sich heute noch im Besitz der Familie Poensgen befindet, haben nun, durch die technischen und wirtschaftlichen Wandlungen seit Mitte des 19. Jahrhunderts bedingt, im Laufe der Zeit große Veränderungen erfahren. Seit 1867 wurde in Jünkerath kein Hammereisen mehr erzeugt. Vielmehr wurde der ganze Betrieb für die Herstellung von Gußwaren eingerichtet. Hatte schon vorher eine Eisengießerei bestanden, so wurden zunächst eine Stahlgießerei und später eine Maschinenfabrik angegliedert. Von den beiden Holzkohlenhochöfen wurde

der letzte im Jahre 1898, gleichzeitig als letzter Hochofen der Eifel, ausgeblasen. Die Gewerkschaft Jünkerath hatte damit aufgehört, ein eisenerzeugendes Werk zu sein.

Jedoch ging dafür der Ausbau der Eisengießerei und Maschinenfabrik in um so stärkerem Maße weiter. Im Jahre 1925 wurde die Eisengießerei nach neuzeitlichen Gesichtspunkten eingerichtet und mit zwei Kupolöfen von je 10 t Stundenleistung ausgerüstet. Die Gießerei ist dadurch in der Lage, Gußstücke bis zum Gewicht von 65 t herzustellen. Die durch eine umfangreiche Krananlage mit der Eisengießerei verbundene Maschinenfabrik verfügt über einen Maschinenpark, der dem letzten Stand der Fertigungstechnik gerecht wird. Im Kraftwerk sorgen Dampfturbinen von über 1000 PS für die Versorgung des Werkes mit Licht und Kraft.

Das Hauptarbeitsgebiet der Jünkerather Gewerkschaft ist die Erzeugung maschineller Anlagen für Hüttenwerke und für die chemische Industrie. Das Werk liefert Einrichtungen für Stahl- und Walzwerke, wie Roheisenmischer, Konverter, Walzenstraßen jeder Art, Pfannen-, Gieß- und Schlackenwagen sowie hydraulische Pressen für die verschiedenen Industrien. Beispielsweise konnte die Gewerkschaft vor einigen Jahren den bis dahin größten Konverter mit 50 t Einsatz für ein westfälisches Hüttenwerk liefern. Auf all diesen Gebieten hat sich das Werk eine achtunggebietende Stellung erarbeitet, und zwar nicht allein auf dem deutschen Markt, sondern auch im Auslande.

Alle anderen Eisenhütten der Eifel sind entweder eingegangen oder abgewandert. Durch den Uebergang in die Eisenverarbeitung hat jedoch dieses Werk seinen Bestand gesichert, nicht zuletzt zum Wohle der dortigen Bewohner, denen das Dasein der Jünkerather Gewerkschaft Arbeit und Brot bedeutet.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 19 vom 13. Mai 1937.)

Kl. 7a, Gr. 8, T 45 810. Vorrichtung zur Herstellung von Blechen, Bändern und ähnlichen Erzeugnissen aus Metall durch Eingießen von flüssigem Metall zwischen zwei umlaufende Walzen. Dipl.-Ing. Manuel Tama, Barcelona.

Kl. 18c, Gr. 2/33, W 89 597. Vorrichtung und Verfahren zum Härten von Umdrehungskörpern. Paul Wagner, Berlin-Bohnsdorf.

Kl. 42 k, Gr. 20/02, L 81 756. Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen von Blechen auf Biegeechselfestigkeit. Luftschiffbau Zeppelin, G. m. b. H., und Dr.-Ing. Ludwig Dürr, Friedrichshafen (Bodensee).

Kl. 42 k, Gr. 20/02, W 94 820. Verfahren zum Prüfen von Probekörpern durch schwingende Beanspruchung auf Zug, Druck, Zug-Druck oder Biegung. Dr.-Ing. Georg Wazau, Berlin-Tempelhof.

Kl. 48d, Gr. 3, G 87 650; Zus. z. Anm. G 87 310. Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von gefärbtem und gehärtetem Bandstahl, insbesondere für die Herstellung von Rasierklingen. Gillette Safety Razor Company, Boston, Mass. (V. St. A.).

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 19 vom 13. Mai 1937.)

Kl. 18c, Nr. 1 406 944. Mit Innenrohr versehener haubenförmiger Glühbehälter. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 42k, Nr. 1 407 004. Vorrichtung für die magnetische Werkstoffprüfung nach dem Magnetpulververfahren. Dr.-Ing. Rudolf Berthold, Berlin-Lichterfelde-West.

Kl. 42k, Nr. 1 407 009. Vorrichtung zur Ausführung von Tiefziehversuchen an Blechen. Alfred J. Amsler & Co., Schaffhausen (Schweiz).

Kl. 42k, Nr. 1 407 017. Federprüfmaschine. Maschinenfabrik Hessenmüller & Wolpert, Ludwigshafen a. Rh.

Kl. 42k, Nr. 1 407 020. Manometer zur Hochvakuummessung. Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, e. V., Düsseldorf.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 c, Gr. 3, Nr. 641 029, vom 29. Dezember 1933; ausgegeben am 18. Januar 1937. Ernst Maurer in Dortmund-Hörde. *Verfahren zum Ueberziehen von Kokillen und anderen Dauerformen vor dem Guß.*

Besonders bei Kokillen zum Gießen von Stahlblöcken wird in die Form vor oder beim Guß Naphthalin gegeben, das unter der Wirkung des flüssigen Metalls verdampft und sich als Ruß auf die Innenfläche der Dauerform niederschlägt.

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

Kl. 18 c, Gr. 1₃₀, Nr. 641 092, vom 8. August 1930; ausgegeben am 20. Januar 1937. Bauer & Schaurte, Rheinische Schrauben- und Mutterfabrik, A.-G., und Dr.-Ing. Karl Schimz in Neuß (Rhein). *Verfahren zur Herstellung von Schrauben mit hoher Zugfestigkeit durch Kaltverformung eines kohlenstoffarmen Flußstahls nach DIN 1661.*

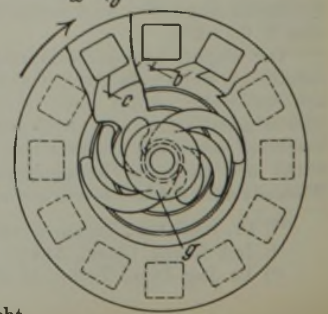
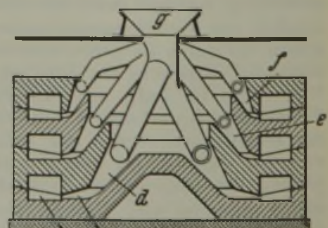
Dem legierten oder nichtlegierten kohlenstoffarmen Flußstahl wird zunächst durch Kaltrecken eine Zugfestigkeit erteilt, die etwa der den Schrauben zu erteilenden hohen Zugfestigkeit (z. B. 50 bis 60 kg/mm²) entspricht, hierauf wird er zur Schraube kalt verarbeitet, und die Schrauben werden dann einer Anlaßtemperatur von 400 bis 500° unterworfen.

Kl. 18 c, Gr. 8₅₀, Nr. 641 157, vom 4. Februar 1932; ausgegeben am 22. Januar 1937. Vereinigte Deutsche Metallwerke, A.-G., Zweigniederlassung Süddeutsche Metallindustrie in Nürnberg. (Erfinder: Georg Beringer in Nürnberg.) *Verfahren zur Behandlung von kalt vorverformten Werkstoffen, besonders Kaltschlagdrähten.*

Die Werkstücke aus Stahl oder Eisen, die einem Kaltpreßverfahren unterworfen werden sollen, werden vor dem Pressen auf Temperaturen zwischen 90 und 350°, vorzugsweise auf 200°, erwärmt und wieder abgekühlt, um eine Zähigkeitsverminderung zu verhüten.

Kl. 31 c, Gr. 81₀₂, Nr. 641 241, vom 1. März 1935; ausgegeben am 25. Januar 1937. Hundt & Weber, G. m. b. H., in Geisweid (Kr. Siegen). *Verfahren zur Massenherstellung von Schleudergußkörpern nach Patent 578 928. Zusatz zum Patent 578 928 [vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1193].*

Das Metall wird den Einzelformen a durch Kanäle b, c zugeführt, die im Drehsinn der Formen gekrümmt sind und von einem oder mehreren Ringkanälen d, e, f abzweigen; diese liegen gleichmäßig zur senkrechten Drehachse des die Formen tragenden Schleudertisches. Das Metall zum Füllen der Formen wird aus dem feststehenden Eingußtrichter g in den oder die Ringkanäle in der Krümmungsrichtung der Zweigkanäle und mit derselben Geschwindigkeit geleitet, die der Umlaufgeschwindigkeit der Zweigkanäle entspricht.



Statistisches.

Frankreichs Außenhandel an Eisen und Eisenwaren im Jahre 1936.

Erzeugnisse	Einfuhr		Ausfuhr	
	1935 t	1936 t	1935 t	1936 t
Alteisen und Brucheisen . . .	94 621	52 336	744 110	688 850
Roheisen einschl. Spiegeleisen	59 391	68 376	141 153	149 519
Ferromangan, Ferrosilizium usw.	1 053	1 331	15 620	14 215
zusammen	155 065	122 043	900 883	852 584
Rohblöcke	481	1	1 159	589
Vorböcke, Knüppel	3 110	3 147	239 653	288 770
Stäbe (Platinen, Formstahl, Stabstahl)	25 120	28 535	696 700	581 557
Bandstahl, warm gewalzt . . .	788	887	58 643	32 899
Bandstahl, kalt gewalzt	4 262	3 667	2 083	1 552
Schienen	1 005	523	117 258	73 986
Walddraht	12 112	7 616	128 807	110 037
Universalstahl (larges plats)	116	113	11 168	2 761
Bleche, warm gewalzt, nicht beschnitten	12 746	13 599	90 502	46 526
Bleche, warm gewalzt, beschnitten	3 506	2 235	15 416	5 115
Bleche, warm gewalzt, poliert . .	318	408		
Bleche, kalt gewalzt	260	408	1 617	231
Nickelstahlblech	259	323	14	33
Bleche, sogenannte Triplex	46	153		
Bleche, hochglanzpoliert für Kraftwagen	2 772	1 911	3	40
Bleche mit mehr als 0,50 % Si	503	461		
Bleche, gelocht	100	121	246	501
Weißblech	3 258	2 862	35 305	13 912
Bleche, verzinkt	128	572	8 436	7 831
Bleche, verbleit usw.	66	137	293	107
Röhren aus Eisen oder Stahl	7 983	7 495	62 042	63 853
Räder, Radreifen und Radsterne, roh oder bearbeitet, für Eisen- und Straßenbahnen	167	151	10 947	5 148
Kurbelachsen für Lokomotiven				
Achsen für Eisen- und Straßenbahnen				
Guß- und Schmiedestücke	5 598	5 561	7 246	5 521
zusammen	84 704	80 890	1 487 537	1 240 969
Draht aller Art, auch verzinkt, verzinkt usw.	3 057	3 082	30 287	19 954
Stacheldraht	101	1	3 084	2 720
Drahtsifte	60	13	6 669	5 980
Nägels (ohne Hufnägels)	154	180	1 971	1 798
Schrauben, Bolzen, Muttern	1 247	1 337	10 815	7 696
Feiner Werkzeugstahl	342	455	861	970
Sonderstahl	2 445	2 377	1 718	1 039
Konstruktionen	5 874	3 268	80 246	46 094
Sonstige Eisenwaren (einschl. Dampfkessel)	24 217	24 017	49 122	44 479
zusammen	37 497	34 730	184 773	130 730
Eisengießereierzeugnisse	6 565	4 935	75 605	88 730
insgesamt	283 831	242 598	2 648 798	2 313 013
Maschinen (ausschl. elektr. Maschinen)	40 785	39 931	46 202	44 615
Elektrotechnische Erzeugnisse	6 640	6 033	5 536	4 380
Elektrotechnische Erzeugnisse, Einzelteile	623	689	627	667
Fahrzeuge	34 448	35 424	148 739	167 214
Eisenerz	442 804	391 524	16 631 815	18 251 798
Manganerz (über 20 % Manganengehalt)	371 901	421 342	9 454	5 437
Kohlen	17 891 800	18 636 967	1 215 865	881 609
Koks	2 117 712	2 561 308	293 098	265 970
Briketts	908 737	1 001 139	117 207	114 482

Frankreichs Eisenerzförderung im Februar 1937.

Bezirk	Förderung	Vorräte	Beschäftigte Arbeiter	
	Februar 1937 t	Ende Februar t		
Lothringen {	Metz, Diedenhofen	1 133 342	862 278	10 867
	Briey et Meuse	1 230 041	1 210 566	10 607
	Longwy	153 692	104 606	1 211
	Nanzig	72 453	203 000	913
	Minieres	5 707	907	93
Normandie	164 894	126 846	2 121	
Anjou, Bretagne	24 871	107 910	710	
Pyrenäen	2 465	8 796	180	
Andere Bezirke	1 021	2 856	15	
Zusammen	2 788 486	2 627 765	26 717	

Großbritanniens Eisenerzförderung im vierten Vierteljahr 1936¹⁾.

Bezeichnung der Erze	4. Vierteljahr 1936				
	Gesamt-förderung in t zu 1000 kg	Durchschnittlicher Eisen-gehalt in %	Wert		Zahl der beschäftigten Per-sonen
			ins-gesamt in £	je t zu 1016 kg sh d	
Westküsten-Hämatit	230 285	53	168 612	14 11	1902
Jurassischer Eisenstein	2 974 886	27	507 090	3 6	6283
„Blackband“ und Ton-eisenstein	48 043	32	74 519		451
Andere Eisenerze	65 206	—	—	—	467
Insgesamt	3 318 420	30	750 221	4 7	9103

¹⁾ Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 852.

Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im April 1937.

1937	Roheisenerzeugung				Stahlerzeugung			
	Thomas-t	Gießerei-t	Puddel-t	zusammen-t	Thomas-t	Siemens-Martin-t	Elektro-t	zusammen-t
Januar	204 638	—	—	204 638	203 317	555	761	204 633
Februar	197 567	—	—	197 567	201 342	1076	649	203 067
März	220 188	—	—	220 188	224 122	534	793	225 449
April	222 706	—	—	222 706	228 235	846	786	229 867

Die Bergwerks- und Eisenindustrie Ungarns im Jahre 1936.

In Ungarn wurden im Jahre 1936 8 764 802 (1935: 7 540 406) t Stein- und Braunkohle und 219 624 (1935: 192 396) t Eisenerze gefördert. Ueber die Roheisen- und Stahlerzeugung unterrichtet *Zahlen-tafel 1*.

Zahlen-tafel 1. Die Roheisen- und Stahlerzeugung Ungarns in den Jahren 1935 und 1936.

	1935	1936
Roheisenerzeugung t	185 682	306 275
desgl. im Verhältnis zu 1913 ¹⁾ %	97,6	160,8
Stahlerzeugung insgesamt t	446 110	552 482
desgl. im Verhältnis zu 1913 ¹⁾ %	101,5	124,6
darunter		
Siemens-Martin-Stahlblöcke und Stahlguß t	413 717	511 707
Elektrostahl t	32 393	40 775

¹⁾ Auf den heutigen Gebietsumfang bezogen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Demag, Aktiengesellschaft, Duisburg, bisher: Maschinenbau-Unternehmungen, Aktiengesellschaft (Muag). — Bei der Gesellschaft haben seit September 1936 einschneidende Veränderungen stattgefunden. In der ordentlichen Generalversammlung der Muag am 1. September 1936 wurde dem Vorstand die Genehmigung erteilt, 48 % des Demag-Aktienkapitals von den Vereinigten Stahlwerken zu erwerben, wodurch sich der Besitz an der Demag von 50 % auf 98 % erhöhte. Da zu diesem Zwecke die Beteiligung an der Schiess-Defries-A.-G., Düsseldorf, verkauft wurde, bestand das Vermögen nunmehr zu etwa 90 % aus der Demag-Beteiligung. Es lag daher nahe, diese Hauptbeteiligung auch der äußeren Form nach mit der Muag zu einem Unternehmen zu vereinigen. Zur Verschmelzung beider Firmen nach den Bestimmungen des Gesetzes über die Umwandlung von Kapitalgesellschaften vom 5. Juli 1934 übertrug die Demag ihr Vermögen ohne Liquidation auf die Muag. Um den weltbekannten Firmennamen „Demag“ zu erhalten,

änderte die Muag nach der Aufnahme der Demag ihren Namen in „Demag Aktiengesellschaft“. Ebenso schien es ratsam, das Geschäftsjahr, also das der neuen Demag, wieder auf das Kalenderjahr umzustellen, wodurch die Einschaltung eines Rumpfgeschäftsjahres vom 1. Juli bis 31. Dezember 1936 erforderlich wurde. Hierdurch wurde es auch möglich, die Ergebnisse der alten Demag aus dem ganzen Jahr 1936 schon jetzt zu veröffentlichen. Die Verschmelzung beider Firmen wurde laut Beschluß der außerordentlichen Generalversammlung beider Gesellschaften vom 18. Dezember 1936 durchgeführt. Das Jahr 1936 brachte der alten Demag eine starke Beschäftigung, die große Anforderungen an Führung und Gefolgschaft stellte. Auf fast allen Büros mußten zur Bewältigung der Arbeit Ueberstunden eingeleistet werden, ebenso wie in den Werkstätten, die zum großen Teil in Tag- und Nachtschicht beschäftigt waren. Während 1929, dem bisher besten Geschäftsjahre, nur etwa 8 % der Angebote zu Geschäftsabschlüssen führten, stieg

dieser Satz im Jahre 1936 auf 12 %, eine noch nicht erreichte Zahl. Der bisher größte Umsatz des Jahres 1929 wurde wertmäßig zwar noch nicht erreicht, mengenmäßig übertraf jedoch der Versand in 1936 den von 1929 um 24 % und den von 1935 um 46 %. Die Bemühungen um die Ausfuhr führten zu einem bedeutenden Erfolg. Während der Auftragseingang aus dem Auslande in 1935 schon 30 % größer war als 1934, stieg der Gesamtseingang 1936 um über 70 % gegenüber 1935; die Steigerung der gesamten Maschinenindustrie, die in der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau zusammengeschlossen ist, betrug dagegen in der gleichen Zeit rd. 24 %. Die Preise auf den internationalen Märkten waren im Laufe des Berichtsjahres noch unbefriedigend.

Durch die starke Beschäftigung stiegen die Aufwendungen der alten Demag für Löhne und Gehälter von rd. 17,22 Mill. *R.M.* in 1935 auf rd. 21,34 Mill. *R.M.* im ganzen Jahre 1936. Der durchschnittliche Monatsrohverdienst der Belegschaft verbesserte sich auch im verflossenen Jahre wieder ansehnlich gegenüber dem Vorjahr. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder stieg um über 1000, darunter 160 Angestellte. Ende 1936 wurden 447 Metallarbeiterlehrlinge beschäftigt, von denen 65 am 1. April 1937 ihre Lehre beendeten. Um den Nachwuchs an Facharbeitern zu sichern, wurden im neuen Jahre neben 120 technischen und kaufmännischen Lehrlingen rd. 200 Metallarbeiterlehrlinge eingestellt, wodurch der gesamte Nachwuchs an Werkstattelehrlingen auf 22 % der gesamten Metallfacharbeiter mit ordnungsmäßiger Lehrausbildung stieg. Um dem Mangel an Fachkräften, der sich im Laufe des Jahres weiter verschärfte und den betrieblichen Leistungen bald eine Grenze gesetzt hätte, zu begegnen, wurden die Umschulungslehrgänge erweitert, in denen mit gutem Erfolg ungelernete Arbeitskräfte aus betriebsfremden Berufen zu tüchtigen Mitarbeitern herangezogen wurden. Nur auf diese Weise war es möglich, verbunden mit neuen Betriebsverfahren und durch Anschaffung einer großen Anzahl neuzeitlichster Maschinen, die schon angegebene Arbeitsleistung zu vollbringen.

Die freiwilligen sozialen Leistungen, die im Demag-Geschäftsjahr 1935 rd. 500 000 *R.M.* betrugten, stiegen im verflossenen ganzen Jahre auf über 1 Mill. *R.M.*

Der Auftragsbestand am 1. Januar 1937 war fast 60 % größer als der am 1. Januar 1936 und sichert der Gefolgschaft Arbeit für viele Monate.

Der Abschluß für das Rumpfgeschäftsjahr vom 1. Juli bis 31. Dezember 1936 weist einen Rohgewinn von 20 161 648 *R.M.* aus. Nach Abzug aller Unkosten für Löhne und Gehälter, Abschreibungen, Steuern, soziale Abgaben und Wohlfahrtsausgaben sowie der sonstigen Aufwendungen mit Ausnahme derjenigen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe verbleibt ein Reingewinn von 5 891 916 *R.M.*, in dem der Betriebsgewinn der früheren Demag für das ganze Kalenderjahr 1936 in Höhe von etwa 2,6 Mill. *R.M.* enthalten ist. Aus dem Reingewinn werden 2 291 940 *R.M.* der gesetzlichen Rücklage und 1 500 000 *R.M.* einer Sonderrücklage zugeführt. 64 450 *R.M.* satzungsgemäße Vergütung an den Aufsichtsrat gezahlt, 1 590 000 *R.M.* Gewinn (6 % gegen 5 % i. V.) auf 26 500 000 *R.M.* Aktienkapital ausgeteilt, 265 000 *R.M.* für Rechnung der Aktionäre an den Anleihestock überwiesen und 180 526 *R.M.* auf neue Rechnung vorgetragen.

In der ordentlichen Generalversammlung vom 1. September 1936 wurde das Aktienkapital von 24 000 000 *R.M.* um 2 000 000 Reichsmark, ferner in der außerordentlichen Generalversammlung vom 18. Dezember 1936 um weitere 500 000 *R.M.* erhöht.

Ilseeder Hütte, Groß-Ilse. — Das Jahr 1936 brachte in der ganzen Welt eine weitere erhebliche Steigerung des Eisenbedarfs. Die Nachfrage war besonders in der zweiten Hälfte des Jahres so lebhaft, daß sie nicht voll befriedigt werden konnte. Die Lieferfristen verlängerten sich demzufolge beträchtlich. Der Versand der Ilseeder Hütte hat die bisher größten Zahlen des Jahres 1927 überschritten. Man erhält ein Bild von der Belegung des deutschen Eisenabsatzes innerhalb der letzten vier Jahre, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Erzeugung im Jahre 1936 ungefähr das Fünffache des Jahres 1932 betrug. Neben den Aufträgen öffentlicher Stellen steht ein bedeutend erhöhter privater Eisenverbrauch. Allein die gewerblichen Neuanlagen und die starke Vermehrung der Verkehrsmittel und Verkehrswege erfordern bedeutende Mengen. Infolge der überaus großen Nachfrage auf diesen Gebieten mußte die Errichtung mancher nicht vordringlicher Bauten zurückgestellt werden. Auf dem Weltmarkt besteht Eisenhunger, und die angebotenen Mengen finden zu steigenden Preisen Abnehmer.

Alle Abteilungen des Werkes waren gut beschäftigt. Die Sondererzeugnisse, wie: Breitflanschträger, Spundwandstahl, Betonsonderstahl, waren verhältnismäßig noch stärker gefragt als die vom Stahlwerksverband vertriebenen Erzeugnisse. Durch patentantlich geschützte Verbesserungen wurde ihre Verwendungsmöglichkeit erweitert. Die Gesellschaft ist mit aller Kraft weiter bemüht, den technischen Ausbau der Werke zu fördern;

im Jahre 1936 wurden rd. 7 400 000 *R.M.* (einschl. Anzahlungen) für diesen Zweck verausgabt. Der gesamte Ausbau erfordert noch weitere große Mittel, und die Gesellschaft legt Wert darauf, ihn aus eigenem Vermögen und ohne Inanspruchnahme des Geldmarktes durchzuführen.

In einer Zeit, in der Deutschland bisher noch nie verzeichnete Anstrengungen macht, um eine eigene Rohstoffgrundlage zu entwickeln, wachsen auch die Aufgaben der deutschen eisenschaffenden Industrie. Diesem Gesichtspunkt tragen alle Maßnahmen des Unternehmens Rechnung. Die Versorgung der Werke mit Rohstoffen, insbesondere Erz und Kohle, erfolgt wie bisher aus eigenem Besitz. Zur Verstärkung der Förderung sind neue Erzfelder aufgeschlossen und in Förderung gesetzt worden. Die Erforschung des Bodens nach neuen Erzlagern wird in gesteigertem Maße fortgesetzt.

Durch die zunehmende Nachfrage konnten auch im Berichtsjahr neue Arbeitskräfte eingestellt werden. Beschäftigt wurden am 31. Dezember 1936 in sämtlichen Werken 9584 Gefolgschaftsmitglieder. Die Lohnsumme des Berichtsjahres betrug 21 440 342 *R.M.* gegen 18 904 685 *R.M.* im Jahre 1935. Die sozialen Beiträge sämtlicher Werke beliefen sich auf 5 536 425 *R.M.*, wovon 2 576 609 *R.M.* auf freiwilligen Leistungen beruhen = 279,16 *R.M.* je Kopf der Gefolgschaft. Besonderes Augenmerk richtete die Gesellschaft auf die Selbsthaftmachung der Gefolgschaft; rd. 550 000 *R.M.* wurden als Hypotheken zu niedrigen Zins- und Tilgungssätzen ausgeliehen und Baugelände billig abgegeben. Bei geschlossenen Siedlungen wurde das Geld zinsfrei auf eine lange Reihe von Jahren zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis der Siedlungspolitik zeigt sich darin, daß der Wechsel der Gefolgschaftsmitglieder seit jeher gering war. Das durchschnittliche Dienstalter der Gefolgschaftsmitglieder beträgt z. B. bei der Ilseeder Hütte 14 Jahre, mehr als ein Sechstel kann auf eine Arbeitszeit von über 25 Jahren zurückblicken. Für einen gut geschulten Nachwuchs wurde durch Einrichtung von Lehrwerkstätten und Unterrichtsräumen zur gründlichen Ausbildung der Lehrlinge, auch der kaufmännischen, und der Jungarbeiter gesorgt.

Die Gewinn- und Verlustrechnung für 1936 schließt bei 40 540 250 *R.M.* Rohgewinn nach Abzug aller Unkosten mit einem Reingewinn von 3 920 436 *R.M.* ab. Hiervon werden 177 915 *R.M.* zu Gewinnanteilen und Vergütungen verwendet, 3 408 000 *R.M.* Gewinn (8 % wie im Vorjahre) auf 42 600 000 *R.M.* Aktien verteilt sowie 334 521 *R.M.* auf neue Rechnung vorge tragen.

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf. — Die kräftige Belebung der Nationalwirtschaften der für den Welthandel wichtigen Länder würde im abgelaufenen Jahre eine erheblichere Steigerung des internationalen Warenaustausches zur Folge gehabt haben, wenn nicht die seit langem wirksamen Hindernisse fortbeständen und gar durch neue vermehrt worden wären. In der Eisenwirtschaft hat die Weltausfuhr nur unbedeutende Fortschritte gemacht, was vor allem an der bevorzugten Eindeckung des eigenen Bedarfs der einzelnen Länder lag. Soweit überhaupt eine Zunahme der Weltausfuhr an Walzwerkserzeugnissen zu verzeichnen ist, kam sie vor allem der deutschen Eisenwirtschaft zu gute und innerhalb derselben insonderheit der Röhrenaufuhr. Aus dieser Entwicklung hat das seit jeher stark für die Ausfuhr arbeitende Unternehmen Nutzen ziehen können. Bei gleichzeitig zunehmendem Inlandsgeschäft war die Röhrenerzeugung größer als jemals zuvor seit Bestehen der Gesellschaft. Möglich geworden ist dieses durch den freien Wettbewerb auf dem internationalen Markt, während die Bewegungsfreiheit bei den früheren Bindungen durch das internationale Kartell zu sehr eingeengt war. Dabei mußten freilich unbefriedigende Preise hingenommen werden, wie das bei den unterschiedlichen Wettbewerbsverhältnissen der einzelnen Länder nicht anders zu erwarten war. Bei Blechen waren ähnliche Fortschritte zu verzeichnen. Die Leistungssteigerungen der Werke sind um so beachtenswerter, als heute sowohl bei Röhren als auch Blechen Qualitätsansprüche der Kundschaft zu erfüllen sind, die einen längeren Fertigungsverlauf und eine schwierigere Herstellung der Erzeugnisse erfordern als früher.

Die gestellten Aufgaben und die starke Beanspruchung der Anlagen bringen natürlich einen erheblichen Bedarf an Neuanlagen mit sich. So wurden unter anderem die Zechen-Kraftanlagen durch Beschaffung einer 20 000-kW-Turbine erweitert, ferner eine Ammoniakfabrik sowie eine neue Koksofenbatterie gebaut. Im vergangenen Jahr wurde mit der Errichtung einer neuen größeren Forschungsanstalt in Hückingen begonnen, die in Kürze vollendet sein wird. Der notwendige Neubau eines Formstahlwalzwerkes auf der Heinrich-Bierwes-Hütte — das bisherige stellte vornehmlich Röhrenhalbzeug für den eigenen Bedarf her — wurde im Berichtsjahr unter gleichzeitiger Einbeziehung der Erzeugung für Fremde durchgeführt. Weiterhin wurde der Bau eines dritten Hochofens in Angriff genommen,

der im Juni 1937 in Betrieb kommt. Für die Wasser- und Stromversorgung auf der Heinrich-Bierwes-Hütte wurden erhebliche Zusatzeinrichtungen geschaffen. Zwecks besserer Ausnutzung der Manganerze der Gewerkschaft Braunsteinbergwerke Doktor Geier wurde in Huckingen die Sinteranlage vergrößert. Das Rather Schweißwerk wurde mit dem der Heinrich-Bierwes-Hütte vereinigt, um die Herstellung geschweißter Röhre am Orte der Blechherstellung zusammenzuziehen. Die dauernd steigenden Ansprüche an die Güte der Feinbleche bedingten erhebliche Neuanlagen im Feinblechwalzwerk Grillo Funke. Schließlich wurde die Verbesserung der Rohrwalzwerksbetriebe in verstärktem Maße fortgesetzt und das Rohrpreßwerk in Witten vervollkommenet. Gleichzeitig wurde in Witten eine Einrichtung zum Kaltpilgern von Röhren nach einem neuartigen Verfahren geschaffen.

Diese gewaltigen Aufgaben erforderten einen Aufwand von etwa 26 Mill. *ℛ.ℳ.* der nur im Ausmaß von etwa 15 Mill. *ℛ.ℳ.* aus Abschreibungen gedeckt werden konnte, so daß die zur Verfügung stehenden Barmittel verstärkt in Anspruch genommen werden mußten.

Ueber die Aufgabe der fabrikatorischen Interessen in England wurde bereits berichtet¹⁾. Die Beteiligung an der British Mannesmann Tube Company wurde an die United Tube (Holdings) Ltd. in London gegen Anteile dieser Gesellschaft verkauft. Von sämtlichen Bürgschaftsverpflichtungen wurde die Berichtsgesellschaft befreit, ebenso wie auch die Finanzschulden, insbesondere die Obligationen in Höhe von £ 400 000, bei der British Mannesmann Tube Company verblieben sind. Im weiteren Verlauf dieser Maßnahmen wurden im neuen Geschäftsjahr die genannten Anteile an der United Tube (Holdings) Ltd. veräußert und der Erlös zur Stärkung der eigenen Betriebsmittel benutzt. Der Name der Londoner Niederlassung, der Premier Steel Tube Company, wurde in „Mannesmann Trading Company“ umgewandelt.

Anfang dieses Jahres errichtete die Gesellschaft in Südafrika nach Lösung der bisherigen Bindungen die Mannesmann South Africa (Pty.) Ltd. in Johannesburg als eigene Niederlassung.

Um allen mit dem umfangreichen Auslandsgeschäft verbundenen Aufgaben gerecht zu werden, wurde die Mannesmann-Export-G. m. b. H. mit dem Sitz bei der Hauptverwaltung in Düsseldorf gegründet.

Ueber die einzelnen Arbeitsgebiete ist folgendes zu berichten:

Die Förderung der in Betrieb befindlichen Erzgruben wird weiter erhöht, neue Gruben werden in Betrieb genommen und noch nicht erschlossene Felder planmäßig untersucht. So wurde die Förderung der seit vielen Jahren stillliegenden Grube Stangenwage bei Haiger und der neuerdings gekauften Grube Bohnenberg bei Philippstein-Braunfels wieder aufgenommen. Der Besitz in Oberhessen wurde durch den Erwerb von Grubenfeldern vergrößert und sofort mit der Untersuchung dieser Vorkommen begonnen. Der umfangreiche Grubenfelderbesitz der Gewerkschaft Christiane bei Adorf-Giershagen wurde für 25 Jahre gepachtet.

Die Beschäftigung des Steinkohlenbergbaues an der Ruhr entwickelte sich im Jahre 1936 noch günstiger als im Vorjahre, so daß die Gefolgschaft der Steinkohlenzechen um 823 Mann erhöht und dabei noch in den letzten Monaten in größerem Umfange Ueberschichten verfahren werden konnten. Besonders in Koks zeigte sich eine erhebliche Absatzbelebung. Zur Befriedigung des eigenen und des Syndikatsbedarfs wurden deshalb, nachdem zu Beginn des Berichtsjahres die Kokerei der Schachtanlage Consolidation 3 4 mit 90 Oefen wieder in Betrieb kam, auf der Schachtanlage Consolidation 1 6 35 neue Koksöfen errichtet, die im April 1937 den ersten Koks lieferten. Weitere 40 Oefen sind für die Kokerei Consolidation 3 4 in Auftrag gegeben worden, mit deren Inbetriebnahme Ende des Jahres 1937 gerechnet werden kann.

Die Rohstahlerzeugung hat sich im Jahre 1936 um 30 % gegenüber 1935 erhöht. Wie bisher wurde fast der gesamte Stahl in den Blech- und Formstahl-Walzwerken der Gesellschaft verarbeitet, aber trotz dem bereits erwähnten außerordentlich gesteigerten Absatz waren die Rohstahlbetriebe noch nicht voll ausgenutzt.

Die Fabrik feuerfester Steine in Hönningen mußte ebenso wie das Kalkwerk in Neanderthal große Anstrengungen machen, um die Betriebe mit Werkstoffen zu versorgen. Erhebliche Aufwendungen wurden und werden laufend zur Erfüllung dieser Aufgabe gemacht; insbesondere wird das Hönninger Werk einer gründlichen Verbesserung unterzogen.

Der Versand in allen Blechsorten hat sich gegenüber dem Vorjahr um weitere 20 % erhöht. Das Boden- und Preßwerk war so stark beschäftigt, daß die Anforderungen der Kundschaft mengenmäßig nicht voll erfüllt werden konnten. Dem Geschäft in Qualitäts-Mittelblechen und Qualitäts-Feinblechen wurde vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Das im vorigen Jahr in Betrieb genommene Kaltwalzwerk war gut ausgenutzt. Der im

Laufe des Geschäftsjahres gegründete Feinblech-Ausfuhr-Verband brachte endlich eine Aufbesserung der im ungehemmten Wettbewerb außerordentlich stark gedrückten Erlöse.

Das im Oktober 1936 neu in Betrieb genommene Formstahlwalzwerk befand sich bei Schluß des Geschäftsjahres noch in der Anlaufzeit und arbeitet nach den bisherigen Erfahrungen zufriedenstellend. Mit Anfang dieses Jahres ist die alte Straße, die lediglich Röhrenknüppel und Halbzeug herstellte, vorläufig stillgelegt worden.

Wie schon erwähnt, erreichte der Absatz an Röhren im Berichtsjahre eine seit Bestehen des Unternehmens nicht gekannte Höhe. Der Versand überstieg denjenigen des Vorjahres mengenmäßig um 32 %, woran das Ausland wiederum in erheblichem Maße beteiligt war. Um dem ständigen Rückgang der Erlöse im internationalen Geschäft Einhalt zu tun, gründeten frühere Mitglieder des Internationalen Röhren-Kartells gegen Ende 1936 eine Preiskonvention; in Verbindung mit der in zahlreichen Gebieten des Auslandes wahrnehmbaren Steigerung der Nachfrage setzte sich eine allmähliche Erhöhung der sehr stark gesunkenen Ausfuhrpreise durch. Der Erzeugung und Verbesserung von Sonderstahlröhren wurde fortgesetzt besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Auch auf diesem Gebiet ist ein starker Arbeitszuwachs zu verzeichnen. Besondere Bedeutung erlangte die Erzeugung von Leichtstahlflaschen und von Röhren aus wasserstoffbeständigen Stählen. Das Geschäft in eisernen Fässern, deren Auslandsabsatz erhöht werden konnte, hat sich mengenmäßig und preislich befriedigend entwickelt.

Der beträchtliche Zuwachs an Arbeit machte es möglich, die Zahl der in Deutschland beschäftigten Gefolgschaftsmitgliedern einschließlich derjenigen der selbständigen Tochtergesellschaften von 22 436 auf 26 013 zu erhöhen. Die in der Öffentlichkeit wiederholt empfohlene Wiedereingliederung älterer erwerbsloser Angestellten in den Arbeitsgang wurde nach Möglichkeit unterstützt. Während nach der Statistik der Reichsversicherungsanstalt Anfang 1937 der Prozentsatz der über 40jährigen Angestellten bei etwa 37 liegt, ergibt die Altersgliederung der Gefolgschaft, daß von den Angestellten etwa 50 % über 40 Jahre alt sind. Von den Arbeitern sind etwa 35 % älter als 40 Jahre. Die Statistik über die Betriebszugehörigkeit der Gefolgschaftsmitglieder zeigt ein sehr befriedigendes Bild, ganz besonders im Steinkohlenbergbau. Von den Bergleuten sind 40 % bereits in der zweiten Generation und 10 % sogar in der dritten Generation bei Mannesmann tätig. 23 % der sämtlichen noch in Arbeit stehenden Angestellten und 7 % der Arbeiter haben schon das 25jährige Jubiläum begangen.

Im Berichtsjahre betragen die Aufwendungen für Gehälter und Löhne insgesamt rd. 57 Mill. *ℛ.ℳ.* worin die Tochter- und Konzerngesellschaften nicht einbegriffen sind. Die Monatseinkommen der Arbeiter erhöhten sich im Durchschnitt weiterhin.

Das Siedlungswesen wurde durch Hergabe von Baudarlehen an Gefolgschaftsmitglieder zwecks Errichtung von Eigenheimen gefördert.

Der Ausbildung des Nachwuchses widmete die Gesellschaft wiederum mit gutem Erfolg besondere Sorgfalt. In den Lehrwerkstätten der Betriebe werden die Jungarbeiter mit der Fachpraxis aufs beste vertraut gemacht; auch die kaufmännischen Lehrlinge erhalten planmäßige Ausbildung. Die Leistungen dieser jungen Kräfte legten im allgemeinen schon innerhalb der Lehrzeit von guter Durchbildung Zeugnis ab.

Die gesamten freiwilligen sozialen Aufwendungen beliefen sich im vergangenen Jahr auf rd. 3,27 Mill. *ℛ.ℳ.*

Ueber den Abschluß gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

	1. 1. bis 31. 12. 1934 <i>ℛ.ℳ.</i>	1. 1. bis 31. 12. 1935 <i>ℛ.ℳ.</i>	1. 1. bis 31. 12. 1936 <i>ℛ.ℳ.</i>
Aktienkapital:			
Stammaktien	159 999 600	159 999 600	159 999 600
Vorzugsaktien	20 263 900	20 263 900	20 263 800
Gewinnvortrag	112 674	2 969 619	2 673 616
Rohgewinn (einschl. Vortrag)	66 904 457	92 154 993	112 313 642
Löhne und Gehälter	38 136 799	46 767 390	56 835 524
Zinsen, Steuern	6 753 733	9 277 024	10 030 845
Abschreibungen	7 552 323	14 194 768	17 334 759
Sonstige Aufwendungen	10 956 525	13 602 185	18 133 481
Reingewinn	3 905 676	8 313 625	9 981 033
Ueberweis. an gesetzl. Rücklage	169 620	267 200	365 371
Gewinnanteil:			
a) auf Stammaktien	—	1) 4 741 254	2) 7 167 312
b) auf Vorzugsaktien	2) 365 836	3) 365 836	3) 365 836
Sonderrückstellung	—	—	1 000 000
Neuer Unterstützungsbestand	—	—	1 000 000
Verzinsung und Tilgung von Genußrechten	—	265 719	7 551
Vortrag auf neue Rechnung	2 969 619	2 673 616	74 962

1) 3 %. — 2) Davon 15 840 *ℛ.ℳ.* (6 %) auf 264 000 *ℛ.ℳ.* Vorzugsaktien Ausgabe A und 349 996,50 *ℛ.ℳ.* (7 %) auf 4 999 950 *ℛ.ℳ.* Vorzugsaktien Ausgabe B. — 3) 4 1/2 %.

1) Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 612.

Die Mannesmannröhren-Werke, A.-G., in Komotau waren in 1935 dividendenlos, dürften aber trotz den unbefriedigenden Ausfuhrerlösen für 1936 einen Gewinn verteilen, weil ihnen aus der Währungsentwicklung Sondereinnahmen zugeflossen sind, die eine Ausschüttung ermöglichen. Die Sociedad Tubos Mannesmann Lda., Buenos Aires, verteilte für 1935/36 5 % Gewinn. Ferner zahlten die N. V. Mannesmannbuizen Handelsmaatschappij, Rotterdam, 5 %, die Mannesmann Trading Company Limited, London (frühere Premier Steel Tube Company Limited, London), 6 %. Die Maschinenfabrik Meer, Aktiengesellschaft, M.-Gladbach, schüttete 1935/36, wie in den Vorjahren, 10 % Gewinn aus. Die Firma ist für lange Zeit voll beschäftigt. Auch die Deutsche Rohrleitungsbau-A.-G., Bitterfeld (früher E. Otto Dietrich Rohrleitungsbau-A.-G.), hat sich gut entwickelt. Die Beschäftigung bedingte eine von der Berichtsgesellschaft übernommene Kapitalerhöhung von 360 000 auf 700 000 *R.M.* Für 1936 zahlt die Gesellschaft 6 % Gewinn. Die Gewerkschaft Braunsteinbergwerke Doktor Geier, Waldalgesheim, arbeitet zufriedenstellend. Der Besitz an Aktien der „Kronprinz“ Aktiengesellschaft für Metallindustrie, Solingen-Ohligs, der fast alle Anteile der Röhrenwerke Coppel in Hilden und Metallwerke Ohligs gehören, wurde erheblich vermehrt. Damit ist der Mannesmann-Konzern der weitaus am stärksten beteiligte Aktionär des genannten Unternehmens, welches in den letzten Jahren technisch und finanziell gut vorwärts gekommen ist. Für das Berichtsjahr wird ein Gewinn von 7½ % verteilt. Die inländischen Handelsgesellschaften konnten im Berichtsjahre erhebliche Umsatzsteigerungen und erwartungsgemäße Erträge verzeichnen.

Buchbesprechungen.

Loschge, A., Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule München: **Die Dampfkessel.** Lehr- und Handbuch für technische Hochschulen und höhere Maschinenbauschulen sowie für Ingenieure und Techniker. Zugleich 8., vollst. umgearb. Aufl. [des Buches] von [F.] Tetzner [und O.] Heinrich: **Die Dampfkessel.** Mit 343 Abb. Berlin: Julius Springer 1937. (VIII, 424 S.) 8°. Geb. 24 *R.M.*

Der Verfasser hat es unternommen, das bekannte Lehrbuch von F. Tetzner, das nach dem Tode des ersten Verfassers schon einmal durch O. Heinrich Neubearbeitet worden war, vollständig neu zu gestalten. Zwischen der letzten Ausgabe vom Jahre 1923 und der jetzigen liegt die ganze umwälzende Entwicklungszeit des

Dampfkesselwesens, so daß es nicht wundert, wenn man von dem alten Stoff nicht mehr viel wiederfindet. Um so mehr werden alle diejenigen die große Arbeit begrüßen, die an der Förderung des Ingenieurwachstums auf diesem Fachgebiete Anteil nehmen.

Die Neugestaltung ist völlig gelungen, wobei besonders anerkannt werden muß, daß der Umfang des Buches sich nicht vergrößert hat. Der Studierende wird auf allen Teilgebieten mit dem neuesten Stande der Forschung vertraut gemacht, deren bisher vielfach verstreute Quellen ihm meist erst zugänglich wurden, nachdem er sich dem Kesselbau besonders zugewandt hatte.

Gegenüber den älteren Auflagen fällt vor allem die wissenschaftliche Behandlungsweise auf. Während früher der Studierende beim Durchblättern des Tetznerschen Lehrbuches den Eindruck gewinnen konnte, daß es sich hier um ein Fachgebiet mit viel Erfahrungsgrundlagen und wenig wissenschaftlichen Aufgaben handele, dürfte das neue Buch von Loschge eher geeignet sein, diese Aufgaben und ihre wissenschaftliche Behandlung zu zeigen und damit Verständnis für das Gebiet zu wecken. Die neue Form bietet aber über den Rahmen eines Lehrbuches hinaus dem in der Praxis stehenden Ingenieur ein wertvolles Fortbildungsmittel und dem Fachmann eine nützliche Zusammenstellung.

Druck und Ausstattung sind vorzüglich.

Alfred Konejung.

Meeske, Helmut, Dr. jur., Landgerichtsrat im Reichsjustizministerium: **Die Ordnungsstrafe in der Wirtschaft.** Ihre Bedeutung und Anwendung. Berlin: Haude & Spensersche Buchhandlung Max Paschke 1937. (154 S.) 8°. 4,60 *R.M.*

Das Ordnungsstrafrecht dient auf allen Gebieten dem Schutz der Wirtschaftsordnung. Es ist in jüngster Zeit mehr und mehr ausgebaut worden. Die Kenntnis für das Wesen und der Rechtsnatur der Ordnungsstrafe ist daher für die Praxis von erheblicher Bedeutung. In den wirtschaftsordnenden Gesetzen und Verordnungen, im Recht des Reichsnährstandes, im Preisüberwachungsrecht usw. werden Ordnungsstrafen angedroht. Bei der Unübersichtlichkeit der Vorschriften über die Ordnungsstrafe, die zudem noch aus verschiedenen Rechtsquellen fließen, ist der Versuch des Verfassers, das gesamte Ordnungsstrafrecht planmäßig zu behandeln und bestehende Zusammenhänge klarzulegen, begrüßenswert. Die vorliegende Arbeit wird allen denen, die mit dem Ordnungsstrafrecht der Wirtschaft zu tun haben, ein willkommener Wegweiser sein.

Dr. Walter Reinecke.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Fachausschüsse.

Im Rahmen der Siebenten Technischen Tagung des Vereins für die bergbaulichen Interessen findet am Mittwoch, dem 26. Mai 1937, 10.45 Uhr, im Großen Saale des Städtischen Saalbaues in Essen die

18. Vollsitzung des Kokereiausschusses

statt.

Tagesordnung:

Ueber das Katasulf-Verfahren (Verfahren zur Gewinnung von Ammonsulfat aus Koksofengas unter Nutzbarmachung des Gasschwefels). Berichterstatter: Dr. H. Bähr, Leuna (Kr. Merseburg).

Ueberblick über die Entwicklung der Kokertechnik in den letzten zehn Jahren. Berichterstatter: Dr.-Ing. W. Reerink, Essen.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Bayer, Walter, Walzwerksassistent, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Duisburg-Hamborn, Schulte-Marxloh-Str. 26.

Hanel, Rudolf, Dr.-Ing., Überwachungsstelle für unedle Metalle, Berlin-Wilmersdorf; Wohnung: Prinzregentenstr. 96.

Kötzschke, Paul, Dr.-Ing., Reichsluftfahrtministerium, Berlin W 8; Wohnung: Berlin-Lichterfelde-West, Tulpenstr. 5.

Leineuberger, Walter, Dr.-Ing., Rhenania-Ossag Mineralölwerke A.-G., Zweigniederlassung Düsseldorf; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Düsseldorf Str. 79.

Müllenbach, Wilhelm, Ingenieur, Magdeburg, Kühlweinstr. 19.

Paulus, Richard, Dr. phil., Chemiker, Berlin-Karlshorst, Friedrichsteiner Str. 3.

Schwalbe, Rolf, cand. rer. met., Schwelm, Josef-Wagner-Str. 21. Shillitoe, George Rickman, Direktor, London NW (England), 68 Downage, Hendon.

Stenkamp, Hans, Dipl.-Ing., Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar); Wohnung: Moltkestr. 10.

Gestorben:

Elsner, Franz, Betriebsingenieur, Nowy Bytom. * 25. 2. 1879. † 26. 4. 1937.

Howaldt, Georg, Konsul, Hamburg. * 23. 7. 1870. † 10. 5. 1937.

Klemme, Heinrich, Hüttendirektor i. R., Essen-Bredeney. * 8. 3. 1876. † 9. 5. 1937.

Kohl, Joh. Peter, Dipl.-Ing., Oberingenieur a. D., Dillingen. * 4. 6. 1863. † 11. 5. 1937.

Neue Mitglieder.

Ordentliche Mitglieder:

Diener, Kurt R. W., Direktor, Leiter der Deutschen Versuchsanstalt für Handfeuerwaffen e. V. in Wannsee, Berlin-Wannsee, Stahnsdorfer Damm.

Fischer, Manfred, Dipl.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G., Werk Hörde, Dortmund-Hörde; Wohnung: Dortmund-Brackel, Cäcilienstr. 23.

Gygax, Max, Dipl.-Ing., Reichsbahnoberrat, Vorstand des Reichsbahn-Abnahmeamts, Dortmund, Schwanenstr. 68.

Kronholz, Hans, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Deutsche Eisenwerke A.-G., Schalker Verein, Gelsenkirchen; Wohnung: Kirchstr. 8.

McLay, Gavin S., Direktor, Stewarts & Lloyds, London WC 2 (England), Shell Mex House.

Rennenberg, August, Betriebsleiter, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Oberhausen (Rheinl.); Wohnung: Essener Str. 64.

Roux, Paul, Ingenieur, South African Iron and Steel Industrial Corp. Ltd., Pretoria (Südafrika), P. O. Box 450.

Sichelschmidt, Friedrich Wilhelm, Prokurist, F. Meyer Drahtwerke, Dinslaken (Niederrh.); Wohnung: Blücherstr. 16.

Voltz, Paul, Dipl.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G., Werk Dortmund, Dortmund; Wohnung: Linsingenstr. 2.