

# STAHL UND EISEN.

## ZEITSCHRIFT

FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Nr. 11.

17. März 1927.

47. Jahrgang.

### Das Schrägwalzen.

Von Dr.-Ing. Fritz Kocks in Düsseldorf.

[Mitteilung aus dem Walzwerksausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1</sup>.]

*(Die Grundlagen des Schrägwalzens. Beanspruchung des Werkstoffes und die mechanisch-dynamischen Vorgänge. Die wirkenden Kräfte, ihre Größe, Geschwindigkeit und Richtung. Das Verdrehen des Blockes als unvermeidliche Nebenerscheinung. Einfluß des Dornes auf die Lochbildung. Versuche über die Verformungsvorgänge beim Schrägwalzen an Hand makro- und mikroskopischer Untersuchungen.)*

[Hierzu Tafel 3 und 4.]

Selten sind in der Geschichte der Technik die Fälle, daß eine Erfindung in der ganzen Welt ein derartiges Aufsehen erregte wie die der Gebrüder Mannesmann im Jahre 1888. War bis dahin die Entwicklung der Eisenhüttenindustrie — insbesondere der Verarbeitung des Eisens im Walzwerk — langsam Schritt für Schritt vor sich gegangen, so wurde mit dieser Erfindung eine völlige Umwälzung in der Verarbeitung der Metalle angekündigt. Die Aufgabe, mit den einfachsten Mitteln auf dem kürzesten Wege die verwickeltesten Profile bester Güte zu walzen, sollte angeblich in kaum zu übertreffender Art gelöst sein. Die Patentschrift ist ein Zeugnis davon, was alles die Erfinder von ihrem neuen Walzverfahren erwarteten, doch der größere Teil ihrer Hoffnungen erfüllte sich nicht und enttäuschte sowohl sie selbst als auch die Öffentlichkeit. Das, was von allem übriggeblieben ist, ist in der Hauptsache ein Teil des sogenannten fünften Walzverfahrens der Patentschrift. Doch dieses Wenige ist für die Technik von so außerordentlicher Bedeutung geworden, daß der Wert des Patentbesitzes durch die Unerfüllbarkeit vieler Pläne nicht geschmälert ist. Die Herstellung nahtloser Stahlrohre wurde im Mannesmannschen Schrägwalzwerk erreicht, und damit wurden Entwicklungsmöglichkeiten nicht nur für die Röhrenindustrie selbst, sondern auch für so viele andere Gebiete der Technik geschaffen, die sich zunächst gar nicht überblicken ließen.

Die Erfindung der Gebrüder Mannesmann besteht im wesentlichen in der Tatsache, daß durch Walzen eines Rundblockes mit Walzen, deren Achsen zur Werkstückachse geneigt sind, die den gleichen Umlaufsinn haben und eine entsprechende Kalibrierung besitzen, der Block das Bestreben erhält, innen aufzulockern und hohl zu werden. Diese Erscheinung wurde dadurch praktisch verwertbar gemacht, daß man durch Einsetzen eines Dornes in das Walzwerk die Neigung zur Lochbildung so stark erhöhte, daß man verhältnismäßig dünnwandige

Hohlkörper mit glatter Innenfläche erhielt. Hiermit scheidet sich der Arbeitsvorgang des Schrägwalzverfahrens in zwei Teile, nämlich

1. in den Teil, in dem der Block so bearbeitet wird, daß er innen hohl bricht und auflockert,
2. in den Teil, in dem der erste Vorgang durch Einsetzen eines Dornes ausgenutzt wird, wo also die Walzarbeit nicht mehr allein von den eigentlichen Walzen, sondern von Walzen und Dorn geleistet wird.

An diese beiden Teile schließt sich meistens ein dritter von weniger großer Bedeutung, dessen Aufgabe darin besteht, den Hohlkörper zu runden bzw. zu führen.

Mit diesen drei Vorgängen ist im allgemeinen eine Dreiteilung der Walzenkalibrierung verknüpft. Der erste Zweck, den Block zu lochen, wird dadurch erreicht, daß der Block eingeschnürt wird, d. h. daß vom Eintritt des Blockes an der Abstand einander gegenüberliegender Punkte der Walzenarbeitsflächen stetig abnimmt. Durchweg erreicht man dies durch eine konische Formung der Walzen derartig, daß der Walzendurchmesser vom Eintritt ab wächst. Dieser Teil der Walzen soll mit Lochungskonus oder Vorkaliber bezeichnet werden.

Der zweite Bearbeitungsabschnitt ist äußerlich in der Walzenkalibrierung nicht scharf abgegrenzt und nicht einheitlich. Sein Anfang fällt mit dem Beginn der eigentlichen Walzarbeit zwischen Walzen und Dorn zusammen. Aus der Verarbeitung des Blockes kann man diese Stelle dort feststellen, wo über dem Dorn das innere Loch des Hohlkörpers in seinem Flächeninhalt größer wird als der zugehörige Dornquerschnitt, wo also das innere Loch nicht mehr kreisrund, sondern oval wird. Dies ist ein Zeichen dafür, daß zwischen Dorn und Walzen die Wandstärke vermindert und damit Walzarbeit geleistet wird, die quer zur Fortbewegungsrichtung des Blockes liegt. Dieser Bearbeitungsabschnitt soll deshalb Querwalzteil oder Fertigkaliber heißen. Vielfach beginnt er mit Abschluß des Lochkonus am

<sup>1</sup> Auszug aus Ber. Walz.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 47 (1926). — Zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

sogenannten hohen Punkt der Walze dort, wo die Walze ihren größten Durchmesser erreicht. In den meisten Fällen wird die Walze von hier ab nach einem kurzen zylindrischen Stück wieder konisch ausgeführt, und zwar in umgekehrtem Sinne wie der Lochkonus. Der Beginn des Querwalzens wird ausschließlich durch die Stellung des Dornes bestimmt und kann in den beiden Grenzfällen sowohl ein beträchtliches Stück vor der Stelle der stärksten Einschnürung des Blockes liegen als auch kurz dahinter.

Der dritte Walzenteil ist in seiner Wirkung unwesentlich. In ihm wird der Querschnitt im Normalfall weder in der Längs- noch in der Querrichtung vermindert. Seine Kalibrierung wird lediglich von der Entfernung des Walzenachspunktes von der Oberfläche der fertigen Hohlmuffe bestimmt. In manchen Fällen wird jedoch dieser Walzenteil noch zur Verringerung des Durchmessers der Hohlmuffe und somit zur Längsstreckung benutzt. Dies sind jedoch Ausnahmefälle und sollen daher unberücksichtigt bleiben.

Wie bei allen Walzwerken, so liegt auch beim Schrägwalzwerk die einzige Kraft, die die Antriebsmaschine für den Walzvorgang zur Verfügung stellt, in dem den Walzen erteilten Drehmoment. Dieses Drehmoment wird dadurch in Walzarbeit umgesetzt, daß an jeder Bearbeitungsstelle von den Walzenoberflächen Umfangskräfte abgenommen werden, die in ihrer Größe von dem jeweiligen spezifischen Flächendruck der Walze auf das Walzgut und der Größe der zugehörigen Arbeitsfläche — also von den herrschenden Reibungskräften — abhängig sind. Die Größe der Drehmomente, die an den verschiedenen Stellen der Walzen abgenommen werden, lassen sich weder theoretisch berechnen, noch durch Versuche ermitteln. Die Reibungskräfte hängen von sehr vielen Faktoren ab, die bisher völlig unbekannt sind, so z. B. vor allen Dingen von der Festigkeit des Blockes bei der Walztemperatur, der Oberflächenbeschaffenheit von Walze und Block, von dem Kühlmittel, vom Vorschub des Blockes (Schrägstellung der Walzen) und von der Arbeitsfläche der Walzen, deren Größe sich nicht einwandfrei errechnen läßt. Der Ermittlung der Kraftgrößen durch Versuche stellen sich dadurch unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg, daß im Gegensatz zum normalen Walzwerk hier eine Walze alle aufeinanderfolgenden Kaliber der Bearbeitung enthält. Hier arbeiten sämtliche Kaliber auf einer Walze zu gleicher Zeit, und man kann nur das der Walze im ganzen zugeführte Drehmoment messen, nicht aber wie im Duowalzwerk die für jeden Stich aufgewendete Arbeit. Die absolute Größe der Umfangskräfte an den verschiedenen Bearbeitungsstellen ist unbestimmbar. Wichtiger als sie ist dagegen die Richtung der Kraftkomponenten, in die sich die Umfangskräfte zerlegen lassen, und die einen Einblick in die Arbeitsweise des Schrägwalzverfahrens zu geben vermögen.

Mit der Verschiedenheit der einzelnen Bearbeitungsabschnitte, die durch den Lochvorgang und das Querwalzen gegeben sind, ist ohne weiteres ein Unterschied in der Wirkungsweise der vorhandenen Kräfte gegeben.

Beim Lochen sind die beiden einzigen Arbeitsmittel, die die Arbeit leisten, die zwei angetriebenen Walzen.

Wie aus der Darstellung eines Mannesmannschen Schrägwalzwerkes in Seitenansicht und Querschnitt in Abb. 1 ersichtlich ist, zerfällt die Umfangskraft  $U$  in zwei für den Walzvorgang wirksame Komponenten — die der Drehung  $D$  und die des Vorschubs  $V$ . Diese Unterscheidung der Kräfte ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil mit ihnen die Verarbeitung des Blockes in zweierlei Richtung übereinstimmt, und zwar 1. die Umformung des Blockquerschnittes senkrecht zur Blockachse und 2. die Längsstreckung in Richtung der Blockachse.

Vermöge der Vorschubkraft wird der Block von den Walzen erfaßt und in das Walzwerk hinein-

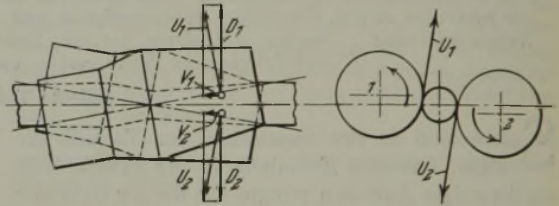


Abbildung 1. Schematische Darstellung eines Mannesmannschen Schrägwalzwerkes.

gezogen. Dieser Vorschub des Blockes ist jedoch nur dann möglich, wenn sein Querschnitt entsprechend der keilförmigen Verengung des Abstandes zwischen den Walzen umgeformt oder verkleinert wird. Nimmt man zunächst einmal an, daß ein Punkt der Blockoberfläche hemmungslos ohne innere und äußere Widerstände den Einflüssen, die die Walzen auf ihn ausüben, folgen könnte, so würde er eine Bahn beschreiben, die in Abb. 2 perspektivisch dargestellt ist. Jeder arbeitende Walzenradius hat das Bestreben,

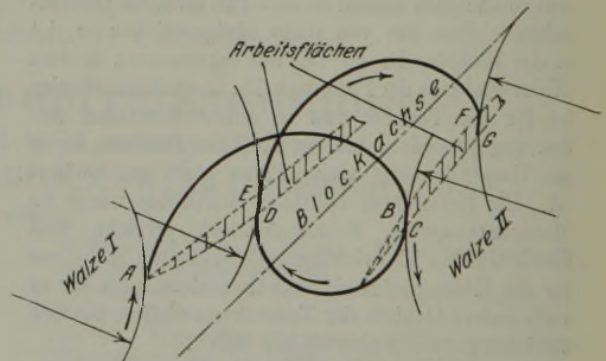


Abbildung 2. Schematische Darstellung der Bahn eines Blockoberflächenpunktes.

den Blockpunkt auf einer Schraubenlinie zu bewegen, deren Steigung von der Schrägstellung der Walzenachse zur Blockachse in dem zugehörigen Walzenachspunkt abhängt, und die auf einem Zylindermantel liegt, dessen Radius gleich der Entfernung von Blockachse zu Walzenoberflächenpunkt ist. Bewegt sich in Abb. 2 der Blockpunkt von A nach B, so hat er inzwischen einen bestimmten Weg in der Vorschubrichtung zurückgelegt und trifft in B auf einen Punkt der Walze II, der bei der Umdrehung der Walze noch nicht die kürzeste Entfernung von der gegen-

überliegenden Walze erreicht hat. Der Blockpunkt muß sich also von B mit der Walze nach C bewegen und verringert damit seine Entfernung von der Blockachse. Dieser Vorgang tritt bei jeder halben Umdrehung auf, solange sich der Walzenabstand keilförmig vermindert. Der Blockpunkt läuft von C nach D, erleidet hier wieder ein Niederdrücken von D nach E usw. Die Längen von BC, DE usw. stellen in ihrer Aneinanderreihung die Flächen dar, an denen die Walze das Walzgut berührt, die mithin in ihrer Gesamtheit die Kraft der Walze auf das Werkstück übertragen und mit Arbeitsflächen bezeichnet sein sollen. Die Größe der Arbeitsflächen ist abhängig von der Steigung des Keiles, den die beiden Walzenoberflächen miteinander bilden, und von dem Weg, den der Block bei einer halben Umdrehung in der Vorschubrichtung zurückgelegt hat, ist also um so größer, je größer die Schrägstellung und die Konizität der Walzen ist. Ein senkrechter Schnitt zur Blockachse durch Walzen und Block ergibt in Abb. 3

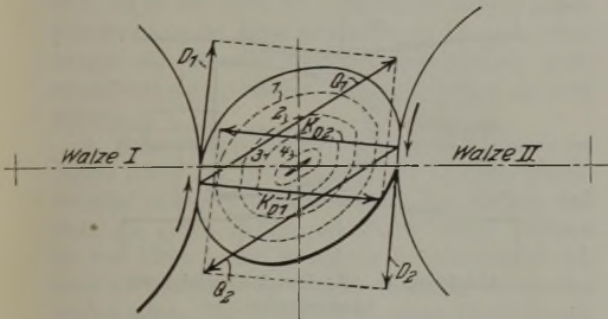


Abbildung 3. Kräfte im Querschnitt.

einen Blockquerschnitt, der nicht mehr kreisrund, sondern oval gedrückt ist. Diese ovale Form muß von allen Blockquerschnitten durchlaufen werden. Es findet damit an allen Stellen der Walzenarbeitsflächen ein stetiges Niederdrücken des Walzgutes statt, und es werden von den Walzen Druckkräfte auf das Walzgut ausgeübt, die auf der Walzenarbeitsfläche senkrecht stehen. Mit der Öffnung des Konus zum Eintritt des Blockes zu haben diese Druckkräfte Kraftkomponenten, die dem Vorschub des Blockes entgegengerichtet sind und diesen zu verhindern trachten. Die Druckkraft, die von der gesamten Arbeitsfläche übertragen wird, ist in ihrer Größe eine Funktion von der Bildsamkeit des Blockes. Will man sich vorstellen, wie sich die verschiedenen Kräfte zusammensetzen, und welche Gesamtwirkung sie haben, so muß man sich die Gesamtheit der Einzelkräfte für einen Querschnitt in einem Punkt der Walzenarbeitsfläche angreifend denken. Dadurch ergibt sich für den Querschnitt ein Kräftebild, wie es in Abb. 3 eingezeichnet ist. Die Komponente der Druckkraft, die in den Blockquerschnitt fällt, ist  $K_D$  und  $D$  ist die Drehungskomponente der Umfangskraft  $U$  der Walze. Die Reibungswiderstände sollen bei allen folgenden Untersuchungen unberücksichtigt bleiben, weil sie überall den Bewegungsrichtungen des Blockes entgegengerichtet sind, und es sich hier nur um die Erhellung der grundlegenden Kräfteverhältnisse handelt. Die Kräfte  $D$

und  $K_D$  setzen sich damit an jeder Walze zu den Resultierenden  $Q_1$  und  $Q_2$  zusammen, die miteinander ein Drehpaar bilden. Dieses Drehpaar leistet die Vorarbeit für die Lochung des Blockes durch eine gründliche Zermürbung des innersten Blockquerschnittes.

Beim Walzen in der Mitte, wo die Blockachse überall die Verbindungslinie zweier Walzenachspunkte halbiert, sind die Kräfte  $Q_1$  und  $Q_2$  immer parallel zueinander mit entgegengesetzter Richtung. Ihre Wirkungsweise kann man sich so denken, als wenn jede Kraft eine Hälfte des Blockquerschnittes, der durch die große Achse der ovalen Form geteilt wird, in deren Richtung zu verschieben sucht. Dieser Schub der beiden Hälften vollzieht sich gegeneinander. Durch die Drehung des Blockes wird die materielle Zusammensetzung dieser gedachten Querschnittshälfte dauernd geändert, und die Bewegung, die die verschiedenen Punkte des Blockquerschnittes beim Uebergang von einer Hälfte in die andere ausführen, wird sich als Resultante aus der Geschwindigkeit in der Umdrehungsrichtung und der Schubrichtung zusammensetzen. Je weiter der Blockpunkt vom Mittelpunkt des Querschnittes entfernt ist, um so größer ist seine Geschwindigkeit in der Drehrichtung, und um so bedeutungsloser wird für ihn die an sich verhältnismäßig kleine Verschiebung in radialer Richtung. Je näher jedoch der Blockpunkt an der Querschnittsmitte liegt, um so einflußreicher wird die Schubwirkung sein, bis sie im Mittelpunkt selbst die alleinvorherrschende Bewegung ist und die beiden Querschnittshälften angehörenden, nahe beieinander liegenden Teilchen in starkem Maße gegeneinander bewegt.

Die tatsächlichen Bahnen, auf denen sich verschiedene Punkte des Blockquerschnittes bewegen werden, werden schematisch in Abb. 3 wiedergegeben. Man sieht, daß sie um so flacher sind, je kürzer die Entfernung der ihr angehörenden Punkte von der Blockmitte ist. Im Grenzfall zeigt sie sich in der Mitte als ausgesprochene Schublinie. Die Beanspruchung der Blockmitte durch Schubkräfte erfolgt so heftig, daß der Zusammenhang der Blockteilchen durch sie in dieser Richtung völlig gestört wird. Denkt man sich den Blockquerschnitt in Ruhe, so ändert diese Schublinie dauernd ihre Lage, und in Abb. 4 erkennt man die strahlenförmige Ueberbeanspruchung des Materials, die im Blockquerschnitt zackenartige Gebilde erzeugt. Diese Zacken stehen zur Mitte zu in keiner Verbindung mehr miteinander, während ihr Zusammenhang zum Blockmantel ungestört ist. Die zackenförmige Gestaltung der Blockmitte kann man stets beim Verwalzen eines Blockes feststellen, wenn man seinen Durchgang durch das Walzwerk von der Eintrittsseite aus beobachtet.

Die Werkstoffteilchen, die in der Nähe des Blockrandes liegen und sich auf Bahnen bewegen, wie sie Kurve 1 in Abb. 3 darstellt, werden durch die Kräfte  $Q_1$  und  $Q_2$  abwechselnd bei jeder Umdrehung zweimal auf Zug und auf Druck beansprucht. Den zwischen der Blockoberfläche und der Kurve 1 liegenden

Blockteil kann man sich als ein Band vorstellen, das in seiner inneren Faser mit wachsender Krümmung (mit fallendem Krümmungsradius) auf Druck beansprucht wird. Steigt der Krümmungsradius wieder, so wechselt die Beanspruchung ihre Richtung, und die äußere Faser wird auf Druck und die innere auf Zug beansprucht. Diese wechselnden Zug- und Druckbelastungen sind für den Werkstoff nicht sonderlich günstig und tragen jedenfalls mit zu seiner inneren Zerstörung und Zermürbung bei.

Die Kräfte, die in den Längsschnitt durch Walzen und Block fallen, zeigt Abb. 5. Die Druckkräfte  $K$  sind so eingezeichnet worden, als wenn diejenigen an Walze 1 in derselben Ebene lägen wie die an Walze 2. Dies ist tatsächlich, wie aus Abb. 3 für den Querschnitt zu ersehen ist, nicht der Fall, spielt aber für die Vorschubkräfte selbst keine Rolle. Dem Vorschub widersetzen sich die Kraft  $K_V$  als Komponente der Druckkraft  $K$  und die Reibungswiderstände, die wie

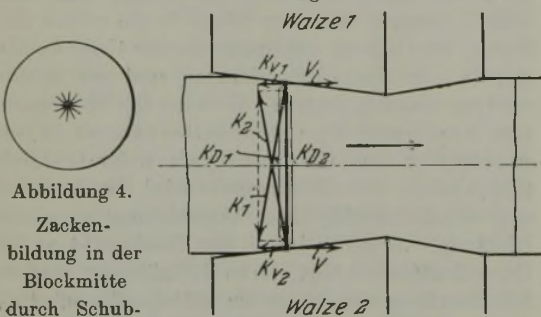


Abbildung 4.

Zackenbildung in der Blockmitte durch Schubkräfte.

Abbildung 5. Kräftebild im Längsschnitt des Lochungskonus.

oben weiter nicht beachtet werden sollen. Die Größe der Widerstandskräfte wird einerseits von der absoluten Größe der Druckkraft  $K$ , die, wie dargelegt, durch die Bildsamkeit des Blockes bedingt ist, und andererseits von der Steigung der keilförmigen Verengung des Abstandes zwischen den Walzen beeinflusst. Wird der Block zu kalt dem Walzwerk zugeführt, so wird die Druckkraft  $K$  absolut so groß, daß ihre dem Vorschub entgegengerichtete Komponente  $K_V$  die Größe der tatsächlichen Vorschubkraft übertrifft und der Block zurückgeschleudert wird. Auf der anderen Seite besteht die Möglichkeit, daß der Block zwar warm genug, aber die Einschnürung, der er unterworfen werden soll, zu groß ist. In diesem Falle erhält eine verhältnismäßig kleine Druckkraft  $K$  durch die Größe des Keilwinkels eine so bedeutende Widerstandskomponente gegen den Vorschub, daß auch hier  $K_V$  größer als die tatsächliche Vorschubkraft und der Block nicht gefaßt wird.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Verformung des vollen Blockes zu einem Hohlkörper sind die Geschwindigkeiten, mit denen sich die verschiedenen Kräfte auswirken. Eine Bedingung, die auf alle Fälle erfüllt sein muß, ist die, daß das Produkt aus tatsächlichem Querschnitt des Blockes bzw. des Hohlkörpers mit der zugehörigen Vorschubgeschwindigkeit an allen Stellen der Bearbeitung gleich groß sein muß. Würde diese Bedingung irgendwo nicht erfüllt, so müßte das Walzgut dort unter allen Umständen durchreißen und der Walzvorgang unter-

brochen werden. Da der Block bei seiner Verarbeitung im Walzwerk in seiner Länge gestreckt und damit von einer Bearbeitungsstelle zur nächsten kontinuierlich in seinem Querschnitt vermindert wird, muß bei Konstanz des angeführten Produktes und bei Abnahme des einen Faktors der andere Faktor unbedingt zunehmen, wenn der gewünschte Zweck erreicht und die Bedingung erfüllt werden soll. Diese Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit ist eine unbedingte Forderung; sie wird dadurch erzielt daß die Walze, wie oben schon für die Einschnürung als notwendig angeführt, in der Vorschubrichtung wachsende Durchmesser hat, also konisch ausgeführt ist. Den Zweck der Einschnürung würde man auch mit zylindrisch geformten Walzen dadurch erreichen können, daß man den Walzen eine entsprechende Stellung gäbe; hiermit fiel aber die Querschnittsverminderung in Richtung des Vorschubs fort, sofern man nicht zu anderen Hilfsmitteln greifen kann.

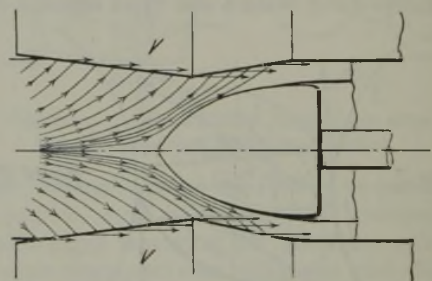


Abbildung 6. Kraftwirkungslinien im Längsschnitt.

Neben der Erscheinung der äußeren Querschnittsverminderung ist auf die Vorschubkraft mit ihrer wachsenden Geschwindigkeit die Hauptwirkung des Schrägwalzens überhaupt zurückzuführen, nämlich die der inneren Lochbildung und Porosität. Durch Abb. 6 soll diese innere Lochbildung damit erklärt werden, daß die innersten Fasern des Blockes bei der Längsstreckung nach vorn und aus der Mitte gezogen werden. Die Gründe, die hierfür sprechen, sind folgende:

1. Die oben erläuterte Ueberbeanspruchung des Blockkernes durch die schiebende Wirkung des Drehpaares  $Q_1$  und  $Q_2$  läßt die in Abb. 4 wiedergegebenen zackenförmigen Gebilde entstehen, die man sich als dreieckige Prismen vorstellen kann, die mit einer ihrer Seitenflächen dem Außenrand des Blockes zugekehrt sind und hier in vollem Zusammenhang mit dem Block stehen, während die anderen beiden Seitenflächen zusammenhanglos neben den entsprechenden Flächen der benachbarten Prismenköpfer liegen. Die langgestreckten prismenartigen Blockfasern werden also zur Mitte zu durch keine oder wenigstens keine nennenswerten Kräfte gehalten. In der Längsrichtung ist ihr Zusammenhang ebenso gewahrt wie in der Richtung auf den Blockrand zu, und deshalb ist ihre Festigkeit in dieser Hinsicht groß genug, um den nach vorn und außen ziehenden Kräften folgen zu können.

2. Die Temperatur des Blockes weicht innen und außen sehr wesentlich voneinander ab. Die

Verminderung der Temperatur der äußeren Teile des Blockes wird durch die Abkühlung an der Luft auf dem mehr oder weniger langen Weg vom Ofen zur Walze, durch die Berührung des Blockes mit den wassergekühlten Walzen und durch Bespritzen des Blockes selbst mit Wasser hervorgerufen. Es sind so Temperaturunterschiede von 100 bis 200° ohne weiteres erklärlich. Z. B. wurde nach dem Verlassen des Schrägwalzwerkes mit einem optischen Pyrometer die Innentemperatur von Hohl muffen mit 1360° und die Außentemperatur mit 1230° festgestellt, Die Folge dieses Temperaturunterschiedes ist die, daß die Festigkeit des Blockes von außen nach innen sehr stark abnimmt, und daß sich das Material innen einem Vorziehen weniger widersetzen kann als außen.

3. Das Gefüge des Blockes ist durch die Erstarrung nach dem Gießen derart, daß das im mittleren Teil des Querschnittes befindliche Material stärker von Schwefel- und Phosphoreisierungen und Schlackeneinschlüssen durchsetzt ist als die Blockteile, die in der Nähe der Außenwand liegen; außerdem treten in der Mitte vielfach noch Lunkererscheinungen auf, die alles in allem dem inneren Querschnittsteil eine geringere Festigkeit geben als dem äußeren.

4. Bedenkt man weiter, daß die Blockfasern im Innern durch das Drehpaar  $Q_1$  und  $Q_2$  stark gegeneinander bewegt werden, so ergibt sich daraus, daß nicht die große Reibungskraft der Ruhe, sondern die viel kleinere der Bewegung zu überwinden ist, wenn die Fasern in irgendeiner Richtung verschoben werden sollen. Die Bewegung einzelner Blockteilchen gegeneinander nimmt von innen nach außen ab, und die Reibungskräfte vergrößern sich in dieser Richtung. Während man außen sicherlich Reibung der Ruhe zwischen Kristall und Kristall annehmen kann, liegt innen ausgesprochene Reibung der Bewegung vor. All diese Gründe erhellen, daß durch die Verminderung der Kohäsions- und Reibungskräfte von außen nach innen ein Vorschub im Innern nach vorn und außen durch sehr viel kleinere Kräfte bewirkt werden kann als außen.

Die Vorschubkräfte bewirken nach allem mit der Erhöhung ihrer Geschwindigkeit in zweierlei Art Querschnittsverminderung des Blockes von einem Bearbeitungsabschnitt zum nächsten:

1. der gesamte Block wird in der Länge gestreckt und gedehnt, der Querschnitt zusammengezogen und vermindert;
2. der Unterschied der Vorschubgeschwindigkeit innerhalb eines Querschnittes veranlaßt innen ein stärkeres Vorziehen des Werkstoffes und ruft damit gleichfalls eine Querschnittsverminderung hervor.

In dem Augenblick, in dem die gesamte Querschnittsverminderung zum ersten Male größer wird, als der Verringerung des Walzenabstandes, also der äußeren Querschnittsverminderung entspricht, wird der Block anfangen, hohl zu werden.

Das Kennzeichnende des ganzen Schrägwalzverfahrens besteht nach allem bisher Angeführten aus zwei wesentlichen Funktionen, die für den Walzvorgang unbedingt notwendig sind, nämlich:

1. in der außerordentlichen Ueberbeanspruchung und Zerstörung des innersten Teiles des Blockes in den ersten Bearbeitungsquerschnitten,
2. in der Längsstreckung des Blockes durch die sich mit wachsender Geschwindigkeit auswirkenden Vorschubkräfte, die zu gleicher Zeit den Werkstoff von innen nach vorn und aus der Mitte ziehen.

Diese beiden Zwecke werden durch die konische Formgebung der Walze erreicht, und sie sind die einzige Veranlassung für eine derartige Kalibrierung der Walze.

Doch hat die Konizität der Walzen Nebenerscheinungen zur Folge, die durchaus unerwünscht sind, und die die Verarbeitung des Blockes außerordentlich ungünstig beeinflussen. Denn mit den wachsenden Durchmessern der Walze wird nicht allein die Vorschubgeschwindigkeit erhöht, sondern selbstverständlich auch die Geschwindigkeit, die von der Walze auf den Block als Drehungsgeschwindigkeit übertragen wird. Will man das Verhältnis der Geschwindigkeiten von Walze zu Block in dieser Richtung als eine Art Uebersetzungsverhältnis betrachten, so wird dies durch die Vergrößerung des Walzendurchmessers und die Abnahme des Blockdurchmessers dauernd vergrößert, und die Walze versucht mit dem Fortschreiten des Blockes, diesem eine dauernd zunehmende Drehzahl zu geben. Der Block wird mithin auf Verdrehung beansprucht. Diese Tatsache ist auf jeden Fall als eine Nebenerscheinung des Schrägwalzprozesses anzusprechen, weil sie keine Vorbedingung für den Lochvorgang im Schrägwalzwerk ist. Gelänge es, ein Verfahren zu finden, bei dem die beiden kennzeichnenden Grundbedingungen, die in der inneren Ueberbeanspruchung und der Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit bestehen, erfüllt sind, so würde man auf diese Art mit völliger Gewißheit Hohlkörper herstellen können und den unangenehmen Fehler des Schrägwalzverfahrens — die Verdrehung — ausgeschaltet haben. Deshalb ist die Behauptung Grubers<sup>2)</sup>, der Block erhalte durch die Verdrehungsbeanspruchung das Bestreben, hohl zu werden, unbedingt abwegig; denn hiermit wird eine allerdings nicht zu vermeidende Nebensache zur Hauptsache gemacht. Die Berechnung des Verdrehungswinkels, wie sie Gruber vorgenommen hat, ist außerdem deswegen für jede Beurteilung des Walzvorganges zwecklos, weil sich kein Stahlblock — und mag er eine nicht zu übertreffende Bildsamkeit besitzen — der starken Verdrehung, die die Walzen mit ihm vornehmen wollen, fügen kann.

Als Beispiel mag angeführt sein, daß bei einem Versuchsblock durch eingegossene Stäbe und eingehobelte Längsnuten eine tatsächliche Verdrehung im Lochungskonus von rd. 80° gemessen wurde, während das theoretische Maß der Verdrehung etwa 800° betrug.

Auch die äußeren Blockteile, die nach Gruber infolge der Verdrehung die inneren nach außen ziehen, können dieser Verdrehung niemals folgen. Im Gegenteil wird sich eine Art mittlerer Drehzahl des Blockes einstellen, die sich nach den Bearbeitungs-

<sup>2)</sup> Vgl. Quellennachweis S. 446.

stellen richten wird, an denen der größte Druck von den Walzen ausgeübt wird.

Die Folge davon ist, daß der Block in den ersten Bearbeitungsquerschnitten, wo der runde Block allmählich in die ovale Form übergeführt wird, sich schneller dreht, als der Umfangsgeschwindigkeit der Walze entspricht. Die Geschwindigkeit des Blockumfangs ist hier größer als die des Walzenumfangs, und die Blockhaut wird durch die Reibung an den Walzen anstatt voraus nach rückwärts gestreift. Steigt der Druck mit der Vergrößerung der Arbeitsflächen, so werden sich die Block- und Walzenumfangsgeschwindigkeiten allmählich einander angleichen. Die Druckkräfte werden unmittelbar nach der Stelle, wo die ovale Blockform erreicht wurde, sehr groß sein, weil hier der Blockquerschnitt noch nahezu ungeschwächt ist und noch nicht der inneren Zermürbung unterworfen war. Von hier an wird sich die Verdrehung bemerkbar machen. Ist in den folgenden Querschnitten die innere Zerstörung und anschließend die Lochbildung vollzogen, so sinken auch die Druckkräfte wieder, und die Drehzahl des Blockes hat das Bestreben, diejenige der stärksten Druckstellen beizubehalten, während die Umfangsgeschwindigkeit der Walze weiterhin steigt. Der Blockumfang erhält damit eine geringere Geschwindigkeit als die Walzenoberfläche, und die Walze sucht die Blockhaut nach vorwärts zu verdrehen. In dem Wechsel dieser Beanspruchung und in der Umkehrung der Reibungskräfte liegt der Hauptnachteil des Schrägwalzverfahrens; alle Fehlstellen, die in der Nähe der Blockwand liegen, wie Gasblasen, Fehler der Gußhaut, Schlackeneinschlüsse usw., werden auf diese Weise einer so bedeutenden Ueberanstrengung ausgesetzt, daß sie aufreißen und Längsrisse oder Schalen bilden. Hierauf wird bei Besprechung der unternommenen Versuche noch näher eingegangen werden.

Das Einsetzen eines Dornes ist für das Schrägwalzverfahren dadurch von außerordentlicher Bedeutung, daß er die an sich vorhandene Neigung zur Lochbildung so stark erhöht, daß Hohlkörper mit verhältnismäßig dünner und innen glatter Wand erzielt werden.

Das Kräftebild erfährt in diesem Arbeitsteil eine nicht unerhebliche Veränderung. Sobald der Dorn auf das Walzgut einzuwirken beginnt, entsteht nämlich neuerlich an zwei Stellen eine Keilwirkung, und zwar konzentriert sich diese an beiden Seiten des Dornes zwischen ihm und der jeweiligen Walze. Die Größe der Kräfte, die der Dorn dem Vorschub des Blockes entgegengesetzt, hängt von seiner Form, seiner Stellung in der Längsrichtung des Walzwerks, seinem Durchmesser und ebenso wie im reinen Konusteil natürlich von der Bildsamkeit des Blockmaterials ab. Seine wichtigste Funktion besteht mit der von ihm erzeugten neuen Keilwirkung in einer wesentlichen Erhöhung der Druck- und Reibungskräfte, die die Walzen entgegen den entsprechenden Reaktionskräften auf das Walzgut ausüben. Mit einer neuen Zerlegung dieser Kräfte und der Verfolgung ihrer Aenderung kann man der Aufklärung des

Schrägwalzverfahrens auch in diesem Arbeitsteil näherkommen. Da es einfacher und zeichnerisch praktischer ist, von den Reaktionskräften auszugehen, sind in Abb. 7 alle derartigen Kräfte in einen Blocklängsschnitt, vor und hinter dem höchsten Punkt der Walze eingezeichnet. Ist  $K_D$  die ursprüngliche Reaktionsdruckkraft, die durch die Umformung des Blockquerschnittes und den gesamten Vorschub vor dem hohen Punkt der Walze erzeugt wird, und ist  $\varphi$  der Winkel des Keiles, den die beiden Walzenarbeitsflächen miteinander bilden, so ist die eine

ihrer Komponenten  $K = \frac{K_D}{\cos \varphi}$  die Druckkraft, die

auf der Walzenarbeitsfläche senkrecht steht, und die andere  $K_V = K_D \cdot \operatorname{tg} \varphi$ , die sich dem Vorschub des Blockes durch das Walzwerk widersetzt. Durch die Mitarbeit des Dornes werden von innen heraus weitere Reaktionskräfte hervorgerufen, die mit ihrer Resultante  $Z$  senkrecht auf der Dornwand stehend erscheinen. Ist  $\psi$  der Neigungswinkel der Dornoberfläche im Punkte  $P_D$  zur Vorschubrichtung des Blockes, so erhöht sich die reine Reaktionsdruckkraft innerhalb des Bearbeitungsquerschnittes um  $Z \cdot \cos \psi = Z_D$ . Die Kräfte  $Z_D$  und  $K_D$  addieren sich in der in Abb. 7 gestrichelten Weise, und damit werden die Kräfte, die insgesamt dem Vorschub entgegengesetzt sind, gleich  $(Z_D + K_D) \cdot \operatorname{tg} \varphi = Z_{DV} + K_V$ . Die Druckkräfte, die senkrecht auf der Walzenoberfläche stehen, werden mit der Summierung

zu  $\frac{Z_D + K_D}{\cos \varphi} = Z_{DK} + K$ . Den Reaktionskräften

müssen natürlich in Wirklichkeit gleich große Kräfte gegenüberstehen, die sie überwinden und die Walzarbeit durch die Uebertragung von Walze auf Walzgut leisten. Mit der Erhöhung der Reaktionskräfte geht also diejenige der tatsächlich wirksamen Kräfte Hand in Hand, und das Drehmoment, das an diesen Stellen der Walzen abgenommen wird, wächst ebenfalls an. Mithin vergrößern sich zwar die Widerstände gegen den Vorschub, aber in demselben Verhältnis steigen die wirklich von der Walze übertragenen Vorschubkräfte. Aus diesem Grunde läßt sich die starke Längsstreckung des Blockes über dem Dorn wiederum nicht auf die in den Querschnitt fallenden Druckkräfte, ihre absolute Größe und ihre Folgen zurückführen, und die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit, die bis zum hohen Punkt der Walze tatsächlich noch vorhanden ist, reicht auch nicht zu ihrer Erklärung aus.

War letzteres im reinen Konusteil möglich, wo die Längsstreckung genau mit dem Wachsen der Walzendurchmesser parallel lief, so gibt in diesem Arbeitsteil der Dorn mit seiner Form die Ursache für den Unterschied der Vorschubgeschwindigkeiten ab. Aus Abb. 7 blieb bisher die zweite Komponente der Dornreaktionskraft  $Z$ , die dem Vorschub entgegen gerichtet ist, unberücksichtigt. Es ist  $Z_V = Z \cdot \sin \psi$ . Aus der Form des Dornes in Abb. 7, mit der grundsätzlich alle im Schrägwalzwerk verwandten Dorne übereinstimmen, ist zu ersehen, daß der Winkel  $\psi$ , der durch die Tangente an die Dornwand und die Vorschubrichtung des Blockes gebildet wird, immer

kleiner wird, je weiter der Block im Walzwerk voranschreitet, mithin fällt auch sein Sinus, und damit werden die Widerstände gegen den Vorschub fortschreitend geringer und die Unterschiede in den Vorschubgeschwindigkeiten erzeugt. Mit der Abnahme von  $Z_V$  ist also die Längsstreckung zu erklären.

Sobald der Block den höchsten Punkt der Walze überschritten hat, erfolgt eine weitere Aenderung im Kräftebild. Die gesamten reinen Druckkräfte  $Z_D + K_D$  bleiben innerhalb des Bearbeitungsquerschnittes bestehen, jedoch schlägt die Kraftkomponente, die bis dahin den Vorschub zu verhindern suchte, mit der Umkehrung der Konizität der Walzen um  $180^\circ$  um und befördert von diesem Augenblick an den Vorschub. In diesem Arbeitsabschnitt des Schrägwalzwerkes summieren sich die wirkliche Vorschubkraft und die zugehörige Reaktionskraft. Die wirkliche Höhe der Druckkräfte mit ihren Unterschieden an den verschiedenen Bearbeitungsquerschnitten wird

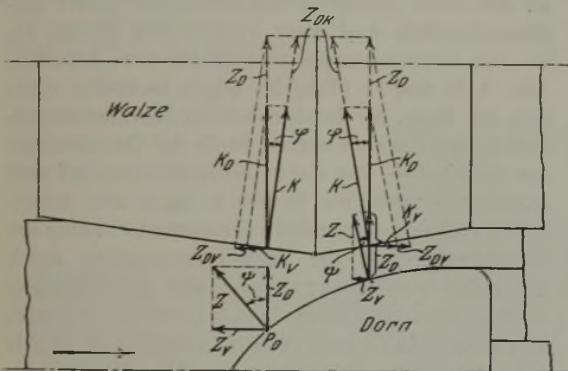


Abbildung 7. Kräfte über dem Dorn.

dadurch von außerordentlicher Wichtigkeit. Im Gegensatz hierzu war in dem Kaliberteil vor dem hohen Punkt der Wechsel in der Höhe der Druckkräfte für den Vorschub belanglos, weil das Anwachsen der wirklichen Kraft durch gleiches Ansteigen der entgegengesetzten Reaktionskraft ausgeglichen wurde. Wird demnach vor dem hohen Punkt die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit (mithin der Längsstreckung) allein durch die Dornreaktionskomponente  $Z_V$  ermöglicht, so treten hinter dem hohen Punkt zu  $Z_V$  die zweite Dornkomponente  $Z_D$  und die Druckkraft  $K$  mit wesentlichen Anteilen an der Längsstreckung hinzu. Der Einfluß, den die Abnahme des Walzendurchmessers ausübt, wird durch die Größe der letztgenannten Kräfte vollkommen überschattet.

Mit dieser Tatsache wird die Verschiedenartigkeit der Betriebsführung der Schrägwalzwerke möglich. Wie unten bei Mitteilung der Versuche durch Diagramme belegt, kann man bei entsprechender Kalibrierung den Dorn so weit im Walzwerk nach vorne stellen, daß die gesamte Querschnittsverminderung und Längsstreckung bis zum hohen Punkt der Walze erledigt ist, daß also die Aenderung der mit  $\psi$  dargestellten Dornneigung mit dem hohen Punkt der Walzen im wesentlichen abgeschlossen ist. Auf der anderen Seite läßt sich die Walzarbeit so scharf unterteilen daß der Lochkonus wirklich nur zu seiner

eigentlichen Aufgabe — dem Lochen — benutzt wird und die Dornarbeit beim hohen Punkt beginnt. In diesem Falle wird für die hauptsächlichste Längsstreckung das Umschwenken der Reaktionskraft, die Steigerung der wirklichen Größe der Druckkraft mit  $Z_D$  und die Abnahme von  $Z_V$  für die Längsstreckung des Blockes nutzbar gemacht.

Die Arbeit des Dornes zur Streckung des Blockes wird vielfach so dargestellt, als wenn die Walzen das Walzgut über den Dorn zögen, und mit einem normalen Ziehprozeß verglichen. Dieser Vergleich ist unzutreffend. Das im Lochungskonus stark überbeanspruchte Material der Mitte würde eine derartige Verarbeitung überhaupt nicht aushalten und bei einem solchen Verfahren glatt aus dem Block herausgequetscht. Die erste Arbeit, die der Dorn leistet, ist die, daß er die unregelmäßigen Zacken des inneren Loches glättet und mit Beginn der Walzarbeit verdichtet und verschweiß. Der Zusammenhang zueinander gehörender Querschnittsteile von Außen- bis Innenwand wird durch den Dorn so weit wieder verfestigt, daß sich die mit seiner Form verbundene Aenderung in der Vorschubgeschwindigkeit im großen ganzen auf die gesamte Wand der Hohlmuße verteilt, wenn auch die unmittelbar am Dorn liegenden Fasern durch die Reibungswiderstände etwas zurückgestreift werden. Der tatsächliche Vorschub des Blockes über den Dorn wird im Gegensatz zum Ziehen über den Stopfen erst dadurch möglich, daß mit der Querwalzarbeit die Wandstärke des Hohlkörpers derartig vermindert wird, daß seine innere Lochfläche größer wird als der entsprechende Dornquerschnitt und sich die Innenwand der Hohlmuße außerhalb der eigentlichen Walzarbeitsstellen vom Dorn löst.

#### Die Versuche.

Zur Untersuchung der Verformungsvorgänge beim Schrägwalzen wurden Versuche angestellt, die in der Hauptsache darin bestanden, daß normale oder nach verschiedenen Gesichtspunkten besonders vorbereitete Blöcke während des Walzvorganges durch Abschalten des Motors und Abbremsen des Schwungrads angehalten wurden. Auf diese Weise ergab sich die Möglichkeit, alle Veränderungen, die im Laufe des Walzens mit dem Block vor sich gehen, zu untersuchen.

Die Untersuchung der Versuchsblöcke wurde nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:

1. Verschiedene in der beschriebenen Weise während des Walzprozesses angehaltene Blöcke wurden in der Längsrichtung aufgeholt, um rein äußerlich ein Bild über die Lochbildung beim Schrägwalzen zu erhalten.
2. Die Verarbeitung des Werkstoffes wurde eingehend mikroskopisch untersucht.
3. Die Aenderung des Primärgütes wurde durch makroskopische Untersuchung festgehalten.
4. Die Querschnittsveränderungen des Blockes in den verschiedenen Bearbeitungsabschnitten wurden gemessen.
5. Die reine Verdrehung des Blockes wurde durch verschiedene Maßnahmen festgestellt.

Das äußere Bild des Lochungsvorganges wird außerordentlich deutlich durch die Abb. 8 wiedergegeben. Aus Abb. 8 ist zu erkennen, wie der Block im ersten Teil der Bearbeitung äußerlich keine Zerstörungserscheinungen in der Blockmitte zeigt und die innere Lochbildung allmählich beginnt, nachdem der Block genügend weit in das Walzwerk vorgeschritten ist. Das Loch ist in der Mitte nicht gleichmäßig, sondern in der schon beschriebenen Weise zackenförmig ausgebildet und nimmt, je näher der Block dem Dorn kommt, gleichmäßig zu.

Die erste Aufgabe der mikroskopischen Untersuchung der Blöcke bestand darin, Aufschluß dar-



Abbildung 8. Längsschnitt durch einen abgebremsten Versuchsblock.

über zu geben, wie die innere Zerstörung und Zermürbung des Werkstoffes vor sich geht, die für die Lochbildung Voraussetzung ist. Die Wirkung des Drehpaares  $Q_1$  und  $Q_2$  auf die Blockmitte im ersten Bearbeitungsabschnitt besteht, wie dargetan, in einer ausgesprochenen Schubwirkung, die die innersten Fasern des Blockes heftig gegeneinander bewegt. Diese theoretische Erkenntnis wird durch sämtliche Mikroaufnahmen einwandfrei bestätigt.

Bei Betrachtung der Mikroaufnahmen muß man sich zunächst immer vergegenwärtigen, daß das Gefügebild nur insofern Schlüsse auf die vorherige Beanspruchung des Materials zuläßt, als die Erscheinungen, die es wiedergibt, nicht von den Kristallisationsvorgängen bei der Abkühlung des verwalzten Blockes abhängig sind. Der Wert der

mikroskopischen Aufnahmen besteht darin, daß man an Hand

1. der Ausbildung der Zeilenstruktur,
2. der Art der mechanischen Zerstörung in Form von Rissen und Löchern, und
3. der Anordnung der Einschlüsse allgemein

sich ein Bild über die Vorgänge beim Walzen machen kann.

Die Schubwirkung des Drehpaares konzentriert sich in der Blockmitte in der sich bildenden Schublinie, die dauernd ihre Lage im Querschnitt des Blockes mit seiner Drehung ändert; sie bestreicht die ganze Fläche des Blockkernes. Theoretisch müßten sich durchweg die prismatischen Zacken im Blockkerne bilden; doch ist Voraussetzung hierfür völlig gleichmäßige Beschaffenheit des Werkstoffes, was praktisch jedoch nie zutrifft. Die schiebende Wirkung der Kräfte  $Q_1$  und  $Q_2$  wird der Werkstoff an der Stelle geringster Schubfestigkeit zuerst auseinanderreißen, und diese Stellen sind überall da, wo sich Anreicherungen an Schlacke usw. befinden. Abb. 9, 10 und 11 (Tafel 3) zeigen besonders deutlich, wie Risse, die durch Schub im Blockinnern entstehen, von einer schwachen Stelle des Querschnittes zur nächsten — von einem Schlackeneinschluß zum nächsten — verlaufen. In Abb. 9 liegen zwei Schublinien vollkommen parallel nebeneinander; außer der Ribbildung haben die Schlackeneinschlüsse durch die hohe Beanspruchung eine mit der Schublinie übereinstimmende langgestreckte Form angenommen, und demgemäß ist auch die Kristallisation des Ferrits zeilenförmig vor sich gegangen. Abb. 10 ist kennzeichnend für die starke Zermürbung im Blockinnern und zeigt deutlich die Bedeutung der Schlackeneinschlüsse für das Aufreißen des Blockes. Je länger die Blockmitte dem Schub unterworfen ist, um so größer wird die Zerstörung, und um so breiter werden die Risse.

Ein Bild von der starken Ueberbeanspruchung, der der Werkstoff im ersten Bearbeitungsabschnitt der Schrägwalzen unterworfen ist, geben Abb. 12, 13 und 14 (Tafel 3). Man erkennt überaus deutlich die Natur der Lochbildung, die ganz unregelmäßig sich nur nach den Zufälligkeiten der Werkstoffverfassung richtet und von großer Porosität begleitet ist. Die genaue Betrachtung der Aufnahmen läßt erkennen, wie die Schiffe allenthalben von Schublinien durchsetzt sind.

Genau dieselben Erscheinungen wie dieser Block zeigten die verschiedensten untersuchten Blöcke.

Der Zweck und der Erfolg der Kleingefügeuntersuchung besteht neben der Klarstellung der Wirkungsweise des Schrägwalzens im Lochungsteil in der Aufklärung der Vorgänge in dem Teil des Schrägwalzwerkes, in dem die Walzarbeit sich auf die Walzen und den Dorn verteilt. Um ein Ergebnis für diesen Teil vorweg zu nehmen, so ist durch die mikroskopische Untersuchung erwiesen, daß die Arbeit des Dornes neben der Querschnittsverminderung hauptsächlich in der Verschweißung der im Lochungsteil entstandenen Porosität und der zackenförmigen



Dr.-Ing. Fritz Kocks: Das Schrägwalzen.

× 150

× 150

× 300

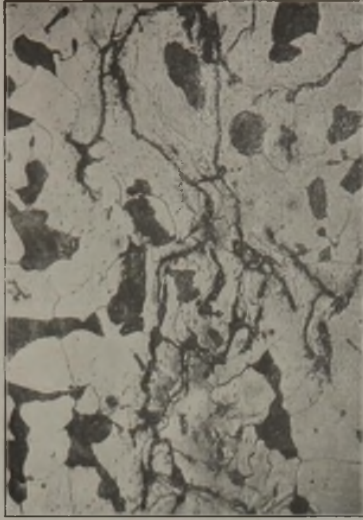


Abbildung 9.

Block 7, Scheibe 1, Längsschliff.

Abbildung 10.

Block 7, Scheibe 1, Längsschliff.

Abbildung 11.

Block 7, Scheibe 2, Querschliff.

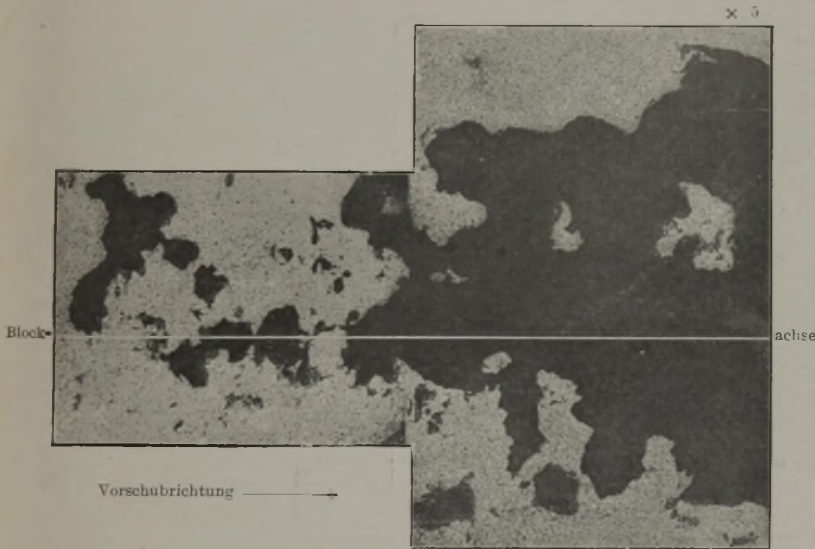


Abbildung 12 bis 14. Block 7, Scheibe 2, Längsschliff.

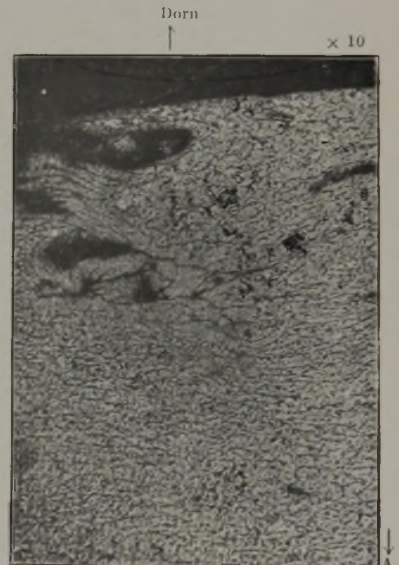


Abbildung 17.

Block 7, Scheibe 5, Querschliff.  
Verschweißung über dem Dorn.

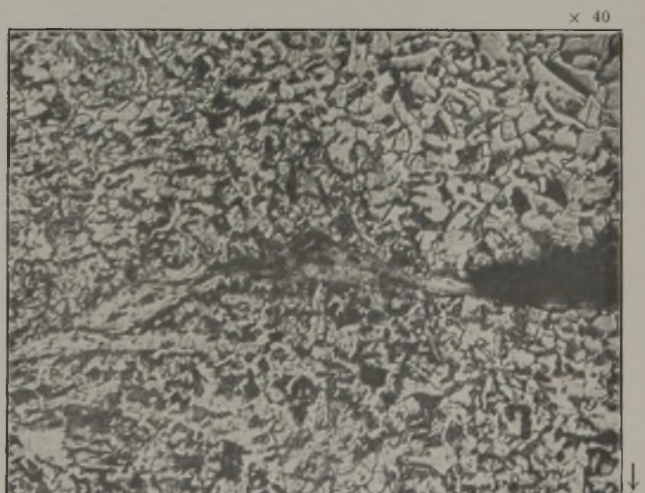
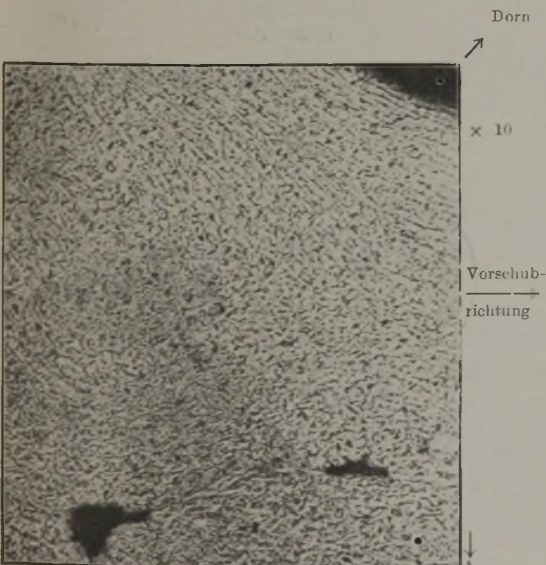


Abbildung 18.

Block 7, Scheibe 4, Längsschliff (aus Abbildung 15).

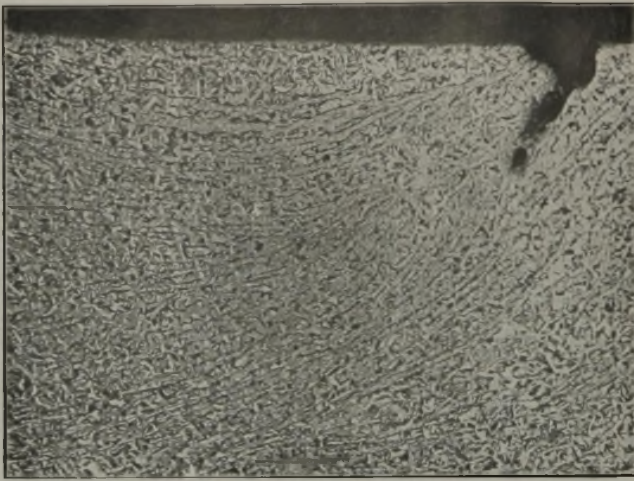


Abbildung 20. Block 8, Scheibe 6, Querschliff.



Abbildung 21.  
Block 7, Scheibe 7, Querschliff.

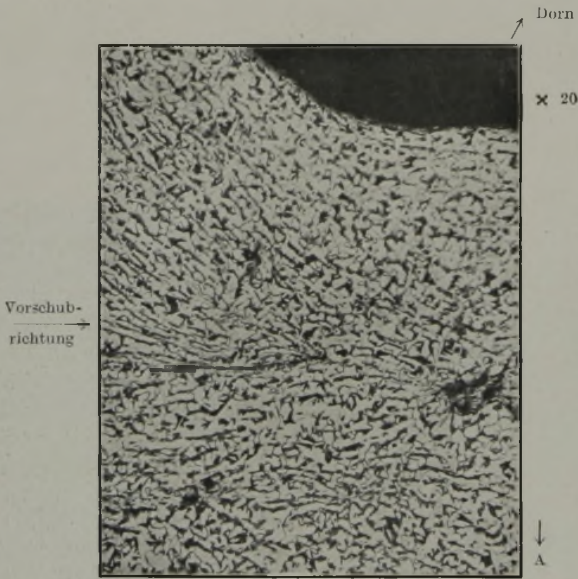


Abbildung 16. Block 7, Scheibe 5, Längsschliff.  
Verschweißung über dem Dorn.



Abbildung 19.  
Block 7, Scheibe 5, Längsschliff.

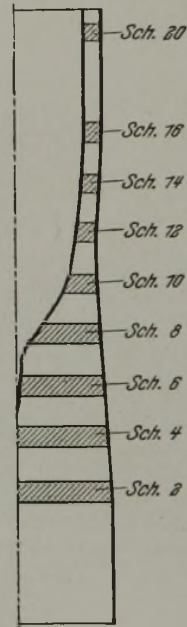


Abbildung 22a.  
Maßstäbliche  
Anordnung der  
untersuchten  
Scheiben im  
Block.

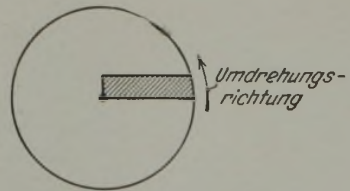
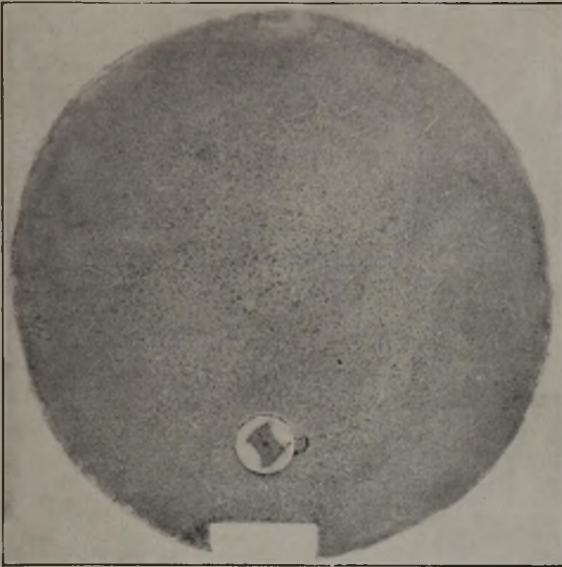


Abbildung 22b.  
Schematische Darstellung  
der Entnahme der Schliffe  
aus dem Querschnitt.

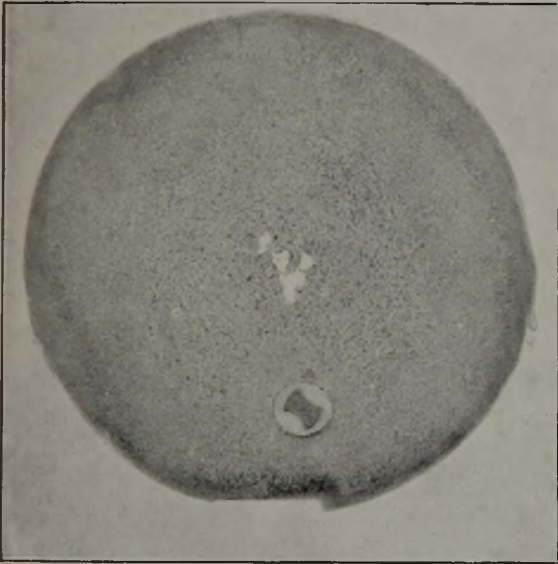
Dr. Ing. Fritz Kocks: Das Schrägwalzen.



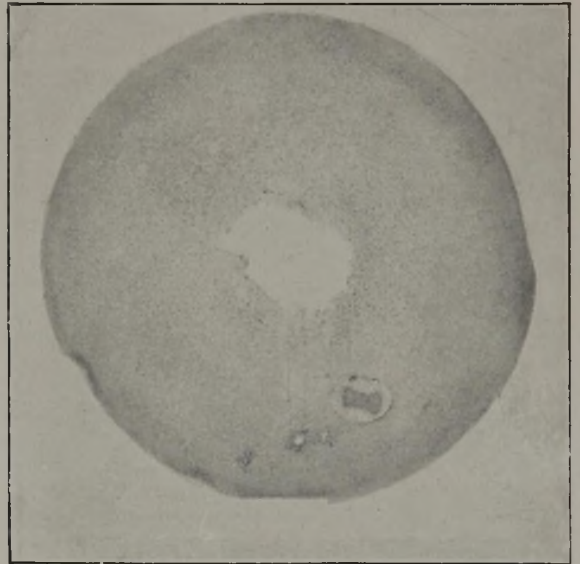
Scheibe 1.



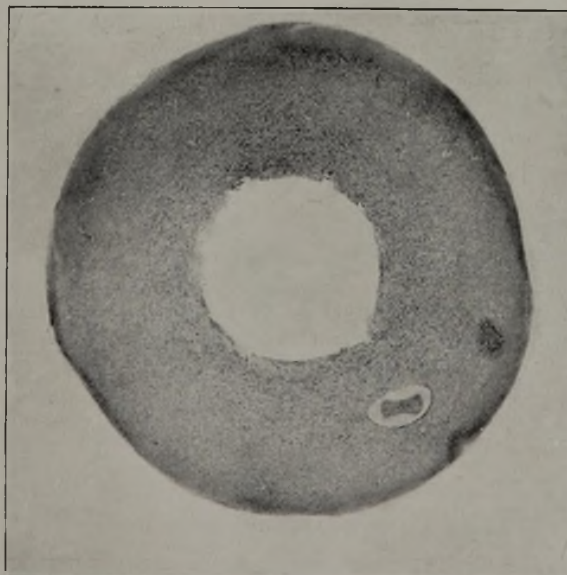
Scheibe 4.



Scheibe 6.

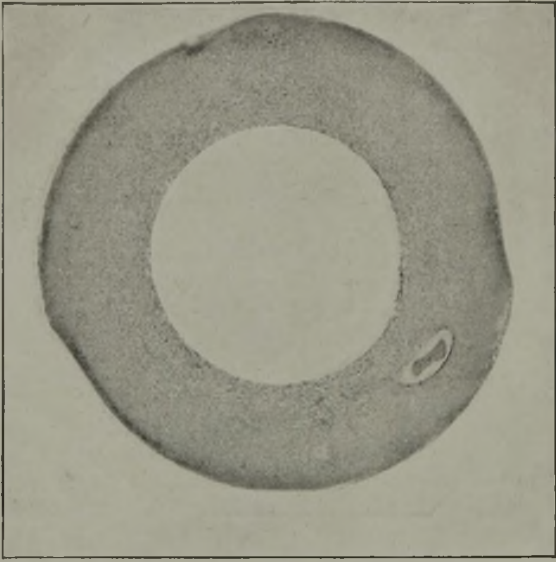


Scheibe 8.

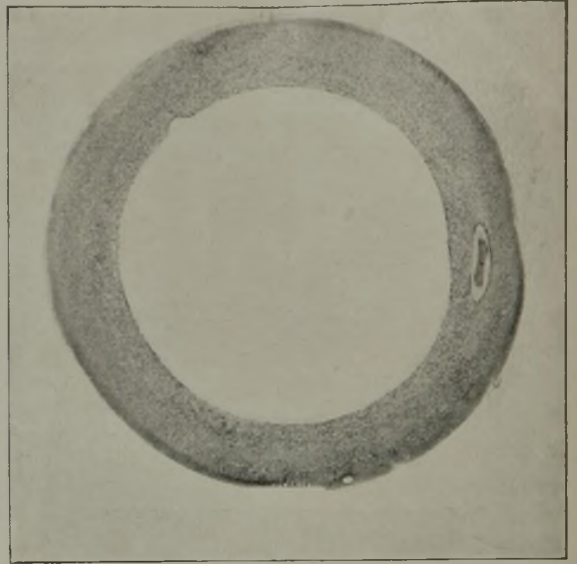


Scheibe 9.

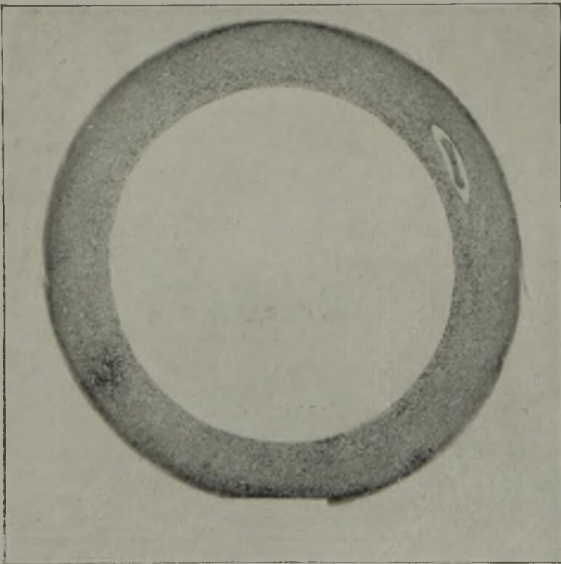
Baumannsche Schwefeldrucke von Querschliffen eines Versuchsblockes, in den zur Feststellung der Verdrehung der Längsfaser ein Längsstab eingegossen war. (Vgl. Abbildung 25 und 27.)



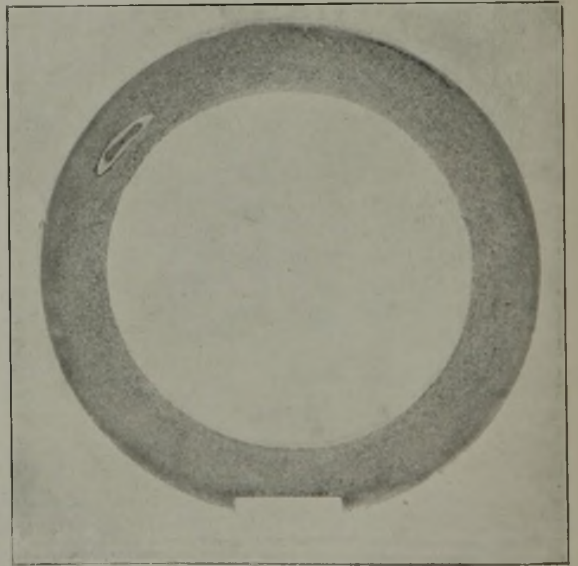
Scheibe 10.



Scheibe 12.



Scheibe 14.



Scheibe 22.

Baummannsche Schwefeldrucke von Querschliffen eines Versuchsblockes, in den zur Feststellung der Verdrehung der Längsfaser ein Längsstab eingegossen war. (Vgl. Abbildung 25 und 27.)

Gebilde besteht, so daß sich ein vollkommen dichter Hohlkörper mit glatter Innenfläche ergibt.

Die Einwirkung des Dornes beginnt, bevor das Walzgut zwischen ihn und die Walze gekommen ist; denn er übt durch seine Form Druckkräfte auf das Innere des Blockes entgegengesetzt zur Vorschubrichtung aus, die es zurückhalten und die zur Querschnittsverminderung und Längenstreckung des Blockes beitragen. Die zweite Arbeit des Dornes ist die, daß er zunächst die regellosen Zacken des inneren Loches durch die Reibung, die er ihnen entgegengesetzt, glättet und aneinanderlegt. Diesen Vorgang kann man an Hand der Baumanschen Schwefelproben (vgl. Tafel 4) verfolgen, und zwar ist bei Scheibe 9 die Glättung der Zacken erreicht. Die Flanken der Zacken werden wieder aneinandergedrückt, und sobald die eigentliche Walzarbeit über dem Dorn beginnt, so starkem Druck ausgesetzt, daß sie vollkommen miteinander verschweißen. Mit der Natur der Bildung der Zacken und Risse an den Stellen, die durch ihre Schlackenhaltigkeit geringe Schubfestigkeit besitzen, ist verknüpft, daß sich an der Oberfläche dieser Zacken durchweg Schlackenteilehen und Einschlüsse befinden. Haben sich zwei solcher Zackenflanken aneinandergelegt und sind bearbeitet worden, so müssen solche Stellen daran zu erkennen sein, daß entweder noch Risse vorhanden sind oder diese Risse allmählich in feine Schlackenadern, die wieder Ferritzeilen zur Folge haben, verlaufen. Dies zeigte sich an vielen Stellen der Schliche.

Abb. 15 und 16 (vgl. Tafel 3) enthalten im Längsschnitt und Abb. 17 im Querschnitt kennzeichnende Stellen, aus denen ersichtlich ist, wie die vorher zusammenhanglosen Teile aneinandergepreßt werden und verschweißen. In Abb. 15 sieht man die Verschweißungslinie, die von einem Loch zum andern als Ferritader verläuft. Zweifellos haben die durch die Ferritzeile geteilten Stellen zwei vorher getrennten Zacken angehört, was durch die stärkere Vergrößerung in Abb. 18 bestätigt wird. Auffallender noch als hier ist dies in Abb. 16. Hier zeigt sich die vorherige Trennung noch in einem feinen Riß, der teilweise von Schlacke angefüllt ist. Abb. 19 zeigt gleichfalls die Verschweißungsarbeit des Dornes, die in einem Zudrücken der Löcher und in einer Verwanzung der Schlackenteile besteht.

Die eigentliche Zeilenstruktur, die sich durch die starke Walzarbeit bildet, ändert vom Eingriff des Dornes an fortschreitend ihre Hauptrichtung je nach der Dicke der Zacken, die sich auf den Dorn legen, bis das Gefügebild nach Beendigung der Walzarbeit Zeilenstruktur zeigt, die vollkommen gleichmäßig ist und parallel zu den Wänden des Hohlkörpers liegt. Ein derartiges Bild zeigt Abb. 20. An der Stelle, an der der Querschnitt des Blockes (die Dicke der Wand) mit der ungleichmäßigen Ausbildung des inneren Loches ein Höchstmaß erreicht, wird der Druck über dem Dorn verhältnismäßig am größten und senkrecht zum Dorn und zur Außenwand des Blockes gerichtet sein. Nach beiden Seiten nimmt der Druck mit der geringeren Wandstärke ab, und der Werkstoff sucht von der Stelle

stärksten Druckes nach denen geringeren Druckes zu fließen. Damit erhält die Druckkraft eine Komponente, die parallel zur Dornwand verläuft; die Resultierende an dieser Stelle ist eine Druckkraft, die zur Dornwand geneigt ist. Senkrecht zur jeweiligen Druckrichtung wird sich die Schlacke formen, und es ergibt sich damit eine unregelmäßig bogenförmige Gestalt der Zeilenstruktur wie in Abb. 20.

Die Stelle der Bearbeitung in Abb. 20 liegt im Anfang des Dorneingriffes, d. h. also dort, wo die Hauptarbeit des Dornes noch nicht geleistet ist. Je weiter der Werkstoff über den Dorn vorwärtsschreitet, um so gleichmäßiger wird die Wand und um so gleichmäßiger werden die Druckkräfte. Mithin orientieren sich auch die Schlackenteile senkrecht zu der endgültigen Richtung des Druckes, und die Zeilenstruktur zeigt ein völlig homogenes Bild. Abb. 21 gilt für den Querschnitt durch eine Hohlmuffe.

Das endgültige Kleingefüge der Hohlmuffe ist durchaus gleichmäßig, und von der ursprünglichen Zerstörung im ersten Bearbeitungsabschnitt ist keine Spur mehr festzustellen.

Die Ansicht von Wolff<sup>3)</sup>, daß im Schrägwalzwerk keine Verschweißung des Werkstoffes in Frage komme, ist auf Grund der hier wiedergegebenen Abbildungen völlig widerlegt. Würde der Werkstoff nach der Zerstörung und Zermürbung im Lochungsteil nicht wieder im sogenannten Querwalzteil stark durchgearbeitet, und würden Löcher und Risse nicht verschweißen, so würde man auf diesem Herstellungsweg nie gesunde Rohre, sondern nur Ausschub erzielen.

Im Gegensatz zur mikroskopischen Untersuchung der Versuchsblöcke, die hauptsächlich Aufschluß über die innere Verarbeitung des Walzgutes gibt, liegt die Bedeutung der makroskopischen Bearbeitung der Schliche darin, daß man aus ihr die Verformung der Randteile der Blöcke entnehmen kann.

Die in der Metallographie mit Transkristallisation bezeichnete Erscheinung, daß unter gewissen Vorbedingungen sich das Primärgefüge bei der Erstarrung des Eisens an der Kokillenwand parallel zur Richtung des Wärmeflusses — d. h. senkrecht zur Kokillenwand — anordnet, gibt mit ihren langen, spießartigen Randkristallen, die radial auf die Blockmitte zulaufen, ein Mittel zur Erkenntnis der Verformungsvorgänge an die Hand.

Aetzungen, die das Primärgefüge des Blockes freilegen, geben demnach unter Umständen Gelegenheit, die Aenderung der Form der Randnadeln in den verschiedenen Bearbeitungsabschnitten zu verfolgen.

Bei mehreren Versuchsblöcken konnte diese Transkristallisation nach Aetzung mit dem von Oberhoffer verbesserten Rosenhainschen Aetzmittel festgestellt werden. Die Art der Probenahme geht aus Abb. 22a und b (Tafel 3) hervor. Bezüglich der Schlibbilder sei auf den Originalbericht verwiesen.

Zunächst ist klarzustellen, daß jede Formänderung der Randnadeln mit einer ungleichmäßigen Verarbeitung des zugehörigen Querschnittes gleichbedeutend ist. Würde nämlich der Block durch die Schrägwalzen in seiner Länge vollkommen gleich-

<sup>3)</sup> Vgl. Quellennachweis.

mäßig gestreckt, so daß sich sein Querschnitt ähnlich wie beim Zerreißstab ganz regelmäßig zusammenzöge, so müßten die Randnadeln unbedingt ihre senkrechte Richtung zur Blockwand beibehalten.

In der Drehrichtung erleidet der Block eine Verdrehung. Würden in dieser Hinsicht die Blockquerschnitte vollkommen gleichmäßig gegeneinander verdreht, so müßten auch hier die spießartigen Kristalle senkrecht auf der Blockwand stehen bleiben. Aus der Lagenänderung der Nadeln läßt sich also nicht auf die gesamte Längsstreckung und nicht auf die tatsächliche Verdrehung des Werkstoffes schließen, sondern nur auf den Unterschied der Verarbeitung in den verschiedenen Abständen von der Blockwand.

Daß der Werkstoff in den ersten Bearbeitungsabschnitten innen stärker nach vorne gezogen wird als die Außenteile des Blockes, bezeugen die Vorschubschliffe der Scheiben 2 und 4 (Abb. 22). Die Gründe hierfür sind im ersten Teil der Arbeit ausführlich erörtert worden. In den ersten Querschnitten eines Blockes sind diese durchsetzt von einer Fülle von Kraftwirkungslinien, die alle den Werkstoff mit größerer Geschwindigkeit nach vorne ziehen wollen als der zu dem Querschnitt gehörige Walzendurchmesser. Man vergegenwärtige sich hierbei die schematische Abb. 6 mit der Anordnung der Kraftwirkungslinien.

Je näher die Blockquerschnitte dem höchsten Punkt der Walze liegen, um so geringer wird die Kraftlinienzahl, die durch sie hindurchgeht. Die Mitte des Blockes erreicht schließlich einen Punkt, an dem keine Kraft mehr vorhanden ist, die sie schneller als die nebenliegenden Teile nach vorne zu ziehen versucht, und die Kraftwirkungslinien nähern sich immer mehr der Außenwand des Blockes. Wird also zunächst die Blockmitte schneller als die Außenwand durch das Walzwerk befördert, so kehrt dieser Vorgang, je weiter der Block in das Walzwerk vordringt, seine Richtung um, und die Blockhaut wird von einem bestimmten Punkt der Bearbeitung an heftiger nach vorn gezogen als die Blockmitte. Unterstützt wird dieser Vorgang noch dadurch, daß der Dorn innen einen nicht unerheblichen Widerstand gegen den Vorschub hervorruft.

In Abb. 22 ist der Punkt, von dem an die Außenfasern stark nach vorn gezogen werden, bei Scheibe 8 schon überschritten; die Erscheinung hat hier ein beträchtliches Maß erreicht. Bei Scheibe 10 beginnt schon das Querwalzen, und die Randnadeln, die bis dahin zunächst mit dem einen Ende und darauf mit dem anderen Ende vorgeschoben wurden, werden nun durch den Druck über dem Dorn mit beiden Enden gegeneinandergequetscht und nehmen eine ausgesprochen bogenförmige Gestalt an. Das Kennzeichnende, das sich aus den Vorschubschliffen ergibt, wird skizzenmäßig in Abb. 23 zusammengefaßt.

In den Querschnittsebenen verändert sich die Form der langen Kristalle ebenfalls ganz wesentlich. Da der glühende Block zwar leicht zu bearbeiten, aber nicht vollkommen unelastisch ist, setzt er seiner

Verformung noch einen ziemlich erheblichen Widerstand entgegen und paßt sich nicht überall den Umfangsgeschwindigkeiten an, die die Walzen auf ihn zu übertragen suchen. Wie schon besprochen, stellt sich eine Art mittlere Drehzahl ein, und die Blockhaut wird abwechselnd vorwärts und rückwärts gezogen. Die wechselnde Beanspruchung in der Drehrichtung ist von ganz außerordentlichem Nachteil. Um ihre Wirkung mit einem Vergleich zu erklären, wird mit den nadeligen Randkristallen eine ähnliche Bearbeitung vorgenommen wie mit einem Draht, den man zur Probe seiner Festigkeit hin und her biegt. Je größer der Druck ist, den die Walze auf das Walzgut ausübt, um so nachteiliger ist die wechselnde Richtung der Beanspruchung der Außenhaut.

Bei der Herstellung einer Hohlmaffe in einem normalen Schrägwalzwerk, dessen Walzen nach den eingangs geschilderten Gesichtspunkten kalibriert sind, die demnach einen Lochkonus (Vorkaliber) und daran anschließend einen Querwalzkonus (Fertigkaliber) haben, ändert diese Beanspruchung nicht nur einmal, sondern zum größten Schaden des Block-

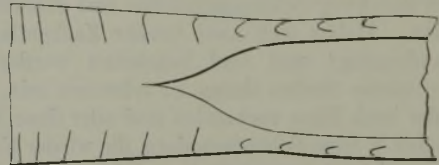


Abbildung 23. Richtungsänderung der Randnadeln im Längsschnitt.

äußern gerade an der Stelle größten Druckes über dem Dorn bei fallendem Walzendurchmesser zum zweiten Male ihre Richtung. Die Außenschalen einer Hohlmaffe rühren meistens von dem unter großem Druck auftretenden Richtungswechsel der Reibungskräfte zwischen Blockhaut und Walze im Querwalzkonus her. Die Beobachtung des Walzens im Betrieb bestätigt diesen Vorgang.

Der nachteilige Einfluß der Verdrehung des Werkstoffes besteht mithin weniger in der reinen Verdrehung, die die Blockfaser erleidet, sondern darin, daß die Festigkeit des Blockes gegenüber Verdrehung zu groß ist, und mit der Einstellung einer mittleren Drehzahl die Außenhaut des Blockes in verschiedenen Richtungen wechselnd hin und her gezogen wird.

Die wirkliche Beanspruchung der dünnen Blockhaut ist auf den Querschliffbildern<sup>4)</sup> nicht in dem Maße zu ersehen, wie sie den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Die Verformung der nadeligen Randkristalle läßt nur ahnen, welch große Reibungskräfte die Blockwand auszuhalten hat. Bis zur Scheibe 2 (Abb. 24) haben die Randnadeln in den Querschliffen noch keine Veränderung erfahren, Scheibe 4 zeigt das Zurückbleiben der Außenhaut, Scheibe 6 dasselbe in verstärktem Maße. Bei Scheibe 8 ist der Punkt des reinen Abrollens der Walze auf dem Walzgut schon überschritten, die Reibung hat ihre Richtung umgekehrt, und die Außenhaut wird vorgezogen. Letzteres vollzieht sich nun gemäß der Größe der hier wirkenden Kräfte sehr rasch, und bei Scheibe 10

<sup>4)</sup> Tafel VIII des Originalberichtes.

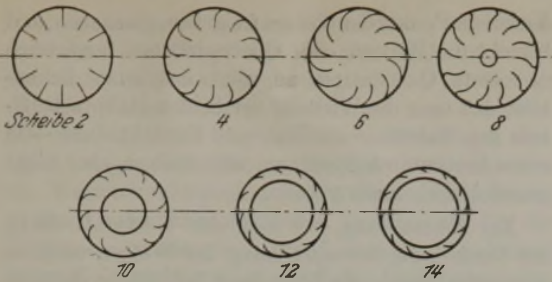


Abbildung 24. Richtungsänderung der Randnadeln im Querschnitt.

ist die Krümmung der Randkristalle der der ersten Querschnitte entgegengesetzt. Bis zur Scheibe 14 wird die Außenhaut gegenüber dem Innern weiter vorgezogen; von hier an erleidet sie keine sichtbare Veränderung mehr.

**Die Querschnittsveränderungen.**

Zur Feststellung der Querschnittsveränderungen, die der Block bei seiner Verarbeitung zur Hohlmuffe erleidet, wurden alle Versuchsblöcke zunächst in verhältnismäßig dünne Scheiben zerschnitten. Vor der weiteren metallographischen Bearbeitung wurden die ganzen Scheiben geschliffen und Baumannsche Schwefeldrucke hergestellt, deren Hauptwert darin besteht, daß sie durch die vollkommene Wiedergabe der Querschnitte in natürlicher Größe eine genaue Ausmessung aller bedeutungsvollen Erscheinungen ermöglichen. Durch Ausplanimetrieren des Blockquerschnittes (a) sowie des Lochquerschnittes (i) wurde der wirkliche Werkstoffquerschnitt (g) ermittelt.

Um Aufschluß darüber zu erhalten, wie die Querschnittsveränderungen vor sich gehen, wurden die Querschnitte kurvenmäßig aufgetragen und hieraus die Kurve des Differentialquotienten ermittelt. Die Beurteilung des Walzvorganges wird dadurch wesentlich erleichtert. Die Kurven des Differentialquotienten sind mit  $a'$ ,  $i'$  und  $g'$  in ihrer Zugehörigkeit zu den a-, i- und g-Kurven festgelegt.

Wie die Art der Verarbeitung des Walzgutes durch die Formgebung und Stellung der Walzen geändert werden kann, wird in einleuchtender Weise durch Abb. 25 einerseits und Abb. 26 andererseits dargetan. Die Versuche wurden in zwei verschiedenen Schrägwalzapparaten durchgeführt, deren Arbeitsweise sich erheblich voneinander unterschied. Aus Abb. 25 ist zu entnehmen, daß der hier wiedergegebene Versuchsblock seine gesamte Längsstreckung im Lochkonus erfahren hat. Die Kurven g und a neigen sich im Anfang ganz allmählich, und die eigentliche Längsstreckung beginnt erst, nachdem der Querschnitt des Blockes die ovale Form angenommen hat und die Arbeitsflächen der Walzen groß genug geworden sind, um die erforderlichen Vorschubkräfte auf das Walzgut zu übertragen. Die Kurven g und a stimmen so lange überein, als keine innere Lochbildung auftritt. Die äußere Querschnittsverminderung verläuft im allgemeinen stetig genau entsprechend der keilförmigen Verengung des Abstandes zwischen den Walzen und dem Wachsen des

Walzendurchmessers. Das anfängliche starke Ansteigen der  $a'$ -Kurve weist auf eine Unregelmäßigkeit in der Querschnittsverminderung bei Arbeitsbeginn hin, die nicht ohne weiteres zu erklären ist. Die Bildung des inneren Loches tritt ausgesprochen nach einem Vorschubweg von 180 mm auf und steigt von da an bis zum Dorneingriff allmählich. Stark nimmt die Querschnittsverminderung zu, nachdem der Dorn in den Walzvorgang eingreift, und die  $g'$ - und  $i'$ -Kurven steigen sehr steil an, bis beide nach etwa 350 mm Vorschub ihren Höhepunkt erreichen. Hier wird also die Hauptarbeit zur Längsstreckung ge-

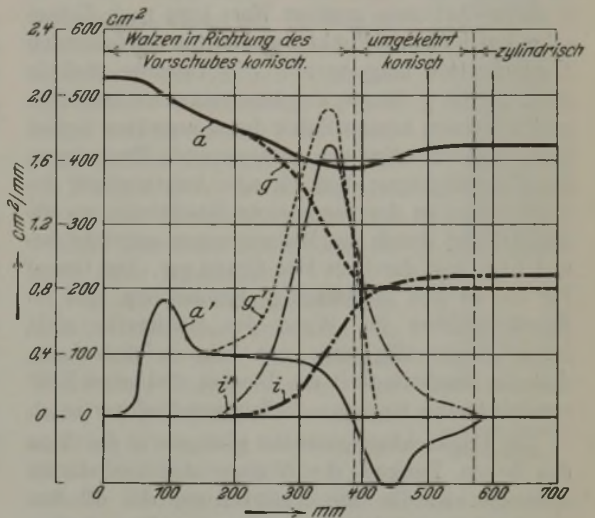


Abbildung 25. Querschnittsveränderung eines Blockes im Schrägwalzwerk. Hauptstreckarbeit im Lochungskonus.

leistet. Die  $g'$ -Kurve fällt von hier an geradlinig steil ab, und der gesamte Querschnitt erleidet nach 420 mm Vorschub keine Verringerung mehr. Anders verläuft die  $i'$ -Kurve; sie durchschneidet  $g'$  hinter dem hohen Punkt der Walze, und von hier an nimmt

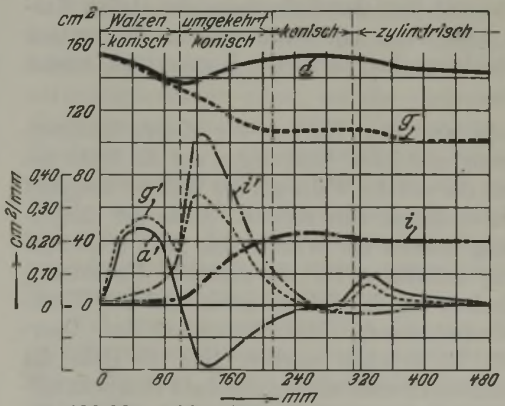


Abbildung 26. Querschnittsveränderung eines Blockes. Hauptstreckarbeit im Lochungs- und Querwalzkonus.

damit die Fläche des inneren Loches mehr zu, als der gesamten Querschnittsverminderung entspricht, und der Block wird aufgeweitet. Hat die Querschnittsabnahme nach 420 mm Vorschub aufgehört, so besteht die Arbeit der Walzen und des Dornes nur in reinem Querwalzen, in der Verschweißung der inneren Porosität und der Zacken und in der Verminderung der Wandstärke.

Im Gegensatz zu diesem Schaubild steht das folgende, das für einen in einem anderen Schrägwalzwerk abgebremsten Block gilt. In Abb. 26 wird der Querschnitt im Lochkonus ziemlich rasch um ein bedeutendes Maß verringert, und die innere Höhlung bildet sich unmittelbar nach Arbeitsbeginn. Die  $g'$ -Kurve klärt über eine Unstetigkeit in der Querschnittsverminderung auf; nachdem nämlich in der Mitte des Lochkonus ein Höchstmaß an Querschnittsverminderung vorhanden ist, fällt sie zum hohen Punkt der Walzen ziemlich steil ab, um sofort danach mit dem Dorneingriff sehr stark wieder zu wachsen. Die  $g'$ -Kurve hat ihren größten Wert kurz nach Uberschreiten des hohen Punktes und fällt in den folgenden Querschnitten langsam ab. Die Tatsache, daß in Abb. 26 die  $g'$ -Kurve die Abszissenachse schneidet und auf einem kurzen Stück durch negatives Gebiet läuft, ist keine allgemein vorkommende Erscheinung des Walzvorganges; denn für eine Aufstauchung des Werkstoffes an der zugehörigen Blockstelle, wo die Bearbeitung durch die Walzen schon ungefähr beendet ist, liegt durchaus kein Grund vor. Der Grund für die an sich merkwürdige Erscheinung, daß im Schrägwalzwerk die Wand der Hohlmuffe nicht immer gleichmäßig wird, liegt wahrscheinlich darin, daß die Beschaffenheit des Blockes und seine Bildsamkeit an den einzelnen Stellen verschiedenartig ist.

Die Ungleichförmigkeit der  $g'$ -Kurve in der Nähe des hohen Punktes der Walzen und ihr starkes Ansteigen ist für die Verarbeitung des Blockes zweifellos ungünstig. Je heftiger die Querschnittsverminderung ist, um so größer ist die spezifische Flächenpressung zwischen Walze und Walzgut, und um so höher ist die Beanspruchung des Blockes. Durch ein geringes Vorstellen des Dornes wäre die Stetigkeit in der Verarbeitung des Blockes gewährleistet worden, der Höchst- und Mindestwert der  $g'$ -Kurve mit dem dazwischenliegenden steilen Kurvenast wäre durch ein kontinuierliches, vermutlich zur Abszissenachse paralleles Kurvenstück ersetzt worden.

Allein aus den Kurven der Querschnittsverminderung und ihren Ableitungen auf die Höhe des Druckes, der von der Walze auf das Walzgut ausgeübt wird, zu schließen, wäre verfehlt. Außer der Längsstreckung müssen die Walzen eine ganz erhebliche Leistung aufbringen für die dauernde Umformung des Blockes, für die Schweißarbeit und die Wandstärkenverminderung (das Aufweiten) im Querwalzteil. Es ist nicht möglich, über die Höhe des tatsächlichen Druckes an den einzelnen Bearbeitungsstellen nach unseren heutigen Kenntnissen über die mannigfachen Größen, die für die Bildsamkeit des Eisens bei den Walztemperaturen und für die entsprechenden Reibungswerte maßgebend sind, Berechnungen anzustellen.

Der wesentliche Wert der besprochenen Schaubilder ist der, daß sie zu erhellen vermögen, wie verschiedenartig man im Schrägwalzwerk arbeiten kann, um Hohlkörper zu erzielen. Ist bei dem zuerst beschriebenen Versuchsblock die gesamte Längsstreckung bis zum Durchlaufen des Querschnittes, den

die hohen Punkte der Walzen freigeben, geschehen, und besteht die Wirkung des Querwalzkonus tatsächlich in reinem Querwalzen, so zeigt das letzte Schaubild, daß man die Wirkung der beiden Hauptarbeits-teile der Walzen — des Vor- und Fertigkalibers — in einen bestimmten Spielraum verschieben, aber nicht grundsätzlich ändern kann.

Zur Feststellung, wie sich der Werkstoff durch die Verdrehungsbeanspruchung der Walzen wirklich verwindet, wurde die Längsfaser der Blöcke dadurch eindeutig festgelegt, daß runde Walzstäbe vor dem Guß der Blöcke in die Kokillen in bestimmte Abstände von der Wand gestellt, durch irgendwelche Mittel gehalten und dann die Blöcke gegossen wurden. Entgegen der normalen Gießweise mußten die Blöcke fallend gegossen werden, damit die Stäbe am unteren Ende nicht durch das Hochsteigen des flüssigen Eisens abgeschmolzen und in ihrer Lage verändert wurden. Um ein einwandfreies Wiedererkennen der Stäbe zu sichern, wurden in einen außerordentlich harten Block mit hohem Kohlenstoffgehalt sehr weiche Stäbe mit etwa 0,1 % C eingesetzt. Diese Maßnahme hat sich sehr gut bewährt, so daß beim Abdrehen der Scheiben dieser Blöcke die Stäbe mit bloßem Auge zu erkennen waren.

Die Verformung innerhalb der Querschnitte ließ sich nur an der Außenwand durch die langen, spießartigen Randkristalle verfolgen, während die Blockmitte keine Gelegenheit zur Untersuchung bot.

Die einwandfreie Messung der Verdrehung, die die Längsstäbe im Arbeitsvorgang erfahren hatten, wurde durch die Baumannschen Schwefelproben, die vorher schon zur Bestimmung der Querschnittsverhältnisse gedient hatten, ermöglicht. Vor dem Zerschneiden des Blockes wurde er mit einer breiten Längsnute versehen, damit man bei Feststellung der Verdrehung stets eine Stelle auf der Scheibe hatte, zu der die Lage des Stabes in Beziehung gesetzt werden konnte. Die Baumannschen Schwefelproben sind in Tafel 4 so angeordnet, daß die Nute wagerecht an der unteren Kante des Bildes liegt, daß also die Lage des Stabes auf dem Bilde genau der tatsächlichen Verdrehung entspricht. Aus der Messung der Verdrehung ergibt sich Abb. 27 mit der V-Kurve der tatsächlichen Verdrehung und der  $V'$ -Kurve als erster Ableitung der Kurve, die die Natur der V-Kurve klarlegen soll.

Man sieht, daß die Verdrehung in den ersten Bearbeitungsquerschnitten gleich Null ist, und damit wird die Behauptung bewiesen, daß die Drehzahl der Blockquerschnitte im Anfang sich nicht den Walzengurchmessern anpaßt, sondern eine höhere ist und ein Schlupf zwischen Walze und Walzgut besteht, der die Außenhaut des Blockes zurückstreift. Nach 80 mm Bearbeitungslänge steigt die Verdrehung allmählich parabelförmig an. Die wirkliche Bedeutung der Kurven der Differentialquotienten wird durch die  $V'$ -Kurve dargelegt. Aus der V-Kurve ist nämlich vom hohen Punkt der Walze an keine wesentliche Veränderung mehr auffallend, während die  $V'$ -Kurve deutlich auf eine Unregelmäßigkeit der Verdrehung in der Nähe des hohen Punktes der Walzen und auf



eine anschließende Rückwärtsverdrehung des Stabes hinweist. Die Längsfaser, der der Stab angehört, hat sich anscheinend vorwiegend der Drehzahl, die die Walze in dem Querschnitt, der bei etwa 500 mm in Abb. 27 liegt, auf ihn zu übertragen versucht, angepaßt. Das zeitweilige Ueberschreiten des Walzendurchmessers, der zu diesem Querschnitt gehört, in der Nähe des hohen Punktes war für die Längsfaser in diesem Abstand von der Blockwand vermutlich nicht von sonderlicher Bedeutung und zeigte sich schließlich nur in der beschriebenen Unstetigkeit der Kurve. Eine genaue Erklärung für diese Erscheinung läßt sich aber nicht geben.

Ein Bild von der Beanspruchung, die die Blockhaut auszuhalten hat, gibt in Verbindung mit Abb. 27 Abb. 28. Es wurde nämlich in die Außenwand eines Blockes, der die gleichen Abmessungen wie in Abb. 27 hatte, und der in gleicher Stellung der Walzen verwalzt wurde, eine kleine Längsnute eingehobelt, die nach dem Versuch die Gestalt hatte, die in Abb. 28 mit Kreide sichtbar gemacht ist. Es ist zu erkennen, daß die Außenhaut sich genau den Reibungsverhält-

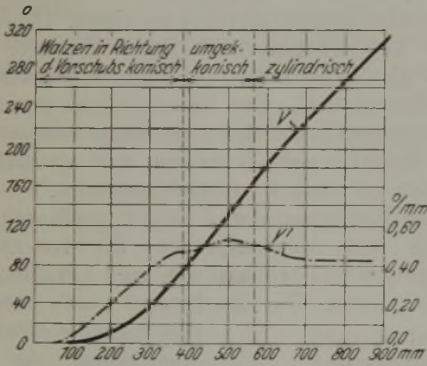


Abbildung 27. Verdrehung eines eingegossenen Längsstabes.

nissen zwischen der Walze und dem Walzgut anpaßt. Zunächst wird die Nute durch die schnellere Drehzahl des Blockes durch die Walzenoberfläche zurück- und ganz in die Breite gestreift, dann wird sie mit der Anpassung der Uebersetzungsverhältnisse vorverdrehet und kehrt mit dem fallenden Walzendurchmesser ganz scharf ihre Richtung um und wird zurückverdrehet. Dieses Zurückverdrehen ist durch die großen Reibungskräfte, die durch den starken Druck über dem Dorn vorhanden sind, ohne weiteres zu verstehen. Setzt man zu dieser Rückwärtsverwindung der Außenhaut die Vorwärtsverdrehung, die auch noch im Querwalzkonus mit dem Stab geschieht, der im rohen Block von 260 mm  $\Phi$  etwa 50 mm von der Wand entfernt lag, in Beziehung, so gibt es kaum eine Möglichkeit, die Beanspruchung deutlicher zu kennzeichnen, die die Blockhaut auszuhalten hat.

Betrachtet man das Ergebnis, zu dem die Untersuchung des Schrägwalzverfahrens durch Betriebsversuche und ihre entsprechende Auswertung führt, so bestätigt es in vollem Umfang die durch theoretische Ueberlegung gewonnene Erkenntnis.

Als Kennzeichen war für das Vorkaliber, in dem die Lochungsarbeit geleistet wird, die Zermürbung des Blockkernes durch das Drehpaar  $Q_1$  und  $Q_2$

und die Längs Streckung und innere Lochbildung durch die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit erklärt. Das Kleingefüge zeigt in klarster Weise die zerstörende Wirkung, die  $Q_1$  und  $Q_2$  auf den Werkstoff in den ersten Bearbeitungsquerschnitten haben, und die makroskopischen Längsschliffe durch die Versuchsblöcke beweisen, daß die inneren Blockteile durch das Ansteigen der Vorschubgeschwindigkeit beschleunigt nach vorne und aus der Mitte gezogen werden.

Die Wirkung des Fertigkalibers, in dem Walzarbeit quer zur Fortbewegungsrichtung des Blockes geleistet wird, besteht in einer Verschweißung der inneren Porosität und rissigen Lochbildung, im Aufweiten und im Ausgleich der Wandstärke, mithin also darin, daß in ihm das Walzgut neben der gewünschten Form eine Erhöhung seiner Güte erfährt. Sämtliche Schliffbilder belegen diese Anschauung.

Was die Aenderung der Querschnittsverhältnisse anbelangt, so zeigen die in zwei verschiedenen Walzwerken durchgeführten Versuche, wie grundsätzlich verschieden man eine Schrägwalze betreiben und durch die Kalibrierung der Walzen und die Stellung des Dornes die Grenzen von Vor- und Fertigkaliber weitgehend verschieben kann.

Wurde im ersten Teil der Arbeit schon die Bedeutung, die der Verdrehung des Blockes für den Walzvorgang als solchem zukommt, entgegen vielfach geäußerten Ansichten auf das richtige Maß zurückgeführt, so erhält die dargelegte Meinung durch die Versuche eine wesentliche Bekräftigung.

Durch rein mathematische Untersuchungen<sup>5)</sup> läßt sich außerdem nachweisen, daß die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit, die für das Vorkaliber als notwendig erkannt wurde, an die Verdrehung des Walzgutes gekettet ist. Diese Verkopplung beider Erscheinungen ist der bedauerlichste Fehler, der dem Schrägwalzverfahren von Natur aus anhaftet. Wollte man jedoch die Verdrehung als primär und die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit als sekundär betrachten, so würde man Ursache und Wirkung miteinander vertauschen.

Will man das ursprüngliche Ziel der Erfinder des Schrägwalzverfahrens, in einem Arbeitsgang aus vollem Material fertige Rohre mit dünner Wand herzustellen, weiterverfolgen, so ist Vorbedingung hierfür, daß man sich über die tatsächlichen Vorgänge im Schrägwalzwerk, über seine Vorzüge und Fehler klar wird und Ueberlegungen darüber anstellt, ob und in welcher Weise die vorhandenen Fehler ausgemerzt oder gemildert werden können.

Wenn die vorliegende Arbeit mit ihren theoretischen Erwägungen über die Verformungsvorgänge beim Schrägwalzen und mit der Bestätigung der



Abbildung 28. Verdrehung der Außenhaut, ermittelt durch eine eingehobelte Längsnute.

<sup>5)</sup> Vgl. Mathematische Erörterungen des Ber. Walzw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 47 (1926).

gewonnenen Erkenntnisse durch umfassende metallographische Untersuchungen dazu beiträgt, die Natur des Schrägwalzens ganz allgemein zu erhellen, so wird mit ihr die Grundlage für die Untersuchung aller möglicherweise bedeutsamen Einzelvorgänge bei den einzelnen Verfahren geschaffen und ihr wesentlicher Zweck erfüllt.

**Quellennachweis.**

1. A. Bousse: Die Fabrikation nahtloser Stahlrohre. (Hannover: Dr. M. Jänecke 1908.)
2. W. C. Chancellor: American Practice in the Manufacture of Seamless Steel Tubing. Iron Coal Trades Rev. 109 (1924) S. 510/2.
3. C. F. Davies: The Rotary Piercing Machine for Steel and Copper Billets. Engg. 112 (1921) S. 527/8.
4. Diegel: Röhrenfabrikation. S.-A. (Berlin: Leonh. Simion 1900.)

5. J. Gassen: Ueber die Lochbildung beim Schrägwalzverfahren. St. u. E. 41 (1921) S. 1767/71.
6. K. Gruber: Ueber die Herstellung nahtloser Rohre unter besonderer Berücksichtigung des Mannesmannschen Schrägwalzverfahrens. Dr.-Ing.-Dissertation, Breslau 1917; St. u. E. 39 (1919) S. 1029/36, 1067/75, 1096/1100, 1174/7, 1204/8, 1239/44.
7. H. Leobner: Ueber das Mannesmannsche Röhrenwalzverfahren. (Hamburg 1897.)
8. I. A. Richards: Manufacture of Solid-Drawn Steel Tubes. Iron Coal Trades Rev. 105 (1922) S. 880/1.
9. I. Torka: Theorie des Mannesmannschen Röhrenwalzwerkes. Z. V. d. I. 32 (1888) S. 842/6, 863/8.
10. F. Reuleaux: Ueber das Mannesmannsche Röhrenwalzverfahren. Z. V. d. I. 34 (1890) S. 621/7.
11. C. Wolff: Die Verwendung von siliziiertem und unsiliziiertem Stahl zur Herstellung von nahtlosen Röhren nach dem Schrägwalz- und Pilgerschrittverfahren. Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 100 (1925); St. u. E. 45 (1925) S. 1958/61.

## Silizium-Baustahl aus dem Siemens-Martin-Ofen.

Von Walzwerkschef J. Meiser in Dortmund.

In dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> ist in letzter Zeit schon mehrfach über Festigkeitsuntersuchungen an Walzstäben aus kohlenstoffarmem Flußstahl mit etwa 1 % Silizium berichtet und auf den günstigen Einfluß eines solchen Siliziumzusatzes hingewiesen worden. Die Zugfestigkeit und in noch höherem Maße die Streckgrenze werden erhöht, ohne daß Dehnung und Einschnürung wesentlich sinken. In Zahlentafel 1 sind die bei verschiedenen Prüfstellen erhaltenen Mittelwerte für die Festigkeitseigenschaften von Schmelzungen der Freund-A.-G. aus dem Bosshardt-Ofen, soweit sie im Schrifttum bekannt geworden sind, zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Festigkeitseigenschaften von Siliziumstahl-Schmelzungen der Freund-A.-G. aus dem Bosshardt-Ofen.

Prüfstelle	Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze Zugfestigkeit % <sup>100</sup>	Dehnung %	Einschnürung %
K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Dortmunder Union, Hoesch	35,8	51,6	69,5	27,9	63,2
Gillet (Bureau of Standards)	39,72	53,20	74,60	25,0	63,0
Roß (Techn. Hochschule, Zürich)	38,1	49,4	77,2	25,9	65,1

Bei den untersuchten Schmelzungen rheinisch-westfälischer Hüttenwerke aus dem Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart handelte es sich durchweg um Versuchsschmelzungen, und es wurde darauf hingewiesen, daß weitere Erfahrungen der Stahlwerke eine Verbesserung der damals mitgeteilten Werte erhoffen ließen. Es dürfte daher von Interesse sein, die vor kurzem im laufenden Betriebe zweier Siemens-Martin-Stahlwerke aus den üblichen Oefen beim Erschmelzen hochsiliziumhaltigen Baustahls ermittelten Festigkeitswerte kennenzulernen.

Die Abteilung Dortmunder Union der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., hat zur Zeit in ihrem Brückenbau die Herstellung einer Weserbrücke aus Siliziumstahl in Auftrag. Der hierzu benötigte Stahl, insgesamt 900 t, wird in einem kippbaren Siemens-Martin-Ofen von etwa 80 t Fassung erschmolzen.

Bisher wurden acht Schmelzungen hergestellt (rd. 600 t), welche die in Zahlentafel 2 wiedergegebene chemische Zusammensetzung aufwiesen. Die Kohlenstoff- und Mangangehalte liegen durchweg etwas höher als die der früher untersuchten Schmelzungen der Freund-A.-G. Die Universaleisen wurden aus Rohbrammen von etwa 2 t Gewicht gewalzt, während die Winkel- und Formeisen aus quadratischen Blöcken von etwa 4 t Gewicht stammen.

Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen (Vorproben und Abnahmeproben) der verschiedenen Walzprofile und Schmelzungen sind in Zahlentafel 3 wiedergegeben. Die Streckgrenze wurde durch Beobachtung des Abfalles des Wagebalkens der Prüfmaschine ermittelt. Die Stababmessungen sind gleichfalls in Zahlentafel 3 verzeichnet. Bei den Vorproben wurde die Meßlänge unabhängig von dem Querschnitt des Zerreißstabes zu 200 mm gewählt, während bei den Abnahmeproben Proportionalstäbe mit einer Meßlänge von 11,3  $\sqrt{F}$  verwendet wurden.

Zahlentafel 2. Analysen von Silizium-Baustahl-Schmelzungen der Dortmunder Union.

Schmelzung	C %	Si %	Mn %	P %	S %
a . . .	0,17	1,09	1,14	0,034	0,048
b . . .	0,16	0,90	1,00	0,024	0,036
c . . .	0,14	0,80	0,84	0,030	0,036
d . . .	0,14	1,15	0,89	0,023	0,034
e . . .	0,13	1,36	0,87	0,018	0,035
f . . .	0,19	0,88	1,04	0,038	0,042
g . . .	0,14	1,01	0,99	0,021	0,034
h . . .	0,17	1,37	1,07	0,044	0,033

Vorgeschrieben waren folgende Mindestfestigkeitswerte: Streckgrenze 36 kg/mm<sup>2</sup>, Zugfestigkeit 48 kg/mm<sup>2</sup> und Dehnung 20 %. Als Grenzwerte und als Gesamtmittel für sämtliche untersuchten Proben ergeben sich folgende Zahlen:

<sup>1)</sup> St. u. E. 46 (1926) S. 493, 880 u. 1516.

Für die Vorproben:

		Mittelwert
Streckgrenze . . .	39,0—44,8 kg/mm <sup>2</sup>	41,5 kg/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit . . .	50,7—58,2 kg/mm <sup>2</sup>	55,4 kg/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	69,3—81,2 %	75,0 %
Zugfestigkeit		
Dehnung . . . . .	23,0—27,0 %	24,4 %

Für die Abnahmeproben:

Streckgrenze . . .	37,0—42,0 kg/mm <sup>2</sup>	39,6 kg/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit . . .	51,0—58,0 kg/mm <sup>2</sup>	54,5 kg/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	67,8—77,8 %	72,6 %
Zugfestigkeit		
Dehnung . . . . .	23,0—27,0 %	24,9 %

Bei sämtlichen untersuchten Proben übersteigen die gefundenen Werte die geforderten Mindestwerte nicht unerheblich.

Ferner seien nachstehend Ergebnisse von Siliziumstahl-Schmelzungen mitgeteilt, die in jüngster Zeit ein rheinisches Stahlwerk für den Eisenbahnwagenbau der Reichsbahn hergestellt hat. Der Stahl ist in üblichen Siemens-Martin-Ofen von 17 t Fassung erschmolzen worden. Zahlentafel 4 gibt die chemische Zusammensetzung der Schmelzungen für diesen Auftrag wieder. Die Profile wurden aus Blöcken von 2900 und 4000 kg, hauptsächlich von 4000 kg, ausgewalzt.

Zahlentafel 4. Analysen von Silizium-Baustahl-Schmelzungen eines rheinischen Werkes.

Schmelzung	C %	Si %	Mn %	P %	S %
1 . . .	0,18	1,10	0,97	0,032	0,040
2 . . .	0,18	0,85	1,10	0,035	0,036
3 . . .	0,17	0,86	0,93	0,035	0,030
4 . . .	0,18	0,88	0,93	0,032	0,035
5 . . .	0,15	0,85	1,01	0,031	0,040
6 . . .	0,19	0,94	0,90	0,030	0,030

In Zahlentafel 5 sind die bei der Abnahmeprüfung erhaltenen Festigkeitswerte der betreffenden Schmelzungen wiedergegeben. Auch in diesem Falle wurde die Streckgrenze durch Feststellung des Abfalles des Wagebalkens ermittelt.

Als Grenzwerte und als Gesamtmittel für die untersuchten Proben ergeben sich folgende Zahlen:

		Mittelwert
Streckgrenze . . .	37,1—43,2 kg/mm <sup>2</sup>	39,7 kg/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit . . .	51,3—56,4 kg/mm <sup>2</sup>	54,7 kg/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	68,8—76,6 %	72,7 %
Zugfestigkeit		
Dehnung . . . . .	22—27 %	24,2 %
Einschnürung . . .	39—63 %	54,2 %

Zahlentafel 3. Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen an Silizium-Baustahl aus dem Siemens-Martin-Ofen der Dortmunder Union.

Schmelzung	Profil	Abmessung des Probestabes			Meßlänge mm	Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgr. Zugfestigk. %	Dehnung l = 11,3 √ F %
		Breite mm	Dicke mm	Querschnitt mm <sup>2</sup>					
<b>Vorproben.</b>									
a	✕ 75/75	28,8	10,2	294,0	200	42,7	58,0	73,6	24,0
b	..	28,7	10,0	287,0	200	39,0	56,4	69,3	23,5
c	..	28,8	10,2	294,0	200	39,8	53,7	74,1	24,0
d	✕ 130/130	29,4	12,2	358,0	200	42,0	55,3	75,9	24,0
d	..	30,0	12,4	372,0	200	39,8	54,9	72,5	23,0
g	✕ 65/65	34,8	8,4	292,0	200	41,2	50,7	81,2	27,0
g	..	32,4	16,0	518,0	200	39,3	52,6	74,7	26,0
f	..	34,8	7,9	275,0	200	43,3	56,8	76,2	23,0
f	..	35,0	7,7	270,0	200	43,0	58,2	73,9	26,0
f	..	34,8	8,2	286,0	200	44,8	57,3	78,1	23,0
Mittel						41,5	55,4	75,0	24,4
<b>Abnahmeproben.</b>									
d	✕ 130/130	30,0	12,3	369,0	217	41,0	54,0	75,9	27,0
d	..	29,8	12,0	358,0	214	42,0	57,0	73,6	24,0
d	..	29,7	12,5	371,0	217	43,0	58,0	74,1	24,0
e	└ NP 12	28,7	7,2	207,0	162	39,0	54,0	72,2	27,0
e	.. 14	28,5	8,0	228,0	171	41,0	54,0	75,9	25,0
a	✕ 75/75	30,7	10,5	322,0	202	38,0	51,0	74,5	23,0
a	..	30,8	10,2	314,0	200	41,0	58,0	70,6	24,0
b	..	30,7	10,2	313,0	200	39,0	57,0	68,4	23,0
b	..	30,6	10,5	321,0	202	37,0	54,0	68,5	24,0
c	..	30,8	10,5	223,0	203	40,0	56,0	71,4	24,0
c	..	30,6	10,2	312,0	200	38,0	56,0	67,8	24,0
c	..	30,8	10,1	315,0	199	38,0	55,0	69,1	27,0
h	Univ.-E. 800/12	31,0	12,0	372,0	218	38,0	52,0	73,0	25,0
h	.. 980/9,5	30,8	9,6	296,0	195	39,0	53,0	73,6	26,0
h	.. 700/9,0	30,8	9,0	278,0	189	40,0	53,0	75,5	27,0
h	.. 660/12	30,8	11,8	364,0	216	37,0	53,0	70,0	25,0
h	.. 660/12	30,7	12,3	378,0	220	42,0	54,0	77,8	24,0
h	.. 600/10	30,6	9,8	300,0	196	40,0	53,0	75,6	26,0
Mittel						39,6	54,5	72,6	24,9

Zahlentafel 5. Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen an Silizium-Baustahl aus dem Siemens-Martin-Ofen eines rheinischen Werkes.

Schmelzung	Profil und Lage der Probe im Profil	Abmessungen des Probestabes			Meßlänge mm	Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze Zugfestigkeit %	Dehnung $\epsilon = 11,3 \sqrt{F}$ %	Einschnürung %
		Breite	Dicke	Querschnitt						
		mm	mm	mm <sup>2</sup>						
1	┌ NP Steg 20	33,3	8,9	296,0	200	40,9	55,5	75,8	24	63
1	„ Flansch	30,2	10,7	323,0	200	40,9	55,7	73,5	23	59
1	„ Steg	33,2	9,2	305,0	200	39,4	56,4	70,0	23	53
2	┌ NP Steg 10	38,0	6,6	251,0	180	40,3	55,5	72,7	23	45
2	„ Flansch	38,1	8,0	305,0	200	40,0	56,4	71,0	23	53
2	„ Steg	38,2	6,6	252,0	180	40,9	55,6	73,6	22	50
3	„ Flansch	38,3	8,7	334,0	200	39,3	52,1	75,5	24	52
3	„ Steg	38,3	6,5	249,0	180	41,8	55,8	75,0	23	59
3	„ Flansch	38,3	8,1	310,0	200	39,4	53,6	73,5	25	56
4	„ Steg	38,3	6,1	234,0	180	43,2	56,4	76,6	25	49
4	„ Flansch	38,0	8,1	308,0	200	37,1	53,9	68,8	23	39
4	„ Steg	38,2	6,3	240,0	180	42,1	55,5	76,0	27	49
5	└ Eisen NP 6 (60/45 · 5/6)	33,5	5,5	184,0	160	38,1	53,3	71,6	26	61
5	„	33,5	5,4	181,0	160	36,4	51,3	71,6	25	62
5	„	33,4	5,1	170,0	160	37,1	51,8	71,8	25	62
6	„	40,8	5,6	228,0	170	39,1	54,0	72,4	25	54
6	„	40,8	5,5	224,0	170	39,7	55,9	71,1	24	53
6	„	40,3	5,7	230,0	170	39,2	55,7	70,4	26	55
6	„	40,6	5,5	223,0	170	39,4	55,2	71,4	25	55
Mittel						39,7	54,7	72,7	24,2	54,2

Die gefundenen Werte decken sich praktisch vollkommen mit den obigen auf der Dortmunder Union ermittelten Festigkeitszahlen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die im vorstehenden mitgeteilten Ergebnisse der Festig-

keitsprüfung an Silizium-Baustahl die bereits früher an Versuchsschmelzungen gemachte Feststellung bestätigen, daß das im Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart hergestellte Erzeugnis allen Anforderungen, die an Silizium-Baustahl gestellt werden, entspricht.

## Ein verbessertes Metallkalorimeter zur Bestimmung der spezifischen Wärme von Metallen, Oxyden und Schlacken.

Von Walter Grosse und Walter Dinkler in Aachen.

[Mitteilung aus dem Eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule Aachen.]

(Beschreibung eines Metallkalorimeters zur Bestimmung der spezifischen Wärme in Temperaturbereichen von 100 bis 1600°. Eichung des Kalorimeters. Versuchsausführung.)

Die große Bedeutung der spezifischen Wärme und der Schmelzwärme technisch wichtiger Metalle hat schon frühzeitig den Physiker mit kalorimetrischen Meßverfahren vertraut gemacht. Bereits im Jahre 1780 bestimmten Lavoisier und Laplace<sup>1)</sup> die spezifische Wärme einzelner Stoffe mittels des Eisschmelz-Verfahrens. Die zahlreichen kalorimetrischen Untersuchungen von Dulong und Petit ließen diese beiden Forscher um das Jahr 1818 die Gesetzmäßigkeit zwischen Wärmeinhalt und Atomgewicht fester Stoffe erkennen. Doch erst die klassischen Untersuchungen Bunsens<sup>2)</sup> kennzeichnen den Zeitpunkt, seitdem die Wissenschaft in stetiger Folge bemüht war, das ausgedehnte Gebiet der Kalorimetrie zu klären. Daß trotzdem das technische Schrifttum arm an übereinstimmenden Angaben der spezifischen Wärme ist, kann sicherlich in Einklang gebracht werden mit dem großen Wandel, den die Einrichtungen zur Bestimmung der spezifischen Wärme mit fortschreitender Entwicklung der Technik erfahren

haben. Von dem einfachen Wasserkalorimeter zu den leicht zu handhabenden neuzeitlichen Metallkalorimetern und den Meßeinrichtungen zur Bestimmung der wahren spezifischen Wärme war ein weiter Weg. Vielfach ungenaue Temperaturbestimmungen und nicht zuletzt durch Oxydation der Versuchskörper hervorgerufene Fehler sind weitere Ursachen für die Unstimmigkeit in den Ergebnissen der einzelnen Forscher. Auf dem Gebiete der Schmelzwärmebestimmung liegen die Verhältnisse ähnlich. Genauere Untersuchungen erstrecken sich fast ausschließlich auf Metalle mit niedrigen Schmelzpunkten. Eine Ausnahme bildet die Untersuchung der Temperatur-Wärmeinhaltskurven technisch wichtiger Metalle von F. Wüst, A. Meuthen und R. Durrer<sup>3)</sup>. Schmelzwärmeuntersuchungen von Stählen und Gußeisen sind in noch geringerem Maße ausgeführt worden. Gruner, Bell und Valthaire<sup>4)</sup> bestimmten als einzige die Schmelzwärmen von Schlacken, weißem und grauem Gußeisen, wobei sie jedoch selbst feststellten, daß

<sup>1)</sup> Oeuvres de Lavoisier II, S. 289.

<sup>2)</sup> Pogg. Ann. 141 (1870) S. 1.

<sup>3)</sup> Forsch.-Arb. Gebiet Ing.-Wes. Nr. 204 (1918).

<sup>4)</sup> Ann. des Mines 4 (1874) S. 224.

die erhaltenen Zahlen als Mindestwerte zu betrachten seien, da trotz Beachtung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln Wärmeverluste beim Transport der heißen Massen zum Wasser nicht zu vermeiden waren. Den Grad der Unsicherheit der auf diese Weise erhaltenen Werte haben die Verfasser selbst erkannt und ununwunden zugegeben, und es muß als bedenklich bezeichnet werden, daß wärmetechnischen Berechnungen heutzutage noch diese Zahlen zugrunde gelegt werden. Der Betriebsmann ist in den seltensten Fällen in der Lage, genaue kalorimetrische Bestimmungen selbst ausführen zu können. Er muß es der wissenschaftlichen Forscherarbeit überlassen, ihm die Grundlagen zu seinen wärmetechnischen Be-

Auslösevorrichtung in ein Kupfer- oder Silberkalorimeter gebracht. Die hierdurch in dem Kalorimeter hervorgerufene Temperaturerhöhung erzeugt in den im Metallblock eingebauten Kupfer-Konstantan-Thermoelementen einen Strom, dessen Größe mit einem Millivoltmeter oder (optisch selbstregistrierend) mit Hilfe eines Spiegelgalvanometers und eines Kurnakowschen Apparates bestimmt werden kann. Ofen und Kalorimeter sind während des Versuches luftleer. Die Temperaturmessung der Probe erfolgt durch ein Platin-Platinrhodium-Thermoelement. Die Versuchseinrichtung ist nach einem Entwurfe von W. Dinkler ausgeführt worden (Abb. 1). Sie hat im Laufe der Versuchszeit wesentliche Verbesserungen erfahren, die aus Abb. 2 und 3 ersichtlich sind.

Das eigentliche Kalorimeter wird aus dem Kupferblock A, der in seiner Mitte eine Ausbohrung zur Aufnahme der Probe enthält, gebildet. Zur Messung

der Temperatur dient eine Thermo säule aus 20 Kupfer-Konstantan-Elementen, deren Warmlötstellen in zwei konzentrischen Kreisen mit verschiedener Tiefe in dem Kupferblock gelagert sind. Die Elemente selbst sind zur Isolierung umsponnen und mit etwas Lipowitzmetall in unten geschlossenen Glasröhrchen eingeschmolzen, die ihrerseits wieder mit demselben Stoff im Kupferblock eingelötet sind, damit eine möglichst schnelle und sichere Wärmeübertragung gewährleistet wird. Die Kaltlötstellen sind in gleicher Weise in Bohrungen B in der Wand des Kalorimetergehäuses C angeordnet. Die 20 Elemente sind

hintereinander geschaltet, so daß sich die entstehenden Thermostrome addieren und trotz der geringen Temperaturerhöhung einen leicht meßbaren Ausschlag ergeben. Die beiden letzten Drahtenden der Thermo säule sind durch ein Messingrohr D geführt, das in dem Kalorimetergehäuse eingeschliffen ist; an ihren Enden sind sie an Platindrähten festgelötet, die in dem Glasschliff E eingeschmolzen und mit zwei Klemmen verbunden sind, an denen der Thermostrom abgenommen wird. Eine bessere Kalorimeterausbildung zeigen Abb. 2 und 3. Um eine gleichmäßige, der Wärmeabgabe der Probe entsprechende Meßmöglichkeit zu erhalten, ist die Probenform entsprechend der Wärmeausbreitung im Metallblock birnenförmig gewählt, und die Thermoelemente sind so eingebaut, daß an sämtlichen Stellen des Kalorimeters gleichzeitig Temperaturerhöhungen festgestellt werden können. Die Ausbohrung zur Aufnahme der Probe ist nicht mehr zylindrisch gestaltet, sondern hat die Form eines abgestumpften Kegels mit halbkugelförmig ausgebildeter Grundfläche. Der Probekörper

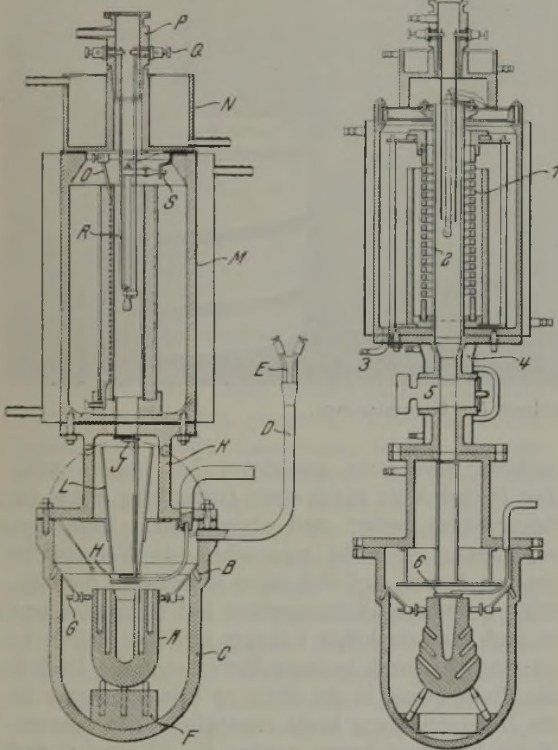


Abbildung 1.  
Metallkalorimeter nach  
Dinkler.

Abbildung 2.  
Verbessertes Metall-  
kalorimeter.

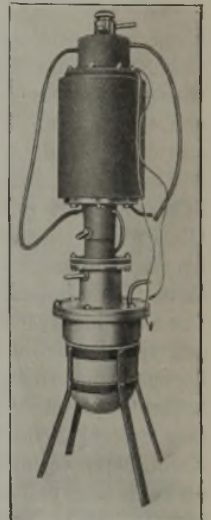


Abbildung 3. Ansicht  
des verbesserten  
Metallkalorimeters.

rechnungen zu schaffen. Daneben aber ist die Kurve der Abhängigkeit des Wärmehalts von der Temperatur für unsere Kenntnisse der untersuchten Stoffe von größter Wichtigkeit. Schon Lavoisier und später Pionchon haben in Erkenntnis dieser Tatsache die Untersuchung der spezifischen Wärme zur Feststellung des Wesens eines Körpers empfohlen.

Die Einrichtung, mit der die im folgenden beschriebenen Versuche ausgeführt wurde, war eine Vereinigung des von Oberhoffer eingeführten Vakuumverfahrens mit einem Nernst-Lindemannschen Metallkalorimeter. Der Grundgedanke der Vereinigung war einer Arbeit von Hengstenberg<sup>5)</sup> entlehnt. Danach wird eine Probe des Versuchskörpers in einem röhrenförmigen Ofen mittels des elektrischen Stromes auf eine bestimmte Temperatur erhitzt und alsdann mit einer mechanischen

<sup>5)</sup> Metall Erz 17 (1920) S. 317.

ist dieser Form angepaßt und erhält eine unten halbkugelförmig, oben kegelförmig zulaufende Gestaltung. Der Probekörper ist somit gezwungen, jedesmal eine gleiche Lage im Kalorimeter einzunehmen, die außerdem einen günstigen Wärmeaustausch zuläßt und für jeden Versuch gleiche Bedingungen gewährleistet. Das jeweilige Gewicht der Probe läßt sich durch verschiedenartige Ausbildung des kegelförmigen Ansatzes regeln. Abb. 4 zeigt einen Probekörper. Der Kalorimeter-



Abb. 4.  
Probe-  
körper.

block ruht in dem Gehäuse C auf drei Glasspitzen, die in einem Korkfuß F eingelassen sind; er ist außerdem seitlich durch drei mit Glasspitzen versehene Schraubenspindeln G gehalten.

Um Strahlungsverluste nach oben zu verhüten, wenn sich eine Probe im Kalorimeter befindet, ist der aus hochglanzpoliertem, vernickeltem Messingblech gefertigte Spiegel H vorgesehen, der zusammen mit dem Spiegel J, der die Strahlung des Ofens auf das Kalorimeter verhindern soll, an einem im Gehäusedeckel K eingepaßten Schliff befestigt ist. Durch Drehen des Schliffes können die beiden Spiegel gleichzeitig verschoben werden. Das Gehäuse C sowie der Deckel K sind, um vollkommene Dichtigkeit zu gewährleisten, aus einem geschmiedeten Block aus dem Vollen gedreht. Das Kalorimetergehäuse ist im Inneren poliert und das Kalorimeter hochglanzvernickelt, um die Wärmestrahlungsverluste auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Abdichtung zwischen Gehäuse und Deckel erfolgt mittels eines Gummiringes, der wie alle anderen Gummidichtungen aus eigens für diesen Zweck hergestelltem, beiderseits glattgewalztem Paragummi besteht. Die Verbindung wird durch sechs Messingschrauben bewerkstelligt. An der Innenseite des Gehäusedeckels K ist der Trichter L angeschraubt, der aus poliertem vernickeltem Messingblech besteht und verhindern soll, daß möglicherweise schief fallende Proben die Thermolemente beschädigen können, und der außerdem die geringen Wärmeverluste beim Herabfallen der Probe noch verkleinern soll.

Das ganze Gehäuse ruht bis zum oberen Rand in einem mit Eis gefüllten Zinkblechgefäß, das durch Kieselgur isoliert ist und sich in einem großen Holzbottich befindet (Abb. 5). Durch eine Gummidichtung und drei Stiftschrauben ist das Kalorimetergehäuse mit dem Vakuumofen verbunden. Dieser besteht aus

einem mit Kühlwassermantel umgebenen Ofengehäuse M, das ebenfalls aus dem Vollen gedreht ist. Auf einem Eisenfuß ruht im Inneren die Heizvorrichtung, die aus einem mit Chromnickeldraht bewickelten Porzellanrohr hergestellt ist und durch geschmolzene gekörnte Tonerde, die zwischen das Heizrohr und ein

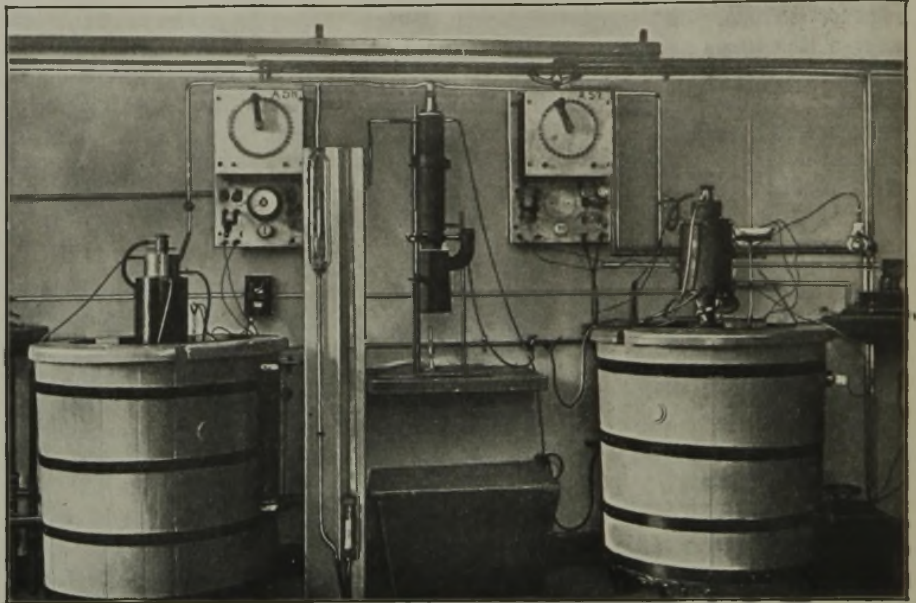


Abbildung 5. Gesamtanlage.

äußeres Schutzrohr geschüttet ist, isoliert wird. Der Deckel N ist durch einen Gummiring gegen das Ofengehäuse isoliert und abgedichtet. Eine Verschraubung ist nicht vorgesehen, da Vorversuche ergeben hatten, daß sich beim Evakuieren die sorgfältig gedrehten Dichtungsritzen fest einsaugten und so auch ein sehr hohes Vakuum erreichen ließen. Es ist möglich, durch geringes Verschieben des Deckels die Probe genau in die Mitte zu bringen; ferner ist die Heizvorrichtung leicht zugänglich. Als vakuumdichte Stromzuführung werden die Klemme O und das Gehäuse benutzt. Im obersten Teile des Deckels ist ein Messingpfropfen P eingeschliffen, der das Probengehäuse und die Auslösevorrichtung sowie das Anschlußstück zur Vakuumpumpe trägt. Die beiden Stromzuführungsklemmen Q sind durch Hartgummi isoliert eingeführt und mittels Gummischeiben vakuumdicht an den Kopf angepreßt. Die Aufhängedrähte R sind mittels eines Gewindes in die Polklemmen einschraubbar, so daß ein Auswechseln eines beschädigten Drahtes sehr rasch erfolgen kann. Durch geeignetes Umbiegen der unteren Drahtenden wird erreicht, daß der Befestigungsdraht der Probe (bis zu 1200° ein dünner Eisendraht, bei höheren Temperaturen ein Platindraht von 0,1 bis 0,3 mm Durchmesser) beim Auslösen mit Hilfe des elektrischen Stromes ohne Schwierigkeiten durchbrennt. Ein vakuumdicht aufge kittetes Schauglas gestattet es, jederzeit die Lage der Probe im Ofen zu überwachen und beim Auslösen festzustellen, ob während des Herabfallens des Probekörpers ein Anecken an irgendeinem Kalorimeterteil erfolgt. Die Befestigung

der Temperaturmeßvorrichtung geschieht an dem Ofengehäuse mittels einer kleinen verschiebbaren Klemme S derart, daß die Lage des Thermoelements je nach Wunsch geändert werden kann. Die vakuumdichte Ausführung des Thermoelements erfolgt durch den zwischen Ofengehäuse und Deckel angebrachten Gummiring, der an zwei Stellen zur Durchführung der beiden Drähte schräg angeschlitzt ist.

Die Bestimmung des Wärmehalts bis 1250° wird in der eben beschriebenen Versuchseinrichtung ausgeführt. Da ein Erreichen höherer Temperaturen im Chromnickeldrahtofen nicht möglich ist, wurde dieser durch einen Molybdänofen, Bauart Pakulla, ersetzt. Die Pakullaschen Oefen zeigen jedoch den Nachteil, daß die eingebaute Spirale nach einmaligem Erhitzen auf höhere Temperatur eine große Sprödigkeit aufweist, die leicht zu ihrem Bruche führt. Der Molybdändraht neigt außerdem bei hohen Temperaturen zum Verdampfen, wobei er sich teilweise auf Probekörper und Thermoelement niederschlägt und keinen unwesentlichen Einfluß auf die thermoelektrische Kraft des Elements ausübt. Die auf diese Weise erhaltenen Versuchsergebnisse waren infolge der hierdurch hervorgerufenen falschen Temperaturmessungen fast sämtlich unbrauchbar, so daß nach Feststellung dieses Uebelstandes von einer weiteren Verwendung der Molybdänöfen Abstand genommen wurde. Auch Kohlespiralöfen schienen für die Versuche nicht geeignet, da sich bei hohen Temperaturen große Gasmengen bilden, die auf Thermoelement und Probekörper ungünstig einwirken. Aus diesem Grunde wurde eine Ofenanordnung gewählt (vgl. Abb. 2), die es durch doppelte Evakuierungsmöglichkeit gestattete, die einmal entgaste Kohlespirale stets unter Vakuum zu halten. Die Kohlespirale 1 ist von Thermoelement und Probe durch den vakuumdichten Einbau einer Röhre aus Pythagorasmasse (Haldenwanger) getrennt, so daß abspringende Kohleteilchen nicht auf den Probekörper geschleudert werden können. Der am Kalorimeterkopf angebrachte Evakuierstutzen gestattet es, die Pythagorasröhre und das Kalorimetergehäuse mit dem eigentlichen Kalorimeter luftleer zu machen. Das Ofengehäuse wird von dem Stutzen 3 aus, der am Ofengehäuse angebracht ist, luftleer gepumpt und stets unter Vakuum gelassen. Es wird dadurch erreicht, daß die einmal bei hohen Temperaturen entgaste Spirale keine Gase mehr aufnehmen kann. Hohe Temperaturen werden schnell erreicht, so daß die Ausführung eines Versuches innerhalb kurzer Zeit möglich ist. Das so umgeänderte Kalorimeter zeigte jedoch bald einen Uebelstand, der abermals zu einer Aenderung Veranlassung gab. Die beiden Spiegel (Abb. 1, H und J) sind nicht imstande, die Uebertragung von Strahlungswärme des Ofens an das Kalorimeter zu verhindern. Besonders unangenehm macht sich dies bemerkbar, wenn im Augenblick des Auslösens der Weg zum Kupferblock durch Beiseiteschieben des Spiegels ganz freigegeben wird. Aus dieser Erwägung ist ein Zwischenstück 4 in Abb. 2 angeordnet, das durch einen Hahn 5 vollkommen verschließbar ist. Durch starke Wasser-

kühlung wird außerdem jegliche Wärmeleitung der heißen Ofenwände zum unteren Teil des Kalorimetergefäßes unterbunden und die Vakuumdichtung des Hahnes geschützt. Die obere Oeffnung des Zwischenstückes ist als Kugelschliff ausgebildet, der den vakuumdichten Abschluß des eingebauten Pythagorasrohres mit dem eigentlichen Ofenraum bildet. Das Pythagorasrohr ist oben gegen das innere Ofengehäuse mittels einer Gummidichtung, die von einem Eisenring fest angepreßt werden kann, vakuumdicht abgeschlossen. Die Ausführung eines Versuches bei hohen Temperaturen gestaltet sich folgendermaßen: Nachdem der Versuchskörper durch die Strahlungswärme des zylindrischen Pythagorasrohres auf gewünschte Temperatur gebracht ist, wird der Hahn des Zwischenstückes geöffnet, der unter Spiegel 6 beiseite geschoben, die Probe ausgelöst und alsdann Hahn und Spiegel wieder in die ursprüngliche Lage gebracht. Ofenrohr und Gehäuse werden alsdann von der Vakuumpumpe durch Hähne abgeschlossen, so daß nur der untere Teil des Kalorimeters luftleer wird und so der eigentliche Versuch in höchstem Vakuum durchgeführt werden kann. Die weitere Versuchsausführung wird an anderer Stelle genau beschrieben<sup>6)</sup>.

Die Uebertragung des flüssigen Metalls ins Kalorimeter zur Schmelzwärmebestimmung erfolgt durch Einschmelzen des Probekörpers unter Luftabschluß in einer Quarzhülle, ähnlich wie dies bei früheren Arbeiten von Durrer und Meuthen ausgeführt wurde. Der Wärmehalt des Quarzes muß für jede Temperatur durch einen besonderen Leerwert festgestellt werden. Quarz erfährt zwei Umwandlungen, und zwar  $\alpha$ -Quarz  $\rightleftharpoons$   $\alpha$ -Tridymit (870°)  $\rightleftharpoons$   $\alpha$ -Cristobalit (1470°), die selbstverständlich nicht ohne Einwirkung auf seinen Wärmehalt sind. Die Vollständigkeit dieser Umwandlung ist jedoch erst durch längeres Erhitzen auf Temperaturen oberhalb der Umwandlungspunkte zu erreichen. Eine Erhitzungsdauer von 20 min reicht nicht aus, um die Gleichgewichte herzustellen. Eine Quarzhülle ist somit nur anwendbar, wenn die Leerversuche unter den vollkommen gleichen Bedingungen ausgeführt werden wie die Hauptversuche. Dieser Tatsache ist Rechnung getragen; außerdem wird zu jedem Versuche oberhalb der Umwandlungstemperatur stets eine neue Probehülle hergestellt. Zur Schmelzwärmebestimmung wurde ein zweiter Weg beschritten, der mit Rücksicht auf die guten Versuchsergebnisse nicht unerwähnt bleiben soll. Ein Versuchsstab von ungefähr 100 mm Länge und 5 mm Durchmesser, der am unteren Ende konisch abgedreht ist, wird unmittelbar am Thermoelementschutzrohr befestigt. Ist bei der Erhitzung die Temperatur des Schmelzpunktes erreicht, so sammelt sich am unteren Ende des Stabes ein Tropfen flüssigen Metalls an, der nach Ueberwindung der Adhäsion infolge des zunehmenden Gewichtes ins Kalorimeter fällt. Das Gewicht des herabgefallenen Tropfens schwankt im allgemeinen zwischen 1,4 und 1,6 g. Infolge der außerordentlich günstigen Wärmeübertragung ist der Temperatur-

<sup>6)</sup> St. u. E. demnächst.

ausgleich zwischen Kalorimeter und Probe innerhalb kurzer Zeit erreicht (rd. 3 min), wodurch die Nachversuchskorrekturen sehr gering werden. Die oftmals wiederholten Versuche zeigen eine gute Uebereinstimmung untereinander und stehen außerdem in Einklang mit den Ergebnissen, die bei Beschreibung des ersten Weges erhalten wurden. Im Augenblick des Herabfallens des Probekörpers schwankt seine Temperatur zwischen 1530 und 1533° bei Elektrolysen.

#### Eichung der Versuchseinrichtung und Beschreibung der Arbeitsweise.

Die Eichung der Kupfer-Konstantan-Thermosäule wird in der Weise vorgenommen, daß in die Bohrung des Kupferblockes ein genau eingepaßtes, mit Quecksilber gefülltes Messinggefäß eingesetzt wird, in das ein in 0,01° geteiltes Thermometer taucht. Bei den verschiedenen Ausschlägen des Millivoltmeters werden die zugehörigen Temperaturen abgelesen. Dabei ergab sich im vorliegenden Falle, daß ein Millivolt der Thermosäule 1,42° entspricht. Bei den Temperaturmessungen ist es sehr wichtig, die Kaltlötstellen stets auf 0° zu halten, da bei der Hintereinanderschaltung der Elemente eine Temperaturerhöhung der Kaltlötstellen um

Bruchteile eines Grades schon einen starken entgegengesetzten Thermostrom und einen dementsprechenden Fehler erzeugt. Die Eispackung muß daher des öfteren aufgelockert und nachgestampft werden. Die Ermittlung des Ganges, der nicht bei jeder Temperatur konstant ist, sondern innerhalb eines Bereiches von ungefähr

20 % streut, erfolgt im Anschluß an jeden Versuch, nachdem vorher festgestellt war, daß er bis zu einem Ausschlag von etwa 5 Millivolt linear verlief. Zur eigentlichen Eichung des Kalorimeters dienen mit Wasser gefüllte Messinggefäße. Sie haben zylindrische Form, ½ mm Wandstärke, 15 mm Durchmesser, 35 bzw. 45 mm Höhe und enden in einer Kapillare, die nach erfolgter Füllung durch ein eingelötetes Häkchen, das gleichzeitig zur Aufhängung dient, verschlossen wird. Die Füllungen betragen etwa 2,5 bis 3,5 g. Die Erhitzung erfolgt in der aus Abb. 6 ersichtlichen Versuchseinrichtung, die aus dem Messingrohr a besteht, um das ein nach außen gut durch Asbest isolierter Messingheizmantel b gelegt ist. Als Ver-

schluß dient der vierfach durchbohrte Gummipfropfen c. An die Messingstifte d und e sind Kupferdrähte angelötet, von denen der eine zu einem Haken f umgebogen ist, während der andere den durchlöcherten Kohlewürfel g hält. Die Probe hängt an einer Schlinge aus dünnem Eisendraht, der durch den Kohlewürfel g gezogen und dann an dem Haken f befestigt wird. In dem Pfropfen c ist außerdem der Anschluß zur Vakuumpumpe h und ein Glasrohr i untergebracht, das zur Aufnahme des Thermometers dient und zur besseren Wärmeübertragung mit etwas Quecksilber gefüllt ist. Diese Erhitzungsvorrichtung wird mittels einer Gummischeibe auf den Kalorimeterdeckel aufgesetzt, durch ein Stativ gestützt und saugt sich beim Evakuieren so fest, daß eine weitere Befestigung nicht nötig ist.

Die Ausführung der Eichversuche erfolgt derart, daß nach Erreichung des Vakuums Dampf durch den Heizmantel geleitet wird, bis sich eine konstante Temperatur einstellt, was etwa 30 min dauert. Die erreichte Temperatur liegt je nach dem Barometerstande zwischen 98 und 99°. Alsdann wird die Temperatur des Kupferblockes abgelesen, die gewöhnlich um einige Zehntel über Null liegt und konstant bleibt, so daß Eichversuche zur Ermittlung einer Gangtemperatur nicht erforderlich sind. Nun werden die Strahlungsspiegel zur Seite geschoben, die Probe ausgelöst und nach ihrem Herabfallen die Spiegel wieder in ihre Normalstellung gebracht. In gleichen Zeitabständen von 5 zu 5 min werden die Temperaturen abgelesen. Die zum Erreichen der Höchsttemperatur notwendige Zeit wird auch für den Nachversuch eingehalten, weil auf diese Weise die kleinen Ungenauigkeiten, die bei einer für alle Versuche gleichbleibenden Zeit für den Nachversuch entstehen können, am sichersten ausgeglichen werden. Die Ermittlung der Gangkorrektur für die einzelnen Gebiete erfolgt auf graphischem Wege. Zur Veranschaulichung soll die Ausführung eines Eichversuches etwas eingehender beschrieben werden.

Gewicht des Messinggefäßes . . .	12,281 g
Gewicht der Wasserfüllung . . .	3,07 g
Erhitzungstemperatur (korrigiert)	97,6°
Vakuum . . . . .	0,005—0,002 mm QS.

Die Gewichte der Eichproben werden vor und nach jedem Versuche bestimmt, da bei unsachgemäßem Verschuß der Messinggefäße geringe Verdampfungsverluste auftreten, die natürlich die Versuchsergebnisse unbrauchbar machen. Die Korrektur für den herausragenden Faden des Thermometers erfolgt nach der Formel (Kohlrausch):

$$T_k = \frac{n(T - T')}{6000}$$

und ergibt 0,3°, die bei allen Versuchen der abgelesenen Temperatur zugezählt werden. Die Höhe des Vakuums wird jedesmal mit Hilfe eines Mac Loadschen Vakuummeters ermittelt, um festzustellen, wie weit der Gang des Kalorimeters von der Höhe des Vakuums beeinflusst wird. Eine einheitliche Abhängigkeit läßt sich jedoch nicht feststellen, so daß auf die Mitwirkung mehrerer Umstände geschlossen werden muß.

Zahlentafel 1 zeigt in Spalte a die Ablesungen des Millivoltmeters; Spalte b gibt die Temperatur-

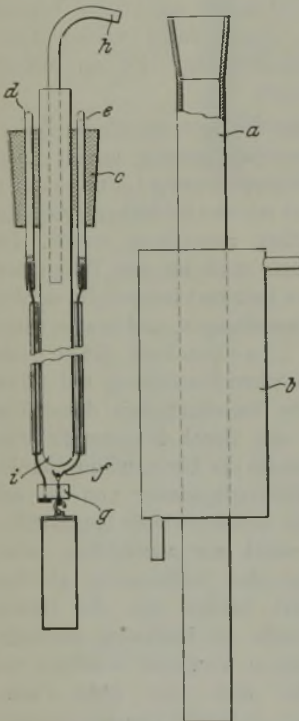


Abbildung 6.  
Eicheinrichtung.



Zahlentafel 1 Meßergebnisse.

Zeit Uhr	a Milli- volt	b Milli- volt	c Milli- volt/min	d Milli- volt/min	e Milli- volt/min
11.30	0,22			0,0026	0,013
11.35	0,92			0,005	0,025
11.40	1,38			0,0065	0,0325
11.45	1,50			0,007	0,035
11.50	1,60			0,0073	0,0365
11.55	1,63			0,0075	0,0375
12.00	1,64			0,0075	0,0375
12.05	1,63	0,25	0,0072		
12.40	1,38				0,2170

abnahme während des ganzen Nachversuches an, Spalte c den minutlichen Temperaturverlust bei der Mitteltemperatur, in diesem Falle 0,0072 Millivolt/min bei einem Ausschlag des Millivoltmeters von 1,505 Millivolt. In Spalte d finden sich die minutlichen Temperaturabnahmen während des Hauptversuches, die durch graphische Interpolation ermittelt wurden, da ja die schon erwähnten Vorversuche eine lineare Abhängigkeit des Ganges von der Temperatur für den in Betracht kommenden Meßbereich ergeben hatten. Spalte e gibt die endgültige Korrektur für die einzelnen Zeiträume. Die Summe dieser Korrekturen muß zu der abgelesenen Höchstzahl zugezählt werden, um den tatsächlichen Höchstauschlag zu erhalten. Zählt man von diesem gefundenen Wert  $1,64 + 0,217 = 1,857$  den Ausschlag bei Beginn des Versuches (0,22 Millivolt) ab, so ergibt sich als Temperaturerhöhung entsprechend der früheren Angabe:  $1,637 \cdot 1,42 = 2,32^\circ$ . Die Gesamtwärme, die dem Kupferblock von der Eichprobe zugeführt ist, beträgt:

$$Q = (G_m \times c_m + G_w \times c_w) \times (t - t_1),$$

wobei  $G_m$  und  $G_w$  das Messing bzw. Wassergewicht und  $c_m$  bzw.  $c_w$  die entsprechenden mittleren spezifischen Wärmen zwischen 0 und  $100^\circ$  bedeuten;  $t$  stellt die Temperatur bei Beginn und  $t_1$  bei Beendigung des Versuches dar.

$$Q = (12,281 \times 0,092 + 3,07 \times 1) \times (97,6 - 2,32).$$

$Q$  beträgt also 400,17 cal. Demnach entspricht ein Millivolt der Thermo säule:

$$\frac{400,17}{1,637} = 244,45 \text{ cal/g.}$$

Als Mittelwert aus sechs Versuchsergebnissen mit verschiedenen Wasserfüllungen von 2,5 bis 3,5 g, deren Ergebnisse um höchstens 1% voneinander abweichen, wurde gefunden, daß ein Millivolt 244 cal entspricht. Zur Nachprüfung wurden die spezifischen Wärmen von Zink und Zinn zwischen 0 und  $100^\circ$  ermittelt und für Zink 0,0952 und für Zinn 0,0548 erhalten, Werte, die sich mit den im Schrifttum befindlichen Angaben gut decken.

## Die Entfernung des Schwefelwasserstoffs aus Kokereigas.

Von W. Glud und R. Schönfelder in Dortmund.

[Mitteilung der Gesellschaft für Kohlentechnik m. b. H., Dortmund-Eving.]

Die Lösung der Aufgabe, den Schwefelwasserstoff des Koksofengases wirtschaftlich zu entfernen, ist bekanntlich schon seit Jahrzehnten von vielen Seiten und auf die verschiedensten Arten versucht

Die Bestimmung der Wärmehalte bis zu  $100^\circ$  erfolgt mit der gleichen Versuchseinrichtung wie die Eichversuche, während bei höheren Temperaturen der elektrische Ofen verwendet wird. Die Prüfstoffe sind zur Entfernung des Wasserstoffs im Vakuum umgeschmolzen und entgast worden. Das Gewicht der Probe ist stets so gewählt, daß die frei werdende Wärmemenge etwa 600 cal beträgt, um die Verhältnisse für die Gangkorrektur möglichst gleichmäßig zu gestalten. Die Ausführung und Berechnung erfolgt genau wie bei den Eichversuchen, nur werden die Zeitzwischenräume beim Ablesen des Millivoltmeters kürzer gewählt, da der Ausgleich zwischen Probe und Kalorimeterblock infolge der größeren Leitfähigkeit und des größeren Temperaturgefälles schneller erfolgt. Die Proben werden vor Beginn eines Versuches mindestens 10 min bei konstanter Temperatur gehalten; bei den Versuchen in der Nähe der Umwandlungspunkte wurde genau darauf geachtet, daß die Versuchstemperatur stets durch Erhitzen von unten erreicht wird.

Nach jedem Versuch wird, sobald der Ofen auf ungefähr  $300^\circ$  abgekühlt ist, der Ofendeckel mit dem Schliff abgenommen, die Probe — bei Eisen mit einem kleinen Elektromagneten — herausgenommen und statt dessen in die Bohrung des Kupferblockes eine mit einer Kältemischung gefüllte dünnwandige Glasröhre eingesetzt. Hierdurch erfolgt eine schnelle Temperaturerniedrigung, die sonst mehrere Stunden dauert, so daß es möglich ist, günstigen Falles in  $2\frac{1}{2}$  st einen Gesamtversuch auszuführen.

### Zusammenfassung.

Es wurde eine Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Temperatur-Wärmehalts-Kurven nach dem Grundgedanken des Nernstschen Metallkalorimeters mit thermoelektrischer Messung ausgebildet, die einwandfreie kalorimetrische Messungen in Temperaturbereichen von 0 bis  $1600^\circ$  gestattet. Die Einrichtung zeichnet sich gegenüber den bisher benutzten Kalorimetern vor allem dadurch aus, daß einerseits die Eichung unter denselben Bedingungen durchgeführt werden kann wie die Hauptversuche, und andererseits Wasser, das die Grundlage zur Begriffsbestimmung der Kalorie bildet, als Eichmittel benutzt wird. Nach jedem Hauptversuche wurden die geringen unvermeidbaren Wärmeverluste durch einen Nachversuch ermittelt, außerdem durch Aenderung des Probegewichtes dem Kalorimeter stets eine gleiche Wärmemenge zugeführt. Durch Anwendung eines Kurnakowschen Apparates konnte der Wärmeübergang der Probe auf das Kalorimeter optisch selbsttätig verzeichnet werden.

worden. Die Menge des alljährlich entwickelten und mit dem verbrannten ungereinigten Gas in die Atmosphäre gelangenden Schwefels, der dort größtenteils in Schwefelsäure übergeht, ist so groß, daß sie mei-

stens nicht richtig gewürdigt wird. Ebenso wird der für die Einzelanlage alljährlich mit dem Schwefel verlorengelende Wertposten in der Regel unterschätzt. Rechnet man für 1925 mit einer Kokserzeugung von 25 000 000 t und je t Koks mit etwa 400 m<sup>3</sup> Gas mit 7 g Schwefel je m<sup>3</sup>, so entspricht dies etwa 70 000 t Schwefel, bzw. nicht weniger als rd. 200 000 t Schwefelsäure, die einen Wert von etwa 7 000 000 *M* darstellen, der alljährlich ungenutzt bleibt. Für die Einzelanlage von zwei Batterien (120 Oefen) bei rd. 1000 t täglicher Kokserzeugung entweicht allein eine Schwefelsäuremenge, die beim Einkauf nicht weniger als 100 000 *M* erfordern würde (1 t 60grädiger Säure zu 30 *M* gerechnet).

Die Gesellschaft für Kohlentechnik greift in ihren neueren Arbeiten den erprobten Gedanken zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs, Eisenhydroxyd zu benutzen, wieder auf, führt ihn aber insofern in etwas veränderter Form durch, als das Gas im Gegensatz zur Trockenreinigung mit einer sehr dünnen wässrigen Aufschlämmung von Eisenhydroxyd gewaschen wird. Mit Rücksicht darauf, daß die Reaktion zwischen Schwefelwasserstoff und Eisenhydroxyd einerseits und die Regeneration des Schwefeleisens mit Luft zu Eisenhydroxyd und Schwefel andererseits durch die Gegenwart von Alkali sehr beschleunigt wird, so daß man mit verhältnismäßig sehr kleinen Apparateräumen auskommt, wurde die Schwefelwäsche nicht wie bei den üblichen Reinigerkastenanlagen hinter Benzol- und Ammoniakwäsche, sondern vor diese, unmittelbar hinter die Teerabscheidung, verlegt. Es wird also das rohe, nur von Teer befreite, aber noch benzol- und ammoniakhaltige Gas gewaschen. Der Grundgedanke des Verfahrens ist sehr einfach und ähnelt dem in den Patenten der Badischen Anilin- und Sodafabriken (vgl. z. B. D.R.P. 299 163, 302 555, 303 292, 331 322, 333 755, 334 524, 334 525, 348 409, 348 410 und 368 245) beschriebenen, in denen aber keinerlei Angaben und Erfahrungen mitgeteilt sind, so daß für die praktische Durchführung des Verfahrens aus dem Inhalt der Patentschriften keinerlei Nutzen gezogen werden konnte.

Als eine nach den Angaben der Gesellschaft für Kohlentechnik arbeitende Anlage auf der Kokerei der Gewerkschaft „Mont Cenis“ bereits im Betrieb war, erschien das englische Patent 238 172 der Koppers Co. in Pittsburgh (U. S. A.), worin ein dem hier beschriebenen Verfahren ähnliches zur Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Kohledestillationsgasen geschildert ist und das in einer späteren Veröffentlichung der Firma<sup>1)</sup> näher erläutert wurde. Auch dort wird mit einer allerdings soda-alkalischen Aufschlämmung von Eisenhydroxyd gearbeitet, doch sind in der technischen Durchführung wesentliche Unterschiede vorhanden, wobei wir glauben, daß sich die von der Gesellschaft für Kohlentechnik dem Verfahren gegebene Ausführungsform zumal in wirtschaftlicher Beziehung günstiger stellt.

Bei dieser Ausführungsform wird das schwefelwasserstoffhaltige Gas mit einer dünnen Eisenhydroxydaufschlämmung in einem Wascher gewaschen,

worauf die am Boden sich sammelnde eisensulfidhaltige Flüssigkeit durch Einblasen von Luft in einem geeigneten Gefäß, im folgenden „Oxydeur“ genannt, regeneriert und wieder auf den Wascher geleitet wird. An Hand der Abb. 1 ergibt sich folgender Arbeitsgang:

Das Gas tritt bei a in den Wascher b ein und verläßt ihn wieder durch den Stutzen c. Die schwefel-eisenhaltige Flüssigkeit wird durch die Zentrifugalpumpe d aus dem Wascher abgezogen und gelangt zusammen mit der durch eine Düse f eintretenden Preßluft in den Oxydeur e, wobei auf 100 Teile Gas 3 Teile Luft genügen, während bei dem Verfahren der Koppers Co. 30 Teile erforderlich sind. Um den Luftweg recht lang und damit die Luftausnutzung möglichst günstig zu gestalten, ist dieser Oxydeur im Verhältnis zu seinem Durchmesser sehr hoch bemessen. Die entstehende innige Flüssigkeit-Luft-

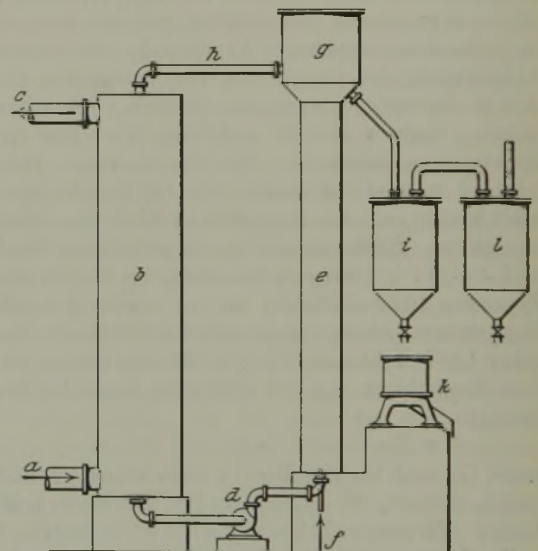


Abbildung 1. Entschwefelungseinrichtung für Kokereigas.

a = Gaseintritt, b = Gaswascher, c = Gasaustritt, d = Zentrifugalpumpe, e = Oxydeur, f = Preßlufteintritt, g = Schwefelscheider, h = Ueberlaufleitung, i = Schwefelvorlage, k = Schleuder, l = Säurewascher.

Mischung steigt in dem Oxydeur hoch und entmischt sich in dem Schwefelscheider g, worauf die regenerierte Lösung durch die Ueberlaufleitung h in den Wascher zurückgeführt wird. In dem Schwefelscheider g sind Scheidevorrichtungen vorhanden, um den bei der Regeneration entstandenen Schwefel, der als dicker Schaum auf der Flüssigkeit schwimmt, zusammen mit der verbrauchten Luft in die Schwefelvorlage i zu überführen, aus der der Schwefel von Zeit zu Zeit in die Schleuder k gelangt, in der er gewaschen und getrocknet wird. Die Abluft gibt im Säurewascher l das mitgeführte Ammoniak an Schwefelsäure ab und entweicht dann ins Freie. Die gebildete Ammoniumsulfatlösung wird von Zeit zu Zeit in den Sättiger der Ammoniakfabrik der Kokerei geleitet und dort auf festes Salz verarbeitet.

Für das Gelingen des Verfahrens war die Beobachtung von grundlegender Wichtigkeit, daß sich der Schwefel bei geeigneter Führung des Betriebes

<sup>1)</sup> Gas Journal Nr. 175 (1926) S. 262/4.

in hochprozentiger Form freiwillig von der Eisenlösung durch Aufschwimmen trennt, denn dadurch war die ununterbrochene Zirkulation einer und derselben Lösung möglich.

Von dem aus dem Gase entfernten Schwefel werden etwa 85 % in Form von Rohschwefel gewonnen, während der Rest in der Lösung einer Weiteroxydation zu Sulfid und Umsetzung zu Thiosulfat unterliegt. Um eine allzu große Salzanreicherung in der Lösung zu vermeiden, werden die aus der Zentrifuge kommenden Wässer zur Ammoniakabtreibeanlage geleitet und durch Frischwasser ersetzt, dem zur Ergänzung der Eisenverluste Eisenvitriol zugesetzt wird.

Das Verfahren wurde von der Gesellschaft für Kohlentechnik zunächst im kleinen versucht, darauf in einer halbtechnischen Anlage auf einer Zeche erprobt und dann von der Firma Still gemeinsam mit der Gewerkschaft „Mont Cenis“ auf deren Anlage für eine Waschleistung bis zu 120 000 m<sup>3</sup> Gas täglich im großen versuchsweise durchgeführt. Gemäß der Art als Versuchsanlage wurde die Einrichtung größtenteils aus vorhandenen Teilen zusammengestellt, was zur Folge hatte, daß den günstigsten Bedingungen nicht in allem Rechnung getragen werden konnte. Trotzdem hat sich das Verfahren in den vier Monaten, während der die Gesellschaft für Kohlentechnik den Betrieb überwachte, und ebenso während der folgenden Betriebsführung durch die Zeche durchaus bewährt, so daß die Anlage seit der Inbetriebnahme Ende 1925 so gut wie ununterbrochen läuft.

Gleichzeitig mit diesem Verfahren und in Verbindung mit dieser Anlage ist eine Zyanwäsche, bei der das Zyan nach Angabe der Gesellschaft für Kohlentechnik in Form von Ammonium-Rhodanid gewonnen wird, erfolgreich miterprobt; dieses Verfahren ist inzwischen in einer weiteren Großanlage mit Erfolg ausgeübt worden. Dabei zeigte sich, daß eine vorherige Entfernung des Zyans für den Einbau der Entschwefelungsanlage nicht unbedingt erforderlich ist. Es wird aber von Fall zu Fall zu prüfen sein, ob sich nicht trotzdem eine vorherige Entfernung des Zyans in einer eigenen Rhodanammon-Gewinnungsanlage empfiehlt, zumal da es gegen das wirtschaftliche Empfinden geht, das schon vorhandene Rhodan einfach verloren zu geben.

Die Auswaschleistung der Anlage auf der Zeche „Mont Cenis“ liegt bei der Höchstleistung von 5000 m<sup>3</sup> stündlich bei 99,5 %, so daß von 7 g ursprünglich im Gas vorhandenem Schwefel 6,965 g ausgewaschen werden, und steigt auf 99,9 %, wenn die Gasmenge auf etwa 3000 m<sup>3</sup> herabgesetzt wird. Voraussetzung ist selbstverständlich eine lückenlose Verteilung der Waschflüssigkeit über den ganzen Querschnitt des Waschers. Erwähnt sei, daß eine Verstopfung der Horden oder anderer Teile durch Eisenschlamm nie beobachtet ist. Abb. 2 zeigt die Anlage einschließlich der Zyanwäsche.

Der Ammoniakgehalt des Gases wurde längere Zeit hindurch ermittelt und betrug durchschnittlich vor der Anlage 4,7 g/m<sup>3</sup> und hinter der Anlage

2,4 g/m<sup>3</sup>. Der Unterschied von 2,3 g entspricht der bei der erwähnten Thiosulfatbildung und Sulfatbildung gebundenen Ammoniakmenge. Diese Ammoniakmenge sinkt erheblich, wenn man statt des Eisenvitriols Eisenhydroxyd zur Ergänzung des mit dem Schwefel fortgeführten Eisens verwendet.

Es ist natürlich nicht unbedingt nötig, mit ammoniakhaltigem Gas zu arbeiten, denn der Vorgang verläuft nach dem beschriebenen Verfahren ebenso gut in einer soda-alkalischen Lösung. Die Vorteile, die diese Arbeitsweise zunächst zu haben scheint, nämlich der Fortfall eines Säurewaschers für die Abluft sowie der Fortfall der Notwendigkeit, das gebundene Ammoniak abzutreiben, werden aber durch andere Nachteile, so insbesondere durch den Hinzu-  
kauf von Soda, mehr als wettgemacht, so daß sich

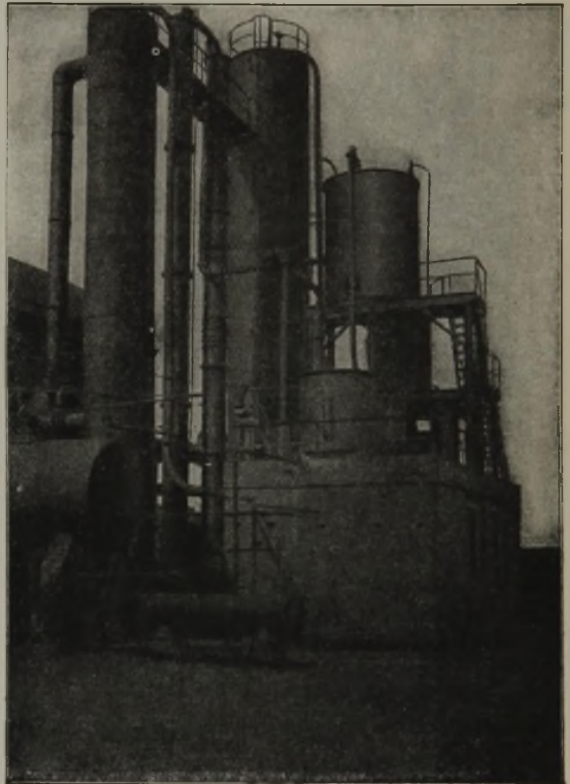


Abbildung 2. Ansicht der Entschwefelungsanlage.

die Anwendung von Soda nur in Sonderfällen empfiehlt.

Ueber die sich aus dem vorstehend geschilderten Verfahren ergebenden Reinigungskosten je m<sup>3</sup> Gas werden zweckmäßig erst nähere Angaben gemacht, wenn die bisherigen Unterlagen durch die Ergebnisse einer vollkommeneren Großanlage ergänzt sind. Immerhin hat das bisherige Ergebnis schon so weit befriedigt, daß es zur Bestellung einer Anlage zur Reinigung von täglich 400 000 m<sup>3</sup> Kokereigas geführt hat.

Zur Nutzbarmachung des bei dem Verfahren anfallenden Rohschwefels hat die Gesellschaft für Kohlentechnik ein weiteres Verfahren ausgearbeitet, um diesen auf reinsten Schwefel zu verarbeiten. Die technische Erprobung dieses Verfahrens in großem

Maßstabe steht ebenfalls bevor. Das Verfahren gestattet, den Hinzukauf von Eisenvitriol zu sparen, weil das im Rohschwefel enthaltene Eisen in reaktionsfähiger Form zurückgewonnen wird; außerdem sieht es eine Verwertung der in Form von Thiosulfat abgehenden Schwefelmengen vor und erlaubt weiter

die gleichzeitige Mitverarbeitung anderer billigerer Schwefelrohstoffe, wie Pyrit, ausgebrauchte Trockenreinigungsmasse usw. Verrechnet man die durch dieses Verfahren erzielbaren Gewinne auf die Unkosten der Schwefelwäsche, so lassen sich diese dadurch noch erheblich verringern.

## Umschau.

### Neuartige Düsenstöcke für Hochöfen.

Die hauptsächlichsten Erfordernisse wirkungsvoller Düsenstöcke bestehen darin, daß alle Verbindungen von selbst bei jeder Temperaturveränderung luftdicht bleiben müssen, daß die Formen schnell und leicht auswechselbar sind und die Vorderseite der Formkasten für das Auswechseln frei von allen Hindernissen ist.

Um diesen Bedingungen gerecht werden zu können, hat Henry Crowe<sup>1)</sup> eine verbesserte Form des Anschlußstückes entworfen, welches eine halbkugelförmige Verbindungsfläche am oberen Ende besitzt, eine genügende Bewegung in jeder Richtung gestattet und so wirkt, daß alle Teile sich ausdehnen können und doch eine luftdichte Verbindung des oberen Teiles bleibt.

Das Anschlußstück A (Abb. 1) besitzt eine obere halbkugelförmige Sitzfläche B. Am unteren Ende ist es mit dem Kniestück C verbunden, welches eine Klappe E besitzt; hieran schließt sich der Rüssel D mit einer halbkugelförmigen Verbindung. Die Bügel FF, die fest mit dem Abschlußring verbunden sind, ruhen im abgelassenen Zustand auf den Ansätzen G des Schwingringes H, der auf den im rechten Winkel dazu liegenden Knaggen K des Stützens L sitzt. Zwei Zugstangen N mit einem unteren Querhaupt sind am Rastmantel bei O eingesetzt.

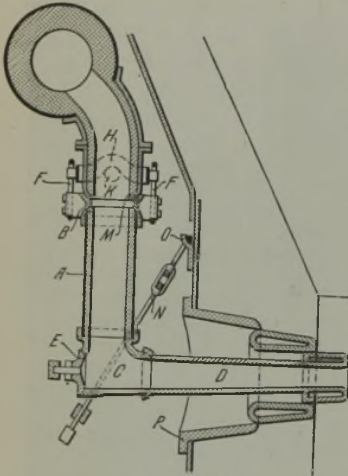


Abbildung 1. Schnitt durch den Düsenstock.

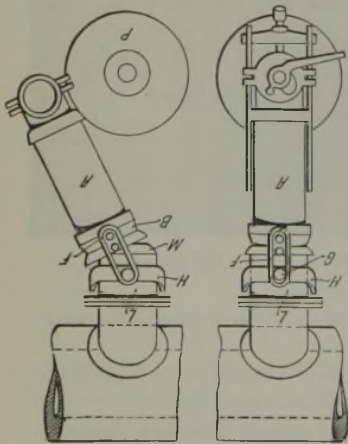


Abbildung 2. Düsenstock in normaler und ausgeschwungener Lage.

Die resultierende Kraft des Winddruckes, der auf dem Kniestück ruht, und des Gewichts des ganzen Düsenstockes läuft in Richtung dieser Aufhängebolzen, so daß die halbkugelförmige Verbindung luftdicht und zu gleicher Zeit der Düsenstock in der richtigen Lage gehalten wird. Auch die wagerechte Ausdehnung des Rüssels und die senkrechte Ausdehnung des Anschlußstückes wird durch diese Bolzen aufgenommen. Man ersieht aus Abb. 2, daß die Bügel F bei normaler Lage

des Düsenstockes einen Spielraum über den Ansätzen G besitzen. Beim Nachlassen der Aufhängebolzen senkt sich das Anschlußstück, bis die Bügel fest auf den Ansätzen aufrufen, wodurch ein freier Raum zwischen den halbkugelförmigen Sitzflächen M und B entsteht, durch den ein schmiedeisernes Blech eingeschoben werden kann, um das Austreten von Gebläsewind zu verhüten.

Die Einrichtung des Schwingringes H mit seinen Ansätzen erlaubt das Ausschwingen des Düsenstockes in jeder Richtung, so daß sich die Form leicht auswechseln läßt.  
H. Illies.

### Hydraulische Geradföhrung für Pressen und sonstige Maschinen.

Bei Maschinen, die durch hohe Drücke wirken müssen, wie Plattenpressen, schwere Scheren, Biege-, Schwelkenkapp- oder Bördelpressen, ist die hydraulische oder Fließdruck-Kraftübertragung der sonst angewendeten, z. B. einer Kurbel- oder Keildruckübertragung, überlegen; dabei wird aber die Geradföhrung der großen Flächen oder auch langer Messer und Kanten sehr schwierig. Es müssen z. B. bei Scheren oder Biegepressen Keile oder Kurbelachsen als Vermittler zwischen dem hydraulischen Zylinder und dem eigentlichen Werkzeug eingeschaltet werden. Endlich werden auch lange Kolben oder Prismenföhrungen verwendet, die sehr teuer sind und ihren Zweck unvollkommen erfüllen. Diesen Uebelstand beseitigt die hier beschriebene neue Anordnung<sup>1)</sup> dadurch, daß die bekannte hydraulische Wage als Mittelglied in die Maschine eingebaut wird.

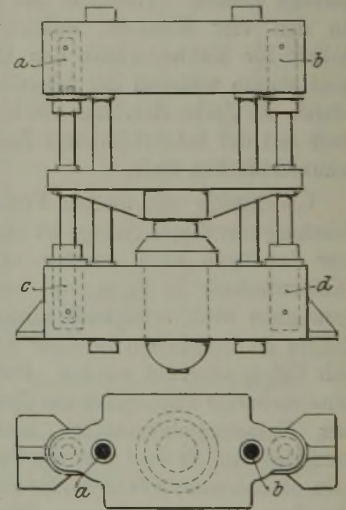


Abbildung 1. Hydraulische Parallel- oder Geradföhrung für Pressen und sonstige Maschinen. (Hydraulische Wage.)

Die hydraulische oder Fließdruckwage, wie sie nachstehend beschrieben ist, föhrt die Werkzeuge oder Platten vollständig parallel, auch dann, wenn gegen die gedrückte Fläche mehrere Preßzylinder arbeiten, was bei langen Maschinen vorteilhaft sein kann. Der volle Druck aller Zylinder wirkt auf den am stärksten widerstehenden Punkt des zu verarbeitenden Stückes. Abb. 1 zeigt eine derart ausgerüstete hydraulische Presse. Je 2 der 4 Zylinder a, b, c, d der Tischföhrung mit gleich großen Kolben sind durch Röhrenleitungen (a mit d, b mit c) verbunden und vollständig mit einer Druckflüssigkeit gefüllt. Steigt der Preßtisch durch Einlassen von Druckwasser in den Hauptkolben, so müssen sich die Kolben der Zylinder a, b, c, d gleichmäßig einstellen. Es ist nicht möglich, daß einer der Kolben voreilt. Sollte beispielsweise die Preßwirkung zwischen Tisch und Kopfstück beim Kolben d kleiner sein als bei c, so wird im Kolben b das Oel

<sup>1)</sup> D. R. P. der Firma Fritz Müller, Pressenfabrik, Eßlingen.

<sup>1)</sup> Iron Coal Trades Rev. 145 (1927) S. 5.

zusammengepreßt und wirkt auf Kolben c ein. Da diese Zylinder mit Druckflüssigkeit vollständig gefüllt und alle Kolben gleich groß sind, muß in c der Kolben ebenso hoch steigen, wie der Kolben in b zurückgeht, d. h. der Preß-tisch muß parallel steigen, da auf der andern Seite die Zylinder a und d ebenso wirken.

Sollen lange und breite Flächen parallel geführt werden, so sind zweckmäßig mehrere Preßzylinder und statt zwei Paar Ausgleichzylindern deren vier zu setzen.

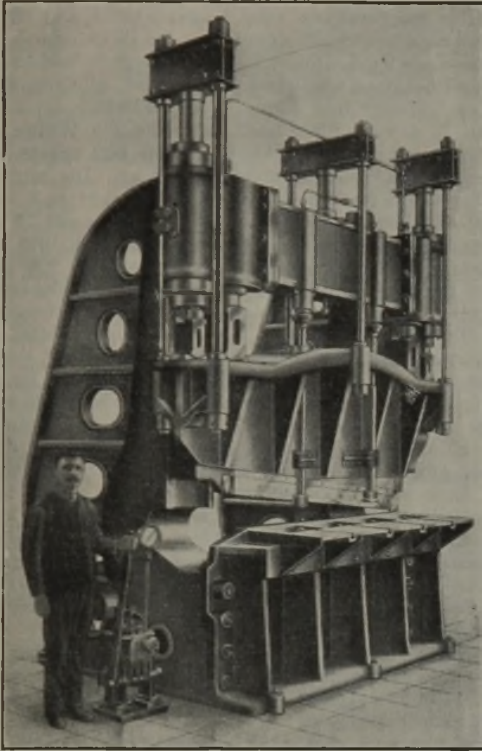


Abbildung 2. Reinhydraulische Bleischere mit Geradföhrung.

Die Föhrung wirkt ganz selbsttätig, ohne daß eine hydraulische Krafterzeugung oder eine Steuerung notwendig wäre. Sie ist daher auch für Maschinen zulässig, die nicht durch hydraulischen Druck arbeiten, bei denen aber eine Parallelföhrung, wie vorstehend beschrieben, vorteilhaft sein kann. Ein wichtiges Erfordernis besteht darin, daß die Zylinder der Fließdruckwage stets vollständig unter einem bestimmten Druck gefüllt sind. Abb. 2 zeigt eine mit dieser Geradföhrungsvorrichtung versehene Bleischere.

**Graphitelektroden und amorphe Kohlelektroden in der Eisen- und Stahlindustrie.**

Obwohl auf vielen Werken Vergleichsversuche mit Graphit- und Kohlelektroden angestellt worden sind, sind Veröffentlichungen darüber leider unterblieben. Die einzigen eingehenden Arbeiten auf diesem Gebiete, von C. A. Hansen und Carl Hering, sind vor einigen Jahren von Rodenhauser und Schoenawa in ihrem Buche<sup>1)</sup> umfassend gewürdigt worden. Vor kurzem sind zwei weitere Arbeiten von H. Nathusius<sup>2)</sup> und W. Bliemeister<sup>3)</sup> erschienen; über letztere soll nachstehend auszüglich berichtet werden.

Zur Kennzeichnung beider Elektrodenarten mögen die in Zahlentafel 1 zusammengestellten Angaben dienen. Rodenhauser und Schoenawa kommen bei ihren oben-

<sup>1)</sup> Elektrische Oefen in der Eisenindustrie, 1. Aufl. (Leipzig: Oskar Leiner 1911.)

<sup>2)</sup> Graphitelektrode oder amorphe Kohlelektrode. Centralbl. Hütten Walzw. 30 (1926) S. 11/6.

<sup>3)</sup> Ueber Graphitelektroden und amorphe Kohlelektrode in der Eisen- und Stahlindustrie. Centralbl. Hütten Walzw. 30 (1926) S. 19/23.

**Zahlentafel 1. Vergleichswerte zwischen Kohle- und Graphitelektroden.**

	Elek-troden aus amorphem Kohlenstoff	Graphit-elektroden
Spezifisches Gewicht . . . . .	2,00	2,25
Spezifischer Widerstand in Ohm/mm <sup>2</sup> und m . . . . .	30—60	8—15
Zulässige Stromdichte in A/cm <sup>2</sup> (je nach Querschnitt) . . . . .	5—10	15—25
Mittlere relative Wärmeleitfähigkeit kcal/mst . . . . .	1	10
Oxydationstemperatur in Luft in °C . . . . .	435	660
Zugfestigkeit in kg/cm <sup>2</sup> . . . . .	70—100	60—75
Verhältnis der Querschnittsflächen für gleichen Spannungsverlust bei gleichen Längen.	3,87	1
Aschengehalt . . . . . %	5—11	0,5—1,5
Mittlerer Verbrauch für 1000 kWst in kg . . . . .	20	8
Preis für 100 kg . . . . . M	33,00	200,00

genannten eingehenden Vergleichen u. a. zu der Schlußfolgerung, daß größere Elektrodenquerschnitte kraftsparend wirken, geringe Stromdichten demnach vorteilhaft sind. Betrachtet man demgegenüber die allgemein vertretene Ansicht, daß Graphitelektroden infolge ihrer höheren Leitfähigkeit einen geringeren Stromverbrauch aufweisen, so ergibt sich folgendes. Das Verhältnis der Querschnittsflächen für gleichen Spannungsverlust bei gleichen Längen für Graphit- und Kohlelektroden beträgt 3,87 zu 1. In der Praxis wird das Verhältnis der Querschnitte beider Elektrodenarten für gleiche Belastung wie 4 zu 1 gewählt, so daß die Verluste durch Joulesche Wärme in beiden Fällen gleich sind.

Große Unterschiede zeigen sich in der Wärmeleitfähigkeit. Ueber die Wirkung der hohen Wärmeleitfähigkeit der Graphitelektrode gibt Baumann<sup>1)</sup> einige Beobachtungen an offenen Oefen zur Karbidherzeugung bekannt. Dabei zeigte sich, daß infolge der guten Wärmeleitung der Graphitelektrode trotz der besten Fassungskühlung die Hitze des Schmelzbadens mit unerwünschter Vollkommenheit zur Fassung und den metallischen Strombahnen weitergeleitet wurde, eine Erscheinung, die bei geschlossenen Oefen natürlich mindestens in gleichem Maße auftreten muß.

Was die Festigkeit betrifft, so ist sie in der Praxis bei beiden Elektrodenarten gleichzusetzen, da die Kohlelektrode den doppelten Querschnitt wie die Graphitelektrode hat.

Als Nachteil der Graphitelektrode gilt ferner, daß sie als Folge ihres geringen Durchmessers eine Aushöhlung des Ofenherdes verursacht und außerdem nur geringe Schirmwirkung hat; letztere scheint allerdings durch die größeren Durchbrechungen des Ofengewölbes bei Kohlelektroden teilweise aufgehoben zu werden.

Hansen hat ferner gefunden, daß mit der Verringerung des Querschnittes (auch infolge Zuspitzung) ein Energiemehrverbrauch bis zu 30 % eintreten kann, was wiederum zugunsten der Kohlelektrode sprechen würde.

Auch aus Amerika liegen auf Grund praktischer Erfahrungen Urteile vor, die für die Kohlelektrode günstig lauten. Erwähnt sei, daß die Carnegie-Gesellschaft, also ein Elektrodenverbraucher, einen Uebelstand der Kohlelektroden, das Brechen, durch eigene Maßnahmen so weit überwunden hat, daß man dort diese Elektrode wegen ihrer längeren Lebensdauer jetzt vorzieht.

Von besonderer Bedeutung ist die Frage der Kosten, die im wesentlichen vom Elektrodenverbrauch, Abbrand und Bruch abhängig sind. Aus einer Anzahl von Betriebs-

<sup>1)</sup> Chem.-Zg. 44 (1920) S. 35.

Zahlentafel 2. Betriebsergebnisse mit Graphit- und Söderberg-Elektrode an einem 20-t-Girod-Ofen.

Elektrode	Elektrodenverbrauch			Kosten je kg eingebaute Elektrode Lire	Gesamt-Elektrodenkosten je t Ausbringen Lire
	je t Einsatz kg	je t Ausbringen kg	je 1000 kWst kg		
Graphitelektroden . .	7,3	8,1	9,5	12,00	97,00
Söderberg-Elektroden	14,4	16	20	1,50	24,00

zahlen für Elektroöfen verschiedenster Bauart<sup>1)</sup> haben sich, auch unter Berücksichtigung der von den Ofenbau-firmen und den Lieferanten von Graphitelektroden in ihren Veröffentlichungen angegebenen Zahlen, Mittelwerte ergeben, die zugunsten der Kohlelektrode einen Betrag von rd. 9,73  $\mathcal{M}$  und zugunsten der Söderberg-Elektrode einen solchen von rd. 10,80  $\mathcal{M}$  je 1000 kWst gegenüber der Graphitelektrode ausmachen.

Die bei den gewöhnlichen Kohlelektroden hin und wieder angewendeten Eisenmäntel zur Verminderung des Abbrandes vergrößern die Elektrodenunkosten entsprechend; bei der Söderberg-Elektrode<sup>2)</sup> sind diese Kosten natürlich schon einbegriffen.

Bei den üblichen Vergleichen zwischen Graphit- und Kohlelektrode wird als Vorteil der Graphitelektrode angeführt, daß sie an der Durchführungsstelle besonders geschützt ist. Eine solche Abdichtung ist jedoch auch bei der Kohlelektrode möglich, wodurch sich die Verhältnisse zugunsten der letzteren verschieben würden; die Söderberg-Elektrode dichtet selbsttätig ab, weshalb auch sie günstiger als die übliche Kohlelektrode arbeitet. Zudem ergibt sie eine Energieersparnis von 6 bis 10%. Von besonderer Bedeutung ist noch, daß sie, wie jahrelange Erfahrungen zeigen, ohne Bruch arbeitet. Aus den Ergebnissen einiger Vergleichsversuche an 20-t-Elektrostrahlöfen der Acciaieria Elettrica Cogne-Girod in Aosta (Italien), die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken, seien noch folgende Angaben entnommen.

Je ein 20-t-Girod-Ofen war mit drei Söderberg-Elektroden von 600 mm  $\phi$  bzw. mit drei Graphitelektroden von 300 mm  $\phi$  bester amerikanischer Herkunft ausgerüstet. Jeder Ofen hatte einen Transformator von 3500 kW. Die Spannung zwischen Elektrode und neutralem Boden betrug 75 V, entsprechend 130 V zwischen zwei Elektroden; die Elektrodenbelastung betrug zwischen 15 000 und 18 000 A. Hieraus ergibt sich die spezifische Belastung der Graphitelektroden zu 21 bis 25 A/cm<sup>2</sup> und die der Söderberg-Elektroden zu 5,3 bis 6,3 A/cm<sup>2</sup>. In den Öfen wurden Sonderstähle aus festem Einsatz erzeugt, der aus Guß von Aosta, Schrott oder Drehspänen bestand. Die Nutzlänge der Söderberg-Elektroden betrug bei einer Höchstlänge von 5 bis 5,30 m rd. 2 bis 2,30 m.

Nachdem die Elektrodenmasse den höheren Ansprüchen im vorliegenden Falle angepaßt war, ging der Elektrodenverbrauch von ursprünglich etwa 20 kg auf 15 kg rohe Elektrodenmasse je 1000 kWst zurück, und jeder Elektrodenbruch wurde vermieden. Eine Uebersicht der Betriebsergebnisse ist in Zahlentafel 2 gegeben. Die Ergebnisse sind durch die Verhältnisse des 20-t-Girod-Ofens ungünstig beeinflusst. In diesem Ofen ist die freie Länge der Elektrode unterhalb der Fassung ungewöhnlich groß, nämlich 2,50 m; entsprechend liegt auch der Verbrauch an Graphitelektroden in den gleichen Öfen mit 9,5 kg über dem sonstigen Durchschnitt von etwa 8 bis 8,5 kg je 1000 kWst.

Die Versuche zeigten weiterhin, daß der Ofenherd bei Verwendung von Graphitelektroden stärker beansprucht wird, also eher ausgebessert und erneuert

werden muß, und daß die Gesamt-Elektrodenkosten bei der Verwendung der Söderberg-Elektrode etwa ein Drittel der bei der Graphitelektrode aufgewendeten ausmachen. *W. Blümeister.*

### Beiträge zur Eisenhüttenchemie.

(Juli bis September 1926.)

[Schluß von Seite 413.]

#### 4. Metalle und Metallegierungen.

Für die Analyse von Lagermetall auf Bleigrundlage löst B. Paxton<sup>1)</sup> 1 g der Probe durch Erwärmen mit 2 g Kaliumsulfat und 15 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure, bis der Rückstand weiß geworden ist, kühlt, gibt vorsichtig 100 cm<sup>3</sup> Wasser und dann 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure zu, kocht genau 12 min, kühlt schnell in fließendem Wasser ab, verdünnt mit 200 cm<sup>3</sup> kaltem Wasser und titriert das Antimon mit  $\frac{1}{10}$ -n-Kaliumpermanganat. Die titrierte Lösung kühlt man in Eiswasser und filtriert vom Bleisulfat ab. Letzteres löst man durch Kochen mit 75 cm<sup>3</sup> Ammoniumazetatlösung (200 cm<sup>3</sup> Ammoniak, 275 cm<sup>3</sup> Wasser, 200 cm<sup>3</sup> Essigsäure), verdünnt auf 200 cm<sup>3</sup>, kocht und titriert das Blei mit gegen reines Blei eingestellter Ammoniummolybdatlösung unter Verwendung von Tannin als Indikator. Zu der vom Bleisulfat abfiltrierten Lösung gibt man 25 cm<sup>3</sup> Salzsäure, einige Eisennägel und genug Silberlösung, damit die Lösung wenigstens 0,15 g Silber enthalte. Man kocht 25 min, kühlt unter Kohlensäure oder einem anderen neutralen oder reduzierenden Gase ab, filtriert schnell durch Glaswolle, gibt 5 cm<sup>3</sup> Stärkeindikator hinzu und titriert das Zinn mit  $\frac{1}{10}$ -n-Jodlösung, die gegen reines Zinn eingestellt ist. Wesentlich ist, daß die Zinnlösung beim Abkühlen vor Oxydation geschützt ist. Das Verfahren ist schnell ausführbar und für die gewöhnlichen Kontrollzwecke hinreichend genau.

Es gibt bisher kein Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Sulfats bei Gegenwart von Blei. Die Fällung mit Bariumsulfat ist unbrauchbar, da Blei mitgerissen wird und die Ergebnisse durchaus falsch sind. Vlastimil und M. Matula<sup>2)</sup> haben für diese Bestimmung das Raschigsche Benzidinverfahren<sup>3)</sup> angewendet und sind nach einigen Abänderungen des letzteren zu Ergebnissen gekommen, die man als befriedigend bezeichnen kann. Das Raschigsche Benzidinverfahren besteht bekanntlich im wesentlichen darin, daß Benzidin mit Schwefelsäure und Sulfaten eine im Wasser und Alkohol sehr wenig lösliche Fällung von Benzidinsulfat gibt, in der man nach dem Abfiltrieren und Suspendieren in heißem Wasser bei Anwesenheit von Phenolphthalein die Schwefelsäure unmittelbar mit  $\frac{1}{10}$ -n-Lauge titrieren kann.

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

S. de Waard<sup>4)</sup> erörtert die die Bestimmung der flüchtigen Bestandteile in Kohlen beeinflussenden Faktoren, d. i. Temperatur, Schnelligkeit und Dauer der Erhitzung, Feinheitsgrad, Wasser- und Aschengehalt der Kohle, Einfluß dritter Stoffe u. a. m., und teilt die Normen mit, die das niederländische Reichsinstitut für Brennstoff-Oekonomie für die Ausführung der genannten Bestimmung angenommen hat. Die Maße für Tiegel und Deckel sind in Abb. 4 angegeben, die Tiegel bestehen aus Platin mit 3 bis 4% Iridium; der Tiegel wiegt 12 bis 12,5 g, der Deckel 6 bis 6,5 g. Das Dreieck zum Halten des Tiegels ist aus Chrom-Nickel-Legierung mit drei Stiften aus Platina hergestellt. Die Abmessungen, Aufstellung und die übrige Apparatur ist ebenfalls aus Abb. 4 ersichtlich. Von dem laut allgemeiner Vorschrift zu bereitenden Muster, das ganz durch ein Sieb B 20 gehen muß, wird 1 g in den polierten Tiegel abgewogen und in die beschriebene Apparatur hineingestellt. Der Druck des Gases soll 38 bis 42 mm WS betragen, der Verbrauch

<sup>1)</sup> Chemist-Analyst (1926) S. 3; nach Chem. Zentralbl. 97 (1926) Bd. II, S. 1672/3.

<sup>2)</sup> Chem.-Zg. 50 (1926) S. 486/8.

<sup>3)</sup> Z. angew. Chem. 16 (1903) S. 617 u. 818.

<sup>4)</sup> Feuerungstechn. 14 (1926) S. 275/8.

<sup>1)</sup> Vgl. Blümeister a. a. O.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu: St. u. E. 40 (1920) S. 1599/1603; 44 (1924) S. 364/8.

an Gas 300 l/st, die Flammenhöhe 18 bis 20 cm, der Heizwert des Gases mehr als 4000 kcal und die Erhitzungsdauer 7 min. Hiernach wird der Tiegel im Exsikkator über starker Schwefelsäure abgekühlt und zurückgewogen. Der Gewichtsverlust abzüglich Wasser gibt die Menge der flüchtigen Bestandteile.

Um den Vorteil einer schnellen Verbrennung mit dem Vorteil eines schnellen Auslaugens zu vereinigen, verwenden V. Schön und F. Vykypil<sup>1)</sup> für die Bestimmung von Schwefel in festen Brennstoffen an Stelle von Soda und Kobaltoxyd, wie es Brunck<sup>2)</sup> vorschreibt, einfach eine Eschka-Mischung mit 10 % Kobaltoxyd. Im übrigen wird Bruncks Vorschrift eingehalten. Bei der neuen Mischung entfällt die Abscheidung der Kieselsäure, und die Zeit für die Schwefelbestimmung wird wesentlich verkürzt. Angestellte Untersuchungen über die Bedeutung des Kobaltkatalysators einerseits und die der Eschka-Mischung andererseits ergaben, daß die Wirksamkeit des Kobaltkatalysators deutlich bei der Art des Erhitzens, wie sie Brunck angibt, in Erscheinung tritt. Versuche zeigten, daß das Durchglühen bei kobaltoxydhaltiger Beschickung leichter und rascher vor sich geht als bei alleiniger Verwendung der Eschka-Mischung; diese hält dagegen den Schwefel stärker zurück als die Bruncksche Mischung. Bei derselben Kohle, die einmal mit Eschka-Mischung im Verhältnis 1 : 1, das andere Mal mit Brunckscher im Verhältnis 1 : 2 verbrannt wurde, ergab sich bei letzterer mehr Schwefel in der Vorlage als bei der ersteren. Diese beiden Vorteile, des Sauerstoffüberträgers und der Eschka-Mischung, können vereinigt werden in einer

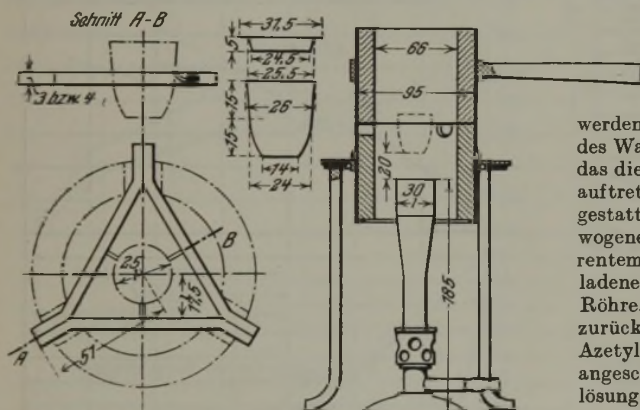


Abbildung 4. Holländische Normen für die Apparatur zur Bestimmung der flüchtigen Bestandteile in Kohlen.

Mischung, bestehend aus einem Teil Kobaltoxyd und neun Teilen Eschka-Mischung. Im Laufe ihrer Untersuchungen beobachteten die Verfasser auch den Vorgang des Erhitzens und seinen Einfluß auf den Schwefelgehalt der Vorlage. Die Art des Erhitzens des Schiffcheninhalts ist von Einfluß auf die Schwefeloxydation im Schiffchen. Zweckmäßig beginnt man das Erhitzen mit leuchtender kleiner Flamme unter dem dem Sauerstoffeintritt zugewandten Ende des Schiffchens, während mittels einer zweiten Flamme der Schiffcheninhalt vorgewärmt wird, indem man mit der Flamme dem Schiffchen entlang fächelt. Sobald die Zündung erfolgt, entfernt man vorsichtshalber beide Flammen und rückt dann mit der ersten Flamme, die man vergrößert und entleuchtet hat, entsprechend dem Verglimmen der Kohlenmischung nach. Sauerstoff soll in einer Menge von etwa vier bis sechs Blasen je sek angewendet werden. Die Zündung erfolgt bei Braunkohlen nach 5 min, bei Steinkohlen nach 3 bis 5 min, bei Koks, bei dem man sofort stärker erhitzen kann, innerhalb 6 min. Vom Beginn des Zündens an gerechnet ist die Verbrennung in 10 bis 20 min beendet und äußert sich darin, daß im Schiffchen nichts mehr glüht. Empfehlenswert ist noch die Zumischung

von Natriumsuperoxyd, wodurch die Schwefelmengen in der Vorlage herabgedrückt wird; jedoch soll der Zuschlag nicht mehr als 10 % der Kohleneinwage betragen.

Bei der Untersuchung von Koks wird der Gehalt an Stickstoff nach Kjeldahl stets viel zu niedrig gefunden; die Sauerstoffbestimmung, bisher nur aus der Differenz bestimmt, ist ebenfalls sehr fehlerhaft. G. A. Brender à Brandis und J. W. Le Nobel<sup>1)</sup> beschreiben eine neuzeitliche Elementaranalyse von Koks, die sehr genaue Ergebnisse liefern soll. Hiernach werden Kohlenstoff und Wasserstoff wie bisher nach Liebig im Luftstrom über Mangansuperoxyd verbrannt, wobei Stickoxyd und schweflige Säure durch vorgelegtes Bleisuperoxyd zurückgehalten werden. Sauerstoff wird im Wasserstoffstrom über Nickelasbest als Katalysator bei 400° hydriert; das gebildete Wasser und etwaiges Ammoniak, das in  $\frac{1}{10}$ -n-Schwefelsäure aufgefangen wird, werden aus der Gewichtszunahme bestimmt. Stickstoff wird entsprechend in mit Wasserdampf gesättigtem Wasserstoffstrom über Nickelasbest bei 350° hydriert und das entweichende Ammoniak in  $\frac{1}{10}$ -n-Schwefelsäure aufgenommen. Von der gefundenen Asche wird der dabei an das ursprünglich vorhandene Eisen gebundene Sauerstoff abgezogen.

Das bekannte Verfahren von Marcusson zur quantitativen Bestimmung des Wassers in Oelen und Fetten, das darauf beruht, das Oel in Xylol zu lösen und einen Teil des letzteren abzudestillieren, wobei das Wasser mit den Xyloldämpfen übergeht und sich unterhalb des Xyloles ansammelt, läßt bei größeren Wassergehalten nichts zu wünschen übrig. Bei den sehr geringen Wassermengen, wie sie u. a. bei Isolierölen in Frage kommen, versagt das Verfahren jedoch, weil sich die Löslichkeit des Wassers in Xylol störend bemerkbar macht und die Ablesungsfehler verhältnismäßig groß werden. W. Boller<sup>2)</sup> hat ein Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes in Transformatorölen ausgearbeitet, das die genaue Ermittlung der in diesen Oelen gewöhnlich auftretenden Wassergehalte von weniger als 0,01 % gestattet. Bei diesem Verfahren wird durch die gewogene Oelprobe ein Strom von getrocknetem, indifferentem Gas geleitet. Das mit Wasser- und Oeldämpfen beladene Gas durchströmt eine mit Kalziumkarbid gefüllte Röhre. Der Wasserdampf wird vom Kalziumkarbid zurückgehalten unter Bildung einer äquivalenten Menge Azetylen. An das Karbidrohr ist ein Absorptionsgefäß angeschlossen, das mit ammoniakalischer Kuprosalzlösung beschickt ist. Das Azetylen wird von dieser Lösung unter Bildung von unlöslichem Azetylenkuper absorbiert, und dieses nach bekannten Verfahren gewichts- oder maßanalytisch bestimmt. Als indifferente Gase haben sich bei diesem Verfahren Stickstoff und Wasserstoff bewährt. Letzterer verdient den Vorzug, weil er im Laboratorium mit einfachen Mitteln genügend rein hergestellt werden kann. Kohlensäure eignet sich nicht, weil die Empfindlichkeit des Kuprosalzes durch das sich bildende Ammoniumkarbonat bzw. -bikarbonat beeinträchtigt wird.

A. Staderer.

### Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung. Einfluß des Kaltziehens auf die Festigkeitseigenschaften und das Gefüge von nahtlosen Stahlrohren verschiedener Vorbehandlung.

Mit einem Anhang:

#### Ueber den Kraftbedarf beim Rohrziehen.

Zur Gewinnung von zahlenmäßigen Unterlagen für das bisher noch wenig behandelte Gebiet des Kaltziehens von Stahlrohren untersuchten A. Pomp und W. Albert<sup>3)</sup> den Einfluß des Kaltziehens auf Zugfestigkeit, Dehnung,

<sup>1)</sup> Het Gas 46 (1916) S. 194/6; nach Chem. Zentralbl. 97 (1926) Bd. II, S. 678.

<sup>2)</sup> Chem.-Zg. 50 (1926) S. 537/8.

<sup>3)</sup> Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) Lfg. 4, S. 54/111. — Zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

<sup>1)</sup> Chem.-Zg. 50 (1926) S. 673/4.

<sup>2)</sup> Z. angew. Chem. 18 (1905) S. 1560.

Zahlentafel 1. Analyse der Werkstoffe.

Werkstoff	C %	Si %	Mn %	P %	S %
A	0,10	0,14	0,54	0,022	0,028
B	0,28	0,29	0,59	0,024	0,045
C	0,41	0,32	0,54	0,028	0,025
D	0,57	0,09	0,45	0,017	0,031
E	0,84	0,14	0,32	0,014	0,017

Härte, Kerbzähigkeit und Gefüge nahtloser Stahlrohre von der in Zahlentafel 1 angegebenen Zusammensetzung. Als Zerreißproben dienten Rohrlängsstreifen, bei deren Herstellung besonderer Wert auf die Erhaltung des jeweiligen Rohrzustandes im Mittelteil der Zerreißprobe gelegt wurde. Durch Vorversuche wurde eine geeignete Form für die Kerbschlagprobe — ein Rohrlängsstreifen von 12 mm

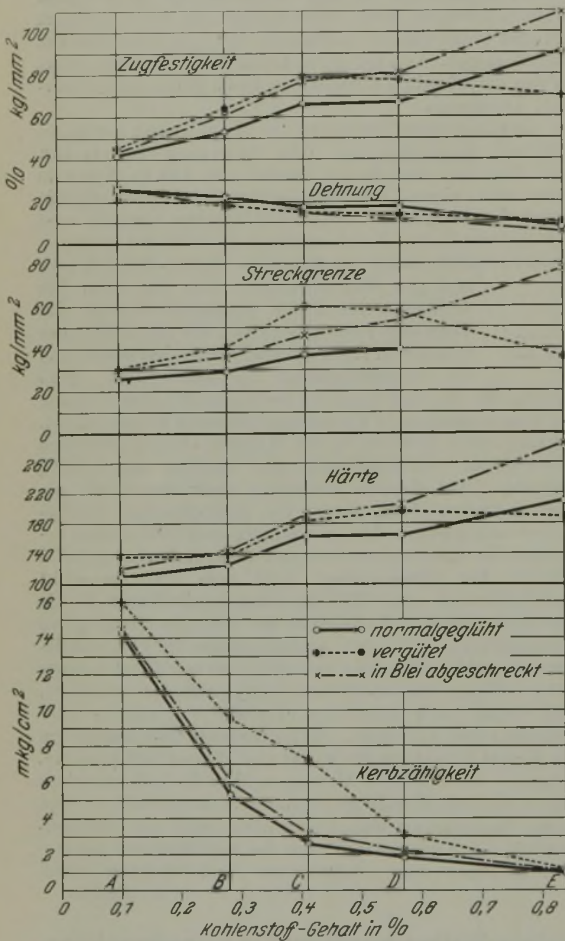


Abbildung 1. Festigkeitseigenschaften des verschieden behandelten Vorfabrikats in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt.

Breite mit 6 mm tiefem Spitzkerb, 120 mm Länge und 90 mm Auflagerentfernung — ermittelt. Die Härteprüfung wurde an der inneren Rohroberfläche mit einer 5-mm-Stahlkugel bei 750 kg Belastung und einer Belastungszeit von 30 sek vorgenommen.

Die Versuchsrohre hatten im Ausgangszustande die Abmessungen: 70 mm äußerer Durchmesser und 8 mm Wandstärke. Vor Beginn der Ziehversuche wurden sie wie folgt vorbehandelt: 1. normalgeglüht, 2. vergütet, 3. in Blei abgeschreckt. Die Ergebnisse der mechanischen Untersuchung der so behandelten Versuchsrohre sind in Abb. 1 wiedergegeben.

Die Ausgangsrohre wurden in mehreren, ohne Zwischenglühung aufeinanderfolgenden Zügen nach den drei in der Praxis gebräuchlichen Ziehverfahren (Druck-

zug, Stopfenzug, Stangenzug) bis zur Erschöpfung der Ziehmöglichkeit gezogen und in den einzelnen Ziehstufen in der oben beschriebenen Weise geprüft. Die bereits in dem verschieden behandelten Vorerzeugnis vorhandenen Unterschiede in Zugfestigkeit und Härte wurden durch die Kaltverformung nicht verändert. Die die einzelnen Vorbehandlungen kennzeichnenden Zugfestigkeits- und Härteschaulinien verlaufen entsprechend den im Ausgangszustande festgestellten Werten in gleichmäßigen Abständen übereinander. Anders verhält sich, insbesondere bei dem weichen Werkstoff A, die Kerbzähigkeit der kaltgezogenen Rohre, wie Abb. 2 erkennen läßt. Während die Kerbzähigkeit des normalgeglühten Rohres schon bei geringen Querschnittsverminderungen stark abfällt, besitzen die vergüteten und in Blei abgeschreckten Rohre selbst bei starker Dickenabnahme noch eine bedeutend

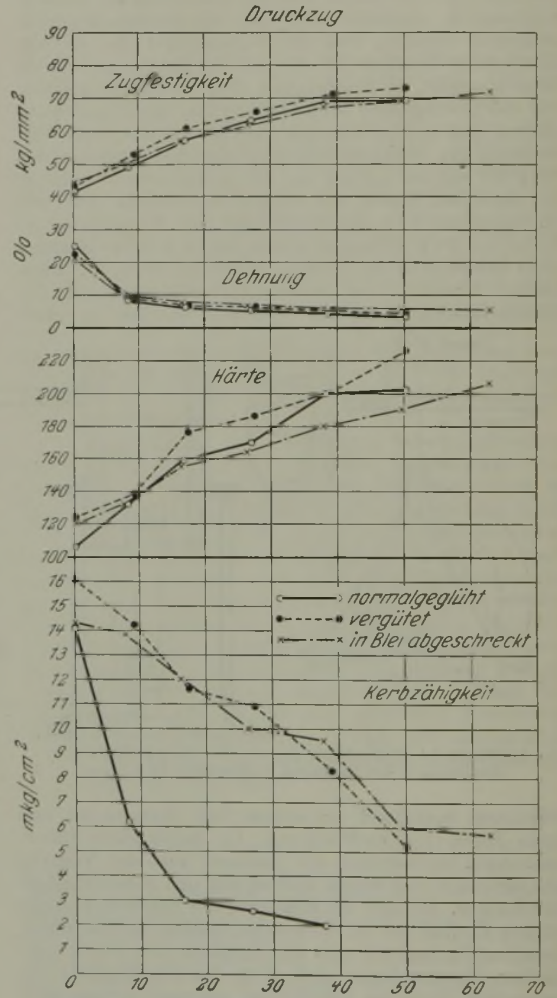


Abbildung 2. Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von der Gesamtzunahme. (Werkstoff A.)

höhere Kerbzähigkeit. Diese hohe Zähigkeit ist für bestimmte Verwendungsgebiete der kaltgezogenen Rohre, wie Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau, von besonderer Bedeutung.

Abb. 3 zeigt die Festigkeitseigenschaften von normalgeglühten und dann gezogenen Rohren aus Werkstoff B und ermöglicht einen Vergleich der drei Kaltziehverfahren. Im Verlauf der Festigkeits- und Dehnungsschaulinien zeigen sich bei den einzelnen Ziehverfahren praktisch keine Unterschiede. Die Schaulinien der Härte und Kerbzähigkeit weisen dagegen eine bei allen Werkstoffen wiederkehrende und nach den einzelnen Verfahren getrennte Anordnung auf.

Die durch Kaltziehen bedingten Festigkeitsänderungen von normalgeglühten bzw. in Blei abgeschreckten



und dann mit Stopfzügen gezogenen Rohren verschiedener Zusammensetzung lassen sich in Abb. 4 und 5 vergleichen. Die Festigkeits- und Härteschaulinien verlaufen entsprechend den Ausgangswerten in nahezu gleichmäßigen Abständen übereinander. Die Zugfestigkeit steigt mit zunehmender Gesamtabnahme anfänglich rascher, dann langsamer, nahezu geradlinig, an. Bei Querschnittsverminderungen über 70 % ist bei den verschiedenen Werkstoffen ein mehr oder weniger deutliches Abzweigen von der Geraden nach oben festzustellen. Die Dehnung erreicht bei allen Werkstoffen nach rd. 30 % Abnahme einen konstanten Tiefstwert. Die Kerbzähigkeit

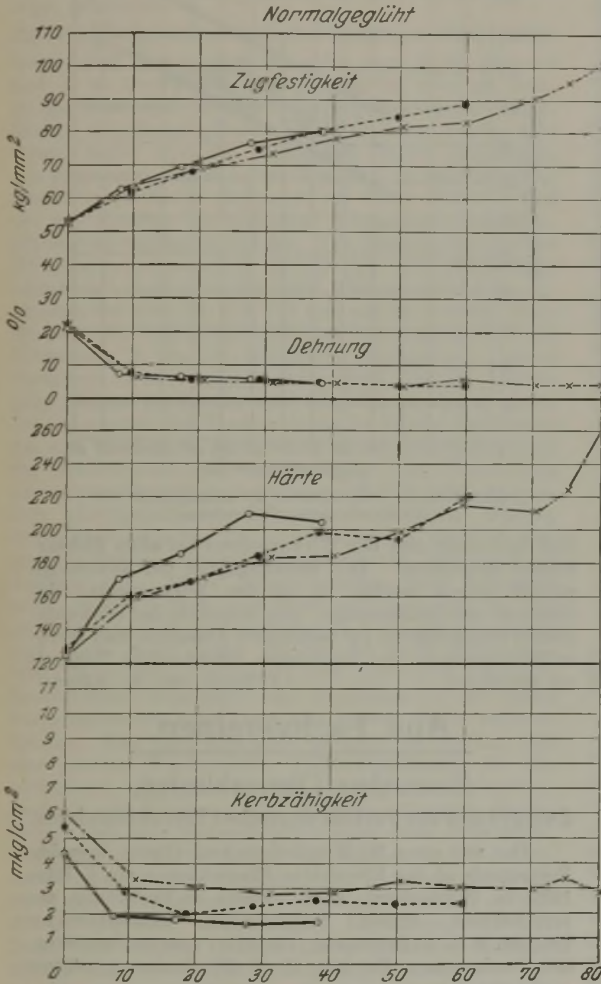


Abbildung 3. Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von der Gesamtabnahme. (Werkstoff B.)

der normalgeglühten Werkstoffe ist nach Querschnittsverminderungen von rd. 40 % bei allen Werkstoffarten gleich niedrig. Die Bleihärtung wirkt nur bei dem weichen Werkstoff A erhöhend auf die Kerbzähigkeit der kaltgezogenen Rohre. Grundlegende Unterschiede in der Gefügeausbildung der nach verschiedenen Ziehverfahren gezogenen Rohre waren nicht festzustellen. Im allgemeinen ließ sich bis zur Gesamtabnahme von 40 % keine deutliche Streckung des Gefüges beobachten.

In einem Anhang zu dieser Arbeit werden die bei den vorliegenden Ziehversuchen gleichfalls gemessenen Zugkräfte ausgewertet. Ausgehend von der Kießelbachschen Formel für die Formänderungsarbeit wurde ein Ausdruck für die theoretische Zugkraft bei verlustfreier Formgebung entwickelt und das Verhältnis dieser theoretischen zur tatsächlich erforderlichen Zugkraft als Wirkungsgrad bezeichnet. Bedeutet  $F_0$  den Querschnitt des Rohres vor,  $F_1$  den nach der Umformung,  $k_f$  die Formänderungsfestigkeit als Mittelwert der Zugfestigkeit des

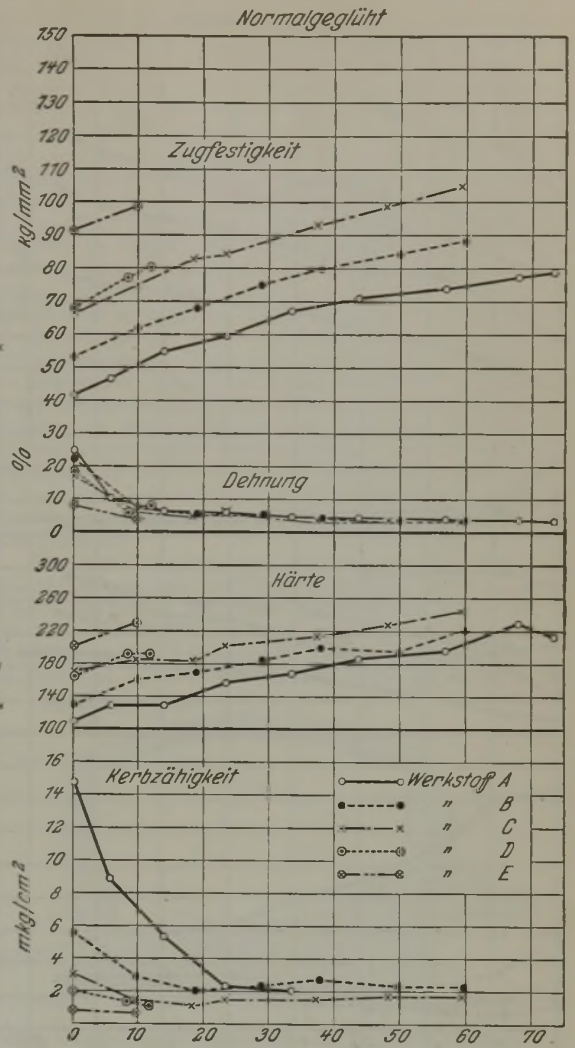


Abbildung 4. Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Werkstoffe in Abhängigkeit von der Gesamtabnahme. (Stopfzug.)

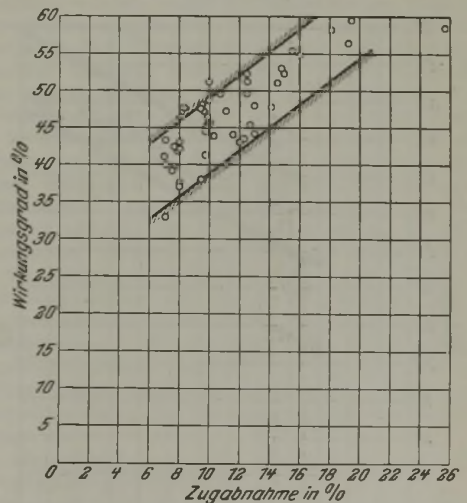


Abbildung 6. Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme. (Druckzug.)

Werkstoffs vor und nach dem Zug und  $\eta$  den Wirkungsgrad des Rohrziehvorganges, so ergibt sich für die erforderliche Zugkraft  $Z$  die Beziehung

$$1) \quad Z = F_1 \cdot \ln \frac{F_0}{F_1} \cdot k_f \cdot \frac{1}{\eta}$$

In Blei abgeschreckt

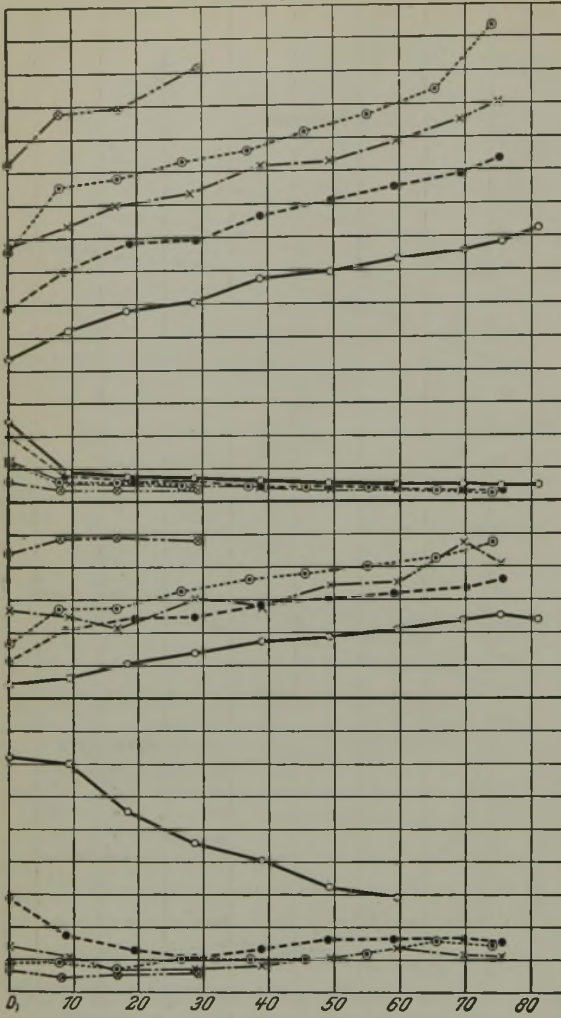


Abbildung 5. Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Werkstoffe in Abhängigkeit von der Gesamtabnahme. (Stopfenzug.)

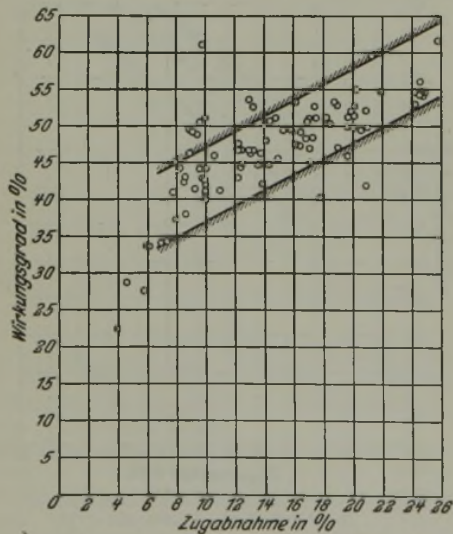


Abbildung 7. Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme. (Stopfenzug.)

Für kleine Abnahmen wurde eine vereinfachte Näherungsformel abgeleitet, die für die Praxis in vielen Fällen noch genügende Genauigkeit besitzen dürfte:

$$2) \quad Z = (F_0 - F_1) \cdot k_t \cdot \frac{1}{\eta}$$

Da bei den vorliegenden Versuchen für jeden Zug die erforderliche Zugkraft, die Rohrquerschnitte und die Zugfestigkeit des jeweiligen Werkstoffs bestimmt worden waren, konnten die Wirkungsgrade der einzelnen Ziehverfahren nach beiden Rechnungsarten ermittelt werden. Die mit Gleichung 1 errechneten Werte sind in Abb. 6, 7 und 8 wiedergegeben. Mit zunehmender Abnahme je

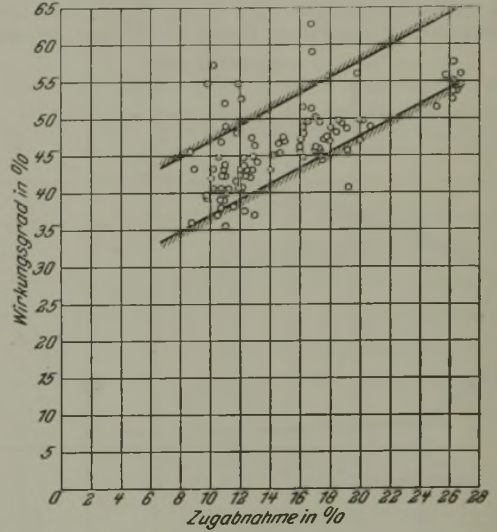


Abbildung 8. Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme. (Stangenzug.)

Zug verbessert sich der Wirkungsgrad bei allen Ziehverfahren bedeutend. Der Wirkungsgrad der Druckzüge nimmt jedoch rascher zu als der Wirkungsgrad der Stopfen- und Stangenzüge. Die Kenntnis des Wirkungsgrades ermöglicht es, für bestimmte Abnahme- und Werkstoffverhältnisse die tatsächlich erforderliche Zugkraft zu berechnen.  
A. Pomp und W. Albert.

## Aus Fachvereinen.

### Eisenhütte Oberschlesien,

Zweigverein des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Der von etwa 80 Mitgliedern und Gästen besuchte Vortragsabend der Eisenhütte Oberschlesien am 3. März 1927 in Hindenburg, O.-S., wurde in Vertretung des verhinderten ersten Vorsitzenden, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. R. Brennecke (Gleiwitz) vom stellvertretenden Vorsitzenden, Direktor Heil (Hindenburg), eröffnet und geleitet.

Dipl.-Ing. F. Illgen, Bobrek, sprach über **Feuerfeste Baustoffe und ihre Bedeutung für die Eisenindustrie.**

Der Vortragende gab in etwa einstündigen, durch zahlreiche Lichtbilder unterstützten Ausführungen zunächst ein Bild über den Anteil der einzelnen Industrien an dem Verbrauch feuerfester Baustoffe, wobei die Eisenhüttenindustrie an der Spitze steht. Er ging dann ein auf den Verbrauch der einzelnen Abteilungen der Eisenhütten und den Einfluß auf die Erzeugungskosten dieser Abteilungen. Dabei ergab sich in klarer Weise die Bedeutung und die Notwendigkeit einer rationellen Bewirtschaftung der feuerfesten Baustoffe. Der Vortragende sprach sodann über die bei der Untersuchung feuerfester Baustoffe in Frage kommenden chemischen, physikalischen und mikrophotographischen Untersuchungsverfahren und brachte eine Reihe von praktischen Beispielen über die Ergebnisse derartiger Untersuchungen. Zum Schluß entwickelte er an Hand eines Planes die für ein vollständiges Untersuchungslaboratorium notwendigen Einrichtungen, deren Umfang und Kosten die Schaffung

entsprechender Einrichtungen für mehrere Hüttenwerke gemeinsam zweckmäßig erscheinen lassen.

Die an den Vortrag sich anschließende Aussprache beschäftigte sich mit einer Reihe von Fragen und Schwierigkeiten, die sich bei der Verwendung feuerfester Baustoffe in den Hütten ergeben.

### American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Auf der Herbstversammlung des Institute im Oktober 1926 in Pittsburgh wurden u. a. folgende Vorträge gehalten:

#### Optische Temperaturmessungen im Siemens-Martin-Ofen

lautete das Thema eines Berichtes von B. M. Larsen und J. W. Campbell, Pittsburgh, in dem sie erstmalige Messungen der wahren Temperaturen der Innenflächen des Siemens-Martin-Ofens und der Fehler mitteilen, denen optische Messungen darin unterliegen. Die Messungen gingen so vor sich, daß die wahren Oberflächentemperaturen im Innern des Ofens ermittelt und mit den Angaben des optischen Pyrometers (Glühfadenpyrometer) verglichen wurden. Zur Messung der wahren Oberflächentemperaturen diente das „Extrapolationsverfahren“, d. h. es wurden drei Thermolemente in Abständen von etwa 20, 115, 175 mm von der inneren Oberfläche in den Stein eingebaut und ihre Angaben auf die Entfernung 0 von der Oberfläche extrapoliert. Dieses Verfahren ist zwar an sich einwandfrei, aber die Ausführung genauer Messungen wird erheblich erschwert durch das Schwanken der Temperaturen im Innern des Ofens, das eine Nacheilung aller Temperaturen im Stein hinter der Oberflächentemperatur zur Folge hat. Daher sind nur solche Messungen brauchbar, die bei einer längeren Zeit gleichgehaltenen Temperatur gemacht werden, wobei aber noch die Phasenverschiebung zwischen den drei im Stein gemessenen Temperaturen berücksichtigt werden muß. Diese Schwierigkeiten sind immerhin nicht unüberwindlich, und es ist wohl anzunehmen, daß sie auch im vorliegenden Falle ins Auge gefaßt worden sind, wenn auch davon im Bericht nicht gesprochen wird. Trotz dieses Vorbehalts wird man die im folgenden beschriebenen Messungen und Ergebnisse als die besten heute bekannten hinnehmen und vorerst damit rechnen müssen. Man wird dies auch deshalb tun dürfen, weil eine gewisse physikalische Wahrscheinlichkeit für die gefundenen Ergebnisse spricht. Nämlich der Schwärzgrad der mit Eisenoxid und Schlacke bedeckten Steine bewegt sich sehr wahrscheinlich auch ohne Hohlraumstrahlung um 80 %. Durch die zusätzliche Strahlung der anderen Ofenteile muß dieser aber im Innern des Ofens unter allen Umständen noch gesteigert werden, so daß die im folgenden beschriebenen Ergebnisse, daß das Innere des Siemens-Martin-Ofens praktisch schwarz strahlt, theoretisch nicht unbegründet erscheinen.

Die ersten planmäßigen Messungen mit optischen Pyrometern im Siemens-Martin-Ofen machte Burgess<sup>1)</sup> im Jahre 1916. Er benutzte dabei die damals vom Bureau of Standards gefundenen Schwärzgrade von 0,40 für flüssigen Stahl, 0,53 bis 0,56 für flüssige Schlacken und korrigierte danach die optisch gemessenen Temperaturen. Er kam so zum Teil auf Temperaturen, die über 1700° lagen. Aus dem folgenden wird hervorgehen, daß diese Korrekturen im Siemens-Martin-Ofen fehlerhaft sind.

Im Jahre 1918 machte Johns<sup>2)</sup> ähnliche Temperaturmessungen. Er fand ebenfalls „korrigierte“ Temperaturen von 1700 bis 1800°, indem er einen Schwärzgrad der Steinoberfläche von 0,56 und der Schlacke von 0,50 annahm. Seine unkorrigierten Temperaturen lagen zwischen 1575 und 1665° und stimmen sehr gut mit den vorstehenden Messungen überein. Die Korrekturen dagegen sind nach den vorstehenden Untersuchungen ebenfalls als falsch anzusehen. Im Jahre 1922/23 machte Greenwood<sup>3)</sup> Messungen über die Fehler, denen die

optischen Temperaturmessungen bei der Stahlbereitung unterliegen. Er richtete sein Augenmerk besonders auf den Einfluß, den die leuchtende Flamme infolge der Reflexion der anvisierten Flächen bei der optischen Messung ausübt. Er verglich zu dem Zweck die Temperaturen, die sich bei leuchtender Flamme und im Augenblick des Verschwindens der Flamme bei der Umstellung ergaben, und fand ein Anwachsen der scheinbaren Temperaturen durch reflektiertes Licht von der Flamme von 27 bis 35°. Aus weiteren Beobachtungen glaubte er schließen zu dürfen, daß andererseits infolge des Fehlers, der wegen der nicht vollkommen schwarzen Strahlung der inneren Ofenoberfläche entsteht, etwa 35° zu wenig gemessen werden. Auf diese Weise würden sich die Fehler, die durch Reflexion der Strahlung der leuchtenden Flammen und andererseits durch die nicht vollkommene Schwärze der strahlenden Oberfläche entstehen, gerade aufheben, so daß man bei Vorhandensein einer normalen leuchtenden Flamme im Siemens-Martin-Ofen mit dem optischen Pyrometer die wahre Steintemperatur messen würde. Die Ergebnisse von Greenwood stimmen zwar besser als die vorhergehenden mit den hier zu schildernden Messungen überein, zeigen aber immer noch bemerkenswerte Abweichungen.

Die in der eingangs geschilderten Art zur Extrapolation eingebauten drei Thermolemente zeigten im Beharrungszustand des Ofens Temperaturen von etwa 700, 1050, 1450°. Zum Versuch wurde ein neuer basischer 50-t-Siemens-Martin-Ofen gewählt mit einem 230 mm starken Gewölbe. In dieses Gewölbe wurden die mit den Meß-

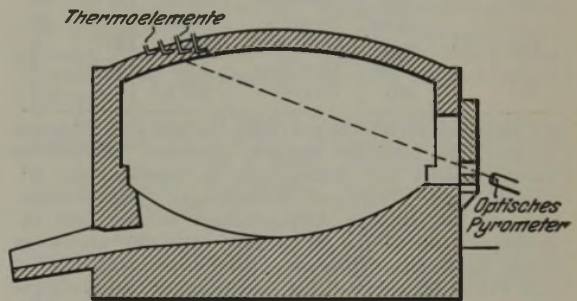


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Versuchsanordnung.

stellen versehenen Steine eingesetzt, ebenso in die Rückwand des Ofens. Die Außentemperatur des Gewölbes bewegte sich um 300°. Um die Genauigkeit der Messungen zu erkennen, wurden vorher im Laboratorium Versuche mit verschiedenen eingebauten Thermolementen gemacht. Es fand sich, daß Thermolemente, die einfach in einer senkrechten Bohrung untergebracht waren, etwa 20° weniger zeigten als Elemente, die in der Nähe der Lötstelle rechtwinklig umgebogen waren und einige Zentimeter in einer Isotherme des Steines liefen. Die Art der Versuchsanordnung ist in Abb. 1 wiedergegeben. Zu den Messungen wurden Platin-Platinrhodium-Thermolemente und Glühfadenpyrometer benutzt. Gewöhnlich bewegte sich die Temperatur im Schmelzraum zwischen 1480 und 1550°. Wenn der Ofen gegen Ende der Schmelzung scharf betrieben wurde und ein leichtes Abschmelzen der Silikasteine eintrat, gingen die Höchsttemperaturen bis 1650°. Daraus folgt, daß die Arbeitstemperaturen in Siemens-Martin-Ofen ziemlich eng begrenzt zwischen etwa 1480 und 1650° liegen, wobei die untere Grenze durch den Schmelzpunkt des Stahles und die obere durch den Schmelzpunkt der Silikasteine festgelegt ist.

In Zahlentafel 1 ist eine Anzahl der wichtigsten Versuchsergebnisse dargestellt.

Aus dieser Tafel folgt, daß die optisch gemessenen Temperaturen sich im Beharrungszustand des Ofens (nach 63 st) ziemlich genau mit den thermoelektrisch gemessenen Temperaturen decken, und daß Korrekturen bei abgestellter Flamme des Ofens unnötig sind. Zu beachten ist der große Einfluß, den die leuchtende Flamme auf die optisch gemessene Temperatur hat. Um diesen Einfluß noch genauer zu klären, wurden optische Messun-

<sup>1)</sup> Techn. Papers Bur. Standards Nr. 91 (1916).

<sup>2)</sup> Trans. Faraday Soc. 13 (1918) S. 280.

<sup>3)</sup> Carnegie Schol. Mem. 12 (1923) S. 27.

Zahlentafel 1.  
Temperaturen im Siemens-Martin-Ofen.

Zeit nach Inbetriebnahme		Mit oder ohne Flamme	Meßstelle	Temperatur		Unterschied ° C
				extra- poliert ° C	optisch ° C	
st	min					
52	40	mit	Gewölbe	1226	1362	136
		mit	Rückwand	1249	1331	82
58	10	ohne	Rückwand	1332	1327	- 5
		ohne	Gewölbe	1315	1335	20
63	40	mit	Gewölbe	1316	1397	81
		ohne	Gewölbe	1490	1536	46
84	40	ohne	Gewölbe	1490	1489	- 1
		ohne	Gewölbe	1349	1353	4
85	10	mit	Gewölbe	1549	1593	44
		ohne	Gewölbe	1043	1041	2
107	45	mit	Rückwand	1038	1034	4
		ohne	Gewölbe	1549	1582	33
108	45	mit	Gewölbe	1554	1557	3
		mit	Gewölbe	1560	1610	50
109	50	mit	Gewölbe	1566	1599	33
		ohne	Gewölbe	1557	1560	3
111	10	mit	Gewölbe	1557	1599	42
		mit	Gewölbe	1490	1510	20
133	30	mit	Gewölbe	1488	1489	1
		ohne	Gewölbe	1490	1493	3
134	30	ohne	Gewölbe	1490	1560	70
		ohne	Gewölbe	1505	1510	5
135	15	mit	Gewölbe	1516	1571	55
		ohne	Gewölbe	1526	1550	24
136	0	mit	Gewölbe	1574	1577	3
		ohne	Gewölbe	1522	1522	0
166	35	mit	Gewölbe	1577	1610	33
		ohne	Gewölbe	1522	1522	0
167	5	mit	Gewölbe	1577	1610	33
		mit	Gewölbe	1577	1610	33

gen an sieben verschiedenen Oefen, die mit verschiedenen Brennstoffen betrieben wurden, gemacht. Brennstoffe waren: Natur- und Koksofengas in verschiedener Mischung, Teer, Teer und Koksofengas, Generatorgas, Oel. Es zeigten sich Abweichungen bei an- und abgestellter Flamme von 10 bis 160°. Die 160° traten bei einem ölgefeuerten Ofen auf. Bei Teerfeuerung ergaben sich Fehler bis zu 100°, bei Generatorgas und Naturgas gingen die Fehler bis etwa 50°. Dabei streuten die Abweichungen so stark, daß eine genaue Messung bei angestellter Flamme nicht möglich war. Man kann aber die allgemeine Folgerung aus den Messungen ziehen, daß der Fehler bei angestellter Flamme um so größer wird, je stärker leuchtend die Flamme ist und je größer der Temperaturunterschied zwischen Flamme und Ofen ist. Der Fehler ist also am größten bei stark leuchtenden Flammen und in der Beschickungszeit.

Die Messungen wurden erschwert durch den scharfen Abfall, den die Temperatur des Ofeninnern erfuhren, sobald die Flamme abgestellt wurde. Dieser Abfall betrug beinahe 3° je sek.

Ausführliche Messungen wurden der Temperaturverteilung im Schmelzraum gewidmet. Es zeigte sich, daß Temperaturunterschiede, besonders in der zweiten Hälfte der Schmelzung, kaum auftraten, wenn die Messung bei abgestellter Flamme stattfand. Dagegen ergab sich infolge der Reflexion der Flammenstrahlung bei angestellter Flamme eine Abweichung in der Art, daß die scheinbare Temperatur da am höchsten war, wo die Flamme am stärksten war und die größte Leuchtkraft hatte. Messungen der Temperaturunterschiede zwischen Gewölbe und Rückwand von fünf verschiedenen Oefen ergaben, daß diese nicht über 33° hinausgingen. Diese geringen Temperaturunterschiede sind auf die gewaltige Stärke des Strahlungsaustausches bei den hohen Temperaturen zurückzuführen. Etwas größer waren die Temperaturunterschiede zwischen der Schlackenoberfläche, dem Gewölbe und der Rückwand. Hier ergaben sich Höchstunterschiede von 56°. Die Unterschiede wurden kleiner mit fortschreitendem Verlauf der Schmelzung. Die Übereinstimmung der verschiedenen Temperaturen im Innern des Ofens mit den optisch und elektrisch gemessenen Temperaturen weist darauf

hin, daß der Siemens-Martin-Ofen nach außen annähernd schwarz strahlt. Der starke ausgleichende Einfluß der Strahlung ergab sich ferner dadurch, daß bei der Abkühlung des Ofens die Temperaturen des Gewölbes, der Rückwand und des Herdes dauernd praktisch miteinander übereinstimmten, während sie in einem Zeitraum von 32 min von 1630 auf 1250°, d. h. um 380° fielen.

Zusammenfassend haben die Messungen ergeben, daß optische Messungen im Innern von Siemens-Martin-Oefen ohne Korrekturen richtige Ergebnisse haben, wenn die Flamme abgestellt ist, wenigstens dann, wenn die Messung nicht zu kurze Zeit nach der Beschickung des Ofens stattfindet. Gefahr für die feuerfesten Steine beginnt einzutreten, wenn die Temperatur 1640° überschreitet.

Dr.-Ing. A. Schack.

James Aston, dessen Puddelverfahren durch Synthese aus flüssigem Stahl und Silikatschlacke im Schrifttum des In- und Auslandes vielfach erörtert wurde<sup>1)</sup>, berichtete über die

#### Entwicklung der Puddelverfahren in den Vereinigten Staaten.

Er schilderte die verschiedenen mechanischen und metallurgischen Puddelverfahren, die heutzutage teils im Betriebe, teils noch im Versuchsstadium sind. Wenn Aston unter voller Würdigung der Erfolge, die mit den mechanischen Puddelverfahren in Amerika erzielt worden sind, zu dem Ergebnis kommt, daß seinem Verfahren allein eine große Zukunft beschieden sei, so erscheint dies begreiflich, wenn man die Forderung berücksichtigt, die Aston für das Puddeln aufstellt, nämlich eine solche Verbilligung des Verfahrens, daß der Schweißstahl mit dem Flußstahl auf allen Verwendungsgebieten in erfolgreichen Wettbewerb treten kann.

Es sei zugegeben, daß das nach den heute gebräuchlichen mechanischen Puddelverfahren hergestellte Fertigerzeugnis dem Wettbewerb des Flußstahls für Handelszwecke nicht standhalten kann. Immerhin sind Verbilligungen zustande gekommen, die einen Absatz von etwa 1 Million t Schweißstahl jährlich in den Vereinigten Staaten ermöglichen. Neben der Verbilligung der Arbeitslöhne ergibt sich beim mechanischen Puddeln gegenüber dem von Hand, der Vorzug der Herstellung größerer Luppeneinheiten. Geht man aber, worauf Aston hinzielt, zur Verbilligung des Puddelns für die Luppen auf die Größenordnung der Stahlblöcke, d. h. auf mehrere Tonnen Einheitsgewicht, über, so entstehen beim mechanischen Puddeln gewisse Schwierigkeiten in der Erzielung gleichmäßiger Oxydation der Metalloide durch die große Lupe hindurch. In dieser Beziehung dürfte das Verfahren von Aston überlegen sein, denn die Lupe stellt hierbei, unabhängig von der Größe, ein Agglomerat von entkohlten Stahlteilchen dar, die sich am Boden einer teilweise mit flüssiger Schlacke gefüllten Kokille absetzen. Ob mehr oder weniger Stahl sich absetzt, ändert an der chemischen Zusammensetzung des Luppenmetalls nichts. vorausgesetzt, daß das Verhältnis der Schlacken- und Eisenmenge in den vorgeschriebenen Grenzen gehalten wird, da die Stahlteilchen im Augenblick der Angliederung an die Lupe sich bereits in hochgradig raffiniertem Zustande befinden. Die Lupe muß also nicht, wie beim Hand- oder mechanischen Betriebe, zur Erzielung gleichmäßiger Oxydation aufgebrochen werden.

Die Frage der Synthese von Schweißstahl aus Flußstahl und Puddelschlacke nach dem Verfahren von Aston erscheint metallurgisch gelöst. Die zahlreichen Versuche, die dem Berichterstatter aus seiner Tätigkeit unter Aston in Pittsburgh bekannt sind, bestätigen dies. Leider ist das Verfahren aber bisher noch nicht auf eine wirtschaftliche Grundlage gestellt worden, die zuletzt darüber Aufschluß geben wird, ob die Durchführung im großen die Verbilligung bringt, die Aston sich errechnet. Bedenkt man aber, daß der Bedarf an Schweißstahl in Amerika heute rd. 1 Million t jährlich beträgt, und berücksichtigt man ferner, daß sich durch die Verbilligung des Verfahrens dem Schweißstahl neue Gebiete

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 436.

eröffnen, so ist anzunehmen, daß das Verfahren von dem einen oder anderen größeren Schweißstahlwerk in den Vereinigten Staaten aufgegriffen wird. Behält Aston recht, so wird der Schweißstahlindustrie eine neue Zukunft erschlossen, die auch für Europa von Bedeutung sein wird, da hier in gleicher Weise der Bedarf an Schweißstahl für eine Reihe von Sonderzwecken vorliegt. Im besonderen kommt Schweißstahl im Bahnbau in Frage, wo neben Rostwiderstand auch Widerstand gegen Ermüdung durch stoßweise Beanspruchung und Temperaturwechsel Forderungen sind, die erhoben werden. Daß auch in der Privatindustrie diese Erkenntnis sich durchsetzt, beweist die Tatsache, daß ein führender Konzern in Rheinland-Westfalen dazu übergegangen ist, sämtliche Rutschenschrauben für Bergwerke mit Rücksicht auf deren stoßweise Beanspruchung nur noch in Schweißstahl zu beziehen. Ein größeres Anwendungsgebiet für Schweißstahl liegt ferner in der Röhren-, Ketten- und Hufeisenfabrikation. Auch für Kupplungsschrauben und Kurbelwellen stellt sich vermehrte Nachfrage in Qualitätsschweißstahl ein. *H. Saemann.*

#### H. A. Stacy, Washington, berichtete über Biegeprüfungen von verzinkten Blechen,

eine Gemeinschaftsarbeit der Versuchsanstalten der Metallurgical and Testing Division, Navy Yard, Washington, des Bureau of Standards, des Material Laboratory, Navy Yard, Brooklyn und der New Jersey Zinc Co., Research Division, Palmerton, Pa., mit dem Ziel, einheitliche Versuchsbedingungen für die Prüfungen von verzinkten Blechen gegenüber Biegebeanspruchungen festzulegen. Als Ergebnis der sehr ausgedehnten Untersuchungen werden folgende Vorschläge für die Biegeprüfung von verzinkten Blechen gemacht.

1. Biegeprüfung um 90° über einen Halbmesser, der gleich ist der Stärke der zu prüfenden Bleche. Die Prüfung ist in einer Zeit von 5 sek durchzuführen, und zwar bei einer Temperatur von nicht unter 17°. Hierbei darf der Zinküberzug nicht aufreißen oder abblättern.

2. Biegeprüfung um 180° über einen Stempel mit halbkugelförmiger Abrundung. Von drei Proben mit den Abmessungen 75 × 150 mm müssen wenigstens zwei diese Prüfung aushalten, ohne daß der Zinküberzug Schäden aufweist. Je nach der Stärke des Zinküberzuges und der Blechstärke sind folgende Stempel zu verwenden:

Gewicht des Zinküberzuges g/m <sup>2</sup>	Stempeldicke ausgedrückt in Blechstärke	
	für Bleche von 0,71 mm u. darüber	für Bleche unter 0,71 mm
765	5	8
610	4	6
550—450	3	4

*A. Pomp.*

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 10 vom 10. März 1927.)

Kl. 4c, Gr. 22, H 107 470. Einrichtung zur Ueberwachung von Ferngasleitungen. Hartmann & Braun, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 4e, Gr. 35, B 123 851. Scheibengasbehälter. Bamag-Meguig, A.-G., Berlin.

Kl. 7a, Gr. 27, S 74 440. Walztischanordnung für Duowalzwerke. Sundwiger Eisenhütte, Maschinenbau-A.-G., Sundwig (Kr. Iserlohn).

Kl. 7b, Gr. 1, L 64 379. Gießvorrichtung zur Herstellung von Platten und Strängen in unbegrenzter Länge. John Burr Lane, Bermondsey, London (Engl.).

Kl. 7b, Gr. 13, H 99 765. Verfahren zur Herstellung von Rohren. Walthor Reginald Hume, Melbourne (Australien).

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

Kl. 7e, Gr. 10, W 72 727. Kopfpreßstempel für Maschinen zur Herstellung von Nägeln und Stiften aus Draht. Jakob Wikschtröm, Düsseldorf, Lindenstr. 257.

Kl. 7f, Gr. 1, K 96 299. Walzwerk mit seitlicher Öffnung im Walzgerüst zum Aus- und Einfahren der Unterwalze. Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 10a, Gr. 19, K 93 387. Gaserzeugungsöfen mit oberem und unterem Gasabzug. August Klönne, Dortmund.

Kl. 12e, Gr. 5, L 62 334. Verfahren und Vorrichtung zur elektrischen Abscheidung und Niederschlagung von Schwefelkörpern aus Gasen in mehreren hintereinander geschalteten Niederschlagsfeldern. Lurgi, Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M.

Kl. 12e, Gr. 5, S 69 448. Schüttelvorrichtung für die Elektroden elektrischer Gasreinigungsanlagen. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18a, Gr. 4, B 124 583. Bodenstein für Hochöfen und andere Schachtöfen. Dr.-Ing. Ernst Barten, Buschhütten (Kr. Siegen).

Kl. 18a, Gr. 6, A 47 393. Hochofengichtverschluß mit Zentralrohr und mit einem das Zentralrohr umgebenden drehbaren Beschickungstrichter. Dr.-Ing. Heinrich Amund, Berlin-Zehlendorf, El.-str. 8.

Kl. 18a, Gr. 6, K 98 757. Vorrichtung zur Bewegung des Gichtverschlusses von Hochöfen. Fred E. Kling und Reinhold Carl Krause, Youngstown, Ohio (V. St. A.).

Kl. 18b, Gr. 20, E 32 757. Verfahren zur Verringerung des Siliziumgehaltes von Eisen-Silizium-Zirkon-Legierungen. Electro Metallurgical Company, New York.

Kl. 18c, Gr. 8, D 50 262. Verfahren und Vorrichtung zur Verhinderung der Oxydation oder ähnlicher Einwirkungen beim Erhitzen von band- oder drahtförmigen Metallen oder Metallegierungen. Otto Heibert Döhner, Letmathe i. W.

Kl. 24e, Gr. 3, H 104 437. Generator zum Vergasen von Kohlenstaub. Fritz Hinze, Düsseldorf, Schirmerstr. 51.

Kl. 24e, Gr. 10, R 65 204. Verdampfereinrichtung für Gaserzeuger. Rasselsteiner Eisenwerks-Gesellschaft, A.-G., und August Bien, Neuwied-Rasselstein.

Kl. 24e, Gr. 11, V 20 909. Verfahren und Vorrichtung zur Vergasung von Staubkohle im Drehrostgenerator mit drehbarem Außenrost. Cato van Vollenhoven, geb. Jonkers, Nijmegen (Holl.).

Kl. 31a, Gr. 1, H 97 378. Kupolofen mit voneinander getrenntem Schlackenfang und Eisensammler. Ernst Haigis, Bielefeld, Bürgerweg 20.

Kl. 31a, Gr. 2, R 66 322. Schaukelofen. Emil Friedrich Ruß, Köln, Hochhaus Hansaring.

Kl. 40b, Gr. 14, G 65 876. Verbesserung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften des Nickels. Dr. Ernst Gumlich, Berlin-Charlottenburg, Knoesebeckstr. 85.

Kl. 48a, Gr. 6, W 69 737. Verfahren zur Erzeugung festhaltender elektrolytischer Chromniederschläge. Dr. Frohwalder Walter Würker, Leipzig, Wiesenstr. 9.

Kl. 48a, Gr. 16, R 65 615. Aetzverfahren mit elektrolytisch erzeugter Deckung. Josef Rieder, Berlin-Steglitz, Martinstr. 2.

Kl. 49c, Gr. 18, K 92 932. Schwellenlochmaschine. Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln-Kalk.

Kl. 49h<sup>3</sup>, Gr. 34, P 53 295. Verbindung von Rohrstücken durch Schweißen. Presto-Werke, A.-G., Chemnitz.

Kl. 80b, Gr. 3, K 97 710. Verfahren zur gleichzeitigen Herstellung von Schmelzementen, hochwertigem Generatorgas und Alkaliphosphaten neben Phosphorsäure. Dipl.-Ing. Wladimir Kyber, Berlin-Steglitz, Liliencronstr. 10.

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

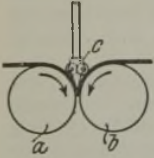
(Patentblatt Nr. 10 vom 10. März 1927.)

Kl. 7b, Nr. 981 985. Presse zur Herstellung von stangen- oder rohrförmigen Körpern aus schmelzbarem Preßstoff und beliebiger Länge und beliebigen Querschnitts. Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7d, Nr. 982 256. Drahtspindel für Stacheldraht. Simon, Evers, Eisen-Ausfuhr-Ges. m. b. H., Hamburg.

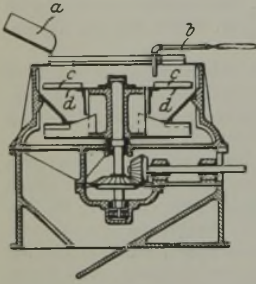
Deutsche Reichspatente.

**Kl. 7c, Gr. 4, Nr. 437 251**, vom 8. August 1925; ausgegeben am 13. November 1926. Fried. Krupp, Grusonwerk, Akt.-Ges., in Magdeburg-Buckau. *Blechdoppler.*



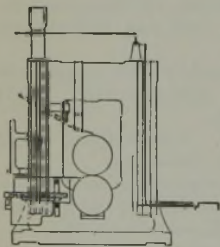
Ueber dem Walzenspalt zweier zusammenarbeitender Walzen a, b ist ein Faltmesser c angeordnet, während seitlich neben demselben und in Verbindung mit diesem, aber unabhängig davon, Mittel vorgesehen sind, durch die beim Ansetzen des Faltmessers c die Blechhälften gegen die Walzen angepreßt werden.

**Kl. 80b, Gr. 5, Nr. 437 399**, vom 27. März 1925; ausgegeben am 19. November 1926. Zusatz zum Patent 415 230. Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., Abteilung Schalke, und Emil Opderbeck in Gelsenkirchen. *Vorrichtung zum Trockenkönnen von flüssiger Schlacke.*



Die zu granulierende Schlacke wird durch einen Einlauf a und das dazu benötigte Wasser durch ein Rohr b einer Schleudermühle zugeführt und hier durch die Schlagwinkel c eines mit hoher Umdrehungszahl umlaufenden Tellers d zerstäubt. Um die Erwärmung der mit der Schlacke in Berührung kommenden Teile der Vorrichtung auf ein Mindestmaß zu beschränken und um zugleich eine einwandfreie Zerstäubung der Schlacke zu gewährleisten, wird die Höhe der Schlagwinkel c in Abhängigkeit von der Umlaufzahl des Tellers d so bemessen, daß die Schlacke nicht mit dem Teller selbst in Berührung kommt.

**Kl. 7a, Gr. 27, Nr. 437 524**, vom 3. März 1926; ausgegeben am 23. November 1926. Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., in Duisburg. *Blechüberhebevorrichtung.*

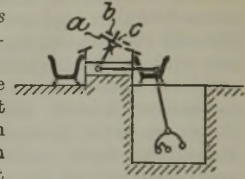


Um das Werkstück nach dem Stich über die Oberwalze hinweg zur Einfuhrseite des Walzwerks zu bringen, sind an jeder Innenwange des Walzenständers zwei gemeinsam in senkrechter Richtung bewegliche Hebetische angeordnet, die bei einer bestimmten Hublage zwecks Ableitung des Walzgutes sich schräg stellen, dagegen bei ihrer Abwärtsbewegung seitlich umklappen und an den Ständerwangen anliegen, so daß die Tische an einem zweiten, durch die Walze gebrachten Werkstück vorbeigeführt werden können.

**Kl. 7a, Gr. 12, Nr. 437 591**, vom 24. August 1924; ausgegeben am 23. November 1926. Sandvikens Jernverks Aktiebolag in Sandviken, Schweden. *Kaltwalzwerk für sandförmiges Walzgut.*

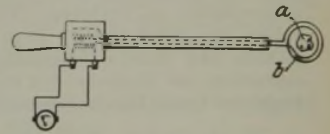
Das in der Laufrichtung des Walzgutes vorderste oder hinterste Walzenpaar oder diese beiden Walzenpaare (gegebenenfalls mehrere zu äußerst in einer oder beiden Richtungen liegende Walzenpaare) sind unabhängig von den übrigen Walzen (Arbeitswalzen) angetrieben und derart angeordnet, daß sie ohne nennenswerte Bearbeitung des Walzgutes dieses dadurch gespannt erhalten, daß die fraglichen Walzen eine Leerlaufgeschwindigkeit besitzen, die, wenn das Walzenpaar vor den Arbeitswalzen liegt, niedriger und, wenn dieses hinter denselben liegt, größer ist als die Geschwindigkeit der Arbeitswalzen, welche aber während des Walzvorganges ihre Umfangsgeschwindigkeit unter der Einwirkung des Walzgutes nach der Geschwindigkeit derselben anpassen, unter Beibehaltung ihres Bestrebens, in die Leerlaufgeschwindigkeit zurückzukehren.

**Kl. 7a, Gr. 24, Nr. 437 599**, vom 17. Oktober 1925; ausgegeben am 23. November 1926. Haniel & Lueg, G. m. b. H., in Düsseldorf-Grafenberg. *Für stabförmiges Walzgut dienende Fördervorrichtung.*



Ein um seine Längsachse schwenkbarer Tisch a ist mit einem mittleren senkrechten Längssteg versehen, wodurch zwei Rinnen b, c gebildet werden, die beim Schwenken des Tisches abwechselnd an die Zuführungsrinne angeschlossen werden.

**Kl. 18c, Gr. 1, Nr. 437 648**, vom 14. Oktober 1924; ausgegeben am 25. November 1926. Zusatz zum Patent 427 810. Siemens & Halske, Akt.-Ges., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dipl.-Ing. Dr. Georg Keinath in Berlin-Charlottenburg.) *Einrichtung zur Bestimmung von Umwandlungspunkten ferromagnetischer Stoffe.*



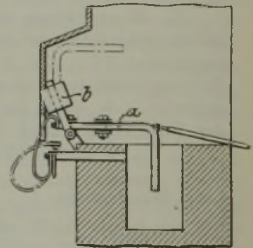
Die Spule b, deren Selbstinduktionsänderung die sich vollziehende Umwandlung anzeigt, ist an einem Halter angeordnet, der an die Meßstelle gebracht und um das Prüfgut a herumgelegt werden kann.

**Kl. 18a, Gr. 2, Nr. 437 681**, vom 9. August 1924; ausgegeben am 25. November 1926. Brück, Kretschel & Co. und Dr. Otto Kippe in Osnabrück. *Verfahren zum Brikketieren von Feinerzen, Gichtstaub, Kiesabbränden, Koks klein und sonstigen verhältbaren Stoffen.*

Als Bindemittel wird feingemahlene Eisen, zweckmäßig gemahlene Graugußspäne verwendet. Um die Oxydation und Hydratisierung zu beschleunigen, können anregende Mittel, Salze und Säuren, z. B. Chlormagnesium, zugesetzt werden.

**Kl. 18c, Gr. 1, Nr. 437 696**,

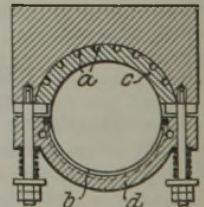
vom 5. November 1925; ausgegeben am 24. November 1926. Zusatz zum Patent 411 278. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin. (Erfinder: Oskar Mitzschke in Berlin-Tegel.) *Vorrichtung zum Anlassen elektrischer Salzbadöfen.*



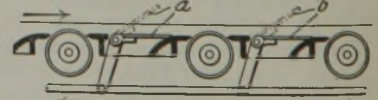
Die Hilfs- oder Zündelektroden a sind schwenkbar gelagert, wobei durch ein Gegen-gewicht b das Ein- und Ausschwenken erleichtert und das Feststellen der Hilfelektroden in der Arbeits- bzw. Außerbetriebsstellung bewirkt wird.

**Kl. 7a, Gr. 18, Nr. 437 919**, vom 28. August 1925; ausgegeben am 29. November 1926. Fried. Krupp, Grusonwerk, Akt.-Ges., in Magdeburg-Buckau. *Lager für Walzenzapfen.*

Das Lager ist mit Kühlkanälen a, b versehen, und zwar sind die Kühlkanäle bei der oberen, stärker belasteten Lagerschale c an ihrer Außenwand und bei der schwächer belasteten unteren Lagerschale d an ihrer Innenwand angeordnet.



**Kl. 7a, Gr. 26, Nr. 437 920**, vom 23. Mai 1925; ausgegeben am 30. November 1926. Albert Nöll in Duisburg. *Vorrichtung zum Ausheben von auflaufendem Walzgut.*



Zwischen den Rollen des Roll-ganges, und zwar in seiner Längsrichtung, sind hochklappbare Platten a, b angeordnet, die so geformt sind, daß sie in schräggestellter Lage eine nach dem Warmbett geneigt verlaufende Gleitkante ergeben.

# Statistisches.

## Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im Februar 1927<sup>1)</sup>. In Tonnen zu 1000 kg.

	Bohblöcke						Stahlguß			Insgesamt	
	Thomas-Stahl-	Bessemer-stahl-	Basische Siemens-Martin-Stahl-	Saure Siemens-Martin-Stahl-	Tiegel- und Elektro-Stahl-	Schweißstahl (Schweißst- eisen)	ba- sischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1927	1926
Februar 1927											
Rheinland-Westfalen . . . . .	448 863		503 319	10 807	7 647		8 094	4 726	362	983 901	646 435
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—		33 039	—	—		227	—	—	35 205	20 894
Schlesien . . . . .	—		44 059	—	—		448	423	—	45 115	27 181
Nord-, Ost- u. Mittel- deutschland . . . . .	—		59 300	269	1 483	3 619	2 646	996	394	98 354	69 128
Land Sachsen . . . . .			38 972	—	—	—	1 286	457	—	46 519	35 955
Süddeutschland u. Bayr. Rheinpfalz . . . . .	55 042		6 156	—	—	—	279	158	—	23 977	16 529
Insges. Februar 1927	503 905		684 845	11 076	9 130	3 619	12 980	6 760	756	1 233 071	—
davon geschätzt . . . . .	—		7 500	—	1 830	—	875	570	—	10 775	—
Insges. Februar 1926	371 094		416 710	7 340	4 339	1 931	9 329	4 745	634	—	816 122
davon geschätzt . . . . .	—		7 500	—	30	—	75	100	—	—	7 705
Januar und Februar 1927											
Rheinland-Westfalen . . . . .	937 174		1 027 772	23 545	15 178		15 825	9 090	795	2 029 547	1 275 370
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—		63 741	—	—		491	—	—	68 315	38 051
Schlesien . . . . .	—		89 300	—	3 378	7 366	1 014	843	—	91 487	52 180
Nord-, Ost- und Mittel- deutschland . . . . .	—		120 880	965	—	—	5 294	1 935	915	206 458	135 704
Land Sachsen . . . . .	117 768		81 199	—	—	—	2 606	1 004	—	96 336	72 277
Süddeutschland u. Bayr. Rheinpfalz . . . . .	—		12 723	—	—	—	564	314	—	49 536	34 196
Insges. Jan./Febr. 1927	1 054 942		1 395 615	24 510	18 556	7 366	25 794	13 186	1 710	2 541 679	—
davon geschätzt . . . . .	—		15 000	—	2 460	—	950	670	—	19 080	—
Insges. Jan./Febr. 1926	741 081		810 547	14 162	8 599	4 069	18 271	9 545	1 504	—	1 607 778
davon geschätzt . . . . .	—		15 000	—	60	—	150	200	—	—	15 410

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller.

### Brikett- und Koks- sowie Eisen- und Stahlerzeugung des Deutschen Reiches im Jahre 1925.

Die Umstellung der deutschen Wirtschaft während der Deflationskrise dauerte das ganze Jahr 1925 hindurch fort. Der gesunden Währung stand eine kranke Wirtschaft gegenüber. Dies zeigte sich sowohl im deutschen Bergbau als auch in den Rohstoffindustrien. Die auf dem Bergbau aufbauenden und mit ihm in inniger Verknüpfung stehenden Zweige der Kohlen-, Eisen- und Hüttenindustrie hatten sowohl unter der Einwirkung der bergbaulichen Krise als auch der allgemeinen Wirtschaftskrise des Jahres 1925 zu leiden. So ergibt sich denn auch in diesen Industriezweigen das gleiche Bild, das durch Absatzschwierigkeiten, Betriebsstillegungen und Rationalisierung der Betriebe zwecks Herbeiführung einer besseren Wirtschaftlichkeit gekennzeichnet ist.

#### 1. Die Kohlenindustrie.

Nach den amtlichen Ermittlungen<sup>1)</sup> hat die Zahl der Steinkohlen-Kokereibetriebe gegenüber dem Jahre 1924 um drei abgenommen. Die Zahl der vorhandenen Koksöfen mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen, die 98,6 % der überhaupt vorhandenen Koksöfen ausmacht, ging von 21 318 auf 21 103 zurück. Die vorhandenen Koksöfen ohne Einrichtung zur Gewinnung von Nebenerzeugnissen haben sich von 541 auf 311 verringert. Dagegen ist die Zahl der durchschnittlich in Betrieb gewesenen Koksöfen mit Gewinnung der Nebenerzeugnisse von 15 952 auf 16 871 gestiegen, während die Zahl der betriebenen Koksöfen ohne Nebenerzeugnisgewinnung um ein Drittel zurückging. Der Steinkohleneinsatz zur Herstellung des Kokses ist im Berichtsjahr gestiegen. Auf 1 t Koks entfiel durchschnittlich ein Kohleneinsatz von 1,27 t gegenüber 1,25 t im Vorjahr. Die Leistungsfähigkeit der Koksöfen ist gestiegen. Auf einen in Betrieb befindlichen Koksöfen entfielen 1925 1659 t Koks gegen 1454 t im Jahre 1920, 1552 t im Jahre

1921, 1610 t im Jahre 1922, 1345 t im Jahre 1923 und 1526 t im Jahre 1924. Die Herstellung von Gaskoks ist in diesen Zahlen nicht enthalten.

Die Entwicklung der Kokserzeugung in den einzelnen Wirtschaftsgebieten ergibt sich aus folgender Aufstellung:

Zahlentafel 1. Jahreserzeugung von Koks in den einzelnen Wirtschaftsgebieten.

Wirtschaftsgebiete	1922 t	1923 t	1924 t	1925 t
Rheinland-Westfalen	27 089 811	10 625 818	21 832 177	25 255 854
Niederschles. Steinkohlenbezirk . . . . .	993 089	950 042	893 082	925 114
Oberschlesischer Steinkohlenbezirk . . . . .	1 437 617	1 503 602	1 120 806	1 075 038
Sächsischer Steinkohlenbezirk . . . . .	197 917	191 636	204 097	198 343
Uebrigtes Deutschland . . . . .	506 653	799 469	814 627	943 030
<b>Deutsches Reich</b>	<b>30 225 087</b>	<b>14 070 567</b>	<b>24 884 789</b>	<b>28 397 379</b>

\* Die Brikettierung der Steinkohle hat den Vorkriegsumfang noch nicht wieder erreicht, obwohl die Zahl der Betriebe heute größer ist als 1913. Die Erzeugung betrug im Jahre 1925 5,59 Mill. t gegen 4,36 Mill. t im Jahre 1924 und 6,49 Mill. t im Jahre 1913 (neues Reichsgebiet).

Die Herstellung an Braunkohlenbriketts steigt von Jahr zu Jahr. Im Jahre 1925 war sie um 53,1 % höher als 1913. Von der Braunkohlenförderung wurden im Berichtsjahre 48 % zu Briketts verarbeitet gegen 51,5 % im Jahre 1913.

Die Jahreserzeugung der Braunkohlen-, Schiefer- und Torfschwelereien zeigt folgende Entwicklung:

<sup>1)</sup> Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 35 (1926) Heft 4. — Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 792/3.

Zahlentafel 2. Braunkohlen-, Schiefer- und Torfschwelereien.

Jahr	Betriebe	Jahreserzeugung an		
		Teer	Koks	Neben- erzeugnissen
		t	t	t
1913 . . .	31	78 675	435 444	2 438
1919 . . .	27	60 642	355 646	1 235
1920 . . .	27	63 151	378 270	1 320
1921 . . .	27	67 867	413 090	1 481
1922 . . .	28	74 921	443 797	1 817
1923 . . .	28	77 591	413 538	1 875
1924 . . .	27	74 721	396 716	2 155
1925 . . .	22	74 304	404 697	5 978

2. Die Eisenindustrie.

Die deutsche Eisenindustrie hatte nach Beendigung des Bergarbeiterstreiks Anfang 1924 eine dauernde Steigerung ihrer Leistungen bis in das erste Viertel des Jahres 1925 zu verzeichnen. Es schien, als ob sie sich von den Folgen des Krieges, der Inflation und der Ruhrbesetzung wieder erholt habe und die Besserung allmählich steigen würde. Statt dessen begann seit März 1925 ein ständiges Sinken der Eisenerzeugung. Zu der eingeschränkten Aufnahmefähigkeit auf den Auslandsmärkten kam für Deutschland besonders hinzu, daß sich die Bestellungen der früheren Großverbraucher, wie Werften, Heer und Marine, Lokomotiv- und Waggonfabriken, Eisenbahnen, sehr verringert hatten. Die Absatzkrise wurde durch die Geld- und Kreditnot noch außerordentlich verschärft.

Anfall von Schrott aus den Kriegsmaterialbeständen führte zu einem stärkeren Schrottverbrauch. Auf 100 t im Hochofen erzeugtes Roheisen fiel ein Schrotteinsatz:

1913 von 1,24 t	1922 von 10,44 t
1919 „ 12,30 t	1923 „ 10,45 t
1920 „ 14,90 t	1924 „ 9,22 t
1921 „ 14,52 t	1925 „ 6,31 t

Ein vermehrter Schrottverbrauch zeigt sich auch in den übrigen Zweigen der Eisenindustrie. Es entfielen auf den Verbrauch von 100 t Roheisen folgende Mengen Schrott (jetziger Gebietsumfang):

Jahr	in den Flußstahlwerken t	in den Schweiß-eisenwerken t	in den Gießereien t
1913 . . .	54,0	11,8	31,3
1919 . . .	75,5	58,1	63,3
1920 . . .	80,5	55,2	67,4
1921 . . .	75,4	97,6	58,6
1922 . . .	73,1	108,5	56,5
1923 . . .	83,7	169,8	58,4
1924 . . .	67,1	205,2	54,9
1925 . . .	66,5	191,5	48,0

Die Zahl der Hochofenbetriebe im heutigen Gebiet hat gegenüber 1913 um 14 abgenommen. Die Zahl der in Betrieb gewesenen Hochofen ist ebenfalls gefallen, und zwar von 204 auf 141 im gleichen Zeitraum. Die Roheisenerzeugung bleibt zwar noch weit hinter der Vorkriegserzeugung im alten Reich zurück, doch hat sie im Jahre 1925 den Stand von 1913 in den neuen Reichsgrenzen bis zu 92,4 % wieder erreicht. Von den größeren

Zahlentafel 3. Erz- und Schrottverbrauch der Eisenindustrie in den Jahren 1913, 1919 bis 1925.

Jahr	Eisenerze und Eisenmanganerze						Manganerze (Erze mit über 30 % Mangan)				Schrottverbrauch						
	insgesamt	davon stammten u. a. aus					insgesamt	davon stammten u. a. aus			insgesamt	davon in					
		dem Inland	Schweden u. Norwegen	Spanien	Frankreich	Luxemburg		Afrika	dem Inland	Rußland		Asien	Hochofenwerken	Gießereien	Schweiß-eisenwerken	Flußstahl- und Flußstahlwerken	Walzwerken
1913 a . . . . .	37 834	25 909	4202	3726	2238	793	700 832	13	433 632	176 751	6786	208	894	19	5579	86	
b . . . . .	20 162	9 567	3938	3726	1324	793	531 259	—	364 848	79 217	5572	138	806	18	4531	79	
1919 a . . . . .	10 556	5 953	2738	45 1097	678	0	36 072	13 146	14 716	1 426	4933	696	796	17	3387	37	
b . . . . .	10 066	5 743	2525	45 1012	678	0	35 012	12 086	14 716	1 426	4483	687	775	16	2968	37	
1920 a . . . . .	11 244	5 496	2914	394 1316	993	29	88 612	9 574	27 769	48 137	6131	952	914	20	4218	27	
b . . . . .	10 683	5 164	2736	394 1300	993	29	81 085	2 047	27 769	48 137	5585	935	887	20	3716	27	
1921 a . . . . .	13 386	6 032	3420	720 1845	1094	102	199 957	26 911	15 183	139 001	6898	1140	867	35	4827	29	
b . . . . .	12 873	5 730	3215	720 1845	1094	102	176 116	10 511	15 183	139 001	6407	1113	829	35	4391	29	
1922 b . . . . .	15 157	5 430	4298	1223 1900	852	742	326 963	26 619	59 242	230 558	7329	960	1061	40	5235	33	
1923 b . . . . .	7 963	3 621	1981	684 615	216	419	160 645	4 661	52 183	95 646	4460	516	759	33	3131	21	
1924 b . . . . .	12 265	3 903	4297	962 1323	277	651	224 594	1 049	89 227	118 455	5838	722	781	40	4278	17	
1925 b . . . . .	16 200	5 033	6262	1515 1220	334	769	262 527	1 527	118 960	95 911	6977	637	997	54	5279	10	

a = jeweiliges Reichsgebiet. b = jetziges Reichsgebiet.

In der Versorgung der Eisenindustrie mit Erz und Schrott (s. Zahlentafel 3) zeigt sich in der Nachkriegszeit gegenüber dem letzten Vorkriegsjahre ein erheblich verändertes Bild. Deutschland ist in seinem Erzverbrauch heute überwiegend vom Ausland abhängig.

Der Anteil der inländischen Eisenerze an der Versorgung der Hochofen betrug mengenmäßig 1925: 31,07 % gegenüber 68,48 % 1913 (altes Gebiet). Der Eiseninhalt ist hierbei nicht berücksichtigt. Die eingeführten Erze stammen heute zum größten Teil aus Norwegen-Schweden, deren Anteil an dem deutschen Erzverbrauch auf 38,65 % im Jahre 1925 gestiegen ist. Die Einfuhr der spanischen Erze ist stark zurückgegangen, ebenso der Verbrauch der lothringischen Minetteerze. Erst im Jahre 1926 ist wieder ein Ansteigen der Minette-einfuhr zu beobachten.

Die Schrottverwertung hat in der Nachkriegszeit für die deutsche Eisenindustrie große Bedeutung erlangt. Besonders in den ersten Nachkriegsjahren zeigte sich eine starke Steigerung des Schrottverbrauchs, da die große Kohlenknappheit Beschränkungen in der Verwendung von Koks auferlegte. Aber auch der starke

Gebieten kommt dem Vorkriegsstand am nächsten das rheinisch-westfälische Gebiet, während die Erzeugung im Sieg-Lahn-Dill-Bezirk noch um 45,3 % und in West-erschlesien um 24,1 % hinter dem Stand von 1913 zurückblieb. Der Verlauf der Erzeugung von Roheisen und Rohstahl in den einzelnen Wirtschaftsgebieten ergibt sich aus folgender Gegenüberstellung:

Bezirke	Roheisen				Rohstahl					
	1913	1924	1925	1913 = 100	1913	1924	1925	1913 = 100		
	1000 t			1924	1925	1000 t		1924	1925	
Rheinland-Westfalen	8168	6267	7914	76,7	96,9	9808	7967	9822	81,2	100,1
Siegerland, Lahn- u. Dillbezirk	1059	368	579	34,7	54,7	397	179	274	45,1	69,0
Westerschlesien	381	243	289	63,8	75,9	387	266	353	68,7	91,2
Uebrigtes Deutschland (o. Lothring. u. Saargebiet)	1307	954	1307	73,0	100,0	1176	1291	1603	109,8	136,3



Der Koksverbrauch für 1 t Roheisen (abzüglich Holzkohlenroheisen) betrug im jetzigen Reichsgebiet: 1913: 1,111t; 1919: 1,358 t; 1920: 1,254 t; 1921: 1,174t; 1922: 1,175t; 1923: 1,235t; 1924: 1,079 t; 1925: 1,043 t.

Der Anteil der einzelnen Roheisensorten an der Gesamterzeugung auf gleichem Gebiet betrug:

	1913 %	1925 %
Gießereiroheisen . . . . .	23,93	19,62
Bessemerroheisen . . . . .	3,41	0,39
Thomasroheisen . . . . .	47,70	59,28
Stahl- und Spiegeleisen einschließl. Ferromangan usw.	21,48	20,49
Puddelroheisen . . . . .	3,46	0,22
Bruch- und Wascheisen . . .	0,02	—

Auffallend ist der starke Rückgang in der Erzeugung von Bessemer- und Puddelroheisen, die ihre Bedeutung für Deutschland fast gänzlich verloren haben. Die Herstellung an Gießereiroheisen hat den Vorkriegsstand noch nicht wieder erreicht. Dagegen hat das Thomasroheisen seinen alten Stand wiedererlangt. Bei Stahleisen, das in der Nachkriegszeit eine große Bedeutung gewonnen hatte, ist ein beträchtlicher Rückgang in den letzten Jahren zu beobachten.

Die Zahl der Gießereibetriebe hat gegenüber 1913 zugenommen. Die Erzeugung der Gießereien im Jahre 1925 hat diejenige von 1913 noch nicht ganz erreicht. Auf das alte Gebiet berechnet betrug die Herstellung im Jahre 1925 83,1 %, auf das heutige Reichsgebiet berechnet 89,7 % derjenigen von 1913.

Die Entwicklung des Anteils der einzelnen Warengruppen an der Gesamterzeugung der Gießereien im jetzigen Reichsgebiet ergibt sich aus nebenstehender Zahlentafel 4.

Die stärkste Zunahme von 1924 auf 1925 zeigt der Röhrenguß, er bleibt hinter der anteilmäßigen Erzeugung von 1913 nur noch um 1,47 % zurück. Die Maschinenguß-erzeugung dagegen, die bis 1924 anteilmäßig über der des Jahres 1913 lag, nahm im Berichtsjahr um 4,96 % ab, womit sie ungefähr ihren Vorkriegsstand erreicht hat. Die Stahlguß-erzeugung, deren Anteil in den ersten Nachkriegsjahren über dem des Jahres 1913 lag, zeigt ebenfalls eine rückläufige Bewegung.

Der Verbrauch von Roheisen in den Gießereien steigerte sich im Berichtsjahr von 1 421 905 t auf 2 076 193 t. Ebenso ist der Verbrauch von Schrott gestiegen, und zwar von 780 852 t auf 996 886 t. Der Gesamtverbrauch an Roheisen und Schrott betrug 1925 90,8 % des Verbrauchs im Jahre 1913 jetzigen Gebiets und 84,2 % ehemaligen Gebiets.

Der Bestand an den verschiedenen Arten von Gießereiofen zeigt folgende Entwicklung:

Zahl der am Ende der Jahre 1913, 1919 bis 1925 vorhanden gewesenen Gießereiofen.

Jahr	Kuppel- öfen	Flamm- öfen	Siemens- Martin- öfen	Tiegel- öfen	Elektro- stahlöfen	Klein- bessemer- birnen	Temper- öfen
1913 a . . . . .	2979	110	102	1402	3	60	659
b . . . . .	2779	94	92	1346	3	56	646
1919 a . . . . .	2914	104	143	983	13	140	800
b . . . . .	2832	102	135	981	13	138	797
1920 a . . . . .	2982	99	130	1006	12	136	788
b . . . . .	2951	97	122	1004	12	134	785
1921 a . . . . .	3086	124	131	955	15	123	788
b . . . . .	3053	122	122	954	12	121	788
1922 b . . . . .	3102	111	110	922	12	126	805
1923 b . . . . .	3096	108	92	897	13	128	755
1924 b . . . . .	3147	121	97	855	17	126	756
1925 b . . . . .	3310	135	94	915	24	136	809

a = jeweiliges Gebiet, b = jetziges Gebiet.

Seit 1890, wo fast die Hälfte aller deutschen Eisen-erzeugnisse aus Schweißisen hergestellt wurde, nahm die Schweißisen-erzeugung beständig ab. Die geringe Bedeutung, die das Schweißisen schon in den letzten Vorkriegsjahren hatte, ist in der Nachkriegszeit noch weiter zurückgegangen.

Die Zahl der Flußeisen- und Flußstahlwerke hat von 1924 auf 1925 um 3 und gegenüber 1913 im jetzigen Reichsgebiet um 21 zugenommen. Sie hat damit den Bestand von 1913 im ehemaligen Reichsgebiet erreicht. Die Zahl der Oefen und Birnen ist im gleichen Gebiet seit 1913 um 142 gestiegen. Im Berichtsjahr betrug die Steigerung 31. Diese verteilt sich folgendermaßen: auf Thomasbirnen 2, auf Bessemerbirnen 6, auf Siemens-Martin-Oefen (basisch) 8 — bei Siemens-Martinöfen (sauer) ist eine Verringerung um 4 eingetreten — auf Elektrostahlöfen 5, auf Tiegelöfen 14. Die Zunahme der Gesamterzeugung an Rohblöcken und Stahlguß betrug von 1924 auf 1925 24,2 %. Davon entfallen auf die Erzeugung im Thomas- 28,1 %, Bessemer- 16,7 %, Siemens-Martin-Verfahren 21,0 %, in Tiegelöfen 0,0 %, in Elektrostahlöfen 46,5 %, auf Stahlguß 37,7 %.

Der Schrottverbrauch der Stahlwerke zeigt gegenüber den ersten Nachkriegsjahren eine rückläufige Bewegung. Im Jahre 1920 entfiel auf den Verbrauch von 100 t Roheisen 80,5 t Schrott, 1922: 73,1; 1924: 67,1; 1925: 66,5.

Die Herstellung der Walzwerke an Fertigerzeugnissen insgesamt stieg von 1924 auf 1925 um 28,1 %. Hinter der Leistung im Jahre 1913 (jetziger

Zahlentafel 4. Anteil der einzelnen Warengruppen an der Gesamterzeugung der Gießereien.

Warengruppe	1913	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	
	%	%	%	%	%	%	%	%	
Geschirr-, Ofenguß	4,01	3,64	4,04	2,99	3,10	2,96	3,45	3,34	
Rohguß für sogen. Sanitätsgegenstände	0,10	0,24	0,26	0,23	0,25	0,37	0,08	0,22	
Röhrenguß aller Art	12,00	6,27	6,26	6,68	7,34	6,41	7,63	10,53	
Maschinenguß	49,85	55,58	55,31	55,12	54,09	57,46	54,54	49,58	
Bauguß	3,12	1,46	2,67	1,51	1,70	1,94	1,67	2,22	
Anderer Eisenguß	21,05	20,11	19,29	21,04	21,76	19,79	21,76	23,63	
Temperguß	2,27	2,74	2,57	2,61	2,41	2,46	2,44	2,59	
Stahlguß	5,01	8,23	7,80	7,58	7,30	5,88	5,42	4,85	
Verfeinerter Guß	Handelsguß	1,08	0,67	0,64	0,95	0,79	1,17	1,51	1,17
	Guß für sogenannte Sanitätsgegenstände	1,18	0,56	0,68	0,84	0,91	1,15	1,19	1,25
	Guß für chemische und sonstige Industrien	0,03	0,23	0,19	0,20	0,10	0,21	0,06	0,09
Anderer Sonderguß	0,30	0,27	0,29	0,25	0,25	0,20	0,25	0,53	

Gebietsumfang) blieb sie noch um 2,2 % zurück. In den einzelnen Wirtschaftsgebieten wurden hergestellt:

Wirtschaftsgebiete	Halbzeug			Fertigerzeugnisse		
	1913 <sup>1)</sup>	1925		1913 <sup>1)</sup>	1925	
		t	in % v. 1913		t	t
Rheinland-Westfalen Siegerland, Lahn- und Dillgebiet . . . . .	1 707 827	1 826 992	106,98	7 795 466	7 397 944	94,90
Oberschlesien	39 035	41 399	106,06	584 424	355 933	60,90
Uebrigtes Deutschland	235 566	224 367	95,25	192 082	244 237	127,15
	140 788	94 451	67,09	947 685	1 310 329	138,27

Gegenüber dem Jahre 1913 wurden an Fertigwaren hergestellt:

	1921 %	1922 %	1923 %	1924 %	1925 %
Eisenbahnoterbauzeug . . . . .	64,61	74,73	41,71	65,69	94,99
Träger . . . . .	72,15	83,61	48,42	65,35	95,46
Stabeisen usw. . . . .	81,63	101,55	58,34	80,74	101,36
Bandeisen . . . . .	69,58	101,46	57,88	95,33	132,69
Walzdraht . . . . .	67,66	96,42	48,94	101,60	118,61
Grobbleche . . . . .	80,07	82,09	44,23	66,43	75,63
Feinbleche . . . . .	72,18	104,46	68,99	93,87	133,14
Weißblech . . . . .	81,39	102,88	56,98	122,83	132,21
Röhren . . . . .	57,94	84,54	33,81	77,27	103,21
Rollendes Eisenbahnzeug . . .	93,41	94,01	50,47	56,49	34,20
Schmiedestücke . . . . .	68,55	91,45	53,59	67,43	91,34

1) Jetziges Reichsgebiet.

Ueber der Erzeugung des Jahres 1913 lagen: Stabeisen usw. um 1,4. Bandeisen um 32,7, Walzdraht um 18,6, Feinbleche um 33,1, Weißblech um 32,2 Röhren, um 3,2 %. Am weitesten unter der Erzeugung von 1913 stand die Herstellung von rollendem Eisenbahnzug, die nur 34,2 % der im Jahre 1913 hergestellten Menge ausmachte.

Die Leistungen der Kohlen- und Eisenindustrie im Jahre 1925 sind in den nachfolgenden Zahlentafeln nochmals zusammenfassend wiedergegeben.

**Brikett- und Koks- sowie Eisen- und Stahl-  
erzeugung des Deutschen Reiches  
im Jahre 1925.**

1. Briketts.		
	1924	1925
<b>Steinkohlenbriketts</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	87	85 <sup>1)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	2 894	2 854
Verarbeitete Steinkohlen . . . . . t	4 058 785	5 197 437
<b>Erzeugung an Briketts . . . . . t</b>	<b>4 359 476</b>	<b>5 590 613</b>
<b>Braunkohlen-Briketts und -Naß- preßsteine</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	223	217
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	30 409	28 143
Verarbeitete Braunkohlen für Briketts t	57 681 594 <sup>2)</sup>	66 791 392 <sup>2)</sup>
<b>Erzeugung an Briketts . . . . . t</b>	<b>29 221 760</b>	<b>33 506 866</b>
Verarbeitete Braunkohlen für Naßpreß- steine . . . . . t	281 536	244 820
<b>Erzeugung an Naßpreßsteinen . . . . . t</b>	<b>177 986</b>	<b>156 581</b>
<b>2. Koks.</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	177	174
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	28 814	28 448
Koksöfen am Jahreseschluß vorhanden:		
a) mit Gewinnung der Nebenerzeug- nisse . . . . .	21 318	21 103
b) ohne Gewinnung der Nebenerzeug- nisse . . . . .	541	311
Koksöfen, durchschnittlich im Betriebe:		
a) mit Gewinnung der Nebenerzeug- nisse . . . . .	15 952	16 871
b) ohne Gewinnung der Nebenerzeug- nisse . . . . .	355	246
Eingesetzte Steinkohlen . . . . . t	31 229 939	35 935 479
<b>Erzeugung an Koks . . . . . t</b>	<b>24 884 789</b>	<b>28 397 379</b>
Erzeugung an Teer . . . . . t	815 649	982 258
Erzeugung an Benzol . . . . . t	194 089	247 748
Erzeugung an schwefels. Ammoniak usw. . . . . t	327 519	400 570
Absatz an Leuchtgas . . . . . Mill. m <sup>3</sup>	351,3	478,7
<b>3. Eisen und Stahl.</b>		
<b>Hochofenbetriebe</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	55	56 <sup>1)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	24 371	23 266
Hochöfen am Jahreseschluß vorhanden	193	200
Hochöfen durchschnittlich im Betriebe	138	141
Gesamtbetriebsdauer dieser Hochöfen Wochen . . . . .	4 733	5 408
<b>Verbrauchte Rohstoffe:</b>		
Eisen- und Eisenmanganzerte . . . . . t	12 265 452	16 200 487
Manganzerte (mit über 30 % Mangan) t	224 594	262 527 <sup>3)</sup>
Kiesabbrände usw. . . . . t	705 008	961 368
Bruchstein . . . . . t	722 095	637 003
Schlacken und Sinter aller Art . . . . . t	1 427 127	2 066 374
Zuschläge (Kalkstein, Phosphatkalk usw.) . . . . . t	1 954 254	2 537 682
Koks . . . . . t	8 446 618	10 525 854
Holzkohlen . . . . . t	2 180	980
<b>Koksroheisen-Erzeugung . . . . . t</b>	<b>7 830 178</b>	<b>10 087 510</b>
<b>Holzkohlenroheisen-Erzeugung . . . . . t</b>	<b>2 376</b>	<b>1 241</b>
<b>Gesamte Roheisen-Erzeugung . . . . . t</b>	<b>7 832 554</b>	<b>10 088 751</b>
<b>Darunter:</b>		
Gießereiroheisen . . . . . t	1 267 581	1 966 916
Gußwaren I. Schmelzung . . . . . t	34 024	65 152
Bessemerruheisen . . . . . t	46 494	39 209
Thomasroheisen . . . . . t	4 423 709	5 941 956
Stahleisen u. Spiegeleisen, einschl. Eisenmangan, Siliziumeisen usw. t	2 048 912	2 053 687
Paßlroheisen (ohne Spiegeleisen) t	11 577	21 618
Bruch- und Wascheisen . . . . . t	287	213
<b>Erzeugung an verwertbaren Schlack- en . . . . . t</b>	<b>1 038 909</b>	<b>1 929 791</b>

	1924	1925
<b>Eisen- und Stahlgießereien, einschl. Kleinbessemerieen</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	1 560	1 655 <sup>4)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	141 582	163 050
<b>Betriebsvorrichtungen am Jahreseschlusse vorhanden:</b>		
Kuppelöfen . . . . .	3 147	3 310
Flammöfen . . . . .	121	135
Siemens-Martin-Oefen . . . . .	97	94
Temperöfen . . . . .	756	809
Tiegelöfen . . . . .	855	915
Elektrostahlöfen . . . . .	17	24
Kleinbessemerbirnen . . . . .	126	136
<b>Verbrauchte Rohstoffe:</b>		
Roheisen . . . . . t	1 421 905	2 076 193
Schrott . . . . . t	780 852	996 886
<b>Erzeugung an Gußwaren . . . . . t</b>	<b>1 922 993</b>	<b>2 779 848</b>
<b>Darunter:</b>		
Eisenguß, Temperguß und Stahlguß t	1 865 275	2 695 200
Emallierter oder auf andere Weise ver- feinerter Eisenguß . . . . . t	57 718	84 648
<b>Schweißstahl- (Puddel-) Werke</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	13	13 <sup>5)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	697	1 025 <sup>6)</sup>
Am Jahreseschluß vorhandene Oefen . . . .	112	88
<b>Davon:</b>		
Puddelöfen . . . . .	85	69
Schweißöfen . . . . .	27	19
<b>Verbrauchte Rohstoffe:</b>		
Roheisen . . . . . t	19 323	28 204 <sup>7)</sup>
Schrott . . . . . t	39 609	54 031
Zuschläge (Eisenerze usw.) . . . . . t	770	507
<b>Erzeugung an:</b>		
Schweißstahl . . . . . t	47 867	67 512
Raffinier- und Zementierstahl . . . . . t	151	144
verwertbaren Schlacken . . . . . t	13 202	16 256
<b>Flußeisen- und Flußstahlwerke</b>		
Zahl der Betriebe . . . . .	103	106 <sup>8)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	32 590	34 762
<b>Am Jahreseschluß vorhandene Betriebs- einrichtungen:</b>		
Thomasbirnen . . . . .	60	62
Bessemerbirnen . . . . .	11	17
Siemens- { mit bas. } Zu- Martin-Öfen { mit saurer } stellung	431	439
Elektrostahlöfen . . . . .	35	31
Tiegelöfen . . . . .	46	51
Tiegelöfen . . . . .	91	105
<b>Verbrauchte Rohstoffe:</b>		
Roheisen . . . . . t	6 371 582	7 936 788 <sup>9)</sup>
Schrott . . . . . t	4 278 065	5 278 547
Eisenerze . . . . . t	146 091	198 678
Zuschläge (Kalkstein usw.) . . . . . t	992 157	1 188 102
<b>Gesamte Erzeugung der Flußeisen- und Flußstahlwerke . . . . . t</b>	<b>9 703 284</b>	<b>12 051 120</b>
<b>Davon:</b>		
Rohblöcke . . . . . t	9 569 095	11 866 362
<b>Darunter aus:</b>		
Thomasbirnen . . . . . t	3 990 127	5 111 120
Bessemerbirnen . . . . . t	27 013	22 449
Siemens- { mit bas. } Zu- Martin-Öfen { mit saurer } stellung	5 329 858	6 453 519
Elektrostahlöfen . . . . . t	131 967	153 448
Elektrostahlöfen . . . . . t	76 673	112 377
Tiegelöfen . . . . . t	13 457	13 449
Stahlguß . . . . . t	134 189	184 758
<b>Schlacken zur Vermahlung zu Tbo- masmehl bestimmt . . . . . t</b>		
<b>Schlacken anderer Art . . . . . t</b>	<b>1 064 995</b>	<b>1 302 890</b>
Walzwerke (mit oder ohne Schmiede- oder Preßwerke)	682 812	857 123
Zahl der Betriebe . . . . .	162	161 <sup>10)</sup>
Zahl der berufsgen. versicherten besch. schäftigten Personen . . . . .	90 830	93 668 <sup>11)</sup>
<b>Verbraucht wurden:</b>		
Rohblöcke . . . . . t	9 305 174	11 731 170
Flußstahlhalbzeug . . . . . t	1 848 154	2 270 696
Schweißstahlhalbzeug . . . . . t	59 135	71 800
Abfallerzeugnisse (Abfallenden usw.) t	17 329	10 201

1) Für einen Betrieb sind die Angaben geschätzt. — 2) Davon aus eigenen Gruben 1924: 57 174 124 t, 1925: 66 651 799 t; von anderen inländischen Gruben 1924: 507 470 t, 1925: 139 598. — 3) Davon stammten im Jahre 1925: dem Inland einschl. nicht ermittelter Länder 1527 t, Rußland 118 960 t, Ungarn 1096 t, Asien 95 911 t, Afrika 13 541 t, Brasilien 31 492 t. — 4) Für 138 Betriebe sind die Ergebnisse nach dem Vorjahre geschätzt. Von 98 Betrieben mit 4872 beschäftigten Personen waren keine Angaben zu erlangen. — 5) Für zwei Betriebe sind die Zahlen geschätzt. — 6) Für zwei Betriebe sind die Personen bei den Walzwerken nachgewiesen. — 7) 360 t stammten aus Luxemburg. — 8) Für zwei Betriebe sind die Zahlen geschätzt. — 9) Davon aus: Skandinavien 11 802 t, England 517 t, Luxemburg 9447 t, Schweiz 1047 t, Jugoslawien 311 t, Polen 62 t, Oesterreich 158 t, Italien 15 t, Frankreich 684 t, Tschechoslowakei 31 t, Amerika 404 t, unbekannter Herkunft 291 t. — 10) Für 17 Betriebe sind die Zahlen geschätzt. — 11) Für zwei Schweißstahlbetriebe sind die Personen mit angegeben.

	1924	1925
Walzwerke (mit oder ohne Schmiede- oder Preßwerke) (ferner)		
<b>Gesamte Erzeugung der Walzwerke, einschl. der mit ihnen verbundenen Schmiede- und Preßwerke . . . . . t</b>	<b>11 212 892</b>	<b>14 037 604</b>
Davon:		
Halbzeug (vorgewalzte Blöcke, Knüppel, Platinen usw.), zum Absatz bestimmt t	1 790 044	2 187 209
Fertigerzeugnisse . . . . . t	7 267 828	9 308 443
Darunter:		
Eisenbahnerbauzeug (Schienen, Schwellen, Laschen, Unterlagsplatten und Kleisenzeug) . . . . . t	1 044 151	1 509 911
Träger (Formeisen von 80 mm Höhe und darüber) . . . . . t	458 665	670 047
Stabeisen u. sonst. Formeisen unter 80 mm Höhe, Universaleisen . . . . . t	2 255 418	2 831 320
Bandeisen . . . . . t	315 131	438 610
Walzdraht . . . . . t	913 989	1 066 978
Grobbleche (5 mm und darüber stark) . . . . . t	734 817	836 570
Feinbleche (unter 5 mm) . . . . . t	618 663	877 507
Weißblech . . . . . t	84 821	91 302
Röhren . . . . . t	435 638	581 889
rollendes Eisenbahnzeug (Achsen, Räder usw.) . . . . . t	196 179	118 779
Schmiedestücke . . . . . t	137 959	186 885
andere Fertigerzeugnisse . . . . . t	72 397	98 645
Abfallerzeugnisse (Abfallenden und verwertbare Schlacken) . . . . . t	2 155 020	2 541 952

**Die Ergebnisse der Bergwerks- und Hüttenindustrie Deutsch-Oberschlesiens im Januar 1927<sup>1)</sup>.**

Gegenstand	Dezember 1926	Ganzes Jahr 1926	Januar 1927
	t	t	t
Steinkohlen . . . . .	1 573 222	17 460 513	1 616 859
Koks . . . . .	118 857	1 048 853	109 302
Briketts . . . . .	36 652	421 332	39 658
Rohteer . . . . .	5 089	49 024	4 917
Teerpech u. Teeröl	60	544	70
Rohbenzol und Homologen . . . . .	1 580	15 398	1 597
Schwefels. Ammoniak . . . . .	1 645	16 275	1 655
Roheisen . . . . .	29 323	231 801	29 735
Rohstahl . . . . .	40 265	430 991	45 241
Stahlguß (basisch und sauer) . . . . .	1 028	9 590	984
Halbzeug zum Verkauf . . . . .	2 511	75 434	3 839
Fertigerzeugnisse . . . . .	29 494	306 439	29 770
Gußwaren	—	34 549	—
II. Schmelzung	—	—	—

**Die Ergebnisse der polnisch-oberschlesischen Bergbau- und Eisenhüttenindustrie im Dezember, im ganzen Jahre 1926 und im Januar 1927<sup>2)</sup>.**

Gegenstand	Dezember 1926	Ganzes Jahr 1926	Januar 1927
	t	t	t
Steinkohlen . . . . .	2 590 636	25 828 046	2 612 213
Eisenerze . . . . .	64	3 127	78
Koks . . . . .	106 336	1 114 569	112 411
Rohteer . . . . .	4 706	51 944	4 967
Teerpech . . . . .	622	7 699	794
Teeröle . . . . .	334	4 206	435
Rohbenzol und Homologen . . . . .	1 317	14 441	1 456
Schwefelsaures Ammoniak . . . . .	1 631	17 000	1 591
Steinkohlenbriketts . . . . .	19 754	208 792	20 296
Roheisen . . . . .	32 042	267 940	31 930
Gußwaren II. Schmelzung . . . . .	1 486	14 507	1 614
Flußstahl . . . . .	59 282	497 161	65 632
Stahlguß . . . . .	1 011	9 145	909
Halbzeug zum Verkauf . . . . .	5 287	44 252	6 106
Fertigerzeugnisse der Walzwerke . . . . .	46 699	380 340	45 751
Fertigerzeugnisse aller Art der Verfeinerungsbetriebe . . . . .	13 046	108 344	12 942

<sup>1)</sup> Oberschles. Wirtsch. 2 (1927) S. 183 ff.

<sup>2)</sup> Z. Oberschles. Berg-Hüttenm. V. 66 (1927) S. 131 ff. und 199 ff.

**Die Kohlenwirtschaft Oesterreichs im Jahre 1926.**

Nach den amtlichen Erhebungen des österreichischen Bundesministeriums für Handel und Verkehr belief sich der Gesamtbezug Oesterreichs an mineralischen Brennstoffen im Jahre 1926 auf 8 191 375 t, gegen 8 429 416 t in 1925 und 8 687 143 t in 1924. Vom Gesamtbezuge entfielen auf Steinkohle 4 297 010 t (1925: 4 397 967 t), Braunkohle 3 404 655 t (3 518 041 t) und auf Koks 489 710 t (513 408 t). Durch inländische Förderung wurden 3 066 775 t (1925: 3 157 736 t) aufgebracht, und zwar 155 395 t Steinkohle und 2 911 380 t Braunkohle. Die Einfuhr betrug 5 124 600 t (5 271 680 t), oder 62,56 % des Gesamtbezuges, und zwar 4 141 615 t Steinkohle, 493 275 t Braunkohle und 489 710 t Koks. Das Deutsche Reich war hierbei mit 719 468 t (814 448 t), und zwar 375 174 t (529 481 t) Steinkohle, 67 438 t (66 447 t) Braunkohle und 276 856 t (218 520 t) Koks beteiligt.

Die in den letzten Jahren beobachtete Verringerung des österreichischen Kohlenverbrauches hielt somit auch im Berichtsjahre an. In den letzten fünf Jahren zeigen Einfuhr und Inlandslieferungen folgende Entwicklung:

Jahr	Einfuhr			Inlandslieferungen	
	Steinkohle t	Braunkohle t	Koks t	Steinkohle t	Braunkohle t
1922 . . . . .	4 019 435	1 403 813	386 533	165 458	3 109 706
1923 . . . . .	3 755 210	865 010	403 176	156 548	2 634 836
1924 . . . . .	4 537 919	847 533	379 403	172 010	2 750 278
1925 . . . . .	4 252 789	505 483	513 408	145 178	3 012 558
1926 . . . . .	4 141 615	493 275	489 710	155 395	2 911 380

Die augenfälligste Erscheinung ist der stete, anfangs sprunghafte Rückgang der Braunkohleneinfuhr, bei ungefähr gleichbleibenden in- und ausländischen Steinkohlenbezügen und inländischen Braunkohlenlieferungen.

Die inländische Kohlenförderung betrug 3 123 747 t (3 178 578 t), hiervon 156 926 (145 200) t Steinkohle und 2 966 821 (3 033 378) t Braunkohle, die restlos im Inlande abgesetzt werden konnte.

Nach der Herkunft gliederten sich die Lieferungen:

	1926 t	1925 t
bei Steinkohle:		
Oesterreich . . . . .	155 395	145 178
Polnisch-Oberschlesien . . . . .	2 330 704	2 443 520
Dombrowagebiet . . . . .	270 551	239 322
Tschechoslowakei . . . . .	1 150 728	1 023 643
Ruhrgebiet . . . . .	216 499	172 572
Saargebiet . . . . .	5 000	178 676
Deutsch-Oberschlesien . . . . .	153 675	146 729
Großbritannien . . . . .	11 736	14 361
Sonstige Länder . . . . .	2 722	33 966
bei Braunkohle:		
Oesterreich . . . . .	2 911 380	3 012 558
Tschechoslowakei . . . . .	293 890	315 912
Deutschland . . . . .	67 438	66 447
Ungarn . . . . .	93 936	64 184
Jugoslawien . . . . .	38 011	58 940
bei Koks:		
Ruhrgebiet . . . . .	202 847	151 038
Tschechoslowakei . . . . .	172 391	254 771
Deutsch-Oberschlesien . . . . .	74 009	38 716
Polnisch-Oberschlesien . . . . .	40 088	39 670

Im Vergleiche mit dem Vorjahre ist eine Verringerung der Einfuhr von Steinkohle aus Polnisch-Oberschlesien (— 113 000 t) und von Saarkohle (— 173 000 t), hingegen eine Mehreinfuhr von tschechoslowakischer Steinkohle (+ 127 000 t), von Ruhrkohle (+ 44 000 t) und von Dombrowaer Kohle (+ 30 000 t) zu verzeichnen. Die Braunkohleneinfuhr aus der Tschechoslowakei ist um rd. 22 000 t gesunken. Bei Koks steht einer Mehreinfuhr aus dem Ruhrgebiete von 52 000 t eine Mindereinfuhr aus der Tschechoslowakei von 82 000 t gegenüber.

**Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im Jahre 1926.**

Die luxemburgische Eisen- und Stahlindustrie hatte im abgelaufenen Jahre einen nicht unbedeutlichen Aufschwung zu verzeichnen. Fast auf allen Gebieten wurden die Leistungen der Nachkriegsjahre bis 1925 erheblich übertroffen. In den einzelnen Monaten des Jahres 1926

stellte sich die Roheisen- und Stahlerzeugung — beachtlich sind die bisherigen Höchstleistungen im Dezember — wie folgt:

1926	Roheisenerzeugung				Stahlerzeugung			
	Thomas-t	Gießerei-t	Puddel-t	zusammen-t	Thomas-t	Siemens-Martin-t	Elektro-t	zusammen-t
Januar . . . . .	199 754	2 689	1 230	203 673	171 244	1 748	883	173 875
Februar . . . . .	180 528	3 365	1 205	185 098	168 180	1 600	667	170 447
März . . . . .	207 466	3 993	1 270	212 729	193 038	2 121	625	195 784
April . . . . .	192 116	4 505	30	196 651	177 830	2 144	554	180 528
Mai . . . . .	187 627	7 264	5	194 896	167 937	1 216	603	169 756
Juni . . . . .	204 386	6 865	—	211 251	188 317	1 597	440	190 354
Juli . . . . .	205 848	5 431	—	211 279	189 039	2 012	487	191 538
August . . . . .	202 308	7 241	—	209 549	182 301	1 265	714	184 280
September . . . . .	203 694	11 213	10	214 917	186 684	1 753	715	189 152
Oktober . . . . .	208 811	13 335	690	222 836	192 097	2 532	617	195 246
November . . . . .	209 230	6 061	1 065	216 356	192 404	1 042	660	194 106
Dezember . . . . .	225 409	5 957	960	232 326	205 760	2 501	395	208 656
Zusammen 1926	2 427 177	77 919	6 465	2 511 561	2 214 831	21 531	7360	2 243 722
„ 1925	2 289 403	38 110	16 530	2 344 043	2 052 426	25 876	5966	2 084 268
„ 1924	2 114 855	55 476	2 885	2 173 216	1 857 965	22 036	6283	1 886 284
„ 1913	2 360 487	172 014	15 360	2 547 861	•	•	•	1 182 227

Gegenüber dem Jahre 1913 stellten sich Roheisen- und Rohstahlerzeugung verhältnismäßig folgendermaßen:

	Roheisen %	Rohstahl %
1913 . . . . .	100	100
1924 . . . . .	85	160
1925 . . . . .	92	176
1926 . . . . .	99	189

Im Januar 1927 sind die Leistungen wieder etwas gesunken. Erzeugt wurden: 227 707 t Roheisen davon 220 541 t Thomas-, 6401 t Gießerei- und 765 t Puddelroheisen) und 195 334 t Stahl (davon 192 445 t Thomas-, 2126 t Siemens-Martin- und 763 t Elektrostahl).

**Bergbau und Eisenindustrie Ungarns im Jahre 1926.**

Ungarns Eisenerzförderung und Roheisenerzeugung hat sich im vergangenen Jahre stark erhöht. An Eisenerz wurden 131 762 t gegenüber 70 882 t im Vorjahre gefördert. An Roheisen wurden 189 736 t, oder mehr als das Doppelte der Leistung im Jahre 1925 (93 130 t) erzeugt. — In der Eisen- und Metallindustrie betrug die Zahl der Werksanlagen 264, in der Maschinenindustrie 181. Der Wert der Gesamterzeugung betrug bei der Eisen- und Metallindustrie 171 787 000 GK., in der Maschinenindustrie 132 693 000 GKr. — Ueber den Außenhandel liegen vorläufig nur zusammenfassende Angaben über die wichtigsten Gruppen vor. So wurden an Eisenwaren im Jahre 1926 11 358 t im Werte von 16 353 000 GKr. eingeführt. An Maschinen und Apparaten wurden 14 258 t im Werte von 32 540 000 GKr. eingeführt und an elektrischen Maschinen und Apparaten 3 800 t im Werte von 15 613 000 GKr. ausgeführt. Die Eisenindustrie selbst hatte eine Steigerung der Ausfuhr an Eisenhalbzeug und Fertigwaren aufzuweisen. Die größte Zunahme ist in Luppen, Schienen, Schienenbefestigungsteilen und Drahtstiften zu verzeichnen. — Die Umstellung zur neuen Pengö-Währung bereitete keine besonderen Schwierigkeiten. Gegenwärtig sind folgende Grundpreise in Pengö im Großhandel gültig: Stabeisen 36 P, gewalzter Draht 36 P, Grubenschienen 36 P, Mittelblech bis 3 mm 46,80 P, Grobblech 3 bis 5 mm 41,40 P, 5 bis 6 mm 40,30 P, 6 bis 7 mm 39,75 P, 7 bis 8 mm 39,48 P, 8 mm und stärker 39,20 P. Die Eisenindustrie sieht der kommenden Zeit mit Vertrauen entgegen; die in Aussicht genommenen staatlichen und gemeindlichen Neuanlagen werden ihr voraussichtlich viel zu tun geben. Auch die Maschinenindustrie hat anscheinend die schlechtesten Jahre überwunden. Die Ueberlandzentralen, insbesondere aber die große, im Totiser Kohlenbergwerksgebiet zu errichtende Zentrale für die Versorgung der Hauptstadt Budapest und der

Bahnlinie Budapest—Wien mit elektrischem Strom werden sowohl die Eisen- als auch die Maschinenindustrie jedenfalls gut beschäftigen, obwohl, besonders bei letzterer Anlage, infolge besonderer Vereinbarungen, viel Rohstoffe aus England genommen werden müssen. — Zwischen den Gießereien werden seit längerer Zeit Verhandlungen gepflogen, um ein Kartell zustande zu bringen; die Verhandlungen führten jedoch bisher zu keinem Ergebnis.

**Die Eisenerzverschiffungen aus dem Gebiete des Oberen Sees im Jahre 1926.**

Nach den Feststellungen der „Iron Trade Review“<sup>1)</sup> beliefen sich die Eisenerzverschiffungen aus dem Gebiete des Oberen Sees im abgelaufenen Jahre auf insgesamt

60 943 997 t, hatten somit gegenüber den Vorjahrsverschiffungen von 56 404 606 t eine Zunahme von 4 539 391 t oder 8 % zu verzeichnen. In Tätigkeit waren im Berichtsjahre 174 Grubenbetriebe gegen 186 im Vorjahre und 233 im Rekordjahre 1916. Im einzelnen stellten sich die Verladungen wie folgt:

	1925 t	1926 t
Versand auf dem Wasserwege	54 946 599	59 474 461
Versand auf dem Landwege	1 458 007	1 469 536
Insgesamt	56 404 606	60 943 997

Auf die einzelnen Förderbezirke verteilen sich die Erzverladungen folgendermaßen:

Bezirke	1925 t	1926 t
Mesabi . . . . .	36 464 228	38 861 790
Menominee . . . . .	5 353 148	6 040 944
Marquette . . . . .	4 252 502	4 513 849
Cogebic . . . . .	7 181 389	7 656 971
Cuyuna . . . . .	1 533 364	2 124 951
Vermillion . . . . .	1 460 578	1 611 431
Mayville und Baraboo . . . . .	159 397	134 061
Zusammen	56 404 606	60 943 997

Die Verschiffungen von den einzelnen Häfen betragen:

Häfen	1925 t	1926 t
Escanaba . . . . .	5 734 586	6 705 191
Marquette . . . . .	3 543 775	3 472 141
Ashland . . . . .	6 771 133	7 254 103
Two Harbors . . . . .	6 112 354	6 366 533
Superior . . . . .	14 793 445	16 739 884
Duluth . . . . .	17 991 306	18 936 609
Versand auf dem Wasserwege	54 946 599	59 474 461
Dazu Versand auf d. Landwege	1 458 007	1 469 536
Insgesamt	56 404 606	60 943 997

Die der United States Steel Corporation gehörende Oliver Iron Mining Co. brachte im Berichtsjahre 264 701 110 t Erze zum Versand gegen 25 083 709 t im Vorjahre und lieferte damit 43,43 (44,47) % aller aus dem Gebiete des Oberen Sees kommenden Erze.

<sup>1)</sup> 80 (1927) S. 391/4.

## Wirtschaftliche Rundschau.

**Die Lage des deutschen Eisenmarktes im Februar 1927.** — Von unterrichteter Seite werden wir darauf aufmerksam gemacht, daß die im Rahmen unseres Berichtes über die Lage der rheinisch-westfälischen Eisenindustrie wiedergegebenen Ausführungen zum neuen Kriegsgerätegesetz<sup>1)</sup> so aufgefaßt werden könnten, als sei in dem neuen Gesetz auch die Ausfuhr von Maschinen, die zur Herstellung von Kriegsgeräten dienen, verboten. Der Gesetzentwurf sieht indessen ein Verbot dieser Gegenstände nur bezüglich der Anfertigung und Aufstapelung für den inneren Gebrauch vor, während die ehemals von interalliiierter Seite geforderte Ausfuhr von Maschinen und Werkzeugen unumschränkt freigegeben worden ist.

**Die Lage des deutschen Maschinenbaues im Februar 1927.** — Die Aufwärtsbewegung der wirtschaftlichen Entwicklung geht in der Maschinenindustrie trotz kleiner Hemmungen ganz allmählich weiter. Die Anfragetätigkeit war im Februar fast überall lebendig und ernsthaft, besonders von der Inlandkundschaft, bei der sich der seit langem aufgespeicherte Bedarf stärker geltend macht. Der Auftragseingang erfuhr keine Zunahme, was aber mit Rücksicht auf die günstige Anfragetätigkeit im ganzen nicht bedenklich beurteilt wird und zum Teil vielleicht mit einer vorübergehenden Zurückhaltung im Hinblick auf die Leipziger Technische Messe zu erklären ist. Einen hemmenden Einfluß hatte wohl auch die Aussperrung im sächsischen Industriegebiet.

Im Beschäftigungsgrad der Maschinenindustrie wirkt sich die Besserung der Marktlage allmählich stärker aus; es hat sich in vielen Fällen ein Auftragsbestand angesammelt, der die unvermeidlichen Schwankungen im Eingang auszugleichen instande ist. Die Zahl der als „schlecht beschäftigt“ bezeichneten Betriebe sank im Februar auf rd. 40 % der Gesamtzahl gegenüber 50 % im Vormonat. Dem entspricht auch eine weitere Zunahme der durchschnittlichen Wochenarbeitszeit. Das Anwachsen der Belegschaften geht nur ganz allmählich vor sich, macht sich aber in immer größeren Teilen der Maschinenindustrie bemerkbar. Mit besonderer Sorge verfolgt die Maschinenindustrie die Entwürfe zu dem neuen Arbeitszeitgesetz. Bei vielen Aufträgen, besonders aus dem Auslande, liegt eine große Gefahr in der Uebernahme der verlangten kurzen Lieferfristen. Mehrfach wurde in letzter Zeit gemeldet, daß Aufträge der Lieferfristen halber an den ausländischen Wettbewerb gefallen seien. Die Gefahr wird nach dieser Richtung um so größer, je stärker die Betriebsführung durch starre Vorschriften über Ueberstundenleistung, Höhe der Bezahlung usw. erschwert wird.

Ueber die Entwicklung der Lage während des Monats Februar ist in den einzelnen Zweigen der Maschinenindustrie zu sagen:

In der Landmaschinenindustrie konnte zwar festgestellt werden, daß die Zurückhaltung der Kundschaft steigender Kauflust zu weichen begann. Der Auftragseingang blieb aber bis jetzt noch ungenügend. Die Aussichten für den weiteren Absatz von Bergwerksmaschinen für den Kohlenbergbau wurden im Berichtsmonat weniger günstig beurteilt als vorher. Im Druckmaschinenbau ließ der Auftragseingang aus dem In- und Auslande, besonders in der zweiten Monatshälfte, nach. In der Nahrungs- und Genußmittelmaschinenindustrie hat die Ende vorigen Jahres festgestellte leichte Geschäftsbelebung im allgemeinen bisher angehalten. Die Auftragserteilung durch das Ausland wird fast durchweg als ungenügend bezeichnet. Maschinen und Apparate für die Zuckerindustrie wurden dagegen nicht allein vom Inland, sondern auch vom Auslande stärker in Auftrag gegeben. Die zur Zeit befriedigende Geschäftslage der Leder- und Schuh-

industrie hat auch den Auftragseingang der Leder- und Schuhmaschinenindustrie günstig beeinflußt. Für Maschinenzubehör und -teile, z. B. Transmissionen, Kugellager, Regulatoren, Armaturen, war das Februargeschäft nicht einheitlich, jedenfalls aber nicht durchweg unbefriedigend.

**Ermäßigung der Saarkohlenpreise.** — Die französische Saarbergwerks-Verwaltung beschloß, ab 1. März die Kohlenpreise um 13½ % herabzusetzen. In dieser Herabsetzung ist die Anfang Februar wirksam gewordene zweiprozentige Ermäßigung<sup>1)</sup> einbegriffen. Die neuen Preise stellen sich wie folgt:

Kohlensorten	In Fr. je t frei Eisenbahnwagen und Grubenbahnhof bei Abnahme von mindestens 300 t				
	Fettkohlen		Flammkohlen		
	A	B	A 1	A 2	B
Ungewaschene Kohlen:					
Stückkohlen bis 80 oder bis 50 mm	147	144	147	144	141
„ „ 35 mm	—	—	—	—	137
Grieß aus gebrochenen Stücken	147	144	—	—	—
Förderkohlen (bestmelierte)	115	—	115	112	—
„ (aufgebesserte)	125	—	125	123	122
„ (geklaubte)	117	—	—	115	113
„ (gewöhnliche)	109	—	109	108	—
Rohgrieß (grobkörnig)	93	91	—	—	—
„ (gewöhnlich)	90	88	—	100	—
Staubkohlen	68	—	—	66	—
Gewaschene Kohlen:					
Würfel	159	157	161	159	152
Nuß I	162	160	163	162	157
Nuß II	154	152	154	152	150
Nuß III	147	144	145	144	143
Waschgrieß 0/35 mm	140	137	—	126	—
Waschgrieß 0/15 mm	136	133	—	—	125
Feingrieß	131	—	113	113	100
Koks: Großkoks (gewöhnlich) . . . . . 174					
Großkoks (Spezial) . . . . . 196					
Mittelkoks 50/80 mm Nr. 0 . . . . . 193					
Brechkoks 30/50 mm Nr. 1 . . . . . 197					
Brechkoks 15/35 mm Nr. 2 . . . . . 169					

Bei Kaufverträgen von weniger als 300 t und bei Bestellungen außer Vertrag erhöhen sich diese Preise um 7 Fr. je t. Bei Verträgen von mehr als 1000 t werden sogenannte Mengenprämien auf die Listenpreise bewilligt. Für die auf dem Wasserwege abgesetzten Kohlen wird zur Deckung der Kosten für die Beförderung von der Grube nach dem Hafen sowie der Verladekosten eine Nebengebühr berechnet, die bis auf weiteres 14 Fr. je t beträgt. Für die im Landabsatz verkauften Brennstoffe erhöhen sich die Grundpreise bei Abnahme auf den Gruben um 6 Fr. je t für Förderkohlen, um 14 Fr. für Stückkohlen, um 8 Fr. je t für andere Sorten; um 20 Fr. je t für Förderkohlen, um 28 Fr. für Stückkohlen und um 22 Fr. je t für andere Sorten bei Abnahme im Hafen Saarbrücken.

**United States Steel Corporation.** — Der Auftragsbestand des Stahltrustes nahm im Januar 1927 um 163 365 oder 4,1 % gegenüber dem Vormonat ab. Wie hoch sich die jeweils zu Buch stehenden unerledigten Auftragsmengen am Monatsschlusse während der letzten Jahre bezifferten, ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

	1925	1926	1927
		in t zu 1000 kg	
31. Januar . . . . .	5 117 920	4 960 863	3 860 980
28. Februar . . . . .	5 369 327	4 690 691	—
31. März . . . . .	4 941 381	4 450 014	—
30. April . . . . .	4 517 713	3 929 864	—
31. Mai . . . . .	4 114 597	3 707 638	—
30. Juni . . . . .	3 769 825	3 534 300	—
31. Juli . . . . .	3 596 098	3 660 162	—
31. August . . . . .	3 569 008	3 599 012	—
30. September . . . . .	3 776 774	3 651 005	—
31. Oktober . . . . .	4 174 930	3 742 600	—
30. November . . . . .	4 655 088	3 868 366	—
31. Dezember . . . . .	5 113 898	4 024 345	—

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 375/6.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 332.

**Vereinigte Stahlwerke, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.** — Dem ausführlichen, durch schaubildliche Darstellungen über Lage der Grubenfelder und Hütten-erzeugung usw. wirkungsvoll ergänzten Bericht des Vorstandes über das erste Geschäftsjahr vom 14. Januar bis 30. September 1926 entnehmen wir folgendes:

Im Sommer und Herbst 1925 reifte der Gedanke, durch Zusammenschluß einer Reihe führender Gesellschaften ein unter einheitlicher Leitung stehendes Unternehmen zu schaffen, innerhalb dessen es möglich sein würde, die jeweils besten Werksanlagen mit voller Wirtschaftlichkeit auszunutzen. An diesen Verhandlungen beteiligten sich die Rheinlbe-Union, die Thyssen- und die Phoenix-Gruppe sowie die Rheinischen Stahlwerke. Diese Gruppen boten mit der breiten Basis ihrer Betriebsanlagen eine ausreichende Gewähr für die volle Durchführung der beabsichtigten Maßnahmen.

Am 14. Januar 1926 wurde die Gesellschaft mit der Aufgabe, den endgültigen Zusammenschluß der Gründerwerke vorzubereiten, als Studiengesellschaft gegründet. Die umfangreichen Vorarbeiten wurden im Verlauf der folgenden Monate so weit gefördert, daß am 5. Mai 1926 die Verträge unterzeichnet werden konnten, auf Grund deren die Uebnahme nahezu der ganzen Betriebsanlagen, Steinkohlen- und Erzbergwerke, Hütten und Walzwerke sowie der Vorräte und Beteiligungen mit Wirkung vom 1. April 1926 erfolgte. Nicht eingebracht wurden aus besonderen Gründen der gesamte Zechenbesitz von Rheinstahl, die Zeche Monopol (einschließlich der benachbarten unverritzten Felder) der Gelsenkirchener Bergwerks-Aktiengesellschaft sowie bei allen Gründerkonzernen vereinzelter Grundbesitz und gewisse Beteiligungen bzw. einzelne Betriebsteile. Durch Beschluß der außerordentlichen Generalversammlung vom 7. Mai 1926 wurde dann das Grundkapital auf 800 000 000 R.-M. erhöht. Die Anteile am Aktienkapital betragen für die einzelnen Gründergesellschaften:

1. Rheinlbe-Union . . .	316 000 000 R.-M.	= 39,5 %
2. Thyssen-Gruppe . . .	208 000 000 „	= 26,0 %
3. Phoenix-Gruppe . . .	208 000 000 „	= 26,0 %
4. Rheinische Stahlwerke	68 000 000 „	= 8,5 %
	800 000 000 R.-M.	= 100 %

Ferner wurden 125 000 000 R.-M. Genußscheine ausgegeben, deren Verteilung wie folgt vorgenommen wurde:

	Genußsch. A. R.-M.	Genußsch. B. R.-M.
1. Rheinlbe-Union . . . . .	10 000 000	26 000 000
2. Thyssen-Gruppe . . . . .	40 000 000	27 000 000
3. Phoenix-Gruppe . . . . .	—	15 000 000
4. Rheinische Stahlwerke . . .	—	7 000 000
	50 000 000	75 000 000

Am 1. Juli 1926 erfolgte der Anschluß der Charlottenhütte, A.-G., mit ihren Anlagen in Niederschelden, Eichen, Attendorf, Siegen, Eisern, Weidenau und Wernsberg. Für das Einbringen ihrer Anlagewerte erhielten die Charlottenhütte, A.-G., und die mit ihr verbundene Siegerner Eisenbahnbedarf-Aktiengesellschaft insgesamt nom. 20 000 000 R.-M. Aktien und nom. 7 500 000 R.-M. Genußscheine der Serie B der Gesellschaft.

Kurz nach Schluß des Geschäftsjahres beteiligte sich die Gesellschaft an der Gründung der Mitteldeutschen Stahlwerke, A.-G. Durch diese Gründung soll sowohl für das in Brandenburg an der Havel gelegene Stahl- und Walzwerk Weber, als auch für die anderen, durch den Zusammenschluß erfaßten, mitteldeutschen Eisen- und Stahlwerke die Grundlage für eine einheitliche, technisch und wirtschaftlich gesunde Betriebsführung geschaffen werden.

Auf der anderen Seite führten die Bestrebungen, innerhalb des Rhein-Ruhr-Gebiets selbst durch Aufnahme einzelner Unternehmungen der Rationalisierung der deutschen Eisenwirtschaft eine breitere Grundlage zu geben, in enger Zusammenarbeit mit den Firmen Krupp, Klöckner und Hoesch, zu einem gewissen Erfolg. Zusammen mit diesen Konzernen wurden die Aktienmehrheiten folgender Werke des Stummkonzerns erworben:

Eisenwerk Kraft, Westfälische Eisen- und Drahtwerke A.-G., Werne bei Langendreer, Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, A.-G., Norddeutsche Hütte, A.-G., und Gußstahlwerk Witten. Ferner wurden von den Rombacher Hüttenwerken die Betriebe der Westfälischen Stahlwerke Bochum und der Concordiahütte Bendorf sowie die Aktien der Eisenhütte Holstein, A.-G., Rendsburg, übernommen. Die Betriebe der ehemaligen Rombacher Hüttenwerke und die genannten Werke des Stummkonzerns wurden zum Teil stillgelegt, zum Teil mit den eigenen benachbarten Werken in Betriebsgemeinschaft verbunden. Die Maschinenfabrik Thyssen & Co., die bislang ein sehr wertvolles Glied des Thyssenkonzerns gewesen war, wurde aus dem Rahmen des Konzerns herausgenommen und in die zusammen mit der Deutschen Maschinenfabrik, A.-G., neugegründete Demag, A.-G., eingebracht. Des weiteren beteiligten sich die Vereinigten Stahlwerke an den bereits während des Geschäftsjahres eingeleiteten Verhandlungen über die Gründung der Deutschen Edelstahlwerke, A.-G., in die die Edelstahlbetriebe in Bochum und die Magnetfabrik in Dortmund eingebracht wurden.

Die an der Gründung der Vereinigten Stahlwerke beteiligten Konzerne sind, nachdem jetzt rd. zehn Monate gemeinsamer Arbeit verflossen sind, mehr denn je von der Richtigkeit ihres Schrittes überzeugt. Die Gründung der Gesellschaft hat zudem stark dazu beigetragen, die wirtschaftliche Depression des Winters 1925/26 zu überwinden. Der durch die Gründung der Vereinigten Stahlwerke herbeigeführte Ausgleich der Interessengegensätze zwischen den Gründerkonzernen ist in seinen Auswirkungen auch den übrigen Werken der deutschen Eisen schaffenden Industrie zugute gekommen.

Der Aufbau der Gesellschaft<sup>1)</sup> ist unter Vermeidung jeder nicht unbedingt notwendigen Zentralisation durchgeführt. Die Werke sind nach geographischen und sachlichen Gesichtspunkten zusammengefaßt und stehen unter verantwortlicher Leitung einzelner Vorstandsmitglieder. In ähnlicher Weise sind Verkauf, Einkauf und Verwaltung durchorganisiert. Die Hauptverwaltung, der die wichtigsten, einheitlich zu regelnden Aufgaben, insbesondere auf dem Gebiete der Verwaltung, des Finanzwesens und des Verkaufs, übertragen sind, hat ihren Sitz in Düsseldorf. Für den Steinkohlenbergbau ist eine besondere „Hauptverwaltung, Abteilung Bergbau“ geschaffen worden mit dem Sitz in Essen, also etwa im Mittelpunkt der Zechenbetriebe.

Der gesamte Steinkohlenbergbau, der 48 Schachtanlagen mit 153 Schächten umfaßt, ist in vier Bergbaugruppen, Dortmund, Bochum, Gelsenkirchen und Hamborn, eingeteilt. Die Abgrenzung dieser Gruppen wurde vorgenommen unter Berücksichtigung eines engen Zusammenarbeitens mit den großen Hochofen- und Hüttenwerken. Die Verteilung der Förderung in der Abteilung Bergbau erfolgt in der Art, daß für die Hamborner Schachtanlagen im Westen eine möglichst gleichmäßige Beschäftigung und damit wirtschaftliche Ausnutzung sichergestellt wird. Im Osten wird eine Konzentrierung auf den Zechen Minister Stein und Hardenberg angestrebt. Ferner wurde durch Erweiterung der mechanischen Abbaueinrichtungen, durch sonstige organisatorische Maßnahmen sowie durch eine vermehrte Neuanlegung von Bergleuten die Förderung in der Berichtszeit um 30,08 % gesteigert. Die weniger ergiebigen Zechen sind stillgelegt.

Die Rohstoffbetriebe, die eine Reihe von Kalk- und Dolomitwerken, Ton- und Quarzitgruben sowie Erzgruben im Siegerland, in Bayern, Schweden, Spanien und Brasilien umfassen, unterstehen einer einheitlichen Leitung in Dortmund.

Auf den Hüttenwerken wurde die erstrebte Zusammenfassung voll durchgeführt. Die reinen Hochofen- und Gießereien Schalker Verein, Friedrich-Wilhelms-Hütte, Hüttenbetrieb Meiderich, Vulcan Duisburg sowie Concordiahütte Bendorf wurden betriebstechnisch zusammengefaßt derart, daß nach Möglichkeit auf jedem dieser Werke nur ein oder zwei Sonder-Roheisen-Sorten

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1039/42.

hergestellt werden, während auf den Hochofenanlagen der gemischten Werke im allgemeinen nur Thomas-Roh-eisen erblasen wird. Von den großen gemischten Werken wurden die unmittelbar nebeneinander liegenden Betriebe Phoenix (Ruhrort) und Rheinstahl (Meiderich) zu einem Werke verschmolzen; ihr Ausbau nach einheitlich technischen Gesichtspunkten konnte bereits in weitgehendem Maße durchgeführt werden. In ähnlicher Weise wurden die Betriebe der Dortmunder Union und des Hörder Vereins unter einheitlicher Leitung zusammengefaßt und ihre vielfach gleichartigen Erzeugnisse vereinheitlicht. Die nur allmählich durchzuführende technische Rationalisierung der einzelnen Hüttenwerke und die im Hinblick auf die hohen Eisenbahnfrachten gebotene Ausnutzung aller Frachtvorteile bedingten eine sehr weitgehende Verschiebung des Arbeitsprogramms der Hütten. Grundsätzlich wurden, soweit irgend möglich, die Auslandsaufträge auf die für die Ausfuhr besonders günstig liegenden Rheinwerke verlegt, während den westfälischen Betrieben vor allem die Versorgung des angrenzenden, weitverzweigten Industriebezirks vorbehalten blieb. Dabei verteilt sich die Erzeugung auf die verschiedenen Werke etwa derart, daß im Westen die August-Thyssen-Hütte sowie die Hütte Ruhrort-Meiderich je etwa 150 000 t Rohstahl im Monat herstellen, während im Osten die zusammengefaßten Betriebe Dortmund-Hörde ebenfalls eine Monatsleistung von reichlich 150 000 t erreichen. Auf der August-Thyssen-Hütte in Hamborn, deren Rohstahlerzeugung im Laufe des Geschäftsjahres bei völlig unveränderter Arbeiterzahl um 75 % gesteigert und seitdem insgesamt verdoppelt werden konnte, wurde ein großer Teil der Oberbauzeugherstellung zusammengezogen, im übrigen dient sie in erster Linie der Herstellung von Massenerzeugnissen wie Halbzeug, Stab- und Formeisen usw. für die Ausfuhr. Der Hütte Ruhrort-Meiderich werden gleichfalls nach Möglichkeit Auslandsaufträge, vor allem in Stab- und Formeisen, zugewiesen. Daneben wurde sie in ihrer Halbzeugherstellung besonders auf die Platinenbelieferung der verschiedenen Feinblechwerke sowie auf Röhrenhalbzeug eingestellt. Von den besonders den Hütten in Dortmund und Hörde überwiesenen Inlandsaufträgen werden die Halbzeug- und Formeisenlieferungen vorwiegend von dem Hörder Werk ausgeführt, während auf der Dortmunder Union insbesondere Oberbauzeug, Universaleisen und Stabeisen für das Inland ausgewalzt werden. Daneben ist Dortmund nach wie vor stark mit der Herstellung von Werkstättenerzeugnissen der verschiedensten Art sowie mit Brücken- und Hochbau beschäftigt. Eine besondere Stellung innerhalb der großen gemischten Hüttenwerke nimmt nach der Art seiner Erzeugung das Werk Bochumer Verein ein, dessen verschiedene bei Bochum gelegenen Anlagen, denen die Westfälischen Stahlwerke angegliedert wurden, wie schon bisher in erster Linie auf die Herstellung von Qualitätsmaterial eingestellt und darin noch weiter ausgebaut wurden.

Wie die großen Hüttenwerke wurden andererseits auch die verschiedenartigen Verfeinerungsbetriebe im Hinblick auf ihre möglichst wirtschaftliche Ausnutzung unter einheitlicher Leitung zusammengefaßt. Die Röhrenherstellung ist zu einer besonderen Gruppe zusammengeschlossen, welche die gesamten Röhrenwerke umfaßt. In gleicher Weise wurden die Werke zur Herstellung von Walzdraht und Drahterzeugnissen zu einer Sondergruppe mit dem Hauptwerk in Hamm zusammengefaßt. Ferner bilden die Siegerländer Werke zusammen mit den übrigen Feinblechwerken eine besondere, in sich geschlossene Gruppe. Die durchgeführten, im vorstehenden nur in den Grundzügen angedeuteten Betriebsumstellungen brachten naturgemäß die endgültige Stilllegung einzelner unwirtschaftlich arbeitender Betriebe und Betriebsteile mit sich. Die Erzeugung dieser Werke wurde auf die leistungsfähigen Kernwerke übernommen.

Hand in Hand mit der Umstellung der Erzeugung war eine Umstellung der gesamten bisherigen Verkaufsorganisation erforderlich. Es erwies sich als zweck-

mäßig, den Verkauf der wichtigsten, syndizierten Walzwerkserzeugnisse nach Düsseldorf als Sitz der in Frage kommenden Verkaufsverbände zu verlegen. In enger Fühlungnahme mit diesen Verkaufsabteilungen arbeitet die gleichfalls in Düsseldorf untergebrachte Stahlunion-Export-G. m. b. H., die auf den von den Gründerwerken übernommenen Auslandsorganisationen aufgebaut wurde. Der Verkauf der Fein- und Weißbleche wurde in Köln, der von Roheisen und Eisenguß in Gelsenkirchen-Schalke zusammengefaßt. Der Verkauf der Sondererzeugnisse verblieb bei den für diese Produkte führenden Werken; Ruhrort-Meiderich behielt z. B. den Verkauf von Straßenbahnoberbauzeug, Dortmund und Bochum den der Werkstättenerzeugnisse. Da die von den Gründergesellschaften geschaffenen und zum größten Teil übernommenen Handelsgesellschaften vielfach in ihrem Arbeitsbereich ineinander übergriffen, war auch hier eine sehr weitgehende Zusammenfassung erforderlich, die im Laufe des Geschäftsjahres unter Abstoßung der nicht mehr notwendigen Teile im großen und ganzen durchgeführt werden konnte. Die Arbeitsgebiete wurden in der Weise abgegrenzt, daß die Firma Heinr. Aug. Schulte, Eisen-A.-G., Dortmund, den Westen und Nordwesten, die Thyssen-Eisen- und Stahl-A.-G., Berlin, den Norden und Osten und die Thyssen-Rheinstahl-A. G., Frankfurt-Mannheim, den südlichen Teil des Marktes bearbeitet. Die Handelsinteressen auf dem Gebiete der Kohle und Nebenerzeugnisse werden, soweit deren Vertretung nicht durch die Verbände erfolgt, einheitlich durch die Firma Raab Karcher, G. m. b. H., wahrgenommen.

Vom 1. April 1926 an erfolgte der Betrieb der Werke der Gründergesellschaften auf Rechnung der Vereinigten Stahlwerke. Ueber die Gestaltung der Betriebsverhältnisse seit dem 1. April 1926 und die Entwicklung der Marktlage bis zum Schluß des Geschäftsjahres am 30. September entnehmen wir dem Bericht noch folgendes:

Im Bergbau herrschte im April die Absatzkrise noch in vollster Stärke. Eine Wendung zur Besserung brachte der Anfang Mai einsetzende englische Bergarbeiterstreik, der die Absatzmöglichkeiten für Kohle und Koks im In- und Auslande günstig beeinflusste. So wurde es möglich, die Kohlenförderung sowie die Koks- und Briketterzeugung im Laufe des Geschäftsjahres von Monat zu Monat weiter zu steigern, die Belegschaft — soweit geeignetes Arbeitsangebot zur Verfügung stand — zu vermehren und Ueberschichten einzulegen. Die Gesamtförderung des Halbjahres betrug 11 823 930 t = 22,11 % der Förderung aller Zechen des Rheinisch-westfälischen Industriegebietes mit 53 479 930 t. In diesen Zahlen ist die Förderung der Gewerkschaft Emscher-Lippe in Höhe von 615 562 t, an der wir mit 50 % beteiligt sind, nicht berücksichtigt.

Die kalendertägliche Kokserzeugung der Zechenkokereien nahm im Laufe des Betriebshalbjahres um 12,9 % zu; die Erzeugung belief sich auf 2 737 567 t. Die Hüttenkokereien erzeugten in der Berichtszeit 329 964 t.

Angesichts der fortgesetzt zunehmenden Nachfrage aus dem In- und Auslande gelang es, nicht nur die vermehrte Förderung voll abzusetzen, sondern darüber hinaus die Lagerbestände ganz wesentlich zu verringern. So konnten die Kohlenlager, die am 1. April 1926 631 944 t Kohle betragen hatten, bis zum Ende des Geschäftsjahres auf 116 774 t vermindert werden. Die Koksbestände, die sich am 1. April 1926 auf 570 572 t belaufen hatten, waren zunächst noch angewachsen und hatten am 1. August einen Höchststand von 708 705 t erreicht. Es gelang dann aber auch hier, durch Einschränkung in den Kokereibetrieben eine Erleichterung zu schaffen und andererseits noch größere Kohlenmengen für die Ausfuhr freizumachen, so daß es in Verbindung mit dem stärker einsetzenden Koksabruf möglich war, in den Monaten August und September 213 423 t vom Lager aufzuladen. Am 30. September waren die Koksbestände mit 495 282 t um 75 290 t niedriger als am 1. April. Die Verringerung der Bestände konnte nach Abschluß des Geschäftsjahres in großem Umfange fortgesetzt werden.

Auch die Nebenerzeugnisse fanden zu angemessenen Preisen Absatz, insbesondere war die Nachfrage nach Teererzeugnissen sehr rege. Lediglich die Nachfrage nach Ammoniak war gering, so daß die Bestände, wie immer in den Sommermonaten, eine Steigerung aufwiesen. Bei Benzolen bestand nach wie vor Knappheit.

Die Jahresbeteiligung beim Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikat betrug am 1. April 1926 34 787 820 t; davon waren 10 307 520 t Verbrauchsbeteiligung und 24 480 300 t Verkaufsbeteiligung. Die Verkaufsbeteiligung konnte im Laufe des Berichtsjahres erhöht werden durch Fördersteigerung auf der Neuanlage Boeckerwerth um 90 000 t, durch die Fertigstellung von Erin Schacht V um 240 000 t, durch die Inbetriebnahme von Minister Stein, Schacht Emil Kirdorf, um 500 000 t. Von der Gesamtbeteiligung des Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikats mit 162 823 715 t Kohle besaß die Gesellschaft ohne Hinzurechnung der halben Syndikatsbeteiligung von Emscher-Lippe am 1. Oktober 1926 35 617 820 t = 21,88 %.

In den übernommenen Kalk- und Dolomitwerken betrug die Förderung im Geschäftsjahr an Rohkalk 191 163 t bei einer Durchschnittsbelegschaft von 296 Arbeitern, an Dolomit 6839 t.

Von den 35 Eisenstein- und Erzgruben waren in der Berichtszeit 28 in Betrieb. Die Rohförderung der deutschen Gruben betrug im April 31 957 t, im September 83 356 t; insgesamt wurden im Betriebshalbjahr 370 941 t gefördert bei einer Belegschaft von 3317 Mann.

Bei den Hüttenwerken konnte infolge der zunehmenden Nachfrage die Roheisenerzeugung in den sechs Betriebsmonaten um etwa 48 % und die Rohstahlerzeugung um etwa 51 % gesteigert werden. Eine Aufbesserung der Preise war anderseits im allgemeinen nicht möglich. Trotz der stetig steigenden Schrottpreise, Erzfrachten usw. wurde im Inland im Hinblick auf die Notwendigkeit, den heimischen Markt nach Möglichkeit zu kräftigen, von Preiserhöhungen Abstand genommen. Die indirekte Ausfuhr wurde durch Preisfestsetzungen im Rahmen des bekannten, mit der Eisen verarbeitenden Industrie getroffenen Abkommens<sup>1)</sup> gefördert. Im Auslande machte zunächst noch der Wettbewerb der westlichen und östlichen Inflationsländer eine Aufbesserung der Preise unmöglich; erst die Besserung und allmähliche Stabilisierung der Frankennwährungen führten zum Schluß des Geschäftsjahres zusammen mit den auf die Internationale Rohstahlgemeinschaft gesetzten Erwartungen auch zu einem Anziehen der Eisenausfuhrpreise. Die Gesamterzeugung im Berichtsjahre betrug: 2 273 647 t Roheisen, 2 538 865 t Rohstahl, 1 924 001 t Walzisen, 152 116 t Eisenguß. Der Gesamtversand an Eisenerzeugnissen (ausschl. Selbstverbrauch) belief sich auf 2 203 151 t, davon an Fremde (Inland) 1 259 911 t und an Fremde (Ausland) 1 042 240 t.

Die Beteiligungen der Gründerwerke in den einzelnen Verbänden wurden mit Wirkung vom 1. April 1926 von der Berichtsgesellschaft übernommen. Die Gesamtbeteiligung, unter Einbeziehung der Anteile der angegliederten Werke, der Anteile an den Stumm-Rombach-Betrieben usw. am Ende des Geschäftsjahres bei den wichtigsten Eisen- und Stahlverbänden ist in nebenstehender Zahlentafel wiedergegeben.

Neben den üblichen Aufwendungen für Betriebsverbesserungen und Neubauten aller Art sind im Berichtsjahr eine Reihe größerer Neubauten fertiggestellt worden. Zu nennen sind insbesondere die Fertigstellung

einer elektrisch angetriebenen Block- und Knüppelstraße in Ruhrort, der weitere Ausbau der Hochöfen und Stahlwerke auf der August-Thyssen-Hütte und der Walzwerksanlagen der Dortmunder Union, sowie ferner die Fertigstellung der Hamborner Kokerei und die der Schachtenanlage Erin und Minister Stein.

Die Umstellung der Betriebe bedingte gleichzeitig auch eine sehr weitgehende Umschichtung der Arbeiterschaft. Soweit Stilllegungen von Betrieben und Betriebsstellen erfolgen mußten, wurde versucht, die Arbeiterschaft auf die im Betrieb bleibenden Werke zu übernehmen; in vielen Fällen waren jedoch Entlassungen unvermeidlich. Bei den Beamten und Angestellten war ebenfalls eine starke Umstellung infolge der Aenderungen in der Verwaltung, Verlegung der Verkaufsstellen und Zusammenziehen der Buchhaltungen erforderlich. Insgesamt konnte aber im Verlauf des Geschäftsjahres die Zahl der Arbeiter auf den Zechen und Hüttenwerken nicht unwesentlich vermehrt, die der Angestellten auf ungefähr gleicher Höhe gehalten werden. Die Gesamtbelegschaft umfaßte zu Beginn des Geschäftsjahres 14 860 Beamte und 158 556 Arbeiter. Nach zunächst erfolgter leichter Verringerung der Arbeiterzahl konnte diese bald wieder erhöht werden, so daß sich unter Berücksichtigung der hinzugekommenen Werke die Zahl der beschäftigten Angestellten und Arbeiter am Schlusse des Geschäftsjahres auf 15 301 bzw. 172 767 stellte. Die sich bessernde Wirtschaftslage und die Erfolge der Rationalisierungsmaßnahmen sind den Werksangehörigen in weitem Umfange zugute gekommen. Während die Zahl der Arbeiter sich um etwa 9 % erhöhte, nahm die monatliche Gesamtlohnsomme um fast 30 % und das durchschnittliche Monatseinkommen des einzelnen Arbeiters um etwa 20 % zu. Dabei ist diese Steigerung des Gesamteinkommens ohne Aenderung der Tariflöhne erfolgt. Lediglich im Steinkohlenbergbau ist durch verbindlich erklärten Schiedsspruch mit Wirkung vom 1. September eine durchschnittliche Lohnerhöhung von 4 % vorgenommen worden. Zu den unmittelbaren Aufwendungen an Löhnen und Gehältern, die im Geschäftsjahr 211,1 Millionen *M* erforderten, kamen noch die gesetzlichen und freiwilligen sozialen Lasten, die sich insgesamt auf 22 008 195 R.-*M* beliefen. Es sind also, auf das ganze Jahr ungerechnet, über 5 % des gesamten Aktienkapitals für sozialpolitische Zwecke ausgegeben worden. Rechnet man zu diesen Lasten noch die Belastung mit Reichs-, Staats- und Gemeindesteuern, Dawes-Lasten usw., die nach der vorläufigen Veranlagung in der Berichtszeit 20 182 705,41 R.-*M* ausmachten, so ergibt sich eine Gesamtbelastung von 42 190 900,41 R.-*M*, also auf das Jahr gerechnet mehr als 10 % des Aktienkapitals. Diese an sich bereits sehr hohe Belastung mit sozialen Abgaben ist während des Berichtsjahres noch vermehrt worden durch die Knappschaftsnovelle vom 25. Juni 1926, die ein sehr starkes Anstrigen der Krankenziffern mit sich brachte. Die Krankengeldsätze erreichten durch dieses Gesetz in zahlreichen Fällen annähernd die Höhe des Arbeitsverdienstes, brachten eine starke Zunahme der

Verband	Gesamt-Jahresbeteiligung aller Gesellschafter t	Jahresbeteiligung der Vereinigten Stahlwerke, A.-G. t	Beteiligung der V. St. in %
Roheisen-Verband . . . . .	2 268 852	978 802	43,141
Rohstahlgemeinschaft . . . . .	16 635 365 R.G.	6 834 101 R.G.	41,082
A-Produkte-Verband:			
a) Halbzeug . . . . .	843 105 „	427 550 „	50,711
b) Eisenbahnoberbau . . . . .	2 282 641 „	1 082 322 „	47,416
c) Forneisen . . . . .	1 193 909 „	259 272 „	21,715
d) gesamt A-Produkte . . . . .	4 319 655 „	1 769 144 „	40,956
Stabeisen-Verband . . . . .	3 895 829 F.G.	1 339 087 F.G.	34,372
Bandeisenvereinigung . . . . .	953 829 „	462 074 „	48,444
Grobblech-Verband . . . . .	1 619 788 „	721 640 „	44,551
Walzdraht-Verband . . . . .	1 540 896 „	460 357 „	29,877
Draht-Verband . . . . .	826 606 „	194 820 „	23,569
Röhren-Verband . . . . .	—	—	50,198

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1384.

R. G. = Rohstahlgewicht. F. G. = Fertiggewicht.



Krankmeldungen und erschwerten die ordnungsmäßige Durchführung des Produktionsprogrammes im Kohlenbergbau. Die Krankheitsfeischichten je Mann und Monat stiegen in der Abteilung Bergbau von 1,51 im April auf 2,63 im September, also um 74,17 %.

Die Bilanz zum 30. September 1926 schließt in Vermögen und Verbindlichkeiten mit 1 852 671 425,20 R.-M ab. Unter Vermögen sind u. a. aufgeführt: Bergwerks- und Hüttenanlagen mit 1 135 882 535,20 R.-M; Beteiligungen und Wertpapiere mit 199 804 460,36 R.-M; Warenbestände mit 203 878 681,10 R.-M und Forderungen mit 269 581 147,74 R.-M. Unter Verbindlichkeiten lauten die Hauptposten: Aktienkapital 800 000 000 R.-M; Genußscheine 125 000 000 R.-M;

gesetzliche Rückstellung 79 994 000 R.-M. Anleihen 402 754 600 R.-M; langfristige Verpflichtungen 144 572 735,57 R.-M; kurzfristige Verpflichtungen 86 577 423,06 R.-M; Rückstellungen für Ofenerneuerungen, Bergschäden usw. 98 643 954,96 R.-M.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Rohüberschuß von 94 784 626,32 R.-M und nach Abzug von 42 190 900,41 R.-M Steuern und sozialen Aufwendungen und 26 136 370,79 R.-M Abschreibungen auf Werksanlagen einen Reingewinn von 26 457 355,12 R.-M aus. Hiervon sollen 6000 R.-M der gesetzlichen Rücklage überwiesen, 49 027,10 R.-M satzungsmäßige Vergütung an den Aufsichtsrat gezahlt, 24 000 000 R.-M Gewinn (3 %) ausgeteilt und 2 402 328,02 R.-M auf neue Rechnung vorgetragen werden.

### Eisen- und Stahlschrott im deutschen Eisenbahnversand im Jahre 1925.

Während von 1923 auf 1924 im deutschen Eisenbahnversand von Eisen- und Stahlschrott, d. h. von altem Eisen und altem Stahl, von alter Eisen- und Stahlmunition, von alten Eisenbahn- und Grubenschienen, alten Schwellen und Radreifen und sonstigen alten Radteilen, ferner von Abfällen von Stahl und Eisen, auch Weißblechabfällen, eine Abnahme der verfrachteten Menge von 3 826 900 t auf 3 663 900 t zu verzeichnen war, ist dieser Versand von 1924 auf 1925 von 3 663 900 t auf 5 483 300 t oder um rd. 50 % gestiegen. Er ist damit größer geworden als in den letzten Jahren der Vorkriegszeit, denn 1913 wurden in dem damals bedeutend größeren Deutschland nur 5 252 700 t Eisen- und Stahlschrott verschickt. Von der insgesamt mit der Eisenbahn nach Nr. 11a bis c des Güterverzeichnisses versandten Menge Roheisen aller Art, Luppen von Schweißeisen usw. und Eisen- und Stahlschrott, machten die letztgenannten 1925 über 48 % aus.

Die neueste Statistik über die Güterbewegung auf deutschen Eisenbahnen mit den Zahlen für das Jahr 1925 ist schneller erschienen als eine ihrer Vorgängerinnen, ein Zeichen dafür, daß man dem Austausch von Waren zwischen den einzelnen Teilen des Reiches neuerdings mehr Beachtung schenkt und die Urteile über den Gang der Wirtschaft nicht mehr in dem Maße von den Zahlen der Außenhandelsstatistik abhängig macht, wie das bisher der Fall war, und daß man die Eisenbahngüterverkehrsstatistik als eine wichtige Ergänzung zur Statistik des Außenhandels anzusehen beginnt. In der Statistik der Güterbewegung auf deutschen Eisenbahnen im Jahre 1925 erscheint das Deutsche Reich eingeteilt in 39 (bisher 38) Verkehrsbezirke. Zum größten Teile fallen ihre Grenzen mit denen von Ländern und Landesteilen zusammen. Kleinere Gebietsteile und solche, die von ihrem Hauptlande getrennt sind, werden zu den an sie angrenzenden oder sie umgebenden Verkehrsbezirken gerechnet. So gehören die preußischen Inseln in Thüringen zum Verkehrsbezirk Thüringen und andererseits der thüringische Kreis Sondershausen zum Verkehrsbezirk Merseburg und Erfurt, von dem er umschlossen wird. Neben den Landesbezirken bestehen solche, die mit Stadtkreisen zusammenfallen. Zu ihnen gehören Berlin, das wieder in inneres und äußeres Stadtgebiet getrennt ist, Breslau, Leipzig und Frankfurt a. M. Ferner bilden zwei als Umschlagplätze wichtige Binnenhafencstädte, Mannheim mit Ludwigshafen und Duisburg-Ruhrort, eigene Verkehrsbezirke. Endlich hat man die Seehafencstädte zu sechs besonderen Verkehrsbezirken zusammengefaßt. Bei den Hafenverkehrsbezirken ist darauf aufmerksam zu machen, daß in der Statistik nicht geschieden wird zwischen dem, was über die Hafenplätze zu Schiff weitergeht oder zu Schiff hereingekommen ist und auf der Bahn weiter ins Inland verbracht wurde, und dem, was in den Hafencstädten selbst hervorgebracht oder verbraucht wurde. Im Empfang von Eisen- und Stahlschrott der Elbhäfen z. B. ist neben dem, was zur Ausfuhr auf See bestimmt war, auch das enthalten, was in Hamburg, Altona usw. Verwendung fand.

Im einzelnen gestalteten sich 1925 Versand und Empfang von Eisen- und Stahlschrott der Verkehrs-

bezirke in der nachfolgenden Weise (s. Zahlentafel 1). Unter „Innerer Verkehr“ stehen dabei die Mengen, deren Versand und Empfang sich in dem gleichen Verkehrsbezirke abspielte. Faßt man einen einzelnen Verkehrsbezirk für sich ins Auge, dann muß man, wenn man seinen vollständigen Versand und Empfang haben will, jedem von diesen den inneren Verkehr zurechnen.

Zahlentafel 1. Eisen- und Stahlschrott.

Nr.	Verkehrsbezirk	Ver-	Emp-	Innerer
		sand	fang	
in Tonnen				
1	Ostpreußen (ohne 2) . . . . .	2 077	22 941	2 758
2	Häfen Königsberg, Pillau, Elbing . . . . .	18 011	4 671	1 176
3	Pommern (ohne 4) . . . . .	14 452	7 510	3 314
4	Pommersche Häfen . . . . .	20 197	5 708	4 492
5	Mecklenburg (ohne 6) . . . . .	9 418	2 185	1 715
6	Häfen Rostock bis Flensburg . . . . .	53 965	6 209	690
7	Schleswig-Holstein (ohne 6 u. 8) . . . . .	21 853	36 431	12 315
8	Elbhäfen . . . . .	67 090	16 335	6 226
9	Weserhäfen . . . . .	21 909	24 903	13 148
10	Emshäfen . . . . .	4 383	2 114	181
11a	Reg.-Bez. Lüneburg, Stade, Osnabrück, Aurich sowie Oldenburg . . . . .	63 966	52 726	15 916
11b	Reg.-Bez. Hannover u. Hildesheim sowie Braunschweig . . . . .	94 301	60 532	57 662
12	Grenzmark Posen-Westpreußen . . . . .	5 997	7 784	348
13	Oberschlesien . . . . .	92 327	265 098	103 204
14	Stadt Breslau . . . . .	54 574	15 364	2 005
15	Niederschlesien (ohne 14) . . . . .	67 006	18 453	16 346
16	Berlin, inneres Stadtgebiet . . . . .	154 244	30 642	16 331
16a	Berlin, äußeres Stadtgebiet . . . . .	117 632	36 450	17 047
17	Brandenburg (ohne 16 u. 16a) . . . . .	77 452	106 515	22 035
18	Reg.-Bez. Magdeburg mit Anhalt . . . . .	80 876	45 932	49 530
19a	Reg.-Bez. Merseburg u. Erfurt . . . . .	115 130	33 727	26 752
19b	Thüringen . . . . .	68 660	15 565	21 228
20	Sachsen (ohne 20a) . . . . .	50 404	135 367	186 545
20a	Leipzig und Umgebung . . . . .	51 383	28 785	9 330
21	Hessen-Nassau u. Oberhessen (ohne 21a) . . . . .	83 378	70 810	34 036
21a	Frankfurt a. M. u. Umgebung . . . . .	75 649	28 957	9 183
22	Ruhrgebiet in Westfalen . . . . .	278 773	576 211	417 401
23	Ruhrgebiet i. d. Rheinprovinz . . . . .	417 457	575 444	287 263
24	Westfalen (ohne 22) . . . . .	191 869	191 274	91 522
25	Rheinprovinz rechts des Rh. (ohne 23) . . . . .	94 667	242 230	55 868
26	Rheinprovinz links des Rh. . . . .	340 654	217 720	162 012
28	Rheinhäfen Duisburg-Ruhrort . . . . .	158 829	312 063	116 422
31	Bayrische Pfalz (ohne Ludwigshafen) . . . . .	27 677	7 625	5 536
32	Rheinhesen . . . . .	59 278	10 163	10 904
33	Baden (ohne Mannheim) . . . . .	51 221	20 594	41 580
34	Mannheim u. Ludwigshafen . . . . .	44 035	29 992	23 327
35	Württemberg u. Hohenzollern . . . . .	80 885	24 577	62 658
36	Südbayern . . . . .	78 813	4 067	27 141
37	Nordbayern . . . . .	89 581	30 034	70 164

Den größten Versand von Eisen- und Stahlschrott hatten danach 1925 aufzuweisen die Verkehrsbezirke Ruhrgebiet in der Rheinprovinz, Rheinprovinz links des Rheines, Ruhrgebiet in Westfalen, Westfalen, Duisburg-Ruhrort, Berlin inneres Stadtgebiet, Berlin äußeres Stadtgebiet, Reg.-Bez. Merseburg und Erfurt. In ihnen allen überstieg der Versand 100 000 t. 1924 war die Reihenfolge etwas anders, denn es waren aufeinander gefolgt: Ruhrgebiet in der Rheinprovinz, Westfalen, Berlin inneres Stadtgebiet, Reg.-Bez. Merseburg und

Erfurt, Reg.-Bez. Hannover usw., Berlin äußeres Stadtgebiet. In einzelnen der Verkehrsbezirke war die Zunahme des Versandes so groß, daß beträchtliche Verschiebungen eintreten mußten. Das Ruhrgebiet in der Rheinprovinz hatte 1925 gegenüber 1924 einen Mehrversand von 246 000 t, die Rheinprovinz links des Rheines einen solchen von 290 000 t, das Ruhrgebiet in Westfalen einen solchen von 200 000 t, Duisburg-Ruhrort einen von 128 000 t usw. Verkehrsbezirke mit über 100 000 t Empfang an Eisen- und Stahlschrott waren 1925 das Ruhrgebiet in Westfalen und das in der Rheinprovinz, Duisburg-Ruhrort, Oberschlesien, die rechtsrheinische und die linksrheinische Rheinprovinz, Westfalen, Sachsen, Brandenburg. Auch hier sind gegenüber 1924 Veränderungen in der Reihenfolge eingetreten, denn in letzterem Jahre waren als Verkehrsbezirke mit mehr als 100 000 t nacheinander gekommen das Ruhrgebiet in Westfalen, Oberschlesien, das Ruhrgebiet in der Rheinprovinz, Sachsen, Westfalen, die Rheinprovinz links des Rheines, Duisburg-Ruhrort, die Rheinprovinz rechts des Rheines. Auch hier sind gewaltige Steigerungen zu verzeichnen. So wuchs der Empfang des rheinischen Ruhrgebietes um 420 000 t, des westfälischen Ruhrgebietes um 175 000 t, Duisburg-Ruhrorts um 205 000 t, der rechtsrheinischen Rheinprovinz um 142 000 t, der linksrheinischen Rheinprovinz um 110 000 t usw. Nur in ganz wenigen Fällen, wie z. B. bei den Emshäfen, ist für 1925 ein Rückgang des Verkehrs von Eisen- und Stahlschrott gegenüber 1924 festzustellen.

Um zu erfahren, welche Richtungen der Eisenbahnversand von Eisen- und Stahlschrott 1925 hauptsächlich einschlug und welche Verkehrsbezirke darin vor allem im Austausch standen, ist es notwendig, aus den Hauptversand- und empfangsbezirken einige Teilsendungen anzuführen. Aus dem Ruhrgebiet in der Rheinprovinz gelangten von den 417 457 t (1924: 170 992 t) Versand (in abgerundeten Zahlen) 140 000 t in das westfälische Ruhrgebiet, 123 000 t nach Duisburg-Ruhrort, 96 000 t in die linksrheinische Rheinprovinz, je 20 500 t nach Westfalen und in die rechtsrheinische Rheinprovinz, 8000 t nach Mannheim-Ludwigshafen. Aus der Rheinprovinz links des Rheines wurden von den 340 654 t (1924: 49 190 t) Versand geleitet 138 000 t ins rheinische Ruhrgebiet, 50 000 t nach dem westfälischen Ruhrgebiet, 47 000 t nach Duisburg-Ruhrort, 46 000 t nach der rechtsrheinischen Rheinprovinz, 16 000 t nach Westfalen, 8000 t nach Hessen-Nassau mit Oberhessen, 4000 t nach Berlin, inneres Stadtgebiet, 3000 t nach Rheinhessen. Vom Ruhrgebiet in Westfalen aus gingen von den 278 773 t (1924: 77 943 t) Versand 150 000 t nach dem Ruhrgebiet in der Rheinprovinz, 57 000 t nach Duisburg-Ruhrort, 31 000 t nach Westfalen, 19 000 t nach der linksrheinischen Rheinprovinz, 5500 t nach der rechtsrheinischen Rheinprovinz, 5000 t nach Reg.-Bez. Lüneburg usw., 4000 t nach Hessen-Nassau mit Oberhessen, 3000 t nach Reg.-Bez. Hannover usw. Westfalen lieferte von seinen 191 869 t (1924: 154 423 t) Versand 107 000 t in das westfälische Ruhrgebiet, 24 000 t an das rheinische Ruhrgebiet, 23 000 t an die rechtsrheinische Rheinprovinz, 10 000 t nach Duisburg-Ruhrort, 8000 t nach Reg.-Bez. Lüneburg usw., 4000 t an Reg.-Bez. Hannover usw., je 3500 t an Hessen-Nassau mit Oberhessen und die linksrheinische Rheinprovinz. Aus Duisburg-Ruhrort gingen von den 158 829 t (1924: 30 264 t) Versand 94 000 t ins rheinische Ruhrgebiet, 47 000 t ins westfälische Ruhrgebiet, 8000 t in die rechtsrheinische und 7000 t in die linksrheinische Rheinprovinz. Berlin, inneres Stadtgebiet, gab von seinen 154 244 t (1924: 120 320 t) Versand ab: 52 000 t an Oberschlesien, 33 000 t an die Provinz Brandenburg, 19 000 t an Berlin, äußeres Stadtgebiet, 8000 t an das rheinische und 6000 t an das westfälische Ruhrgebiet, 8000 t an Ostoberschlesien, 5000 t an Sachsen, 3000 t an Reg.-Bez. Hannover usw. Berlin, äußeres

Stadtgebiet, schickte von seinen 117 632 t (1924: 104 869 t) Versand 46 000 t in die Provinz Brandenburg, 26 000 t nach Oberschlesien, 13 000 t nach Berlin inneres Stadtgebiet, 8000 t ins westfälische Ruhrgebiet, 3500 t nach Sachsen, je 3000 t ins rheinische Ruhrgebiet und nach Duisburg-Ruhrort. Aus Reg.-Bez. Merseburg und Erfurt gelangten von den 115 130 t (1924: 111 531 t) Versand 21 000 t nach Sachsen, 20 000 t nach Reg.-Bez. Magdeburg mit Anhalt, 14 000 t ins westfälische Ruhrgebiet, 12 000 t nach Oberschlesien, 10 500 t nach Leipzig, 7000 t ins rheinische Ruhrgebiet, 5000 t nach Reg.-Bez. Hannover usw., je 4000 t nach Thüringen und Westfalen. Aus Reg.-Bez. Hannover usw. gingen von den 94 301 t (1924: 109 411 t) Versand 32 000 t ins westfälische Ruhrgebiet, je 10 000 t nach Reg.-Bez. Lüneburg usw. und Reg.-Bez. Magdeburg mit Anhalt, je 8000 t ins rheinische Ruhrgebiet und nach Westfalen, 5000 t in die Weserhäfen. Oberschlesien endlich lieferte von seinen 92 327 t (1924: 66 392 t) Versand 61 000 t nach Ostoberschlesien, 28 000 t in die Tschechoslowakei.

Zu einem großen Teile ist aus dem Angeführten schon ersichtlich, woher der Empfang einzelner Verkehrsbezirke stammte. Doch seien dazu noch einige Ergänzungen vom Standpunkte der Empfänger gegeben. So erhielt das Ruhrgebiet in Westfalen außer dem, was aus obigem hervorgeht, von seinen 576 211 t (1924: 402 016 t) Empfang u. a. 20 000 t aus Hessen-Nassau mit Oberhessen, je 16 000 t aus den Elbhäfen und Reg.-Bez. Lüneburg usw., je 13 000 t aus Reg.-Bez. Magdeburg mit Anhalt und der rechtsrheinischen Rheinprovinz, je 10 000 t aus Thüringen und Nordbayern, 6500 t aus den Niederlanden. Das Ruhrgebiet in der Rheinprovinz bekam von 575 444 t (1924: 154 601 t) Empfang 21 000 t aus der rechtsrheinischen Rheinprovinz, 12 000 t aus den Niederlanden, je 8000 t aus Reg.-Bez. Lüneburg usw., Württemberg und Nordbayern. Duisburg-Ruhrort bezog von 312 063 t (1924: 107 586 t) Empfang 15 000 t aus der rechtsrheinischen Rheinprovinz, 6000 t aus den Niederlanden. Oberschlesien bekam von den 265 098 t (1924: 220 408 t) Empfang 37 000 t aus Niederschlesien, je 27 000 t aus Breslau und Brandenburg, 9000 t aus den pommerschen Häfen usw. Die rechtsrheinische Rheinprovinz erhielt von den 242 230 t (1924: 100 156 t) Empfang je 22 000 t aus Frankfurt a. M. und Württemberg, 19 000 t aus Nordbayern, 17 000 t aus Hessen-Nassau mit Oberhessen, 13 000 t aus Rheinhessen, 11 000 t aus Mannheim-Ludwigshafen. Nach der linksrheinischen Provinz gelangten u. a. auch 22 000 t aus Luxemburg usw. Aus dem Auslande wurden 1925 auf dem Eisenbahnwege insgesamt 78 000 t Eisen- und Stahlschrott nach Deutschland gebracht, davon fast 30 000 t aus den Niederlanden, 28 000 t aus Luxemburg, 8000 t aus Belgien. Dagegen wurden auf dem gleichen Wege 186 000 t ausgeführt, wovon 96 000 t nach Ostoberschlesien, 67 000 t nach der Tschechoslowakei, je 4000 t nach Westpolen und Frankreich bestimmt waren.

Als Ganzes gesehen stellte sich der Verkehr mit Eisen- und Stahlschrott auf der Eisenbahn im Jahre 1925 so, daß Rheinland-Westfalen und hier wieder das Ruhrgebiet wie ein riesiges Saugbecken wirkte, das nicht nur die in seinem näheren Bereich anfallenden Eisen- und Stahlschrottmassen festhält, sondern seine Anziehungskraft bis in die äußersten Teile Deutschlands hin spüren läßt. Hinter dem gewaltigen Verkehr, der sich im Ruhrgebiet und nach dem Ruhrgebiet hin in Eisen- und Stahlschrott entwickelt, tritt der Verkehr darin in anderen Gebieten weit zurück. Zwei Verkehrsbezirke mit noch nennenswerter Anziehungskraft für Eisen- und Stahlschrott sind noch Oberschlesien und Sachsen. Die übrigen Verkehrsbezirke sind in erster Linie Versandgebiete von Eisen- und Stahlschrott, vor allem Berlin, die Hafengebiete und das mittlere und südliche Deutschland.

Dr. B. Schmidt, Leipzig.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein deutscher Eisenhüttenleute.

#### Viktor Zuckerkandl †.

In der Nacht vom 9. zum 10. Februar 1927 verschied zu Berlin unser langjähriges Mitglied, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Viktor Zuckerkandl, im Alter von fast 76 Jahren.

Viktor Zuckerkandl wurde am 11. April 1851 geboren und trat nach seinem Ausscheiden aus dem österreichischen aktiven Heeresdienst im Februar 1881 in die Drahtfabrik von Heinrich Kern & Co. in Gleiwitz, deren Leitung einige Zeit vorher Oskar Caro, der Neffe des Kommerzienrats Kern, übernommen hatte, ein. Zuckerkandl hatte es verstanden, in kurzer Zeit das Vertrauen Caros zu erwerben, und war bei dessen industriellen Gründungen ein treuer und tatkräftiger Helfer. Bei der im Jahre 1887 aus Caro- und Hegenseidtschem Besitz erfolgten Gründung der „Oberschlesischen Eisen-Indu-

Actien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb“, in Gleiwitz wurde Zuckerkandl zum ersten kaufmännischen Direktor ernannt. Im Jahre 1902 wurde er stellvertretendes Vorstandsmitglied und im Jahre 1903 ordentliches Vorstandsmitglied der Gesellschaft. In diesen Stellungen hat er an allen geschäftlichen Vorgängen in erster Linie mitgewirkt. Nach dem Ausscheiden Caros aus dem Vorstände der Oberschlesischen Eisen-Industrie, Actien-Gesellschaft, im Jahre 1904 wurde Zuckerkandl als Generaldirektor an die Spitze des Unternehmens gestellt. Auf diesem Posten konnten sich seine außergewöhnlichen Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen voll auswirken. Sein ständiges Bestreben war, die ihm unterstellten Werke in der Rohstoffbelieferung unabhängig zu machen. Der erste Schritt auf diesem Wege war der weitere Ausbau der Juliehütte in Bobrek, O.-S., der bereits von Caro eingeleitet worden war. Zuckerkandl errichtete auf der Juliehütte ein großes Siemens-Martin-Stahlwerk und stellte dadurch die Belieferung der weiterverarbeitenden Werke der Gesellschaft mit Halbzeug sicher, während vorher die Werke in der Hauptsache von der Friedenhütte abhängig gewesen waren. Im Jahre 1908 fügte er dem Stahlwerk auf der Juliehütte ein Blockwalzwerk an und widmete fortan in richtiger Erkenntnis der Tatsache, daß ein ober-schlesisches Hüttenunternehmen nur bestehen kann, wenn es hochwertige Eisen- und Stahlerzeugnisse in weitgehender Verfeinerung liefert, der Herstellung dieser Erzeugnisse seine besondere Aufmerksamkeit.

Durch die Erweiterungsbauten auf der Juliehütte hat Zuckerkandl — natürlich damals unbewußt — der heutigen Firma „Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke, Aktiengesellschaft“, die Möglichkeit gegeben, ihren Rohstahlbedarf im deutschen Teile Oberschlesiens zu decken, da sonst durch die unglückliche Teilung Oberschlesiens die wichtigsten deutsch gebliebenen Werke auf den Bezug von Halbzeug aus Polen angewiesen sein würden. Auf der gleichen Linie liegen die ständigen Bemühungen Zuckerkandls, die Oberschlesische Eisen-Industrie, Actien-Gesellschaft, vom

Bezuge fremder Kohlen unabhängig zu machen. Die ehemaligen Beziehungen seiner Firma zur Gesellschaft der Metallfabriken B. Hantke in Warschau wurden von Zuckerkandl wieder aufgefrischt. Die Folge war der Ausbau des Czenstochauer Hüttenwerks und die Gründung der Firma „Russische Eisenindustrie, A.-G.“, mit dem Sitz in Gleiwitz, welche die Werke der Hantke-Gesellschaft in Warschau, Jekaterinoslaw und Saratow umfaßte und deren Leitung Zuckerkandl als Vorstandsmitglied übernahm. Leider ging der russische Besitz durch den Krieg und die Revolution verloren.

Zuckerkandl war ein eifriger Verfechter des Syndikatsgedankens und Förderer der Bildung von Verkaufsvereinigungen. Die in Oberschlesien auf diesem Gebiete vorhandenen Organisationen fanden durch ihn die größte

Unterstützung. Zum Teil von ihm angeregt und weiter gefördert wurden das Oberschlesische Roheisen-Syndikat, die Einkaufsgenossenschaft für Alteisens, die verschiedenen Verkaufsgemeinschaften für Fertigeisen usw.

In Anbetracht seiner großen Verdienste um die Förderung der ober-schlesischen Eisenindustrie verlieh ihm die Technische Hochschule zu Breslau im Dezember 1917 anläßlich des 30jährigen Bestehens der Oberschlesischen Eisen-Industrie, Actien-Gesellschaft, die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. Ende 1923 schied er aus dem Vorstände der Gesellschaft aus. Seine wertvollen Erfahrungen und Kenntnisse blieben der Gesellschaft jedoch erhalten insofern, als er am 31. April 1924 in den Aufsichtsrat gewählt wurde.

Zuckerkandl hatte für das Wohl seiner Untergebenen stets ein warmes Herz. Durch Schaffung und Ausbau verschiedener Ruhegehaltskassen für Angestellte und Arbeiter, deren Unterhaltung die Gesellschaft zum Teil aus eigenen Mitteln übernahm, sicherte er die Zukunft der Werksangehörigen und ihrer Hinterbliebenen.

In seinen Mußestunden befaßte sich Zuckerkandl mit dem Studium japanischer Kunst, und das Museum in seinem Gleiwitzer Heim erfreute sich in Kunstkreisen großen Ansehens. Bei seinem Weggang von Gleiwitz nach Berlin schenkte er dieses Museum dem Schlesischen Museum für Kunstgewerbe und Altertümer in Breslau, wo es in einem kleinen Saale als „Viktor-und-Paula-Zuckerkandl-Stiftung“ aufgestellt gefunden hat.

Verheiratet war Zuckerkandl mit der Tochter des Sanitätsrats Dr. Freund aus Gleiwitz, mit der er über 40 Jahre in glücklichster Ehe lebte. Jeder, der mit Zuckerkandl in persönliche Berührung trat, schätzte ihn wegen seiner Aufrichtigkeit, seiner vornehmen Gesinnung und seiner steten Hilfsbereitschaft. Die deutsche Hüttenindustrie hat in Zuckerkandl einen Mann von hervorragenden Führeigenschaften verloren; sein Tod hat eine fühlbare Lücke gerissen. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute und besonders die Eiseuhütte Oberschlesien, deren Vorstand Zuckerkandl mehrere Jahre angehörte, werden sein Andenken hoch in Ehren halten.



### Aus den Fachausschüssen.

Neu erschienen sind als „Berichte der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute“<sup>1)</sup>:

#### Walzwerksausschuß.

Nr. 47. Dr.-Ing. Fritz Kocks, Düsseldorf: Das Schrägwalzen. Die Grundlagen des Schrägwalzens. Beanspruchung des Werkstoffes und die mechanisch-dynamischen Vorgänge. Die wirkenden Kräfte, ihre Größe, Geschwindigkeit und Richtung. Das Verdrehen des Blockes als unvermeidliche Nebenerscheinung. Einfluß des Dornes auf die Lochbildung. Versuche über die Verformungsvorgänge beim Schrägwalzen an Hand makro- und mikroskopischer Untersuchungen. Mathematische Erörterungen und Folgerungen hieraus für die Anstellung und das Kalibrieren beim Schrägwalzen. [27 S. u. 13 Tafeln.]

#### Wärmestelle.

Mitteilung Nr. 96 und 97. Geräte und Verfahren zu Temperaturmessungen. Gleichzeitig Ersatz für Mitteilung Nr. 37: Temperaturmeßgeräte. (Mitteilung Nr. 96: 21 S., Mitteilung Nr. 97: 19 S.) Unter Benutzung des Erfahrungsaustausches mit den angeschlossenen Werken bearbeitet von A. Schack. Behandlung industrieller Temperaturmessungen in zwei getrennten Teilen. Mitteilung Nr. 96 (Teil 1): Physikalische Grundlagen der Temperaturmessung und die darauf aufgebauten Meßgeräte. Mitteilung Nr. 97 (Teil 2): Praxis der Temperaturmessung.

Teil 1: Kurze allgemeine Ausführung über Temperaturskala und Temperaturmessung und die praktisch in Frage kommenden Thermometer, unter besonderer Bedeutung der Thermoelemente. I. Abschnitt: Allgemeine Behandlung von Wirkungsweise, Meßbereich, Genauigkeit, Kaltlötstellenkorrekturen, Zuleitungen, Schaltungen, Schutzrohre, Isolierröhrchen. Gesonderte Behandlung von Thermoelementen. II. Abschnitt: Strahlungs-pyrometer und allgemeine Gesetze hierüber, insbesondere Glühfaden-, Wasser- und Gesamtstrahlungs-pyrometer und Tabelle neuester Meßergebnisse der Korrekturen.

Teil 2: Wichtigste Fehlerquellen bei technischen Temperaturmessungen. Einzelheiten über wichtige praktische Messungen und Meßverfahren: Überwachung von Oefen, Messung von Oberflächentemperaturen, Temperaturmessungen im Innern von Mauerwerk, Messung von Dampftemperaturen und besonders Gastemperaturen. Uebersichtstafel über Anwendung einzelner Temperaturmeßgeräte, Literaturverzeichnis, alphabetisches Sachverzeichnis.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Baumgard, Willy*, Dipl.-Ing., Assistent a. d. Chem.-techn. Prüf.-Anst. der Verein. Stahlw., A.-G., Stahl- u. Walzw. Thyssen, Mülheim a. d. Ruhr, Sandstr. 64.  
*Bley, Wilhelm*, Fabrikant, Hannover, Möckernstr. 3.  
*Dahmen, Alexander*, Dr.-Ing., Betriebsassistent der Deutschen Edelstahlw., A.-G., Bochumer Stahlind., Bochum, Neustr. 3.  
*Hugo, Heinrich*, Gießereidirektor d. Fa. Schiess-Defries, A.-G., Werk Schiess, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser-Wilhelm-Ring 43a.

<sup>1)</sup> Zu beziehen vom Verlag Stahl Eisen m. b. H. Düsseldorf, Postschließfach 664. — Berechnung nach Druckseiten. Grundpreis je Druckseite 12 Pf. (Mitglieder 7 Pf.) Für ein Abonnement für die Berichte eines Ausschusses wird eine Vorauszahlung von 12 M (Mitglieder 7 M) erbeten, worüber nach Verbrauch Abrechnung erfolgt. — Für das Ausland dieselben Goldmarkpreise oder deren Gegenwert in Landeswährung.

*Kellner, Fritz*, Dipl.-Ing., Leiter des Ing.-Büros der Allgem. Vergasungs-G. m. b. H., Berlin, und d. Fa. Theisen, G. m. b. H., München, Essen, Glückaufhaus.  
*Kronfellner, Rudolf*, Ingenieur, Schamottfabrik, Mährisch-Ostrau, C. S. R.

*von Maltitz, Edmund*, Ingenieur, Chicago, Ill., U. S. A., 310 South Michigan Avenue.

*Möller, Fritz*, techn. Direktor d. Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Karl-Lehr-Str. 10.

*Podkowik, Josef*, Ing., Betriebsleiter der Edelstahlw. Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar, Hermannsteiner Str. 47a.

*Reichardt, Paul*, Dipl.-Ing., Verein. Stahlw., A.-G., Hauptkostenabt., Düsseldorf-Oberkassel, Cheruskerstr. 66.

*Schlomann, Alfred*, berat. Ingenieur, Berlin W 35, Blumeshof 17.

*Schmitz-Bocklenberg, Hubert*, Direktor des Edelstahlw. der Rhein. Metallw.- u. Maschinenf., Düsseldorf-Rath.  
*Werner, Cassius*, Dipl.-Ing., Dahl, Kr. Hagen i. W.

#### Neue Mitglieder.

*Cuntz, Heinrich*, Dr., Geh. Reg.-Rat, Direktorium d. Fa. Fried. Krupp, A.-G., Essen, Hohenzollernstr. 15.

*Geilich, Franz*, Betriebsingenieur, Siemianowice (Siemianowitz), Poln. O.-S., ul. Jana Sobieskiego 44.

*Grimmelt, Otto*, Dr., Syndikus u. Prokurist der Rhein. Metallw.- u. Maschinenf., Düsseldorf 10, Fischerstr. 85.

*Konstantinoff, Iwan G.*, Dipl.-Ing., Ekaterinoslaw, Rußland, Artemowskaja 57.

*Krause, Otto*, techn. Direktor d. Fa. Dreyer, Rosenkranz & Droop, A.-G., Hannover, Leisewitzstr. 50.

*Krekler, Heinrich*, Dr.-Ing., Direktor d. Fa. Haniel & Lueg, Düsseldorf, Lindemannstr. 58.

*Krugmann, Hans*, Prokurist der Eisenw.-Ges. Maximilianshütte, Rosenberg, Oberpfalz.

*Mehren, Josef*, Ingenieur der Verein. Stahlw., A.-G., Röhrenwerke, Haan i. Rhld., Alleestr. 42.

*Müller, Heinz*, Dipl.-Ing., Berg. Stahl-Industrie Remscheid, Solingen, Hauptstr. 53.

*Nienhaus, Hermann*, Dipl.-Ing., Duisburg-Ruhrort, Fürst-Bismarck-Str. 21.

*Offermanns, Wilhelm*, Prokurist des Eschweiler Bergw.-Vereins, Eschweiler, Rosenallee 22.

*Osteloh, Richa-d.*, Direktor d. Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Düsseldorfer Str. 432.

*Schoenawa, Ernst*, Betriebsingenieur, Herminenhütte, Laband, O.-S., Friedrichstr. 7.

*Senzimir, Thaddeus*, Direktor d. Fa. General Forge Products Co. and China Amalgamated Nail & Wire Products Co., Shanghai, China, 30 Linching Road.

*Sieler, Heinrich*, Betriebsingenieur der Bergbau- u. Hütten-A.-G. Friedrichshütte, Herdorf, Friedrichstr. 15a.

*Tschischewsky, Nicolaus*, Professor der Metallurgie an der Bergakademie, Moskau, Rußland, Kaluschskaja 14.

*Veil, Gottfried*, Dipl.-Ing., Fa. Gebr. Böhrler & Co., A.-G., Düsseldorf-Oberkassel, Luegallee 100.

*Weider, Johannes*, Dipl.-Ing., Mitteld. Stahlw., A.-G., Lauchhammerw. Riesa, Riesa a. d. Elbe, Pausitzer Str. 27.

*Wille, Alfred*, Dipl.-Ing., Inh. der Elektroschweißerei Wille & Co., Gleiwitz, O.-S., Rybniker Str. 43.

*Willens, Jean*, Prokurist der Hüttenges. der Rothen Erden u. des Eschweiler Bergw.-Vereins, Hüttenabt., Eschweiler, Knickertsberg 24.

#### Gestorben.

*Henning, Carl*, Direktor, Dresden-N. 22. 2. 1927.

*Hess, Karl Albert*, Werksdirektor, Krieglach. 28. 2. 1927.

*Kiefer, Emil*, Bauingenieur, Duisburg. 1. 3. 1927.

*Krause, G., Dr.*, Hofrat, Cöthen. 8. 3. 19. 7.

# Eisenhütte Oberschlesien!

**Die Hauptversammlung**  
 findet am Sonntag, dem 3. April 1927, mittags 12 Uhr,  
 im Kasino der Donnersmarckhütte  
 zu Hindenburg, O.-S., statt.  
 Tagesordnung siehe Heft 10, S. 432.