

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 23

8. JUNI 1933

53. JAHRGANG

Dynamische Dehnungsmesser und Oszillographen zur Untersuchung des Walzvorganges.

Von Hubert Hoff und Theodor Dahl in Aachen.

[Bericht Nr. 101 des Walzwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹⁾.]

(Mängel früher verwendeter Druckwasser-Meßgeräte für den Walzdruck. Dynamische Dehnungsmesser. Kondensator-Druckmeßdose. Schleifen-Oszillograph sowie Verlauf des Walzdruckes, der Walzgeschwindigkeit, der Walzzeit und Stichzeit.)

In den beiden letzten Jahrzehnten ist eine Reihe von wertvollen Arbeiten erschienen, die über das Wesen des Walzvorganges wichtige Aufschlüsse gebracht haben. Es besteht jedoch das Bedürfnis für die Praxis, über gewisse Beziehungen weiteren Aufschluß zu erhalten, besonders über die Abhängigkeit des Formänderungswiderstandes von der Temperatur und von der Beschaffenheit des Walzgutes, vom Verhältnis der Stabhöhe zum Walzendurchmesser und von der Reibung in den Kalibern. Besonders wichtig erscheint die Abhängigkeit des Formänderungswiderstandes von der Formänderungsgeschwindigkeit bei legierten Stählen. Die in der Praxis beim Auswalzen einiger legierter Stähle auftretenden Schwierigkeiten, die bisweilen sogar eine Zerstörung des Walzgutes nach sich ziehen, beweisen die Wichtigkeit dieser Frage. Es muß Aufschluß darüber geschaffen werden, ob es wirtschaftlicher ist, mit geringer Walzgeschwindigkeit und großer Abnahme oder mit großer Walzgeschwindigkeit und geringer Abnahme zu walzen. Das Ziel muß sein, festzustellen, bei welchen Verhältnissen der Arbeitsaufwand am geringsten ist. Bei der Warmverformung besteht eine Abhängigkeit des Formänderungswiderstandes von der Temperatur, von der Zusammensetzung des Werkstoffes und von der Formänderungsgeschwindigkeit. Es ist aber noch nicht möglich gewesen, diese Abhängigkeit planmäßig zu erfassen. Wir sind noch nicht in der Lage, für die Verarbeitung verschiedenartiger Werkstoffe, besonders von legierten Stählen, die günstigste Abnahme und Arbeitsgeschwindigkeit anzugeben. Diese Lücke in unseren Kenntnissen kann offenbar nur durch eine große Zahl von planmäßigen Versuchen und bei Benutzung hierfür geeigneter Meßgeräte ausgefüllt werden.

Seit den Untersuchungen von J. Puppe²⁾ über Walzdruck und Walzarbeit sind keine ähnlichen ausführlichen und grundlegenden Arbeiten durchgeführt worden. Hierfür bestehen verschiedene Gründe, die hier nicht erörtert werden sollen. Es kann aber gesagt werden, daß eine Fort-

setzung und Ergänzung dieser Versuche nur dann lohnend und neue Erkenntnisse zu vermitteln geeignet sind, wenn vollkommeneren Meßgeräte als bei jenen verwendet werden. Diese Möglichkeit besteht infolge der in der Zwischenzeit erreichten großen Fortschritte im Meßwesen. Für die hier in Frage stehenden Untersuchungen bieten sich vor allem der dynamische Dehnungsmesser und der Oszillograph mit seiner praktisch trägheitslosen Aufzeichnung.

Die bei Walzdruckmessungen früher verwendeten hydraulischen Druckdosen³⁾ haben Mängel, die nicht gestatten, den Höchstdruck und den Druckverlauf richtig anzuzeigen. Die Wirkungsweise der Anzeigeorgane bedingt eine Bewegung der Flüssigkeitssäule und verhältnismäßig große Meßwege, die zur Verkenntnis des zu beobachtenden Arbeitsvorganges führen können. Die Bewegung der Flüssigkeitssäule ist auch die Ursache fehlerhafter Anzeigen. Hierzu kommt noch der Einfluß der Reibung von Kolben und Dichtungsmanschetten, deren veränderliche Größe nicht genau bekannt ist und nach der Schätzung in Rechnung gestellt werden muß. Die bei Flüssigkeitsdruckdosen auftretenden hohen Drücke erschweren eine vollkommene Abdichtung, die für einwandfreie Messungen erforderlich ist. Beim Versagen einer Dichtung ändert sich die Bauhöhe des Gerätes leicht um mehrere Millimeter, wodurch empfindliche Störungen des Walzwerksbetriebes hervorgerufen werden können.

Für die oben gekennzeichneten Untersuchungen bieten sich die erforderlichen vielen Möglichkeiten für die Werkstoffbeschaffenheit und Blockabmessungen nur in einem großen Werke, in dem die Walzwerksantriebe so eingerichtet sind, daß die Arbeitsgeschwindigkeiten in weiten Grenzen geregelt werden können. Das setzt aber voraus, daß durch die Untersuchungen der Betrieb in keiner Weise gestört oder belästigt wird.

Die in der letzten Zeit entwickelten dynamischen Dehnungsmesser⁴⁾ entsprechen auch in dieser Beziehung allen Anforderungen. Bei ihnen können mit Vorteil elektrische Meßverfahren angewendet werden, die infolge Vervollkommnung der Verstärkertechnik geeignet sind, die

¹⁾ Erstattet in der 28. Vollsitzung am 14. Dezember 1932. — Sonderabdrucke dieses Berichtes sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

²⁾ Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken (Düsseldorf: Verlag Stahleisen 1909). — Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 1823/35, 1871/87. — Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1913).

³⁾ E. Blass, R. M. Daelen und Dr. Kollmann: Stahl u. Eisen 1 (1881) S. 57/85. — J. Puppe: Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 1824.

⁴⁾ E. Lehr: Masch.-Bau 10 (1931) S. 722.

schwierigsten meßtechnischen Aufgaben mit Erfolg durchzuführen. Die kleinsten Formänderungen lassen sich in beliebiger Vergrößerung als Aenderungen elektrischer Größen unter Beachtung bestimmter Grenzen verzerrungsfrei und praktisch trägheitslos wiedergeben und aufzeichnen. Für die Uebertragung kommen Aenderungen des Widerstandes⁵⁾ der Kapazität oder der Induktivität elektrischer Stromkreise in Betracht. Auch die piezoelektrischen Eigenschaften von Quarzkristallen werden benutzt, um die mechanischen Formänderungen in elektrische Stromschwankungen umzusetzen⁶⁾. Besonders der auf Kapazitätsänderungen des Kondensators eines elektrischen Schwingungskreises beruhende Grundsatz findet für derartige Messungen Anwendung.

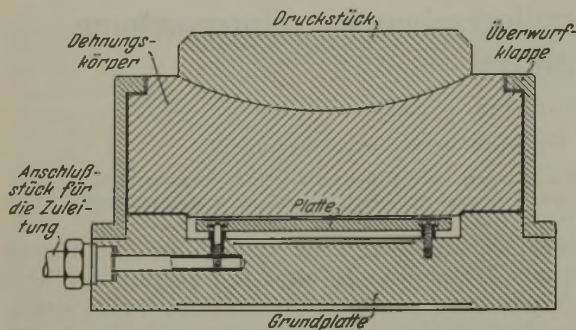


Abbildung 1. Druckmeßdose für 500 t Belastung.

Kleinste Größen der Verformung von Körpern genügen um meßbare Veränderungen elektrischer Verhältnisse hervorzurufen. Es ist die Möglichkeit gegeben, die bei der Kraftmessung benutzten und verformten Teile so stark zu nehmen, daß sie mit Sicherheit unterhalb der Elastizitätsgrenze beansprucht werden, bei der Verformung aber so große Kräfte ausüben, daß sich äußerst kleine Einstellzeiten von der Größenordnung einer tausendstel Sekunde bei Aenderung der Kräfte erreichen lassen⁷⁾. Der außerordentlich kleine Meßweg, der nur Hundertteile von einem Millimeter beträgt, kann natürlich auf den zu beobachtenden Arbeitsvorgang keinerlei Einfluß ausüben.

Die Wirkungsweise eines Kondensator-Dehnungsmessers ist wie folgt zu kennzeichnen: Durch die elastische Verformung eines Körpers ändert sich der Abstand zweier Kondensatorplatten; die dadurch hervorgerufenen Kapazitätsänderungen werden in einem Hochfrequenzgerät in Gleichstromschwankungen umgesetzt.

Eine auf diesem Grundsatz beruhende Druckmeßdose wurde von Siemens & Halske nach Abb. 1 durchgebildet⁸⁾. Sie erschien den Verfassern in Verbindung mit einem Oszillographen geeignet, Größe und Verlauf des Walzdruckes in einwandfreier Weise aufzuzeichnen. Der zylindrische Dehnungskörper liegt umgeben von einer Überwurfklappe auf der Grundplatte. Die aufzunehmende Belastung wird durch ein Druckstück mit kugelförmiger Druckfläche auf den Dehnungskörper übertragen, dessen Grundfläche den ersten Beleg des Meßkondensators bildet. Dieser gegenüber befindet sich mit sehr kleinem Luftabstand eine isoliert gelagerte Platte, die den zweiten Beleg des Platten-

kondensators bildet. Nach demselben Grundsatz ist das Torsionsdynamometer durchgebildet.

Oszillographen finden bekanntlich dann Anwendung, wenn sich die Aenderungen eines zur Beobachtung und Aufzeichnung bestimmten Vorganges so schnell vollziehen, daß ein Zeigergerät wegen seiner Trägheit nicht mehr folgen kann. Es kommen Lichtzeiger zur Anwendung, die die zu beobachtenden Vorgänge als fortlaufende Kurven zeigen und somit auch auf lichtempfindliches Papier aufzuzeichnen vermögen. Um die Kurven festzuhalten, bedarf es dann nur noch der Entwicklung des photographischen Papiers.

Für unsere Zwecke kam der Schleifen-Oszillograph von Siemens-Blondel in Betracht, der sich durch einfachen Aufbau, geringen Strombedarf und Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse auszeichnet und deshalb von Siemens & Halske als Meßgerät für den Betrieb ausgebildet wurde. Das eigentliche Meßwerk ist die „Meßschleife“ nach Abb. 2. Sie besteht aus einer bifilaren Schlinge von dünnem Metallband, die in einem kräftigen Magnetfeld

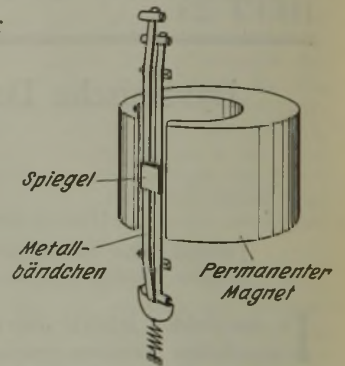


Abbildung 2. Schematische Darstellung des Aufbaues der Meßschleife.

ausgespannt ist. Fließt durch die Schleife ein Strom, so werden durch die elektrodynamische Wirkung, die ein Magnetfeld auf stromdurchflossene Leiter ausübt, die beiden Bandhälften in entgegengesetzter Richtung abgelenkt. In der Mitte der beiden Bändchen, also an der Stelle der größten Ablenkung, ist ein winziges Spiegelchen aufgeklebt, das wegen der Ablenkung der Bändchen eine kleine Drehbewegung macht. Ein so winziges Meßorgan läßt sich infolge seines fast trägheitslosen Aufbaues mit einer sehr hohen Eigen-

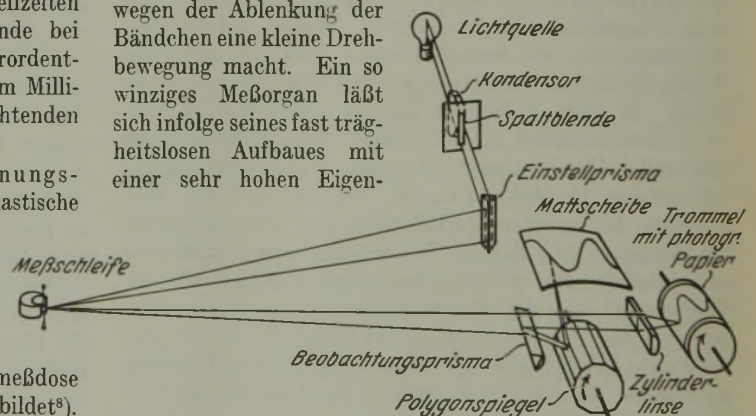


Abbildung 3. Verlauf des Lichtstrahles einer Meßschleife durch die Optik des Oszillographen.

schwingungszahl ausführen und hat deshalb in hohem Grade die Eigenschaft, schnell veränderlichen Vorgängen zu folgen. Wegen der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den mechanischen und elektrischen Größen in einem Oszillographenmeßwerk sei auf das einschlägige Schrifttum verwiesen⁹⁾.

Die Schwingungen der Bändchen werden für das Auge sichtbar gemacht, indem man von einer elektrischen Lampe ein Lichtstrahlenbündel auf den Spiegel leitet, das von diesem als Lichtzeiger zurückgeworfen wird. Um die Vorgänge nicht nur beobachten, sondern auch photographieren zu können, ist ein optisches System vorgesehen, das in

⁵⁾ A. Wallichs und H. Opitz: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1478/79.

⁶⁾ E. Siebel: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1462/68.

⁷⁾ H. Gerdien: Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 8 (1929) II. Heft, S. 126/29.

⁸⁾ W. Mauksch: Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 8 (1929) II. Heft, S. 130/36. — O. von Auwers: Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 8 (1929) II. Heft, S. 137/43.

⁹⁾ G. Keinath: Elektrotechn. Z. 36 (1915) S. 633/35, 651/53, 662/64, 679/82. — H. Zölllich: Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 1 (1920/22) S. 24/63.

Abb. 3 für eine Meßschleife schematisch dargestellt ist. Die Beleuchtungsgruppe besteht aus der Lichtquelle, der Kondensatorlinse, der Spaltblende und dem Einstellprisma. Die Kondensatorlinse ist so bemessen, daß in der Ebene des Meßschleifenspiegels ein vergrößertes wirkliches Bild der Lichtquelle entsteht. Der kleine Meßschleifenspiegel wirft das einfallende Lichtbündel zurück. Er wirkt auf den Strahlengang wie die feine Blende einer Lochkamera. Der Querschnitt des reflektierten Lichtbündels hat nahezu die Form des Spaltes, ist also schmal, wenn der Spalt schmal ist. Die Registrieroptik hat die Aufgabe, das Lichtbündel zu einem möglichst feinen Punkt auf der Oberfläche der Papiertrommel zusammenzuziehen. Das muß so geschehen, daß bei Drehung des Spiegels der Lichtpunkt senkrecht zur Bewegungsrichtung des Papierstreifens wandert. Zu diesem Zwecke verwendet man Zylinderlinsen, die das Lichtbündel nur in der Ebene senkrecht zur Zylinderachse zu einem Bild des Spiegelchens zusammenziehen, jedoch in der Ebene der Achse ungebrochen durchlassen. Bei Drehungen des Spiegels wandert es auf dem Papierstreifen senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung. Die Ausdehnung des Bildes in dieser Ebene ist durch die Breite des Spaltes bestimmt. Da das photographische Papier senkrecht zur Ablenkungsrichtung des Lichtpunktes bewegt wird, entsteht ein Linienzug, das Oszillogramm. Die Ordinaten des Oszillogramms geben ein Maß für die Ablenkungen der Meßschleife, die Abszissen ein Maß für die Zeit.

Es ist natürlich wünschenswert, die Vorgänge auch unmittelbar beobachten zu können. Es wird deshalb ein Teil des Lichtbündels mit Hilfe einer besonderen Beobachtungsoptik abgelenkt und auf einer gebogenen Mattscheibe sichtbar gemacht. Die Ablenkung geschieht durch ein besonderes Prisma auf einen umlaufenden Polygonspiegel. Während dessen Drehung ändert sich stetig der Neigungswinkel seiner Spiegelflächen, und der nach oben abgelenkte Lichtstrahl wandert auf der Mattscheibe entlang. Die in schneller Folge wandernden Punkte erwecken den Eindruck eines Kurvenbildes.

Wird ein Oszillograph mit mehreren Meßschleifen durchgebildet, so ergibt sich die Möglichkeit, eine entsprechende Zahl von Vorgängen gleichzeitig zu erfassen und im Oszillogramm festzulegen. Abb. 4 zeigt die schematische Darstellung der Optik für ein Gerät mit sechs Schleifen. Um sämtliche Meßschleifen beleuchten zu können, wird eine Aufteilung des Lichtes vorgenommen. Hinter dem Kondensator, der aus zwei Linsenmittelstücken besteht, sind sechs einstellbare Spaltblenden angeordnet. Dadurch entstehen sechs Lichtbündel, die von Einstellprismen auf die Meßschleifenspiegel geworfen werden. Ein Oszillograph besteht demnach im wesentlichen aus dem Meßschleifensatz, der auf einem gemeinsamen Sockel angeordnet ist, und dem Aufnahmegerät. Beide Teile werden auf einem Gestell jedoch getrennt aufgebaut. Diese offene Bauweise bietet eine gute Uebersicht und hat den Vorteil guter Isolation zwischen beiden Teilen.

Bei der Beschreibung der Druckdosen war ausgeführt worden, daß durch den Walzdruck der Dehnungskörper elastisch verformt wird, wodurch sich der Abstand der beiden Kondensatorplatten ändert. Die dadurch hervorgerufenen Kapazitätsänderungen werden sodann in einem Hochfrequenzgerät in Gleichstromschwankungen umgewandelt. Die Schaltung dieses Hochfrequenzgerätes besteht aus zwei Schwingkreisen. Der erste Kreis hat eine während des Versuchs gleichbleibende Schwingungszahl und stößt über

eine induktive Kopplung einen zweiten Schwingungskreis an, dessen Veränderliche die Kapazität der Meßdose ist. Im zweiten Schwingkreis wird also eine Schwingung erzeugt, deren Amplitude abhängig von der Eigenschwingungszahl des zweiten Kreises und der Schwingungszahl des (ersten) Stoßkreises ist. Die Amplitude erreicht ihren Höchstwert, wenn die Eigenschwingungszahl gleich der Frequenz der erzwingenden Schwingung ist. Aendert sich

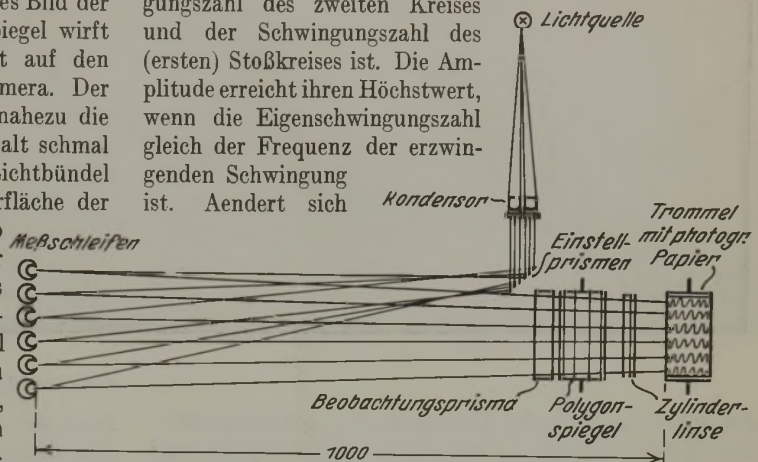


Abbildung 4. Oszillographenoptik für sechs Meßschleifen mit eingezeichnetem Verlauf der mittleren Lichtstrahlen.

die Meßdosenkapazität infolge der Belastung, so tritt eine Verschiebung des bei unbelasteter Druckdose auf halbe Resonanzhöhe eingestellten Arbeitspunktes ein. Die Schwingung des zweiten Kreises wird dem Gitter einer zweiten

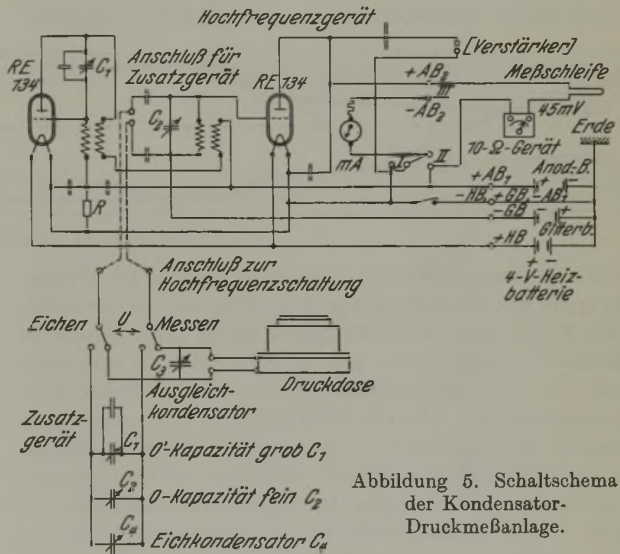


Abbildung 5. Schaltschema der Kondensator-Druckmeßanlage.

Röhre zugeführt, dort verstärkt und gleichgerichtet. Der Anodenstrom dieser zweiten Röhre ist somit ein Maß für die Größe der auftretenden Schwingungsamplitude. Bei der Eichung der Druckmeßanlage wird für eine ganz bestimmte, dem gewünschten Druckmeßbereich und dem Meßbereich des Oszillographen angepaßte Resonanzkurve zu bekannten Gewichtsbelastungen der zugehörige Ausschlag am 10-Ω-Instrument und im Oszillogramm ermittelt. Zur erneuten Herstellung der bei der Eichung benutzten Resonanzkurven dient ein besonderes Zusatzgerät, das im wesentlichen einen geeichten Kondensator darstellt (Schalt-skizze der Kondensator-Druckmeßanlage siehe Abb. 5). Nach der Gewichtseichung wird an Stelle der Meßdosenkapazität der Eichkondensator eingeschaltet und ermittelt, welche Eichkapazität den gleichen Ausschlag ergibt wie die belastete Meßdose. Durch Drehen des Eichkondensators werden also die durch die bekannten Belastungen hervorgerufenen Kapazitätsänderungen der Meßdose nachgeahmt.

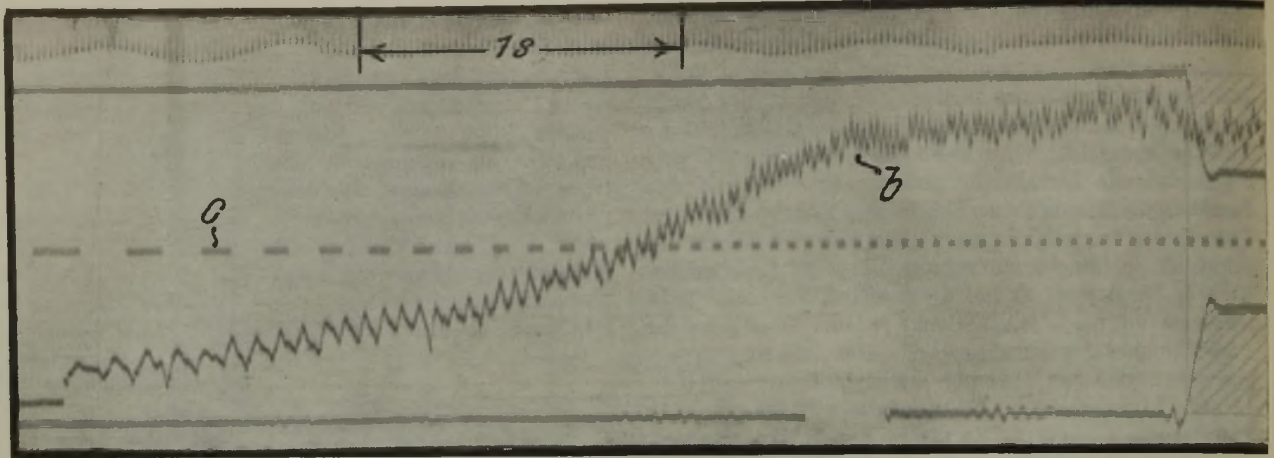


Abbildung 6. Oszillogramme, auf-
a = Verlauf des Walzdruckes während eines Stiches. b = Verlauf der Walz-

Man erhält damit bei der Eichung die drei sich entsprechenden Werte: Tonnen, Anodenstrom, Eichkapazität, mit deren Hilfe sich jederzeit auch ohne Gewichte die ursprüngliche Resonanzkurve einstellen läßt.

Meßgeräte, wie vorstehend beschrieben, wurden nach Erprobung in dem Versuchslaboratorium der Herstellerfirma von uns übernommen und geeicht. Die wesentlich anderen Verhältnisse des Walzwerksbetriebes gegenüber der Versuchsanstalt zeigten sich bei der ersten Verwendung durch größte Empfindlichkeit gegen induktive und kap-

Ende der Schwingzunge ist ein Spiegelchen gekittet, das von dem einfallenden Lichtbündel einer Meßschleife beleuchtet wird. Ein Lichtstrahl wird auf den Papierstreifen reflektiert. Dieser zeichnet infolge der Bewegung der Zunge eine Sinuslinie auf das lichtempfindliche Papier, die nun als Zeitmarke dient und Ablesungen bis zu $\frac{1}{100}$ s gestattet. Die Aufzeichnung der Walzgeschwindigkeit geschieht mit einer kleinen Dynamomaschine, die mit der Hauptachse gekuppelt ist. In dem angeschlossenen Stromkreis wird der Ohmsche Widerstand durch einen Schieberwiderstand

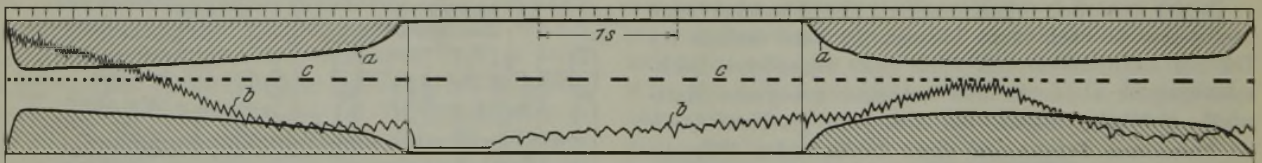
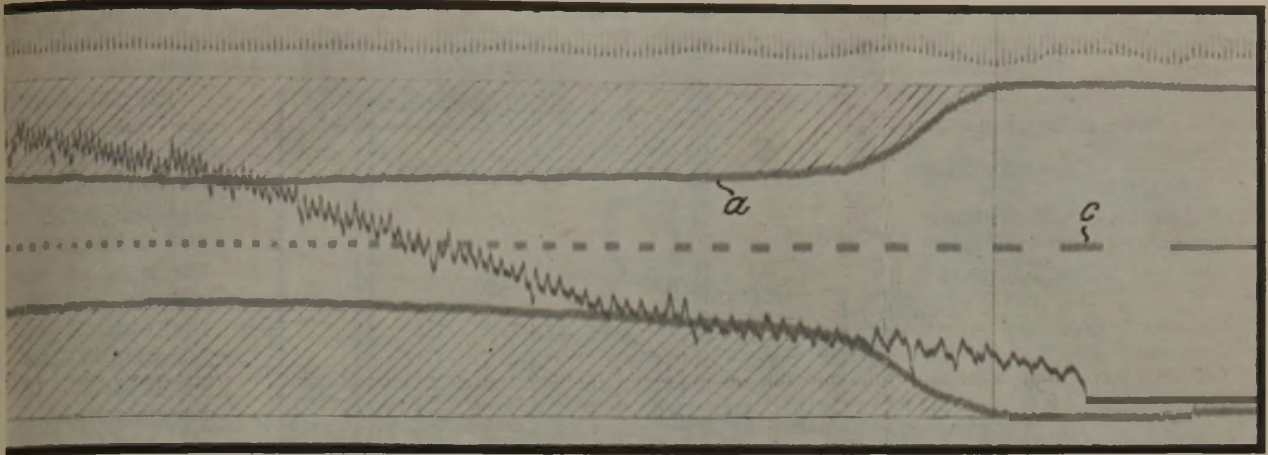


Abbildung 7. Oszillogramm für zwei Stiche.

zitive Störungen durch die elektrischen Anlagen des Werkes. Es ergab sich die Notwendigkeit einer Aenderung der Schaltung durch Anschluß der Meßgeräte an die Erde. Sämtliche Meßgeräte wurden unter geerdeten Blechkasten aufgestellt und die aus Mikrophonkabel bestehenden Zuleitungen ebenfalls geerdet. Die zuerst verwendeten Trockenelemente ergaben während der Messungen starken Spannungsabfall, wodurch die Meßgenauigkeit beeinflußt werden konnte. Sie wurden deshalb durch Anodenblockakkumulatoren ersetzt. Diese Akkumulatoren wurden getrennt in Holzkasten mit Paraffin eingegossen, zur Verhinderung von Störungen durch den Walzstaub in einen staubdichten Zelluloidkasten untergebracht und sodann auf Gummipuffern in einen geerdeten Eisenkasten gestellt. Nach diesen Aenderungen und anderen Sicherungsmaßnahmen, z. B. gegen das Eindringen von Oel in die Meßdose, die durch den Walzwerksbetrieb bedingt waren, arbeiten die Meßgeräte störungsfrei. Abb. 6, Linie a, zeigt den Verlauf des Walzdruckes in einem Duoblockgerüst während eines Stiches, dessen Dauer 3,7 s betrug. Anfang und Ende des Stiches ergeben sich durch das Ansteigen und Abfallen der zwei Druckkurven, von denen die eine den Druck am inneren, die andere am äußeren Lagerzapfen anzeigt. Die Höhe des Druckes ist, wie ersichtlich, an den beiden Zapfen verschieden infolge der einseitigen Lage des arbeitenden Kalibers. Als Zeitschreiber dient eine auf Resonanz abgestimmte, schwingende Stahlzunge, die auf 50 Doppelschwingungen/s abgestimmt ist. Sie wird elektromagnetisch erregt und von einem besonderen Geber, einem Mikrophonsummer, gesteuert. Auf das äußere

passend eingestellt. Der der Drehzahl verhältnismäßige Strom wird nach Größe und Verlauf durch eine weitere Oszillographenschleife aufgezeichnet. Der Ausschlag auf dem Papierstreifen ist ein Maß für die Umdrehungsgeschwindigkeit der Achse. In Abb. 6 stellt b die Geschwindigkeitskurve für eine Umkehrstraße dar. Der Ausschlag erfolgt je nach Drehrichtung nach oben oder unten. Wichtiger als die Kennzeichnung der Drehrichtung ist die Ablesegenauigkeit. Es ist deshalb vorteilhaft, für die Anzeige der Drehgeschwindigkeit von Null bis zum Höchstwert die ganze Papierbreite zur Verfügung zu haben. Es wird daher zweckmäßig bei Umkehrstraßen der vom Meßgenerator gelieferte Strom durch Aenderung der Drehrichtung des Antriebes ebenfalls in seiner Richtung durch einen Umschalter umgekehrt. Man erhält bei entsprechender Einstellung des Widerstandes eine Kurve von doppelter Meßhöhe, wie es in Abb. 6 dargestellt ist. Der Walzdruck nimmt in Abb. 6 mit steigender Walzgeschwindigkeit zu, mit fallender Walzgeschwindigkeit ab. Da es sich im Oszillogramm um augenblickliche, d. h. trägheitslose Aufzeichnungen handelt, ist die Auswertung auch innerhalb des Stiches zulässig. Der Zusammenhang zwischen Formänderungswiderstand und Formänderungsgeschwindigkeit läßt sich aus derartigen Oszillogrammen unter Berücksichtigung der anderen Einflußgrößen ableiten. Abb. 7 zeigt ein Oszillogramm für zwei Stiche.

Es lag nahe, die aus dem Oszillogramm zu entnehmende Walzgeschwindigkeit auch zur Errechnung der jeweiligen Stablänge zu benutzen und auf Grund dieser Ergebnisse weitere Auswertungen zu ermöglichen. Eine eingehende



genommen an einer Umkehrblockstraße.

geschwindigkeit. c = Aufzeichnung der genauen abgewickelten Länge am Walzenumfang.

rechnerische Prüfung, die mit Auswertung von Versuchsergebnissen nächstens veröffentlicht werden wird, ergab jedoch, daß dieses Verfahren mit Mängeln behaftet ist und zu erheblichen Fehlern führen könnte. Ebensovien gangbar erschien uns der Weg, den Puppe bei der Auswertung seiner Blockwalzversuche¹⁰⁾ gewählt hat. Puppe entnimmt die Stabhöhe den Angaben der Walzuhr, die Stabbreite ermittelt er aus der Breite vor dem Stich durch Zuschlag von 5 mm in den ersten acht Stichen und von 4 mm für die übrigen Stiche. Aus dem mit diesen Zahlen errechneten Querschnitt bestimmt er die Blocklänge aus dem Blockrauminhalt. Nur die Höhe des Walzstabes wird demnach gemessen, die Breite wird geschätzt, und somit wird auch die ermittelte Stablänge von dieser Schätzung beeinflusst.

Es wurde deshalb eine weitere Meßeinrichtung erstrebt, die eine möglichst genaue Feststellung der am Walzenumfang abgewickelten Länge gestattet. Eine einfache Lösung, die in der Genauigkeit hohen Anforderungen entspricht, brachte eine Vorrichtung nach Abb. 8, die in Zusammenarbeit mit dem an den Versuchen beteiligten Herrn Hermann Stercken nach seinem Entwurf ausgeführt wurde. Die Einrichtung besteht aus einer Scheibe aus Isolierstoff, die am freien Ende des Antriebes zentrisch befestigt ist. Am Scheibenumfang liegen gleichmäßig verteilt eingebettet in Nuten eine Anzahl Kupfersegmente, die als Schleifkontakte dienen. Sie sind durch einen seitlich an der Scheibe befestigten Messingring vom Durchmesser der Scheibe miteinander verbunden. Zwei Schleiffinger sind an einer Stromquelle angeschlossen und so angeordnet, daß einer auf dem Messingring, der andere auf der Scheibe schleift, wo die Schleifkontakte liegen. Dadurch wird bei jeder Umdrehung der Achse der Stromkreis so oft geschlossen und unterbrochen, wie Schleifkontakte vorgesehen. Ist der Stromkreis geschlossen, so entsteht auf dem Papierstreifen eine Linie, deren Länge von der Umfangsgeschwindigkeit abhängig ist (Abb. 6). Die Kupfersegmente haben die gleiche Länge wie die dazwischenliegende Isolierschicht. Bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit ist also die Strichlänge gleich der zwischenliegenden Unterbrechung des Linienzuges. Es ergibt sich mithin für jede Umdrehungszahl eine entsprechende Zahl von Teilungen, die jedoch nur bei unveränderlicher Umdrehungsgeschwindigkeit gleich groß sind.

Der Zusammenhang zwischen Umdrehungsgeschwindigkeit und Zeichenlänge ergibt sich aus folgenden Beziehungen:

$$l = \frac{v_p}{n \cdot z},$$

worin

v_p = Papierstreifengeschwindigkeit mm/min,

n = Umdrehungen der Achse in der Minute,

z = Zahl der Zeichen (Striche und Zwischenräume) je Umdrehung,

l = Zeichenlänge in mm.

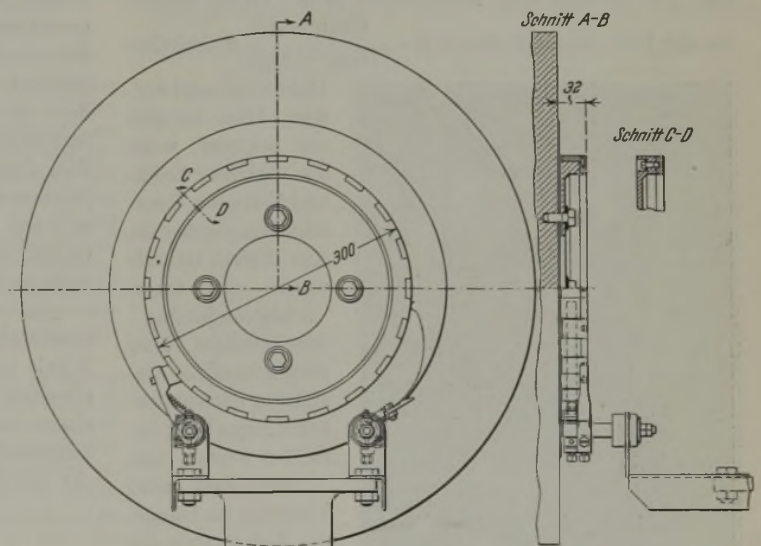


Abbildung 8.

Meßgerät zur Ermittlung der abgewickelten Blocklänge.

Es wurde eine Papiergeschwindigkeit von 3000 mm/min und die Zahl der Zeichen je Umdrehung (gleich $2 \times$ Zahl der Schleifkontakte) zu 40 gewählt. Es ergibt sich

$$l = \frac{3000}{n \cdot 40} = \frac{75}{n}. \text{ Bei Belastung der Straße war die höchste}$$

Umdrehungszahl 75 und somit $l = 1$ mm. Bei dieser Zeichenlänge ergaben sich für schnelle Auswertung keine Schwierigkeiten. Anfang und Ende des Stiches werden auf dem Oszillogramm durch eine senkrechte Hilfslinie gekennzeichnet. Da die Umdrehungsgeschwindigkeit am Anfang und Ende des Stiches gering ist, lassen sich bei der dadurch bedingten größeren Zeichenlänge die ersten und letzten Teilungen bis zu einem Zehntel (gleich $\frac{1}{400}$ Umdrehung) genau unterteilen. Damit wird eine Genauigkeit erreicht, die auch zur Bestimmung der Voreilung ausreicht. Hierfür bedarf

¹⁰⁾ Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 1823/35.

es nur der Ermittlung der wirklichen Stablänge und der am Walzenumfang abgewickelten Länge. Es liegt nahe, die Breite des Walzstabes zu errechnen aus $B = \frac{\text{Rauminhalt}}{\text{Höhe} \cdot \text{Länge}}$, worin die Höhe den Angaben der Walzlehr entnommen ist. Dieser Berechnungsgang ist aber nur zulässig, wenn der

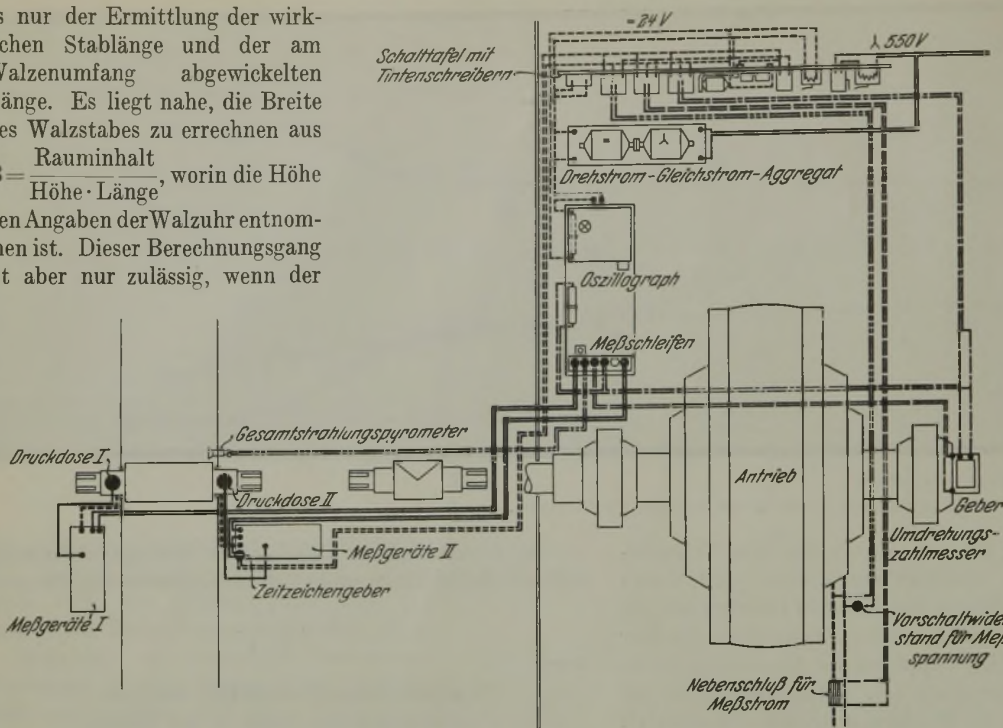


Abbildung 9. Plan der Anordnung der Meßgeräte an der Umkehrblockstraße.

Walzstab einen vollkommen rechteckigen Querschnitt hat. Das ist aber beim Blockwalzen in den ersten Stichen nie der Fall. Es muß also in $B = \frac{\text{Rauminhalt}}{\text{Höhe} \cdot \text{Länge}}$ die mittlere

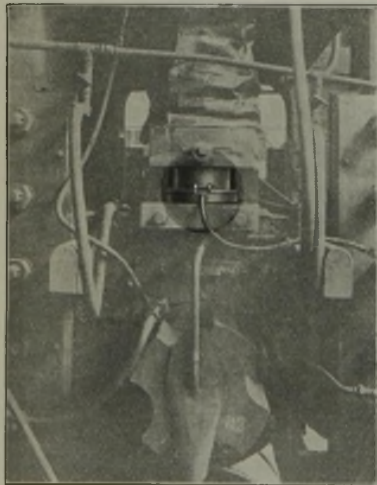


Abbildung 10. Einbau der Meßdose.

Höhe eingesetzt werden. Diese ist aber nur bekannt, wenn die wirkliche Größe und Form des Querschnittes gegeben ist. Aus diesem Grunde wurde ein Querschnittsschreiber durchgebildet, über dessen bauliche Gestaltung nach praktischer Erprobung berichtet werden soll.

Zur Zeit sind Versuche im Gange, die Temperatur des Walzgutes während des Stiches mittels Gesamtstrahlungs-

pyrometers zu bestimmen und durch eine weitere Meßschleife in das Oszillogramm aufzunehmen; die Anordnung der

Oszillographen und den Tintenschreibern aufgezeichneten Vorgänge zeitlich zur Deckung gebracht werden. Das geschieht, indem mit einem Druckknopf-Nebenmelder der Stromkreis der einen Schleife zur Aufnahme des Walzdruckes geöffnet und dadurch gleichzeitig ein Stromkreis, der zu dem in den Tintenschreibern eingebauten Zeitschreiber-magneten führt, geschlossen wird. Es werden dadurch auf dem Oszillographen- und Tintenschreiberpapier gleichzeitig Zeichen aufgetragen. Die Zeit zwischen diesen Zeichen läßt sich aus dem Oszillogramm entnehmen. Es wird also der Oszillograph übertragend als Zeichengeber und Zeitmesser mitbenutzt.

Auf eine ausführliche Wiedergabe von Versuchsergebnissen über den Arbeitsbedarf beim Walzen verschiedener Stähle wird später berichtet, wenn die Versuchsergebnisse erweitert sind. Es sei nur darauf hingewiesen, daß bei einem austenitischen Stahl der 3,5fache Arbeitsbedarf festgestellt wurde gegenüber einem niedriglegierten Stahl, der bei derselben Temperatur verwalzt wurde.

Zusammenfassung.

Die Vorteile von dynamischen Dehnungsmessern und Oszillographen zur Untersuchung des Walzvorganges werden durch Versuche an einem Blockwalzwerk erwiesen und ein neues Gerät zur Bestimmung der Drehzahl und der abgewickelten Länge beschrieben.

An den vorstehenden sowie die auf der gleichen Sitzung erstatteten Berichte von W. Lueg¹⁾ und F. Kocks²⁾ schloß sich folgende Erörterung an.

A. Pomp, Düsseldorf: Die Untersuchungen, über die Herr Lueg berichtet hat, bilden einen Ausschnitt aus den Arbeiten, die in den letzten Jahren im Eisenforschungs-Institut auf dem Gebiete des Warm- und Kaltwalzens durchgeführt worden sind. Die aus diesen Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse sind nicht nur von theoretischer Bedeutung, sondern für die Walzpraxis von großer Wichtigkeit.

¹⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 346/52.
²⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 441/46.

Geräte ist aus den Abb. 9 und 10 zu ersehen.

Es ließe sich auch der vom Walzmotor aufgenommene Strom mittels Meßschleifen anzeigen und in das gleiche Oszillogramm einzeichnen. Davon wird vorläufig abgesehen, um die Uebersichtlichkeit des Oszillogramms nicht zu stören und weil für diese Zwecke Tintenschreiber in Sonderausführung durchgebildet sind, die hinreichende Genauigkeit in der Wiedergabe kurzzeitiger Vorgänge bieten.

Es ist dann natürlich erforderlich, daß die von dem

Herr Lueg hat gezeigt, wie die Spannungsverteilung im Walzspalt durch die Reibung beeinflusst wird, besonders wie eine Erhöhung der Reibung zwischen Walze und Walzgut eine beträchtliche Steigerung des Walzdruckes zur Folge hat.

In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse von Bandwalzungen im Temperaturgebiet von 20 bis 700° bemerkenswert, die vor kurzem im Eisenforschungs-Institut von S. Maylaender im Rahmen einer Diplomarbeit der Bergakademie Clausthal durchgeführt worden sind (Abb. 1). Dabei zeigte sich die zunächst überraschende Feststellung, daß der spezifische Walzdruck, d. h. der Formänderungswiderstand mit zunehmender Walztemperatur außerordentlich stark ansteigt. Erst bei höheren Temperaturen (400 bis 600°) tritt dann ein Abfallen des Walzdruckes

ein, der aber selbst bei 700° noch über dem bei Raumtemperatur festgestellten Wert liegt.

Aehnlich verhalten sich auch andere für den Ablauf des Walzvorganges wichtige Erscheinungen, wie Breitung und Voreilung (Abb. 2 und 3).

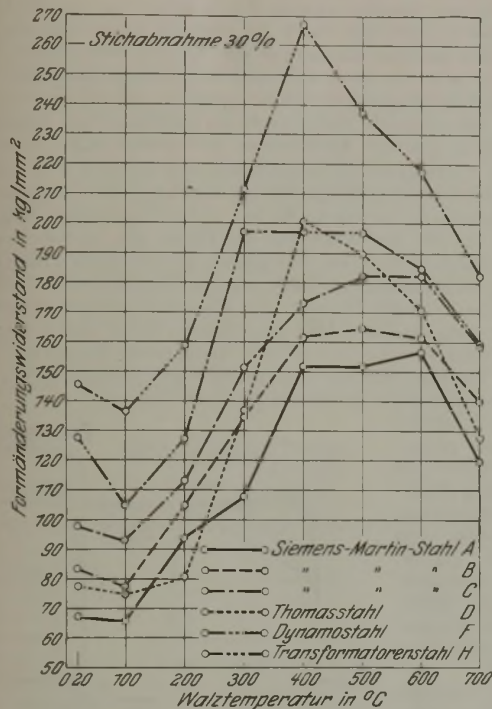


Abbildung 1. Formänderungswiderstand von Bandstahl bei 20 bis 700° Walztemperatur.

Das Auftreten eines Höchstwertes für den Walzdruck im Temperaturbereich von 400 bis 600° ist dem Zusammenwirken zweier Umstände zuzuschreiben, die in ihrer Auswirkung auf den Walzdruck entgegengesetzt gerichtet sind, nämlich der mit Erhöhung der Walztemperatur eintretenden Verminderung der Formänderungsfestigkeit des Walzgutes, die zu einer Verringerung des Walzdruckes führt, und der mit zunehmender Temperatur eintretenden Oxydation der ursprünglich blanken Walzgutoberfläche, die eine Erhöhung der Reibung und damit eine Steigerung des Walzdruckes bewirkt. Bis zu Temperaturen von 400 bis 600° überwiegt der Einfluß der Reibung, oberhalb dieser Temperatur der Einfluß der nun in verstärktem Maße einsetzenden Erweichung des Werkstoffes.

Im allgemeinen wird man daher von Walzungen in diesem mittleren Temperaturgebiet absehen. Es gibt allerdings Fälle, in denen Walzungen bei etwas erhöhter Temperatur sich als notwendig erweisen, beispielsweise das Walzen von hochsiliziumhaltigen Transformatorblechen mit glatter Oberfläche, das bei Raumtemperatur große Schwierigkeiten bereitet, weil der Werkstoff bei dieser Temperatur nur ein sehr geringes Formänderungsvermögen besitzt, das aber nach Anwärmen auf 50 bis 200° sich anstandslos durchführen läßt.

A. Falk, Dillingen (Saar): Gegen die theoretischen Grundlagen, auf die Herr Lueg seine bemerkenswerten Walzdruckversuche aufbaut, möchte ich einiges einwenden. Es sollen die senkrechten Druckspannungen p_1 gleich der Summe der Fließwiderstände p_1 und der 1,15fachen Quetschfestigkeit k_f sein, d. h. $p_1 = p_1 + 1,15 k_f$. Dies bedingt zunächst, daß k_f der für uns besonders wichtigen Weicheisenprobe [s. Abb. 13 des Vortrages von P. Lueg¹⁾] mit dem tatsächlichen Wert, der bei 1050° etwa 6,3 kg mm² beträgt, eingesetzt werden müßte. Es ist bekannt, daß im Warmwalzbereich von etwa 1200 bis 700° k_f von etwa 3 bis 13 anwächst. Wenn Herr Lueg hier 1,15 $k_f = 23$ einsetzt und bei flacheren Querschnitten oder gar den Blechen noch wesentlich höhere Werte einsetzen muß, so stehen wir einem Irrtum gegenüber, der sich bisher für die Klarstellung der Theorie des Walzvorganges hemmend ausgewirkt hat. Ein kleines Beispiel: Ein Eisenwürfel von 10 mm³ und ein inhaltsgleicher Bandstreifen 1 × 10 × 100 mm können bei gleicher Temperatur nur ein und dieselbe Quetschfestigkeit k_f haben. Der Bandstreifen wird aber wegen seines geringeren Verhältniswertes Höhe : Breite, bei demselben prozentualen linearen Druck, einen höheren Widerstand in bezug auf Walzdruck und Umfor-

mungsarbeit aufweisen, den ich mangels eines bestehenden Ausdrucks mit „Körper“- oder „Formwiderstand“ bezeichnen möchte. Es ist also unerlässlich, zur richtigen Zerlegung des Gesamtwiderstandes $W = p_1$, neben der für jede Temperatur einsetzbaren Quetschfestigkeit k_f , den jeweiligen Formwiderstand aus den

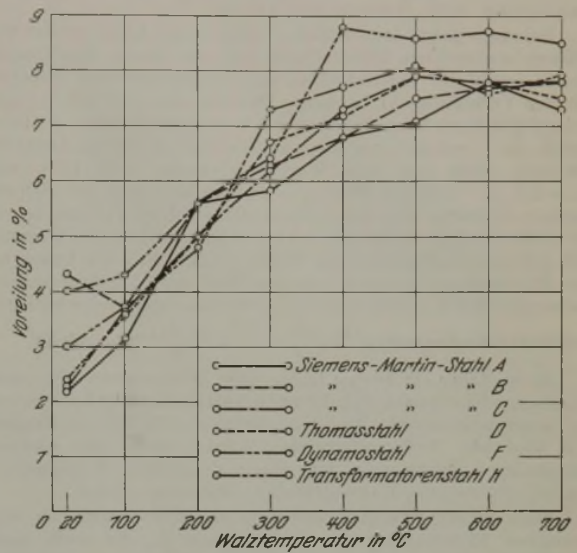


Abbildung 2. Voreilung von Bandstahl bei 20 bis 700° Walztemperatur.

Querschnittsverhältnissen und der Reibungszahl μ abzuleiten und beide in richtige Abhängigkeit unter sich und zu p_1 zu bringen.

Nach meiner Ansicht der Widerstände, die ich vor einigen Monaten in einer Stahl- und Walzwerkssitzung der Eisenhütte Südwest in Saarbrücken in einem Vortrag über „Die Berechnung

Ausgangsquerschnitt 30 × 2 mm; Stichabnahme 30 %

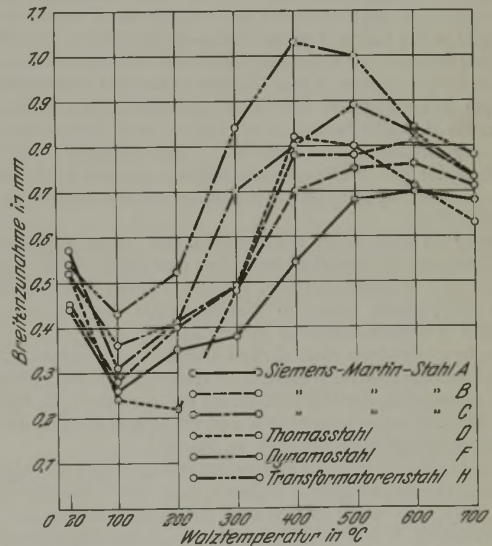


Abbildung 3. Breitenzunahme von Bandstahl bei 20 bis 700° Walztemperatur.

der Umformungsarbeit bei den Walzprofilen“ entwickelt habe, ist der Gesamtwiderstand $W = k_b [1 + \mu (W_q + W_{pr})]$ für eine zur Walzrichtung senkrechte Ebene. Hierin bedeutet $k_b = k_f$ = Quetschfestigkeit je mm², μ = Reibungszahl, für die S. Ekelund⁴⁾ eine einfache Formel $\mu = 1,05 - 0,0005 t^3$ aufge-

stellt hat. $W_q = \sqrt{\frac{(h+b)^2}{2}} \cdot \frac{U}{4 \sqrt{J}} =$ Querschnittswiderstand,

h = Höhe, b = Breite, U = Umfang, J = Inhalt des mittleren Querschnitts zwischen Walzein- und -austritt, W_{pr} = Profilwiderstand, der nach meiner Entwicklung bei allen flachen, seitlich nicht gedrückten Querschnitten = 2 beträgt. Die Formel des

⁴⁾ Jernkont. Ann. 111 (1927) Nr. 2, S. 39/97; Kugellager-Z. 1930, Heft 2, S. 32.

Gesamtwiderstandes besagt also: Die für eine bestimmte Temperatur an sich gleichbleibende Quetschfestigkeit k_t eines bildsamen Körpers ist abhängig von den mit den Querschnittsverhältnissen sich ändernden Widerstandsbedingungen und ergibt mit deren Berücksichtigung den Gesamtwiderstand W .

Bei einer gedrückten Fläche, etwa einem Kreis, ist der zur größten senkrechten Schnittfläche mit der Breite $b =$ Durchmesser ermittelte Querschnitts- und Profilwiderstand offenbar mit der Verhältniszahl Umfang : Durchmesser, also mit π , und dementsprechend beim Quadrat mit 4 zu multiplizieren, weil der Umriß die Gesamtform des waagerechten Schnittes darstellt. Hiernach erhält man beim Warmwalzbeispiel, Abb. 13¹⁾, mit $k_b = 6,3$, $\mu = 0,52$ den Wert $p_1 = 46,6 \text{ kg/mm}^2$ und bei 100prozentiger Breitung, also bei vollständiger Entlastung des in der Stabmittellinie wirkenden höchsten Drucks, mit dem Kurvenbild gut übereinstimmend, die Hälfte $= 23,3$, weil der Druck an den Stabrändern, wie auch aus dem Bild der Längsspannungen hervorgeht, auf Null gesunken ist, mithin als veringertester höchster

Druck das Rechenmittel: $\frac{p_1 \max + 0}{2} = \frac{p_1 \max}{2}$ übrigbleibt.

Es ist daher ein Irrtum Luegs, beim Warmwalzen eine stark abgeflachte Kurve nach Abb. 13 und 8¹⁾ als Merkmal zu bezeichnen. Bei Querschnitten ohne Breitung: Breitenisen, Bandisen, Blechen und ähnlichen Profilverhältnissen, werden mehr oder weniger vollständige Druckkurven mit einem deutlichen Wendepunkt, wie bei den meisten Kaltwalzproben, eintreten müssen.

Nach meiner Widerstandstheorie ergibt sich demnach eine zwanglose Einschaltung der Reibungszahl μ , die auch nach Ansicht namhafter Forscher den wesentlichen Bestandteil einer Widerstandsrechnung bilden muß⁵⁾. Bei richtiger Zerlegung des Gesamtwiderstandes W hat also die bisher ängstlich gemiedene Zahl μ ihren Schrecken verloren. μ bleibt μ , nur die veränderlichen Faktoren ändern sich im Sinne obiger Darlegungen. Im übrigen muß ich mangels Raumes auf meinen erwähnten Vortrag hinweisen.

Ich möchte bemerken, daß sämtliche Druckkurven nach Lueg, die in meiner „Theorie der Materialwanderung beim Walzen und Schmieden“⁶⁾ aufgestellte Zweiteilung des Walzvorganges als richtig bestätigten gegenüber der Dreiteilung von E. Kirchberg⁷⁾.

Bei Abb. 9¹⁾ fällt der große Unterschied zwischen den Werten bei glatter und rauher Walzoberfläche auf. Ich möchte an Herrn Lueg die Frage richten, ob er hieraus außer der Druckerhöhung auch eine Erhöhung der Umformungsarbeit ableiten zu müssen. Im Betriebe bemerkte ich bisher kaum Derartiges, sonst wären Gegenmaßnahmen erfolgt. (Nachträglich: Mit der Rauigkeit der Walzen nimmt zweifellos μ zu, was auch Ekelund bei Feinblechen berücksichtigt, indem er nur den 0,8fachen Wert von μ einsetzt.)

Ferner ist nicht recht verständlich, was unter Abplattung in der Kalibermitte zu verstehen ist. Etwa eine elastische Zusammenziehung? Bei Feinblechwalzen, die am Zapfen und Ballierende gekühlt sind, dreht man die Walzen sogar um 0,1 mm hohl, wegen der Wärmeausdehnung in der Mitte.

Die beschriebenen elektrischen Geräte zur genauen Ermittlung der Einzeldrücke im Walzspalt sind ein erfreulicher Fortschritt in der Verbesserung der Hilfsmittel, die geeignet sind, die Erkenntnis der überaus bemerkenswerten und wichtigen Einzelwirkungen des Walzvorganges nutzbringend zu fördern.

Sowohl die Formänderungsgeschwindigkeit als auch die Walzgeschwindigkeit haben sich in ihrer Anwendung bisher als sehr unsicher erwiesen⁸⁾. Mit Einbeziehung der Walzgeschwindigkeit v hat S. Ekelund bei Geschwindigkeiten über 7 m, also im Bereich mancher Feinwalzungen und der Drahtstraßen, viel zu hohe Werte erhalten⁹⁾, während seine Walzdruck- und Umformungsberechnung — letztgenannte unter Anwendung der Drehmomente — im übrigen Walzgebiet meistens gute Werte ergibt.

Für die Anwendung der genauen elektrischen Meßvorrichtungen nach Kocks, Hoff und Emicke wäre zunächst eine Eingrenzung der Verlusteinfüsse, wie Beschleunigungsarbeit, Verzögerungsarbeit, Verlust in den Walzlagern u. a. m., zu erstreben. Hier haben die bekannten, als klassisch anzusprechenden Versuche von J. Puppe noch manche Arbeit übriggelassen. Es sei nur z. B. auf die Berechnung des Kraftbedarfs bei Träger 8 hingewiesen⁹⁾, wo

⁵⁾ Stahl u. Eisen 34 (1914) S. 1551.

⁶⁾ Stahl u. Eisen 32 (1912) S. 820.

⁷⁾ E. Kirchberg: Grundzüge der Walzenkalibrierung (Dortmund: F. W. Ruhfus 1905) S. 5 ff.

⁸⁾ Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 735.

⁹⁾ J. Puppe: Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkel-, [- und]-Eisen (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. B. H. 1913) S. 24, 46 u. 47.

statt 1000 bis 2000 PS mal s sich keine Arbeitswerte oder sogar Gewinne ergaben! Hier mußten die Ergebnisse wegen Unvollkommenheit der Hilfsmittel Puppe versagen.

F. Riedel, Essen: Die geschilderten Versuche werden um so mehr unsere Beachtung finden, als anscheinend das angewendete Meßverfahren ziemlich genaue Werte liefert mit der Einschränkung, daß es natürlich durch die endliche Abmessung des Meßstiftes eine gewisse Abrundung der Kurven herbeiführt. Diese Versuche haben für die Praxis dann besonders großen Wert, wenn es gelingt, damit gleichzeitig eine geeignete Theorie zu verbinden, mit der wir imstande sind, aus diesen zahlenmäßigen Unterlagen für beliebig geartete Verhältnisse Schlußfolgerungen zu ziehen.

Der Vortragende hat ausgeführt, daß Siebel und v. Kármán versucht haben, eine Theorie für den Verlauf der Druckspannungen im Walzspalt aufzustellen. Er hat dabei hinzugefügt, daß diese Theorie nur für das Walzen in der Ebene gilt, und daß es verhältnismäßig schwierig ist, eine genaue Theorie für den räumlichen Vorgang aufzustellen, weil sich der mathematischen Behandlung durch die Berücksichtigung der Randbedingungen Schwierigkeiten entgegenstellten. Man kann also die Siebel- und v. Kármánschen Versuche wohl als eine erste Annäherung betrachten. Aber wie ein Vergleich mit den vorgeführten Meßversuchen zeigt, wäre eine noch genauere Annäherung wünschenswert.

Ich möchte mir daher gestatten, Sie auf die Rutschkegeltheorie aufmerksam zu machen, von der ich glaube, daß sie eine ziemlich gute Erklärung für die ganzen Verhältnisse gibt.

Als Beispiel seien die Verhältnisse zugrunde gelegt, wie sie von Herrn Lueg für den Warmwalzversuch angegeben worden sind (Abb. 4). Die

Rutschflächen sind nach meinen früheren Ausführungen¹⁰⁾ eingetragen. Wenn wir nun den Walzstab in seiner

Längssymmetrieebene mit einem in der Walze untergebrachten idealen Stift von unendlicher Feinheit abtasten, dann treffen wir am Eingangsquerschnitt plötzlich auf Werkstoff, auf Widerstand. Es wird sofort ein Hochgehen der Spannung eintreten. Wie hoch, ist zunächst gleichgültig, das hängt von den Werkstoffeigenschaften ab. Nach Ueberschreiten dieses Punktes begeben wir uns in eine schmale Zone, in der die Rückwirkung noch nicht so groß sein kann wie innerhalb der ganzen Grenzfläche, die infolge des Gegen-druckes von unten einen höheren Widerstand darbietet. Wir werden also von diesem Anfangsquerschnitt bis zu jenem Querschnitt, wo die Grenzfläche beginnt, ein langsames Ansteigen bis zu jener Spannung haben, wie sie bei den Untersuchungen gefunden worden ist und die ungefähr bei 23 kg liegt. Diese Spannung hat nun eigentlich gar keinen Anlaß, beim Hinwegbewegen des Stiftes über die ganze Länge der Grenzfläche irgendwelche Schwankungen auszuführen. Es wird dann vom Ende der Grenzfläche bis zum Ausgang des Walzspaltes ein langsames Abfallen der Spannung eintreten. Wenn wir diese Kurve mit dem wirklichen Meßstift aufnehmen, bekommen wir schon vor Beginn des Diagramms einen schrägen Anstieg und in den Kurvenecken größere Abrundungen.

Nun fällt uns bei der gezeigten Warmwalzkurve auf, daß sie gegen Ende des Walzvorganges doch allmählich ansteigt. Nach meiner Meinung kommen hier zwei Einflüsse zur Geltung, einmal der Einfluß der Geschwindigkeit und dann der Temperatur. Die Geschwindigkeit verursacht — wie der Vortragende auch ausgeführt hat —, etwas höhere Festigkeiten. Weil aber die Walzpreßgeschwindigkeit vom Anfangsquerschnitt an abnimmt und im Endquerschnitt zu Null wird, so wird die zusätzliche Spannungshöhe sich allmählich verlieren. Dagegen wächst der an sich stärkere Einfluß der Temperatur gegen Ende des Walzvorganges,

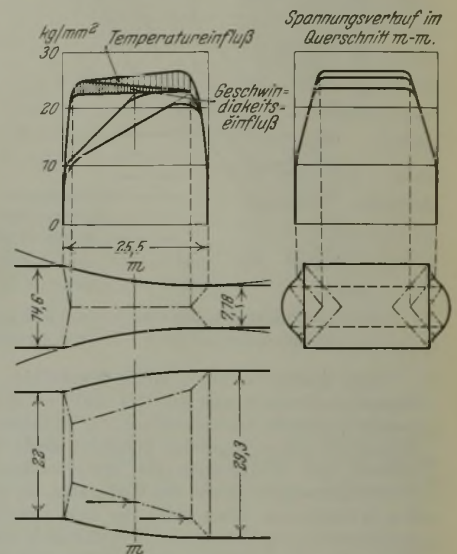


Abbildung 4. Werkstofffluß und Spannungsverteilung beim Warmwalzen.

¹⁰⁾ Ber. Walzw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 27 (1922).

weil Wärme aus dem Stab in die Walzen übergeht und deshalb zusätzliche Festigkeit erzeugt, so daß sich hieraus wieder zwanglos der Anstieg der Gesamtkurve erklärt. In der Mitte des Stabes liegt eine Streifenbreite, die nahezu unveränderliche Werte gibt. Außerhalb dieses Streifens kommt man aber mit dem Taster in eine Gegend, wo man erst viel später auf die Grenzfläche stößt und wo deshalb die Spannungskurve viel geneigter zu ihrer endgültigen Höhe emporsteigt. Ähnlich ergeben sich die Kurvenbilder, wenn man quer zum Stab abtastet.

Die Grenzflächen sind im allgemeinen Trapeze, durch deren Schwerpunkt die Fließscheide im Sinne des Vortragenden geht. Sie liegt also nicht dort, wo der höchste Punkt der Spannungskurve sich befindet; denn Sie haben gesehen, daß der Höchstpunkt auch nahe am Ende sein kann, wo der Einfluß der Temperatur sich am meisten geltend macht. Auch bei den anderen gezeigten Kurven für Kupfer usw. wird man annehmen dürfen, daß deren Spitzen namentlich durch die Verfestigung und durch die besonderen Reibungsverhältnisse dieser ganz dünnen Bänder verursacht sind, so daß für das Fließen selber weniger die Lage dieser Kurvengipfel maßgebend ist als vielmehr die der Trapezscherwerpunkte; die letzteren fallen auch nahezu mit dem Angriffspunkt der Walzkraft zusammen.

Ich hoffe, damit gezeigt zu haben, daß die Rutschkegeltheorie mindestens für den Warmwalzversuch eine sehr gute Erklärung des Meßkurvenverlaufes ermöglicht.

O. Emicke, Freiberg: Durch die Meßgeräte von Herrn Lueg werden die Spannungszustände an den Oberflächen des frei breienden Walzgutes erfaßt. Die Auswertung der in der Zahl überwiegenden Kaltwalzversuche zeigt an den Rändern des Stückes mehrfach ein Absinken des Druckes unter die Werte der üblichen Zugfestigkeit, eine Erscheinung, die auf seitliche Breitung zurückgeführt wird. Warmwalzversuche sind nur in beschränkter Zahl gemacht worden; bei diesen weist jedoch N. Metz durch zahlreiche Versuche einwandfrei nach, daß die Breitung bei frei breienden Querschnitten in der Mitte des Stückes und nicht an den Rändern liegt. Zwischen beiden Feststellungen klappt eine Lücke, die auszufüllen eine dankbare Forschungsaufgabe ist.

E. Siebel, Stuttgart: Das Wesentliche der Arbeit von Herrn Lueg besteht, abgesehen von der neuartigen Apparatur zur Walzdruckmessung, darin, daß der außerordentliche Einfluß der Walzenreibung auf den ganzen Walzvorgang klargestellt wurde.

Wir wissen, daß Reibung beim Walzen notwendig ist, damit der Walzvorgang vor sich gehen kann. Ich glaube, daß in keiner der bisher erschienenen Arbeiten so deutlich zutage getreten ist, wie die Reibung die Druckverteilung beeinflusst. Andererseits haben wir aus den letzten Ausführungen von Herrn Lueg gesehen, daß Druckverteilung und Werkstofffluß in engstem Zusammenhang stehen. Hier dürften wohl auch für die Praxis wichtige Folgerungen zu ziehen sein. Es sind zur Zeit im Kaiser-Wilhelm-Institut Untersuchungen im Gange, wo dem Einfluß der Walzenreibung auf den Werkstofffluß, besonders auf die Breitung und Voreilung des Walzgutes, nachgegangen wird. Es zeigt sich, daß für das Kalibrieren recht bemerkenswerte Schlüsse zu ziehen sind. Je größer die Reibung wird, um so mehr wird sie der Neigung der Kalibrierwände entgegenwirken. Man vermag durch Veränderung der Reibung also auch das Füllen des Kalibers zu beeinflussen. Daß die Beeinflussung des Walzdruckes durch die Reibung auch von praktischer Bedeutung ist, was von Herrn Falk bezweifelt wurde, ergibt sich ohne weiteres für das Kaltwalzen. Hier ist seit langem bekannt, daß man durch Schmierung des Walzgutes den Walzdruck weitgehend herabzumindern vermag. Ich glaube, daß ein weiteres Forschen auf dem Gebiete der Walzenreibung zu recht fruchtbaren Ergebnissen führen wird.

A. Spenlé, Essen: Ich vermisse in diesen Versuchen den Einfluß der Walzgeschwindigkeit, die von sehr großem Einfluß auf die Breitungsverhältnisse ist. Ich möchte fragen, ob im Kaiser-Wilhelm-Institut dahin gehende Versuche gemacht worden sind.

A. Pomp: Bisher ist der Einfluß der Geschwindigkeit bei Walzversuchen noch nicht untersucht worden, da unsere Einrichtung einen Wechsel der Geschwindigkeit nicht zuläßt.

F. H. Gillhaus, Moers: In einem Punkte ist der Vortrag insofern sehr erweiterungsbedürftig, als nicht allein die Reibung, sondern auch mehrere andere Einflüsse eine Rolle spielen. Wenn die Reibung die Spannungsverteilung wie auch die damit zusammenhängende Breitung hauptsächlich beeinflussen würde, dann hätten wir ja bei den verschiedenen Temperaturen und auch bei den verschiedensten Walzverhältnissen keine unterschiedliche Auswirkung der gleichen Form.

Es muß bei solchen Walzversuchen, wenn sie eindeutige Schlüsse zulassen sollen, eine Gleichmäßigkeit des Querschnitts vorausgesetzt werden. Ein gedrückter Block wird natürlich, solange die Temperatur überall im Querschnitt gleich ist, auch nach allen Seiten gleichmäßig ausfließen wollen. Wir beobachten

jedoch ein Ausdrücken der Mitte, woraus folgerichtig auf Reibung in den Druckflächen geschlossen werden kann. Die Reibung braucht aber nicht mehr die Ursache zu sein, wenn sich, wie üblich, zwischen der Randzone und dem Kern Temperaturunterschiede einstellen, wie dies in der Skizze durch Schraffur angedeutet ist (Abb. 5). Ich glaube deshalb auf den Einfluß dieser Temperaturunterschiede als weiter wertvoll für die praktische Untersuchung aufmerksam machen zu müssen, da es uns auch Aufschluß über die Kalibrierungsverhältnisse geben wird.



Abbildung 5.
Temperaturunterschied
zwischen Randzone und
Kern.

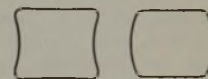


Abbildung 6.
Einziehen der Ränder
bei warmem Block und
Ausbauchen bei käl-
terem Block.

Ein sehr warmer Block, der unmittelbar aus dem Tiefofen gezogen und sofort gewalzt wird, zieht sich an den Rändern ein, während ein anderer Block, der längere Zeit abkühlen konnte oder in der Grube nicht genügend ausgeglichen ist, somit eine kältere Randzone hat, ganz anders in der Mitte breitet und die bekannte Tonnenform annimmt (Abb. 6).

Hierbei ist die absolute Größe des Querschnitts für die Stärke der Wirkung von maßgeblicher Bedeutung, da die Temperaturunterschiede nach dem Rand hin mit Kleinerwerden des Blockes immer mehr verschwinden.

Wenn somit bei solchen Walzversuchen die übrigen Einflüsse untersucht werden sollen, so muß festgestellt werden, ob die Temperatur gleichmäßig gewesen ist. Daß bei Kaltversuchen die Folgerungen aus der Spannungsverteilung zutreffen, ist ohne weiteres verständlich. Aber auch sonst werden die Lueg'schen Versuchsergebnisse noch nicht in Frage gestellt, da es sich um verhältnismäßig kleine Querschnitte handelt, die man praktisch wohl als genügend gleichmäßig ansehen kann.

Ich selbst habe auf die Spannung beim Walzen abzielende Versuche durchgeführt und versucht, auf Grund der Temperaturunterschiede zu einem gewissen Schluß zu kommen. Das wurde mir aber durch den Zusammenhang der verschiedenen Einflüsse derart erschwert, daß ich mich dazu bequemen mußte, der Frage mit mathematischer Ueberlegung beizukommen.

Darauf näher einzugehen, habe ich im Augenblick nicht die Möglichkeit, möchte Sie aber bitten, in der genannten Richtung Versuche anzustellen, und wäre Ihnen dankbar, wenn Sie mir Gelegenheit gäben, daran mitzuwirken.

A. Falk: Die seitliche Einknickung größerer Blockquerschnitte ist leicht erklärlich. Infolge des geringen Wertes Durchmesser-Blockhöhe bei Blockwalzen entsteht eine derart rasche Verarbeitung der oberen und unteren Teile, daß sie sofort ausbreiten und die Mitte zurückbleibt. Wären die Blockwalzen 4 bis 5 m dick — wäre also das Verhältnis ungefähr wie im übrigen Walzbereich —, so träte die seitliche Ausbauchung ein.

O. Emicke: Das Versuchswalzwerk der Bergakademie zu Freiberg wurde von mir mit den Meßvorrichtungen der Firma Siemens, Berlin, ausgerüstet, und zwar mit zwei Torsionsdynamometern, einer Druckdose und einem sechsschleifigen Oszillographen; des weiteren sind zwei neuzeitliche Glycerindruckdosen mit Selbstschreibern der Firma Losenhausen ständig in Gebrauch. Die Anordnung und Benutzung der Siemens-Meßvorrichtungen liegt in einer ausführlichen Beschreibung an Hand wissenschaftlicher Versuchsergebnisse bereits vor¹¹⁾.

Vor der Anschaffung der heute noch sehr kostspieligen Meßgeräte war die Frage zu prüfen, ob allein indirekte Druckmessungen über oder unter den Lagerstellen der Walzenzapfen die genaue Ermittlung des Formänderungswiderstandes der Metalle im kalten und warmen Zustand ermöglichen. Diese Frage läßt sich deshalb nicht bejahen, weil gewisse Annahmen, die zur Bestimmung der reinen Walzarbeit gemacht werden, sich noch nicht bestätigt haben; so werden beispielsweise mit fraglicher Berechtigung die aus den Walzdruckmessungen erhaltenen Werte in die bekannte Finksche Arbeitsgleichung eingesetzt, desgleichen werden Annahmen über den Angriffspunkt der Resultierenden des Walzdruckes gemacht, für die, wie der Vortrag des Herrn Lueg zeigt, ein Beweis bisher nur von Fall zu Fall erbracht worden ist. Solange diese Fragen nicht grundsätzlich geklärt sind, werden auch verfeinerte Druckmessungen nicht zum gewünschten Ziel führen. Zwar haben die Siemens-Druckdosen gegenüber den mechanischen Druckmeßverfahren den Vorteil der Trägheits-

¹¹⁾ O. Emicke, H. Allhausen u. W. Mauksch: Neuartige Verfahren zur Ermittlung der reinen Walzarbeit. Siemens-Z. 12 (1932) Nr. 10, S. 341/46.

Gesamtwiderstandes besagt also: Die für eine bestimmte Temperatur an sich gleichbleibende Quetschfestigkeit k_1 eines bildsamen Körpers ist abhängig von den mit den Querschnittsverhältnissen sich ändernden Widerstandsbedingungen und ergibt mit deren Berücksichtigung den Gesamtwiderstand W .

Bei einer gedrückten Fläche, etwa einem Kreis, ist der zur größten senkrechten Schnittfläche mit der Breite $b =$ Durchmesser ermittelte Querschnitts- und Profilwiderstand offenbar mit der Verhältniszahl Umfang : Durchmesser, also mit π , und dementsprechend beim Quadrat mit 4 zu multiplizieren, weil der Umriß die Gesamtform des waagerechten Schnittes darstellt. Hiernach erhält man beim Warmwalzbeispiel, Abb. 13¹⁾, mit $k_b = 6,3$, $\mu = 0,52$ den Wert $p_1 = 46,6 \text{ kg/mm}^2$ und bei 100-prozentiger Breitung, also bei vollständiger Entlastung des in der Stabmittellinie wirkenden höchsten Drucks, mit dem Kurvenbild gut übereinstimmend, die Hälfte = 23,3, weil der Druck an den Stabändern, wie auch aus dem Bild der Längsspannungen hervorgeht, auf Null gesunken ist, mithin als verringertester höchster

Druck das Rechenmittel: $\frac{p_1 \text{ max} + 0}{2} = \frac{p_1 \text{ max}}{2}$ übrigbleibt.

Es ist daher ein Irrtum Luegs, beim Warmwalzen eine stark abgeflachte Kurve nach Abb. 13 und 8¹⁾ als Merkmal zu bezeichnen. Bei Querschnitten ohne Breitung: Breiteisen, Bandeisen, Blechen und ähnlichen Profilverhältnissen, werden mehr oder weniger vollständige Druckkurven mit einem deutlichen Wendepunkt, wie bei den meisten Kaltwalzproben, eintreten müssen.

Nach meiner Widerstandstheorie ergibt sich demnach eine zwanglose Einschaltung der Reibungszahl μ , die auch nach Ansicht namhafter Forscher den wesentlichen Bestandteil einer Widerstandsrechnung bilden muß²⁾. Bei richtiger Zerlegung des Gesamtwiderstandes W hat also die bisher ängstlich gemiedene Zahl μ ihren Schrecken verloren. μ bleibt μ , nur die veränderlichen Faktoren ändern sich im Sinne obiger Darlegungen. Im übrigen muß ich mangels Raumes auf meinen erwähnten Vortrag hinweisen.

Ich möchte bemerken, daß sämtliche Druckkurven nach Lueg, die in meiner „Theorie der Materialwanderung beim Walzen und Schmieden“³⁾ aufgestellte Zweiteilung des Walzvorganges als richtig bestätigten gegenüber der Dreiteilung von E. Kirchberg⁷⁾.

Bei Abb. 9¹⁾ fällt der große Unterschied zwischen den Werten bei glatter und rauher Walzoberfläche auf. Ich möchte an Herrn Lueg die Frage richten, ob er hieraus außer der Druckerhöhung auch eine Erhöhung der Umformungsarbeit glaubt ableiten zu müssen. Im Betriebe bemerkte ich bisher kaum Derartiges, sonst wären Gegenmaßnahmen erfolgt. (Nachträglich: Mit der Rauhgigkeit der Walzen nimmt zweifellos μ zu, was auch Ekelund bei Feiblechen berücksichtigt, indem er nur den 0,8fachen Wert von μ einsetzt.)

Ferner ist nicht recht verständlich, was unter Abplattung in der Kalibermitte zu verstehen ist. Etwa eine elastische Zusammenziehung? Bei Feiblechwalzen, die am Zapfen und Ballenende gekühlt sind, dreht man die Walzen sogar um 0,1 mm hohl, wegen der Wärmeausdehnung in der Mitte.

Die beschriebenen elektrischen Geräte zur genauen Ermittlung der Einzeldrücke im Walzspalt sind ein erfreulicher Fortschritt in der Verbesserung der Hilfsmittel, die geeignet sind, die Erkenntnis der überaus bemerkenswerten und wichtigen Einzelwirkungen des Walzvorganges nutzbringend zu fördern.

Sowohl die Formänderungsgeschwindigkeit als auch die Walzgeschwindigkeit haben sich in ihrer Anwendung bisher als sehr unsicher erwiesen⁸⁾. Mit Einbeziehung der Walzgeschwindigkeit v hat S. Ekelund bei Geschwindigkeiten über 7 m, also im Bereich mancher Feinwalzungen und der Drahtstraßen, viel zu hohe Werte erhalten⁴⁾, während seine Walzdruck- und Umformungsberechnung — letztgenannte unter Anwendung der Drehmomente — im übrigen Walzgebiet meistens gute Werte ergibt.

Für die Anwendung der genauen elektrischen Meßvorrichtungen nach Kocks, Hoff und Emicke wäre zunächst eine Eingrenzung der Verlusteinflüsse, wie Beschleunigungsarbeit, Verzögerungsarbeit, Verlust in den Walzlagern u. a. m., zu erstreben. Hier haben die bekannten, als klassisch anzusprechenden Versuche von J. Puppe noch manche Arbeit übriggelassen. Es sei nur z. B. auf die Berechnung des Kraftbedarfs bei Träger 8 hingewiesen⁹⁾, wo

statt 1000 bis 2000 PS mal s sich keine Arbeitswerte oder sogar Gewinne ergaben! Hier mußten die Ergebnisse wegen Unvollkommenheit der Hilfsmittel Puppe versagen.

F. Riedel, Essen: Die geschilderten Versuche werden um so mehr unsere Beachtung finden, als anscheinend das angewendete Meßverfahren ziemlich genaue Werte liefert mit der Einschränkung, daß es natürlich durch die endliche Abmessung des Meßstiftes eine gewisse Abrundung der Kurven herbeiführt. Diese Versuche haben für die Praxis dann besonders großen Wert, wenn es gelingt, damit gleichzeitig eine geeignete Theorie zu verbinden, mit der wir imstande sind, aus diesen zahlenmäßigen Unterlagen für beliebig geartete Verhältnisse Schlußfolgerungen zu ziehen.

Der Vortragende hat ausgeführt, daß Siebel und v. Kármán versucht haben, eine Theorie für den Verlauf der Druckspannungen im Walzspalt aufzustellen. Er hat dabei hinzugefügt, daß diese Theorie nur für das Walzen in der Ebene gilt, und daß es verhältnismäßig schwierig ist, eine genaue Theorie für den räumlichen Vorgang aufzustellen, weil sich der mathematischen Behandlung durch die Berücksichtigung der Randbedingungen Schwierigkeiten entgegenstellen. Man kann also die Siebel- und v. Kármánschen Versuche wohl als eine erste Annäherung betrachten. Aber wie ein Vergleich mit den vorgeführten Meßversuchen zeigt, wäre eine noch genauere Annäherung wünschenswert.

Ich möchte mir daher gestatten, Sie auf die Rutschkegeltheorie aufmerksam zu machen, von der ich glaube, daß sie eine ziemlich gute Erklärung für die ganzen Verhältnisse gibt.

Als Beispiel seien die Verhältnisse zugrunde gelegt, wie sie von Herrn Lueg für den Warmwalzversuch angegeben worden sind (Abb. 4). Die

Rutschflächen sind nach meinen früheren Ausführungen¹⁰⁾ eingetragen. Wenn wir nun den Walzstab in seiner Längssymmetrieebene mit einem in der Walze untergebrachten idealen Stift von unendlicher Feinheit abtasten, dann treffen wir am Eingangsquerschnitt plötzlich auf Werkstoff, auf Widerstand. Es wird sofort ein Hochgehen der Spannung eintreten. Wie hoch, ist zunächst gleichgültig, das hängt von den Werkstoffeigenschaften ab. Nach Überschreiten dieses Punktes begeben wir uns in eine schmale Zone, in der die Rückwirkung noch nicht so groß sein kann wie innerhalb der ganzen Grenzfläche, die infolge des Gegen-druckes von unten einen höheren Widerstand darbietet. Wir werden also von diesem Anfangsquerschnitt bis zu jenem Querschnitt, wo die Grenzfläche beginnt, ein langsames Ansteigen bis zu jener Spannung haben, wie sie bei den Untersuchungen gefunden worden ist und die ungefähr bei 23 kg liegt. Diese Spannung hat nun eigentlich gar keinen Anlaß, beim Hinwegbewegen des Stiftes über die ganze Länge der Grenzfläche irgendwelche Schwankungen auszuführen. Es wird dann vom Ende der Grenzfläche bis zum Ausgang des Walzspaltes ein langsames Abfallen der Spannung eintreten. Wenn wir diese Kurve mit dem wirklichen Meßstift aufnehmen, bekommen wir schon vor Beginn des Diagramms einen schrägen Anstieg und in den Kurvenecken größere Abrundungen.

Nun fällt uns bei der gezeigten Warmwalzkurve auf, daß sie gegen Ende des Walzvorganges doch allmählich ansteigt. Nach meiner Meinung kommen hier zwei Einflüsse zur Geltung, einmal der Einfluß der Geschwindigkeit und dann der Temperatur. Die Geschwindigkeit verursacht — wie der Vortragende auch ausgeführt hat —, etwas höhere Festigkeiten. Weil aber die Walzpreßgeschwindigkeit vom Anfangsquerschnitt an abnimmt und im Endquerschnitt zu Null wird, so wird die zusätzliche Spannungshöhe sich allmählich verlieren. Dagegen wächst der an sich stärkere Einfluß der Temperatur gegen Ende des Walzvorganges,

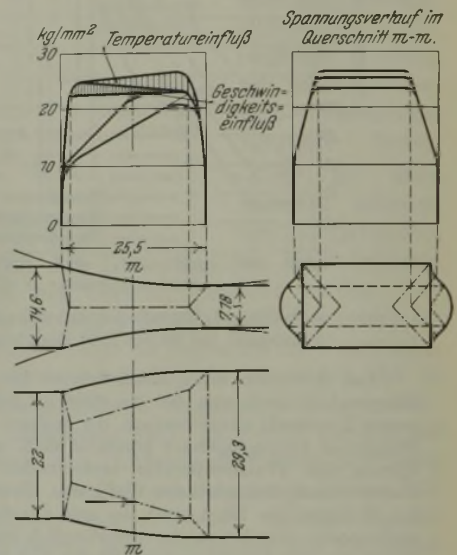


Abbildung 4. Werkstofffluß und Spannungsverteilung beim Warmwalzen.

⁵⁾ Stahl u. Eisen 34 (1914) S. 1551.

⁶⁾ Stahl u. Eisen 32 (1912) S. 820.

⁷⁾ E. Kirchberg: Grundzüge der Walzenkalibrierung (Dortmund: F. W. Ruhfus 1905) S. 5 ff.

⁸⁾ Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 735.

⁹⁾ J. Puppe: Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkel-, [- und]-Eisen (Düsseldorf: Verlag Stahl Eisen m. b. H. 1913) S. 24, 46 u. 47.

¹⁰⁾ Ber. Walzw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 27 (1922).

weil Wärme aus dem Stab in die Walzen übergeht und deshalb zusätzliche Festigkeit erzeugt, so daß sich hieraus wieder zwanglos der Anstieg der Gesamtkurve erklärt. In der Mitte des Stabes liegt eine Streifenbreite, die nahezu unveränderliche Werte gibt. Außerhalb dieses Streifens kommt man aber mit dem Taster in eine Gegend, wo man erst viel später auf die Grenzfläche stößt und wo deshalb die Spannungskurve viel geneigter zu ihrer endgültigen Höhe emporsteigt. Ähnlich ergeben sich die Kurvenbilder, wenn man quer zum Stab abtastet.

Die Grenzflächen sind im allgemeinen Trapeze, durch deren Schwerpunkt die Fließscheide im Sinne des Vortragenden geht. Sie liegt also nicht dort, wo der höchste Punkt der Spannungskurve sich befindet; denn Sie haben gesehen, daß der Höchstpunkt auch nahe am Ende sein kann, wo der Einfluß der Temperatur sich am meisten geltend macht. Auch bei den anderen gezeigten Kurven für Kupfer usw. wird man annehmen dürfen, daß deren Spitzen namentlich durch die Verfestigung und durch die besonderen Reibungsverhältnisse dieser ganz dünnen Bänder verursacht sind, so daß für das Fließen selber weniger die Lage dieser Kurvengipfel maßgebend ist als vielmehr die der Trapezscherwerpunkte; die letzten fallen auch nahezu mit dem Angriffspunkt der Walzkraft zusammen.

Ich hoffe, damit gezeigt zu haben, daß die Rutschkegeltheorie mindestens für den Warmwalzversuch eine sehr gute Erklärung des Meßkurvenverlaufes ermöglicht.

O. Emicke, Freiberg: Durch die Meßgeräte von Herrn Lueg werden die Spannungszustände an den Oberflächen des frei breienden Walzgutes erfaßt. Die Auswertung der in der Zahl überwiegenden Kaltwalzversuche zeigt an den Rändern des Stückes mehrfach ein Absinken des Druckes unter die Werte der üblichen Zugfestigkeit, eine Erscheinung, die auf seitliche Breitung zurückgeführt wird. Warmwalzversuche sind nur in beschränkter Zahl gemacht worden; bei diesen weist jedoch N. Metz durch zahlreiche Versuche einwandfrei nach, daß die Breitung bei frei breienden Querschnitten in der Mitte des Stückes und nicht an den Rändern liegt. Zwischen beiden Feststellungen klappt eine Lücke, die auszufüllen eine dankbare Forschungsaufgabe ist.

E. Siebel, Stuttgart: Das Wesentliche der Arbeit von Herrn Lueg besteht, abgesehen von der neuartigen Apparatur zur Walzdruckmessung, darin, daß der außerordentliche Einfluß der Walzenreibung auf den ganzen Walzvorgang klargestellt wurde.

Wir wissen, daß Reibung beim Walzen notwendig ist, damit der Walzvorgang vor sich gehen kann. Ich glaube, daß in keiner der bisher erschienenen Arbeiten so deutlich zutage getreten ist, wie die Reibung die Druckverteilung beeinflusst. Andererseits haben wir aus den letzten Ausführungen von Herrn Lueg gesehen, daß Druckverteilung und Werkstofffluß in engstem Zusammenhang stehen. Hier dürften wohl auch für die Praxis wichtige Folgerungen zu ziehen sein. Es sind zur Zeit im Kaiser-Wilhelm-Institut Untersuchungen im Gange, wo dem Einfluß der Walzenreibung auf den Werkstofffluß, besonders auf die Breitung und Voreilung des Walzgutes, nachgegangen wird. Es zeigt sich, daß für das Kalibrieren recht bemerkenswerte Schlüsse zu ziehen sind. Je größer die Reibung wird, um so mehr wird sie der Neigung der Kaliberwände entgegenwirken. Man vermag durch Veränderung der Reibung also auch das Füllen des Kalibers zu beeinflussen. Daß die Beeinflussung des Walzdruckes durch die Reibung auch von praktischer Bedeutung ist, was von Herrn Falk bezweifelt wurde, ergibt sich ohne weiteres für das Kaltwalzen. Hier ist seit langem bekannt, daß man durch Schmierung des Walzgutes den Walzdruck weitgehend herabzumindern vermag. Ich glaube, daß ein weiteres Forschen auf dem Gebiete der Walzenreibung zu recht fruchtbaren Ergebnissen führen wird.

A. Spenlé, Essen: Ich vermisse in diesen Versuchen den Einfluß der Walzgeschwindigkeit, die von sehr großem Einfluß auf die Breitungsverhältnisse ist. Ich möchte fragen, ob im Kaiser-Wilhelm-Institut dahin gehende Versuche gemacht worden sind.

A. Pomp: Bisher ist der Einfluß der Geschwindigkeit bei Walzversuchen noch nicht untersucht worden, da unsere Einrichtung einen Wechsel der Geschwindigkeit nicht zuläßt.

F. H. Gillhaus, Moers: In einem Punkte ist der Vortrag insofern sehr erweiterungsbedürftig, als nicht allein die Reibung, sondern auch mehrere andere Einflüsse eine Rolle spielen. Wenn die Reibung die Spannungsverteilung wie auch die damit zusammenhängende Breitung hauptsächlich beeinflussen würde, dann hätten wir ja bei den verschiedenen Temperaturen und auch bei den verschiedensten Walzverhältnissen keine unterschiedliche Auswirkung der gleichen Form.

Es muß bei solchen Walzversuchen, wenn sie eindeutige Schlüsse zulassen sollen, eine Gleichmäßigkeit des Querschnitts vorausgesetzt werden. Ein gedrückter Block wird natürlich, solange die Temperatur überall im Querschnitt gleich ist, auch nach allen Seiten gleichmäßig ausfließen wollen. Wir beobachten

jedoch ein Ausdrücken der Mitte, woraus folgerichtig auf Reibung in den Druckflächen geschlossen werden kann. Die Reibung braucht aber nicht mehr die Ursache zu sein, wenn sich, wie üblich, zwischen der Randzone und dem Kern Temperaturunterschiede einstellen, wie dies in der Skizze durch Schraffur angedeutet ist (Abb. 5). Ich glaube deshalb auf den Einfluß dieser Temperaturunterschiede als weiter wertvoll für die praktische Untersuchung aufmerksam machen zu müssen, da es uns auch Aufschluß über die Kalibrierungsverhältnisse geben wird.



Abbildung 5.
Temperaturunterschied
zwischen Randzone und
Kern.

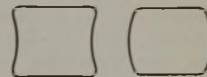


Abbildung 6.
Einziehen der Ränder
bei warmem Block und
Ausbauchen bei kal-
terem Block.

Ein sehr warmer Block, der unmittelbar aus dem Tiefofen gezogen und sofort gewalzt wird, zieht sich an den Rändern ein, während ein anderer Block, der längere Zeit abkühlen konnte oder in der Grube nicht genügend ausgeglichen ist, somit eine kältere Randzone hat, ganz anders in der Mitte breitet und die bekannte Tonnenform annimmt (Abb. 6).

Hierbei ist die absolute Größe des Querschnitts für die Stärke der Wirkung von maßgeblicher Bedeutung, da die Temperaturunterschiede nach dem Rand hin mit Kleinerwerden des Blockes immer mehr verschwinden.

Wenn somit bei solchen Walzversuchen die übrigen Einflüsse untersucht werden sollen, so muß festgestellt werden, ob die Temperatur gleichmäßig gewesen ist. Daß bei Kaltversuchen die Folgerungen aus der Spannungsverteilung zutreffen, ist ohne weiteres verständlich. Aber auch sonst werden die Lueg'schen Versuchsergebnisse noch nicht in Frage gestellt, da es sich um verhältnismäßig kleine Querschnitte handelt, die man praktisch wohl als genügend gleichmäßig ansehen kann.

Ich selbst habe auf die Spannung beim Walzen abzielende Versuche durchgeführt und versucht, auf Grund der Temperaturunterschiede zu einem gewissen Schluß zu kommen. Das wurde mir aber durch den Zusammenhang der verschiedenen Einflüsse derart erschwert, daß ich mich dazu bequemen mußte, der Frage mit mathematischer Ueberlegung beizukommen.

Darauf näher einzugehen, habe ich im Augenblick nicht die Möglichkeit, möchte Sie aber bitten, in der genannten Richtung Versuche anzustellen, und wäre Ihnen dankbar, wenn Sie mir Gelegenheit gäben, daran mitzuwirken.

A. Falk: Die seitliche Einknickung größerer Blockquerschnitte ist leicht erklärlich. Infolge des geringen Wertes Durchmesser-Blockhöhe bei Blockwalzen entsteht eine derart rasche Verarbeitung der oberen und unteren Teile, daß sie sofort ausbreiten und die Mitte zurückbleibt. Wären die Blockwalzen 4 bis 5 m dick — wäre also das Verhältnis ungefähr wie im übrigen Walzbereich —, so träte die seitliche Ausbauchung ein.

O. Emicke: Das Versuchswalzwerk der Bergakademie zu Freiberg wurde von mir mit den Meßvorrichtungen der Firma Siemens, Berlin, ausgerüstet, und zwar mit zwei Torsionsdynamometern, einer Druckdose und einem sechschleifigen Oszillographen; des weiteren sind zwei neuzeitliche Glycerindruckdosen mit Selbstschreibern der Firma Losenhäuser ständig in Gebrauch. Die Anordnung und Benutzung der Siemens-Meßvorrichtungen liegt in einer ausführlichen Beschreibung an Hand wissenschaftlicher Versuchsergebnisse bereits vor¹¹⁾.

Vor der Anschaffung der heute noch sehr kostspieligen Meßgeräte war die Frage zu prüfen, ob allein indirekte Druckmessungen über oder unter den Lagerstellen der Walzenzapfen die genaue Ermittlung des Formänderungswiderstandes der Metalle im kalten und warmen Zustand ermöglichen. Diese Frage läßt sich deshalb nicht bejahen, weil gewisse Annahmen, die zur Bestimmung der reinen Walzarbeit gemacht werden, sich noch nicht bestätigt haben; so werden beispielsweise mit fraglicher Berechtigung die aus den Walzdruckmessungen erhaltenen Werte in die bekannte Finksche Arbeitsgleichung eingesetzt, desgleichen werden Annahmen über den Angriffspunkt der Resultierenden des Walzdruckes gemacht, für die, wie der Vortrag des Herrn Lueg zeigt, ein Beweis bisher nur von Fall zu Fall erbracht worden ist. Solange diese Fragen nicht grundsätzlich geklärt sind, werden auch verfeinerte Druckmessungen nicht zum gewünschten Ziel führen. Zwar haben die Siemens-Druckdosen gegenüber den mechanischen Druckmeßverfahren den Vorteil der Tragheits-

¹¹⁾ O. Emicke, H. Allhausen u. W. Mauksch: Neuartige Verfahren zur Ermittlung der reinen Walzarbeit. Siemens-Z. 12 (1932) Nr. 10, S. 341/46.

losigkeit, die Vergleichsmessungen mit den Glycerindruckdosen haben jedoch bei Drücken von 50 t, wie sie beim Versuchswalzwerk in Freiberg in Anwendung kamen, eine ausreichende Uebereinstimmung mit den elektrischen Druckmeßverfahren ergeben. Im Gegensatz hierzu haben sich Dosen, bei denen der Druck durch das Zusammenpressen einer elastischen Masse, wie Gummi od. dgl., ermittelt wird, weder walztechnisch noch meßtechnisch bewährt, denn die Nachgiebigkeit der Meßvorrichtung war im Gegensatz zu den vorerwähnten Verfahren so groß, daß es überhaupt nicht möglich war, eine gewünschte Stichabnahme auch nur annähernd zu erhalten. Es sei in diesem Zusammenhang ausdrücklich darauf hingewiesen, daß von Zeit zu Zeit eine genaue Vor- und Nachreichung der Meßgeräte nach Möglichkeit im Walzgerüst zum Nachprüfen der Versuchsergebnisse unumgänglich notwendig ist.

Zusammenfassend kann über die Druckmeßvorrichtungen gesagt werden, daß die Siemens-Druckdose im rauen Walzwerksbetrieb nur dann mit Vorteil Verwendung finden kann, wenn es sich, wie es z. B. beim Pilgerschrittverfahren der Fall ist, um die genaueste Aufzeichnung von sehr kurzzeitig sich abspielenden und verzwickten Walzvorgängen handelt, daß jedoch in allen andern Fällen eine gut ausgeführte Glycerindruckdose wesentlich billiger und einfacher zum Ziel führt.

Aus den eingangs erwähnten Gründen lag bei den Walzversuchen in Freiberg zur Ermittlung der reinen Walzarbeit und des Formänderungswiderstandes der Metalle der Schwerpunkt nicht mehr in den Druckversuchen, sondern mit Hilfe der Siemens-Torsionsdynamometer in der Bestimmung der von den Kuppelspindeln auf die Arbeitswalzen unmittelbar ohne Einschaltung eines Zwischengliedes übertragenen mechanischen Arbeit; sie ergibt sich aus den mit Hilfe der Torsionsdynamometer gemessenen Drehmomenten und der Winkelgeschwindigkeit, die beide dem Oszillogramm entnommen werden können¹²⁾. Die Lagerreibung ist bei der zur Anwendung gekommenen Rollenlagerung dem Walzdruck verhältnismäßig.

Die gesuchte reine Walzarbeit ergibt sich aus der Differenz der mechanischen Arbeit und der Reibungsarbeit. Hat man diese ermittelt, so läßt sich der Formänderungswiderstand bestimmen

$$\text{nach der Gleichung: } k_{fm} = \frac{A_w}{V \cdot \ln \frac{Q_1}{Q_2}}$$

Zweifellos sind die auf die oben beschriebene Art erhaltenen Werte des Formänderungswiderstandes genauer als die durch Druckmessungen erhaltenen und daher für den Konstrukteur von Walzwerken, den Walzgießer und den praktisch tätigen Walzwerker wertvoller.

H. Opitz, Aachen: Neben den drei bisher erwähnten Meßverfahren ist noch ein neueres in den letzten Jahren im Aachener Werkzeugmaschinen-Laboratorium entwickeltes Kräfte-meßverfahren zu erwähnen. Bei dieser Meßdose wird die Ohmsche Widerstandsänderung einer Flüssigkeit infolge der elastischen Verformung einer Stahlmembran gemessen (Abb. 7).

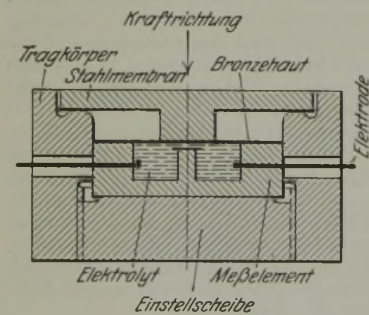


Abbildung 7. Schematische Darstellung der elektrischen Meßdose.

Die Aufnahme der Kraft geschieht durch eine Stahlmembran, die sich am Umfang auf einen Tragkörper abstützt und deren nachgiebige Durchbiegung sich auf das im Innern des Tragkörpers angeordnete Meßelement überträgt. Dieses aus einem Isolierstoff bestehende Element hat zwei durch eine halbhohe Scheidewand voneinander getrennte Hohlräume, in die der Elektrolyt eingefüllt wird. In Richtung auf die Stahlmembran wird das Element durch eine Bronzehaut abgedeckt. In die beiden Hohlräume führen die Elektroden; der Widerstand des Meßelementes gegen den Stromdurchgang bestimmt sich aus der Größe des Flüssigkeitsquerschnittes zwischen der Scheidewand und der Bronzehaut. Bei Aenderung dieses Querschnittes infolge der elastischen Durchbiegung der Stahlmembran ändert sich der Ohmsche Widerstand des Meßelementes im gleichen Verhältnis, wie sich die Kraft ändert.

Durch entsprechende Ausbildung der einzelnen Teile dieser Meßdose lassen sich bereits bei Durchbiegungen von nur einigen hundertstel Millimetern genügend genaue Anzeigen an einem gewöhnlichen Milliampereometer erhalten. Zum Betriebe der Meßdose wird üblicher Wechselstrom verwendet, der nach Art

¹²⁾ Vgl. Abb. 5, 10 u. 11 der erwähnten Abhandlung.

der Wheatstoneschen Brücke geschaltet wird. Im Gegensatz zu den vorerwähnten elektrischen Meßverfahren sind die Anzeigergeräte bei der Widerstandsmessung außerordentlich einfach. Begnügt man sich mit einem Anzeigergerät mit einer Einstellzeit von etwa $\frac{1}{3}$ s, so läßt sich die ganze Vorrichtung in einen kleinen Meßkasten einbauen, der einerseits mit dem Wechselstromnetz, andererseits mit der Meßdose verbunden zu werden braucht, wobei die Kraft gleich an dem Gerät abzulesen ist. Bei sehr rasch verlaufenden Vorgängen kann zum Aufschreiben ein gewöhnlicher Oszillograph ohne weiteres statt des Milliampereometers angeschossen werden. Ausgeführt wurden die Meßdosen bisher bis zu Drücken von 200 t. Eine Steigerung der Belastung ist aber durch Verstärkung der Stahlmembran ohne weiteres möglich, wobei aber stets das gleiche Meßelement und die gleichen elektrischen Geräte verwendet werden können.

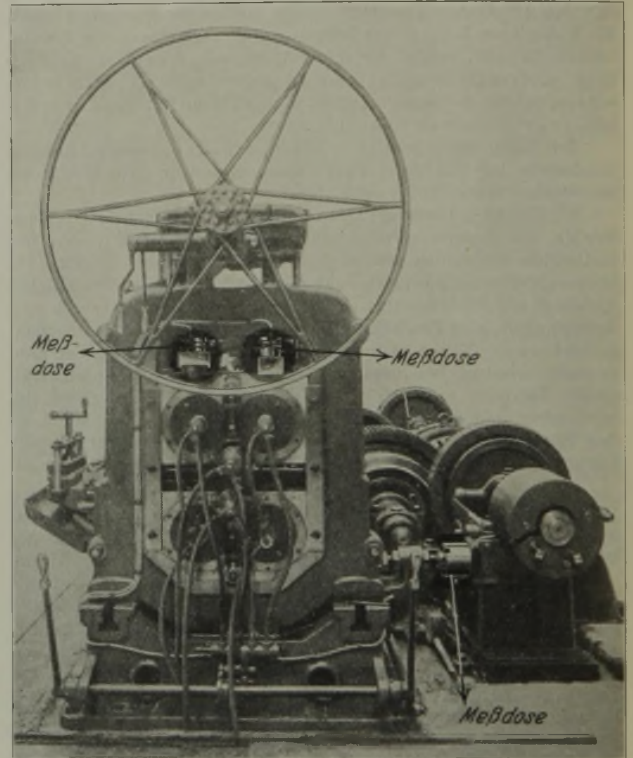


Abbildung 8. Einbau der Meßdosen unter jedem Druckstempel.

In einem Versuchskaltwalzwerk wurde unter jedem Druckstempel eine Meßdose eingebaut (Abb. 8). Gleichzeitig wurde auch in die Abstützung der Haspel gegen das Maschinengestell eine Dose so eingebaut, daß der Bandzug gemessen werden kann. Die Geräte sowohl für das Duowerk als auch für das Sechsrollengerüst sind in einem Meßtisch vereinigt. Bei einem mit einer solchen Meßdose aufgenommenen Oszillogramm wird die Amplitudenänderung bei der Belastung der Dose ausgemessen. Bei einem Strom mit einer Frequenz von 50 Perioden läßt sich so alle $\frac{1}{50}$ s ein Meßpunkt erzielen. Genügt dieses nicht, so muß die Dose mit einem Strom höherer Frequenz betrieben werden.

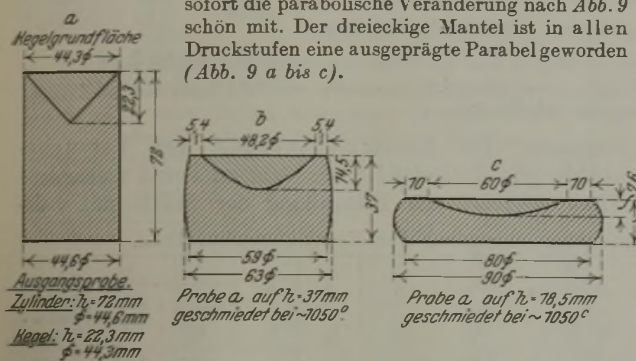
Der Vorteil des vorbeschriebenen Meßverfahrens besteht darin, daß bei Einhaltung kleinster Meßwege und geringer Bauhöhe der Meßdose mit einfachen Mitteln in betriebssicherer Weise Walzdrücke in beliebiger Höhe bestimmt werden können, ohne daß bei Bedienung der elektrischen Geräte besondere Schwierigkeiten auftreten. In Verbindung mit Kontaktgeräten lassen sich diese Meßdosen vorteilhaft auch zur selbsttätigen Auslösung des Zustellmotors oder des Hauptantriebes bei gleichzeitiger optischer Signalgabe im Augenblick der Ueberschreitung eines einstellbaren Höchstdruckes verwenden.

A. Falk: Bei den Ausführungen Riedels über die Rutschkegeltheorie und bei seinem Bemühen, sie mit den Druckversuchen Luegs in Uebereinstimmung zu bringen, glaubte ich bereits vor 20 Jahren, endgültig die Rutschkegeltheorie im Gebiet der bildsamen Formgebung widerlegt zu haben, zumal da hier die Mehrzahl der Fachleute die Kegel richtig als Zonen an sich sehr veränderlicher Widerstände infolge der Reibung zwischen Werkstoff und Werkzeug deuten. Bereits in den Jahren 1916 und 1917, also mehrere Jahre vor den Arbeiten von N. Metz, dessen Vorrecht ich damit nicht bestreiten möchte, habe ich eine große Anzahl

heute noch als Proben und Lichtbilder erhaltener Preß- und Schmiedeversuche gemacht, bei denen Zylinder mit eingesetzten, graphitgeschmierten Schrauben verwendet wurden. Die Abstände der Gewindespitzen ergaben die genauen Verschiebungen. Nahm die Reibung von den Druckplatten aus gleichmäßig ab, so ergab sich ein gleichmäßig geringer werdender Abstand der Gewindengänge. Es war der ideale Fall der Kurvenbildung. Die Verkürzungskurve in der Druck- und Zylindermittellinie war eine quadratische Parabel, die Parallelen zur waagerechten x-Achse ebenfalls solche mit der Gleichung $2py = x^2$, die Parallelen zur y-Achse mit $2px = y^2$. Bei ungleichmäßiger Reibung, also sehr starker Abkühlung an den Platten und übermäßiger Ausbauchung in der Mitte, ergaben sich — mit Wahrung ihres Charakters — entsprechende parabolische, aus Parabelbögen zusammengesetzte Kurven.

Wenn Riedel behauptet, in der Nähe der Druckplatten träte keine Verkürzung ein, so stimmt das beim dynamischen und statischen Druckversuch bis zu einem gewissen Grad. Die Formänderung ist aber nur verringert, nicht aufgehoben. Beim Walzen mit der bedeutenden Relativbewegung des Walzgutes wird es bestimmt noch viel weniger der Fall sein.

Versuche haben bestätigt, daß bei vollständiger Beseitigung der Reibung nur Parallelverschiebung eintritt. Ein in die Druckfläche eingesetzter Kegel machte, wenn Reibung da war, sofort die parabolische Veränderung nach Abb. 9 schön mit. Der dreieckige Mantel ist in allen Druckstufen eine ausgeprägte Parabel geworden (Abb. 9 a bis c).



Abbildungen 9 a bis c. Schmiedeproben aus Weicheisen mit eingesetztem Kegel.

R. Frank, Hilden: Mit der Druckmeßdose von Wallichs-Opitz sind von mir im Laboratorium für Werkzeugmaschinen der Technischen Hochschule zu Aachen die Schnittdrücke bei der spanabhebenden Formgebung in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit geprüft worden. Im Gegensatz zu Taylor, Kloppstock u. a. wurde festgestellt, daß die spezifischen Schnittdrücke mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit sich ändern. Unter den in Abb. 10 eingetragenen Bedingungen verläuft die Druckschaulinie ähnlich der oben angeführten Walzdruck-Temperaturkurve von Pomp. Die Versuche sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

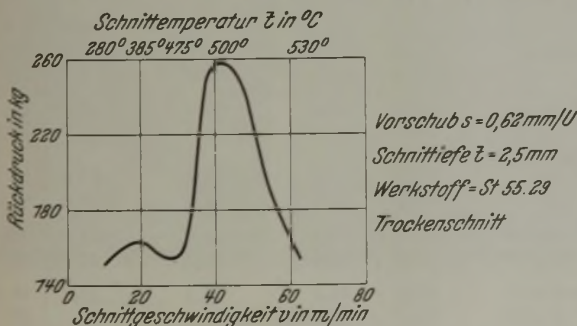


Abbildung 10. Druckschaulinie bei Schnittdrücken.

Vielleicht lassen die leichter übersehbaren Schnittdruckversuche auch auf die Einflüsse der Formänderungsgeschwindigkeiten beim Walzen schließen. Es wäre interessant, auf diesem Wege weiter zu untersuchen.

A. Pomp: Ich hatte Gelegenheit, vor einiger Zeit eine Gummi-meßdose zu untersuchen. Ich glaube, die Mängel dieser Dose sind in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Dose außerordentlich temperaturempfindlich ist. Wenn sich die Temperatur ändert, ändert sich auch die Anzeige der Dose.

Meine Beobachtungen beziehen sich auf Kaltwalzversuche. Nachdem das Gerüst eine Zeitlang gelaufen war, hatte sich die Dose auf 35 bis 40° erwärmt. Die Dose war bei 20° geeicht.

O. Emicke: Zwischen den Versuchen, die wir gemacht haben, lagen ungefähr 5 min. Wir hatten genügend Zeit, um die Dose wieder auf die Zimmertemperatur zu bringen, die sie hatte. Im übrigen war der Konstrukteur der Dose selbst dabei, der sicher allen Grund hatte, die Faktoren zu berücksichtigen, die bei einer derartigen Dose berücksichtigt werden müssen.

F. Riedel: Die „Widerlegung“ der Rutschkegeltheorie durch Herrn Falk ist, wie ich feststellen muß, bereits vor Veröffentlichung meiner Arbeit erschienen, kann sich also kaum auf diese beziehen. Im übrigen veranlassen mich seine Ausführungen, etwas näher auf die von ihm gebrachten Beispiele einzugehen. Er hat erwähnt, daß das Schraubengewinde in der Mitte des Druckkörpers mehr zusammengepreßt worden ist als in der Nähe der Endfläche. Das kommt daher, daß innerhalb des Rutschkegels keine Längenveränderungen eintreten können, da die am Rutschkegel wirkenden Kräfte sich das Gleichgewicht halten. In der Mitte des Stabes kann dagegen der Werkstoff strahlenförmig nach außen ausweichen. Hier werden deshalb zuerst die Schraubengänge zusammengedrückt. Das ist ein klarer Beweis für die Richtigkeit der Rutschkegeltheorie. Wenn Herr Falk in die Endfläche des Stauchkörpers einen besonderen Kegel einsetzt und dann nach kräftigem Zusammendrücken die strenge Kegelform nicht mehr erhalten sieht, so liegt dies daran, daß inzwischen die eigentlichen Rutschkegel erheblich größere Abmessungen durch die Vergrößerung der Endflächen angenommen haben und nach Zusammentreffen ihrer Spitzen sich gegenseitig und natürlich auch den eingesetzten Anfangskegel umformen. Wird dagegen ein Doppelkegel mit zutreffendem Grundwinkel für sich gestaucht, so bleibt dieser Winkel genau erhalten.

Beim Warmwalzen kann die Reibung zwischen Walzen und Walzgut durch Schmierung nicht beseitigt werden. Warum soll also dieser theoretische Fall berücksichtigt werden, der in der Praxis nicht eintritt?

F. Körber, Düsseldorf: Ein paar grundsätzliche Bemerkungen. Es gibt eine Reihe Erscheinungen bei dem Formänderungsvorgang, bei denen sich Formen gezeigt haben, die Herr Riedel mit dem Namen „Rutschkegel“ belegt hat. Diese Erscheinungen wirken sich im Werkstofffluß aus bei einer ganzen Reihe von Vorgängen, bei denen, wie wir uns eben geeinigt haben, die Reibung an den Preßflächen eine Rolle spielen muß. Wir können aber nicht verlangen, daß eine Vorstellung, die sich in einer Reihe von Einzelfällen nutzbar anwenden lassen mag, nun geeignet sein soll, alle Vorgänge der Verformungen, die wir beobachten, zu erklären. Dazu ist das Problem wirklich zu verwickelt.

Als das Hauptergebnis der heutigen Ausführungen aller Vortragenden möchte ich feststellen: Wir haben eine Fülle von Meißverfahren verfeinerter, neuester Art kennengelernt, die uns jetzt gestatten, unser Tatsachenwissen über die verwickelten Verformungsvorgänge zu erweitern. Diese Forschungen müssen ihren Ausgang nehmen von einfachen Vorgängen mit wenigen Veränderlichen. Deswegen haben wir auch im Eisenforschungs-Institut zunächst fast nur Kaltwalzvorgänge untersucht und auch nur mit einer Walzgeschwindigkeit gearbeitet. Wenn sich dann allmählich das Bild des Verformungsvorganges klarer herauschält, dann erst bauen wir die Theorie. Das ist meine Vorstellung von der zweckmäßigsten Forschung; mit der werden wir zum Ziele kommen.

W. Lueg, Düsseldorf (nachträgliche schriftliche Erwidern): Zu den Einwänden von Herrn Falk bemerke ich folgendes. Die Formänderungs- bzw. Quetschfestigkeit k_f eines Werkstoffes ist bei der Warmverformung in solch starkem Maße von seiner Temperatur und der aufgebrachten Formänderungsgeschwindigkeit abhängig — und zwar nur von diesen beiden Größen, und nicht, wie Falk aus seiner Formel für den Widerstand schließen will, auch von den Querschnittsverhältnissen —, daß das Einsetzen fester Zahlen als sehr gewagt bezeichnet werden muß. Ist doch z. B. selbst bei der gleichen Temperatur nach H. Hennecke¹³⁾ für 1050° bei dynamischer Stauchung die Quetschfestigkeit k_f 2,5mal so groß wie bei statischer Stauchung.

Auf die ganze Walzspaltlänge bezogen, ergibt sich aus Abb. 13¹⁾ ein mittlerer Formänderungswiderstand von rd. 25 kg/mm². Dieser Wert stimmt größtenteils mit den angeführten Versuchen von E. Siebel und E. Fangmeier überein, wenn man beachtet, daß der in Abb. 13¹⁾ gefundene Wert nur für die Stabmitte gilt und daß an den Stabrändern entsprechend allen gemessenen Spannungsverteilungen niedrigere Werte auftreten müssen. Die genannten Forscher stellen ferner fest, daß die Abweichung des Formänderungswiderstandes von der Formänderungsfestigkeit beim Warmwalzen quadratähnlicher Querschnitte nicht sehr groß sein kann. Ich gebe gerne zu, daß die Quetschfestigkeit beim

¹³⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 94 (1926); vgl. Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 315.

Walzen (1,15 kt) mit 23 kg/mm² vielleicht etwas zu hoch angenommen worden ist; sie wird aber bestimmt bei dem untersuchten Walzvorgang in der Größenordnung von 20 kg/mm² liegen und keinesfalls den von Falk angegebenen Wert von 6,3 kg/mm² annehmen. Mit dem Vergleich der Abb. 13 und 8¹⁾ ist nur das Warmwalzen quadratähnlicher, stark breiter Querschnitte gemeint, was ich leider zu unterstreichen vergaß. Wie Falk richtig bemerkt, stehen bei der Warmwalzung dünner, gering breiter Streifen ähnliche Druckverteilungen zu erwarten, wie sie für die Kaltwalzung solcher Bänder gefunden wurden.

Der Feststellung Falks, daß die Reibungszahl μ einen wesentlichen Bestandteil jeder Widerstandsberechnung bilden muß, pflichte ich vollkommen bei: sie findet auch in dem von mir benutzten Ansatz (Gleichung 2) in Gestalt des Fließwiderstandes p_1 volle Berücksichtigung. Was jedoch das Einsetzen fester Zahlen für μ angeht, so ist hierbei immer noch größte Vorsicht geboten, da ja nicht einmal bekannt ist, ob μ unter den im ganzen Walzspalt verschiedenen Druckverhältnissen überall von gleicher Größe ist.

Bei größerer Reibung steigt mit dem Walzdruck notwendig auch die Umformungsarbeit, was eindeutig aus der Beziehung

Walzdruck \times Hebelarm = Walzarbeit (Drehmoment) hervorgeht. Im übrigen sei nochmals auf die in Kürze erscheinenden Versuche von W. Lueg und E. Osenberg verwiesen.

Unter Walzenabplattung verstehe ich das elastische Nachgeben der Walzenoberfläche an der Druckstelle unter einem hohen, auf die Flächeneinheit bezogenen Walzdruck. Es ist damit nicht gesagt, daß eine Abplattung bei jedem Walzvorgang auftreten muß. Dies beweist auch der Einwand von Falk über die hohlgedrehten Feinblechwalzen. In der Bandwalzerei werden jedoch fast überall ballig gedrehte Walzen benutzt, da hier der Einfluß der Abplattung den der Wärmeausdehnung überwiegt.

Eine Stellungnahme zu den Ausführungen von Herrn Riedel möchte ich mir versagen, obwohl gegen sie grundsätzliche Einwände zu machen sind, was besonders für die Aussagen über die Lage der Fließscheide und des Walzdruckangriffpunktes gilt.

Zu der Äußerung von Herrn Emicke ist zu bemerken, daß aus Abb. 15¹⁾ ein stärkeres Breiten der Stabränder nicht gefolgt werden kann; die nach den Rändern zu gegen die Walzrichtung wachsende Neigung der Fließrichtungslinien läßt vielmehr auf ein gleichmäßiges Breiten aller Stabteile schließen.

Einfluß eines geringen Titanzusatzes auf Baustähle.

Von Josef Arend und Max Lobe in Berlin-Spandau.

[Mitteilung der Deutschen Industrie-Werke, A.-G., Berlin-Spandau.]

(Einfluß eines Titanzusatzes von 0,2 bis 0,4 % auf die Zerreißeigenschaften und die Härte von unlegierten Stählen mit 0,1 und 0,25 % C, von Chromstählen mit 0,15 % C und 0,7 % Cr sowie eines Chrom-Nickel-Stahls mit 0,13 % C, 0,7 % Cr und 3,5 % Ni nach Glühung und Abschreckung.)

Obwohl die Versuche, Titan zur Desoxydation und Legierung des Stahles heranzuziehen, schon weit zurückgehen¹⁾, fehlen noch genauere Kenntnisse über die Eigenschaften von Titanstählen. Einen Beitrag hierzu mögen die folgenden Untersuchungen an fünf betriebsmäßig hergestellten Schmelzen von Kohlenstoff-, Chrom- und Chrom-Nickel-Stahl teils mit, teils ohne Titanzusatz, darstellen.

Die Stähle werden im basischen Siemens-Martin-Ofen erschmolzen, wobei der Einsatz aus etwa 2 t Kokillenschrott, 7 t Kernschrott und 1,5 t Spiegeleisen bestand. Vor dem Abstich wurde mit Ferromangan und Ferrosilizium sowie mit 2 kg Al desoxydiert. Nach dem Verfahren von W. Mathesius und H. Mathesius²⁾ legierte man das Titan mit Thermit derart zu, daß es in einer zweiten Pfanne mit dem Stahl aus der Abstichpfanne übergossen wurde. Nach 10 min langem Abstehen wurde im Gespann zu 1000-kg-Blöcken

vergossen. Die Zusammensetzung der Versuchsstähle gibt *Zahlentafel 1* an. Das im Ferrit vorhandene Titan geht bei der Behandlung der Stähle mit Salz-

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der Versuchsschmelzen.

| Schmelze | | C % | Si % | Mn % | P % | S % | Cr % | Ni % | Ti | | |
|----------|------------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|-------------|----------------|------------------------|
| | | | | | | | | | gesamt % | Rückstand % | in HCl löslich % |
| 1 | mit Titan | 0,11 | 0,40 | 0,60 | 0,023 | 0,005 | Spur | — | 0,18 | 0,136 | 0,044 |
| | ohne Titan | 0,11 | 0,37 | 0,59 | 0,029 | 0,022 | — | — | — | — | — |
| 2 | mit Titan | 0,25 | 0,26 | 0,56 | 0,010 | 0,003 | Spur | — | 0,43 | 0,19 | 0,24 |
| | ohne Titan | 0,25 | 0,22 | 0,56 | 0,010 | 0,009 | — | — | — | — | — |
| 3 | mit Titan | 0,14 | 0,29 | 0,72 | 0,020 | 0,004 | 0,77 | — | 0,18 | 0,165 | 0,015 |
| | ohne Titan | 0,15 | 0,24 | 0,65 | 0,011 | 0,015 | 0,71 | — | — | — | — |
| 4 | mit Titan | 0,18 | 0,34 | 0,71 | 0,020 | 0,003 | 0,73 | — | 0,36 | 0,094 | 0,264 |
| | ohne Titan | 0,18 | 0,34 | 0,71 | 0,020 | 0,009 | 0,68 | — | — | — | — |
| 5 | mit Titan | 0,13 | 0,31 | 0,52 | 0,022 | 0,004 | 0,78 | 3,47 | 0,26 | 0,027 | 0,233 |
| | ohne Titan | 0,13 | 0,25 | 0,58 | 0,017 | 0,009 | 0,60 | 3,50 | — | — | — |

Zahlentafel 2. Zerreißeigenschaften der verschiedenen Stähle nach Normalglühung und Abschreckung.

| Schmelzung | Behandlung | Streckgrenze kg/mm ² | Zugfestigkeit kg/mm ² | Streckgrenze Zugfestigkeit · 100 | Dehnung (l = 5 d) % | Einschnürung % | |
|------------|------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|------|
| | | | | | | | 1 |
| 1 | mit Titan | bei 800° geglüht | 38,7 | 46,0 | 84,1 | 30 | 60,5 |
| | | bei 850° gehärtet in Wasser | 33,1 | 57,3 | 58,2 | 25,6 | 59 |
| 1 | mit Titan | in Oel | 29,3 | 52,2 | 56,1 | 28,0 | 70 |
| | | 2 | ohne Titan | bei 800° geglüht | 32,2 | 51,4 | 62,6 |
| 2 | mit Titan | bei 800° geglüht | 43,6 | 58,0 | 75,2 | 22 | 58 |
| | | 3 | mit Titan | Walzzustand | 40,5 | 54,2 | 73,2 |
| 3 | ohne Titan | bei 800° geglüht | 36,2 | 45,3 | 79,9 | 29 | 67 |
| | | mit Titan | bei 800° geglüht | 36,2 | 49,8 | 72,6 | 29 |
| 3 | ohne Titan | bei 820° gehärtet in Wasser | 71,0 | 83,0 | 85,5 | 16 | 36 |
| | | mit Titan | in Wasser | 48,4 | 78,9 | 61,3 | 20 |
| 3 | mit Titan | in Oel | 40,7 | 68,8 | 61,3 | 18 | 41 |
| | | 4 | mit Titan | Walzzustand | 38,2 | 52,0 | 73,5 |
| 4 | mit Titan | bei 600° geglüht | 38,2 | 50,9 | 75,2 | 30,4 | 71 |
| | | mit Titan | bei 800° geglüht | 34,4 | 49,7 | 69,2 | 33 |
| 4 | mit Titan | bei 900° geglüht | 31,8 | 48,4 | 65,7 | 32 | 70 |
| | | 5 | ohne Titan | bei 800° geglüht | 36,0 | 58,0 | 62,0 |
| 5 | mit Titan | bei 800° geglüht | 47,0 | 65,1 | 72,0 | 24 | 54 |
| | | ohne Titan | bei 850° gehärtet in Wasser | 116,0 | 123,5 | 93,1 | 12 |
| 5 | mit Titan | in Wasser | 86,8 | 101,9 | 85,2 | 14 | 59 |
| | | in Oel | 61,1 | 90,4 | 67,6 | 12 | 64 |

¹⁾ Vgl. die Schrifttumzusammenstellung bei H. Mathesius: Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Berlin 1927; ferner die neueren Arbeiten von S. Satoh: Amer. Inst. min. metallurg. Engr. Techn. Publ. Nr. 260 (1929); B. M. Larsen: Met. & Alloys I (1930) S. 703/13, 763/69 u. 819/25; G. F. Comstock: Met. Progr. 19 (1931) S. 58/63; W. Zieler: Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 299/314.

²⁾ DRP. Nr. 535 750 (1929); vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 88.

säure in Lösung, während die Verbindungen des Titans mit Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff im Rückstand verbleiben, dessen weitere Analysierung bisher jedoch noch nicht gelungen ist. Da die Art, in der Titan im Stahl vor-

| Abgeschreckt von °C | Streckgrenze kg/mm ² | Zugfestigkeit kg/mm ² | Streckgrenze Zugfestigkeit · 100 | Dehnung (l = 5 d) % | Einschnürung % |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|
| — | 49,4 | 61,9 | 79,6 | 18,8 | 64,0 |
| 100 | 53,8 | 60,0 | 87,2 | 19,2 | 68,0 |
| 200 | 53,5 | 59,8 | 89,4 | 18,9 | 67,3 |
| 300 | 46,8 | 59,7 | 78,6 | 19,6 | 67,7 |
| 400 | 49,8 | 60,0 | 83,0 | 20,5 | 68,3 |
| 500 | 53,3 | 62,5 | 85,3 | 19,1 | 67,3 |
| 600 | 53,7 | 60,5 | 88,8 | 18,2 | 66,6 |
| 700 | 55,1 | 60,5 | 91,9 | 18,6 | 65,3 |
| 800 | 83,6 | 93,6 | 88,2 | 10,4 | 32,0 |
| 900 | 105,0 | 109,7 | 95,8 | 9,7 | 55,7 |
| 1000 | 76,0 | 84,0 | 90,5 | 15,5 | 60,0 |
| 1000 ¹⁾ | 57,7 | 67,3 | 85,7 | 17,7 | 68,0 |

¹⁾ Bei 600° angelassen.

Zahlentafel 4. Einfluß des Anlassens bei 500° auf die Härte der mit Titan legierten Stähle nach dem Abschrecken von 1250° in Wasser.

| Anlaßdauer h | Brinellhärte der Schmelze | | | | |
|--------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 314 | 371 | 335 | 271 | 341 |
| 0,5 | 250 | 317 | 295 | 242 | 217 |
| 1 | 238 | 329 | 244 | 256 | 250 |
| 2 | 275 | 329 | 298 | 255 | 194 |
| 4 | 283 | 329 | 295 | 249 | 229 |
| 6 | 271 | 286 | 302 | 293 | 282 |
| 8 | 273 | — | — | — | 174 |
| 10 | 283 | — | — | — | 154 |

liegt, für seine Wirkung von größter Bedeutung ist, wurden deshalb die entsprechenden Werte in Zahlentafel 1 angeführt. Schmelzen 2, 4 und 5 waren sehr heiß und vor dem Titanzusatz schon weitgehend desoxydiert, während dies bei den

Durch Titanzusatz werden mit Ausnahme bei den Chromstählen 3 und 4 Zugfestigkeit und Streckgrenze, meist auch Einschnürung und Dehnung erhöht³⁾. Für die Schmelze 2 wurde der Einfluß des Abschreckens bei verschiedenen Zahlentafel 5. Brinellhärte der Versuchsschmelzen bei verschiedenen Wärmebehandlungszuständen.

| Härte-temperatur °C | Titan-zusatz | Brinellhärte zu Schmelze | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------------------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ausgangszustand ¹⁾ | ohne | 122 | 145 | 121 | 151 |
| | mit | 162 | 168 | 185 | 242 |
| Wasserabschreckung | | | | | |
| 800 | ohne | 164 | 401 | 271 | 390 |
| | mit | 162 | 251 | 246 | 375 |
| 850 | ohne | 158 | 393 | 298 | 393 |
| | mit | 157 | 290 | 350 | 375 |
| 900 | ohne | 155 | 300 | 323 | 387 |
| | mit | 170 | 325 | 248 | 330 |
| 950 | ohne | 165 | — | 297 | 373 |
| | mit | 177 | 223 | 230 | 361 |
| 1000 | ohne | 253 | 315 | 274 | 382 |
| | mit | 300 | 229 | 248 | 361 |
| 1000, ange-lassen bei 650° | ohne | 125 | 183 | 200 | 201 |
| | mit | 216 | 206 | 229 | 253 |
| Oelabschreckung | | | | | |
| 800 | ohne | 154 | — | 222 | 366 |
| | mit | 157 | — | 171 | 274 |
| 850 | ohne | 159 | — | 208 | 364 |
| | mit | 163 | — | 169 | 265 |
| 900 | ohne | 148 | — | 223 | 366 |
| | mit | 162 | — | 198 | 279 |
| 950 | ohne | 159 | — | 240 | 340 |
| | mit | 162 | — | 213 | 286 |
| 1000 | ohne | 158 | — | 256 | 347 |
| | mit | 212 | — | 249 | 295 |
| 1000, ange-lassen bei 650° | ohne | 124 | — | 164 | 197 |
| | mit | 141 | — | 164 | 272 |

¹⁾ Bei 600° gegläht.

Temperaturen auf die Festigkeitseigenschaften besonders untersucht (Zahlentafel 3); Streckgrenze und Zugfestigkeit steigen danach bei Härtung von 800 und 900° gewaltig an. Um festzustellen, ob und wie weit bei den vorliegenden

× 600

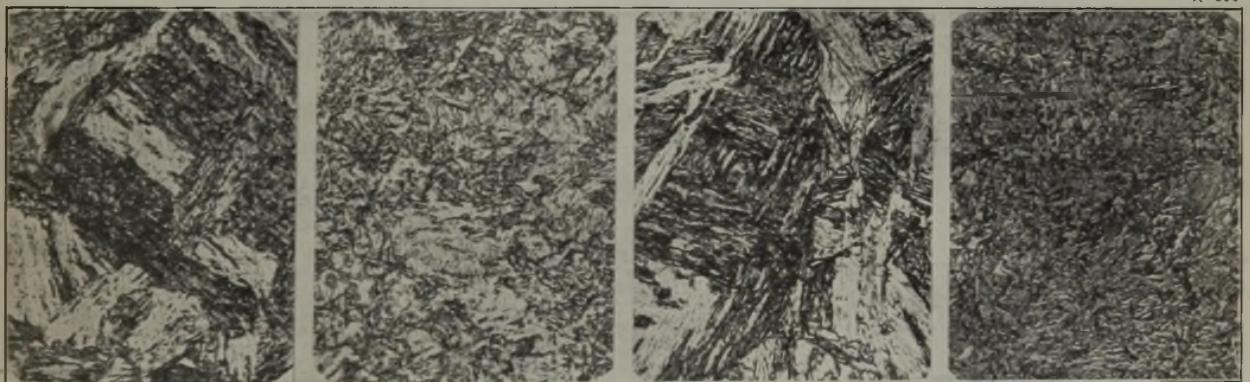


Abb. 1. Ohne Titan.

Von 900° abgeschreckt.

Abb. 2. Mit Titan.

Abb. 3. Ohne Titan.

Von 1000° abgeschreckt.

Abb. 4. Mit Titan.

Abbildungen 1 bis 4. Einfluß von Titan auf das Gefüge des Chrom-Nickel-Stahls 5 nach Härtung von 900 bzw. 1000° in Wasser.

(Geätzt mit alkoholischer Salpetersäure.)

beiden anderen Stählen nicht in dem gleichen Maße der Fall war; hier trat beim Eingießen in die Pfanne mit Titanthermit eine starke Reaktion ein. Die Blöcke, von denen Proben für die Festigkeitsuntersuchungen entnommen wurden, waren vollkommen frei von Seigerungen; sie ließen sich gut schmieden und walzen.

Die Zerreißeigenschaften der verschiedenen Stähle, die nach Auswalzung auf Rundstäbe von 10 mm Dmr. festgestellt wurden, gehen aus Zahlentafel 2 hervor.

Legierungen Ausscheidungshärtung eintritt, wurden sämtliche Proben bei 1250° in Wasser abgeschreckt und bis zu 10 h bei 500° angelassen. Die Ergebnisse in Zahlentafel 4 bestätigen die Feststellungen von W. Kroll⁴⁾ und R. Wasmuth⁵⁾, daß Titan erst bei höheren Gehalten Ausscheidungshärtung herbeiführt.

³⁾ Vgl. dazu H. Mathesius: Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Berlin 1927; Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 853/58.

⁴⁾ Metallwirtsch. 9 (1930) S. 1043.

⁵⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 45/56.

Den Einfluß des Titans auf die Abschreckhärtefestigkeit kann man aus *Zahlentafel 5* entnehmen. Bei Schmelze 1 tritt ein Unterschied zwischen den unlegierten und den mit Titan versetzten Proben erst nach Abschrecken von 1000° auf; daraus ist zu schließen, daß das Titankarbid erst in der Nähe dieser Temperatur in Lösung geht. Bei Schmelze 2 ist die Härte des Titanstahles bis auf den Glüh- und Vergütungszustand stets geringer als die des entsprechenden Kohlenstoffstahls. Aehnlich ist es bei den Chrom- und Chrom-Titan-Stählen 3 und 4. Die gehärteten Proben ohne Titan wiesen ein viel stärker martensitisch ausgebildetes Gefüge auf als die titanhaltigen Proben, wie das besonders ein Vergleich von *Abb. 1 bis 4* zeigt. Die Ergebnisse kann man etwa dahin zusammenfassen, daß Titan durch die Bildung

eines schwer löslichen Karbides infolge des damit verbundenen Kohlenstoffzuges die Härtefähigkeit herabsetzt.

Zusammenfassung.

Bei zwei unlegierten Stählen mit 0,1 und 0,25% C, zwei Chromstählen mit 0,15% C und 0,7% Cr sowie an einem Chrom-Nickel-Stahl mit 0,13% C, 0,7% Cr und 3,5% Ni wurde der Einfluß eines Titanzusatzes bis 0,4% auf Streckgrenze, Zugfestigkeit, Dehnung und Einschnürung sowie die Härte nach Glühung und Abschreckung ermittelt. Beim Kohlenstoffstahl werden Streckgrenze und Festigkeit durch die angewandten Titanmengen merklich verbessert, bei den legierten Stählen war der Einfluß nicht nennenswert. Eine Ausscheidungshärtung trat bei den untersuchten Proben nicht ein.

Umschau.

Ueber die Bauweise von großen feststehenden Siemens-Martin-Oefen in Amerika.

II. Vorder- und Rückwände.

Anschließend an seine Ausführungen über die Ofenherde¹⁾ führt W. C. Buell jr.²⁾ an denselben Ofen eine ähnliche Unter-

suchung über die Vorder- und Rückwände durch. Dabei macht sich allerdings das Fehlen von Angaben über Erzeugungsverhältnisse sowie über den Verbrauch an Flickmassen noch viel stärker bemerkbar als bei den früheren Ausführungen.

In *Abb. 1* sind die Zustellungsweisen der Rückwände sämtlicher Ofen wiedergegeben, da diese Zeichnungen in hervor-

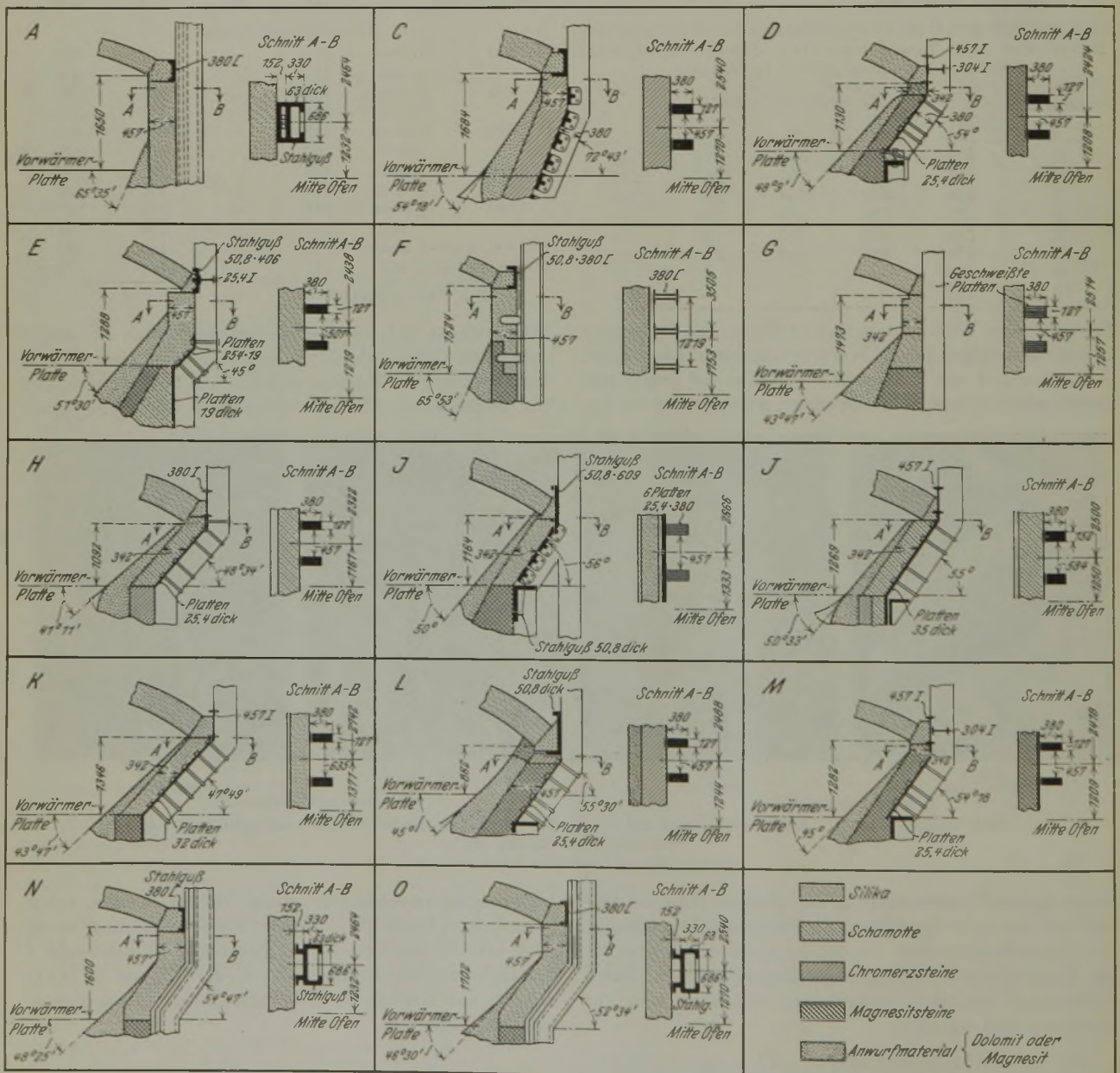


Abbildung 1. Verschiedene Ausführungen amerikanischer Ofenrückwände.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 425/28. — ²⁾ Steel 91 (1932) Nr. 21, S. 27; Nr. 22, S. 28; Nr. 23, S. 29.

ragender Weise die Art zeigen, in der man sich in Amerika mit der Frage der baulichen Durchbildung der schrägen Rückwand auseinandersetzt. Ihrer Ausbildung nach unterscheidet Buell unter den Ausführungsbeispielen A bis O:

1. Senkrechte Rückwände (Ofen A und F. Bei F ist eine Wasserkühlung eingebaut, die in den Rahmen der Buellschen Gedankengänge nicht hineinpaßt und deshalb nicht weiter besprochen wird).

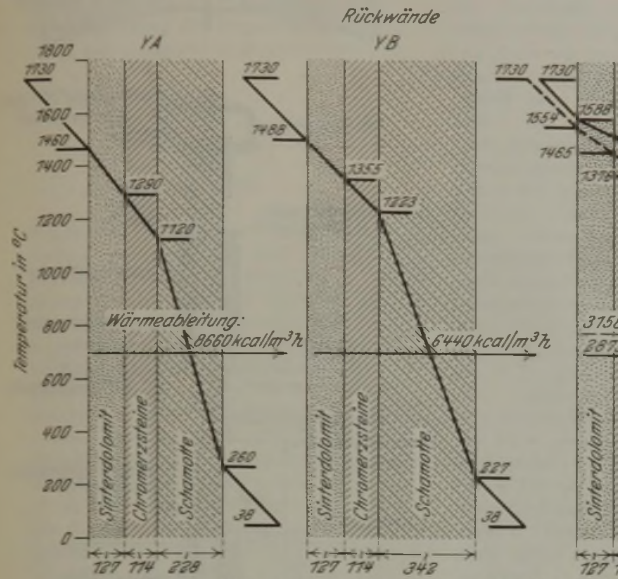


Abbildung 2. Temperaturverteilung in den vorgeschlagenen Rückwänden.

2. Halbschräge Rückwände (Ofen C, E und G). Hierbei handelt es sich um die Ergebnisse von Versuchen, die schräge Rückwand an Ofen nachträglich einzubringen, die ursprünglich mit senkrechter Rückwand gebaut waren.

3. Schräge Rückwände. (Alle übrigen Ofen.) Auffallend ist die häufige Verwendung von Silika- und Schamotterückwänden ohne Zwischenlage von Chromerz- oder Magnesitsteinen zwischen Wand und Sinterdolomit bzw. Magnesit.

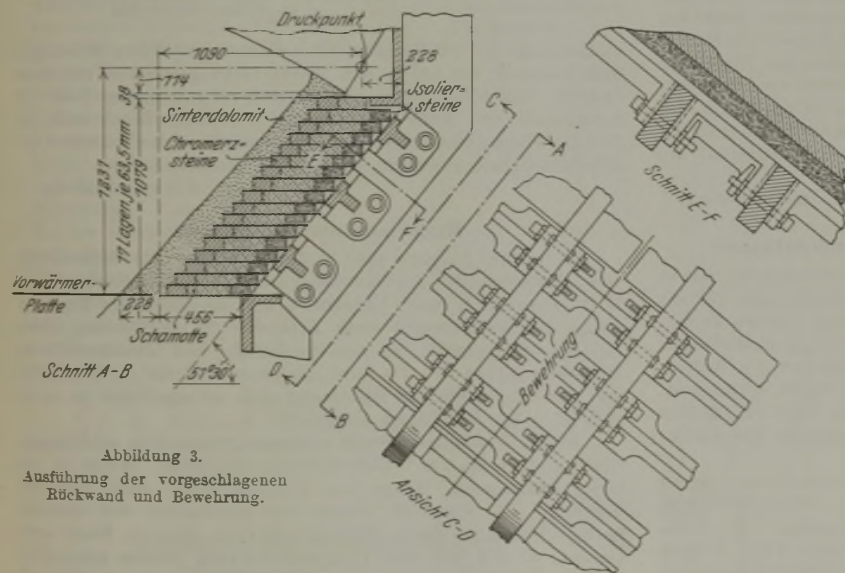


Abbildung 3. Ausführung der vorgeschlagenen Rückwand und Bewehrung.

erscheint ziemlich abwegig. Die Wiedergabe der entsprechenden Zahlen in *Zahlentafel 1* zeigt aber, in welchen weiten Grenzen diese Werte bei den einzelnen Ofen schwanken. Wirtschaftlich dürften allerdings die günstigen Zahlen reiner Silika- oder Schamotterückwände durch den Mehrverbrauch an Flickmasse eine wesentliche Veränderung erfahren.

Ohne besonders darauf hinzuweisen, berücksichtigt Buell diese Verhältnisse auch in seinen Vorschlägen. In diesen wird an einer 114 mm starken Chromerzsteinschicht zwischen Sinterdolomit und Schamottewand festgehalten. Wie *Abb. 2* zeigt, wurden vier Fälle: YA, YB, YC und YD durchgerechnet, um den Einfluß verschieden starker Schamottewände (228 und 342 mm) und bei YC und YD den Einfluß von Isolierungen darzutun. Die beiden letzten Zustellungen unterscheiden sich nur durch die verschiedene Güte des Isolierstoffes. Als endgültiger Vorschlag wird YD mit dem minderwertigen Isolierbaustoff bezeichnet, da bei hochwertigem Wärmeschutz die Temperatur an der Berührungsstelle von Schamottewärmeschutzstein das für den letzten zulässige Maß, das mit rd. 990° angegeben wird, übersteigen würde. Wer je im Betrieb einmal rote Rückwände sah, der wird diesen Vorschlag zurückweisen, zumal da er sich auf keine der in *Abb. 1* zusammengestellten Ausführungen stützen kann und die Durchrechnung (siehe *Abb. 2*, Fall YC) die Gefährlichkeit dieses Vorgehens zeigt. Im übrigen sei auch darauf hingewiesen, daß bei der Berechnung insofern ein Fehler unterlaufen ist, als der Wärmedurchtritt waagrecht und nicht senkrecht zur schrägen Wand angenommen wurde. Dies zeigt deutlich der Vergleich mit *Abb. 3*.

Da es hier aber mehr um eine vergleichsweise Darstellung der Verhältnisse geht, wurde von einer Neuberechnung abgesehen.

Wie der Vergleich der Baukosten je m² in *Zahlentafel 1* zeigt, liegen die vorgeschlagenen Zustellungen YB und YD so ziemlich in der Mitte zwischen den Silika- bzw. Schamotterückwänden und den Magnesit- bzw. Chromerzsteinzustellungen. Faßt man die

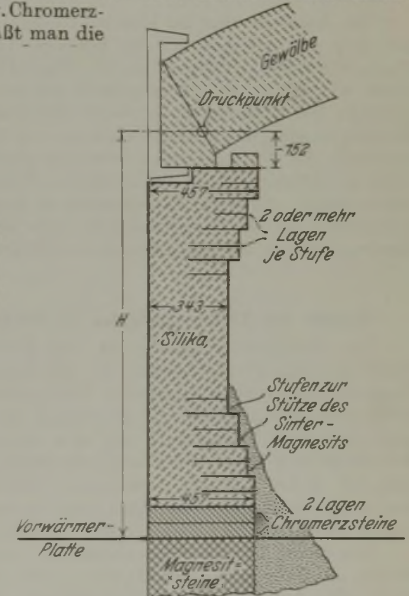


Abbildung 4. Vorschlag zur Ausführung der Vorderwandpfeiler.

Für den Neubau von großen feststehenden Ofen entscheidet sich Buell ausschließlich für schräge Rückwände mit einer Steigung von etwa 45 bis 50°. Er begründet dies mit einer größeren Haltbarkeit nicht bloß der Rückwand selbst, sondern auch des Gewölbes. Diese Ansicht steht allerdings im Widerspruch zu anderen Mitteilungen, die auf ein Hineinkriechen der Flamme in den durch Gewölbe und Rückwand gebildeten spitzen Winkel und entsprechend verstärkten Angriff des Gewölbes hinweisen. Ob durch die schräge Rückwand wesentliche Ersparnisse an Anwurfmasse entstehen, wird nicht erwähnt. Andererseits wird aber behauptet, daß man bei schrägen Rückwänden infolge leichteren Anwerfens zu größeren Herdbreiten übergehen könnte.

Der einseitige Versuch, die verschiedenen Zustellungen durch Gegenüberstellung von Baukosten und den Kosten der durch die Rückwand hindurchtretenden Verlustwärme zu bewerten,

nach Ansicht des Berichtstatters vorzuziehende Ausführung YB ins Auge, so ergeben sich auch immerhin noch erträgliche Wärmeverluste. Bei der Berechnung der Kosten der letzten ist ähnlich wie bei der entsprechenden Berechnung bei den Ofenherden¹⁾ das Jahr mit 7200 Betriebsstunden als Grundlage angenommen. Auf die Unsicherheit dieser Rechnung wurde bereits seinerzeit hingewiesen. An der gleichen Stelle sind auch die Preisverhältnisse der Ofenbaustoffe wiedergegeben, die für eine Bevorzugung der Chromerzsteine gegenüber den Magnesitsteinen in Amerika maßgebend sind.

Als Höhe der Rückwand wird für alle Ofengrößen einheitlich 1448 mm vorgeschlagen. Die Armaturoberfläche wird in *Abb. 3* ausführlich dargestellt. Aus ihr erhellt auch der bevorzugte Neigungswinkel, der für die eigentliche Wand 51° 30' beträgt. Die an sich ziemlich teure Verwendung von Stahlgußplatten zur Versteifung der

Anker gegeneinander an Stelle von einfachen Platten, die zwischen Anker und Wand gelegt werden, wird mit der Annehmlichkeit begründet, daß durch die vorgeschlagene Anordnung bei Instandsetzungsarbeiten ein Herausnehmen der einzelnen Stahlgußelemente möglich sei.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Kosten und der Wärmeverluste verschiedener Ofenrückwände.

| Ofen | Ein-satz t | Höhe der Rückwand mm | Kosten | | Wärme-verluste | | Bemerkungen |
|------|---------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|---|
| | | | je m ² R.M. | insge-samt für 14,62 m Länge R.M. | kcal je m ² | Ko-sten R.M. | |
| A | 150 | 1600 | 98,65 | 2303 | 8970 | 7560 | senkrecht halbschräg, 457 mm Chromerzsteine schräg, 343 mm Mag- nesit halbschräg senkrecht halbschräg 457 mm Magnesit 343 mm Magnesit schräge Rückwände |
| C | 100 | 1829 | 501,50 | 10038 ¹⁾ | 9910 | 7160 | |
| D | 114 | 1524 | 448,50 | 9996 | 12790 | 10120 | |
| E | 125 | 1372 | 210,00 | 4180 | 8240 | 5955 | |
| F | 150 | 1524 | 98,65 | 2205 | 8240 | 5955 | |
| G | 132 | 1409 | 140,50 | 2900 | 10130 | 7530 | |
| H | 120 | 1448 | 185,30 | 3820 | 6440 | 4930 | |
| I | 180 | 1372 | 140,50 | 2822 | 9400 | 6780 | |
| J | 150 | 1600 | 140,50 | 3295 | 6820 | 5760 | |
| K | 150 | 1829 | 140,50 | 3763 | 9400 | 9065 | |
| L | 150 | 1245 | 677,50 | 9820 | 9650 | 5050 | |
| M | 200 | 1524 | 448,50 | 9996 | 12790 | 10120 | |
| N | 250 | 1637 | 154,15 | 3690 | 8880 | 7680 | |
| O | 300 | 1900 | 154,15 | 4290 | 8880 | 8920 | |

¹⁾ Rückwand nur auf 10,97 m Länge berechnet.

Die Beibehaltung einer unveränderlichen Höhe der Rückwand bei den verschiedenen Ofenrößen erfordert einen Ausgleich durch entsprechende Bemessung der Vorderwand. Buell schlägt vor:

| Ofenröße | Vorderwandhöhe |
|-----------------|----------------|
| 100 t | 1676 mm |
| 150 t | 1727 mm |
| 200 t | 1779 mm |
| 250 t | 1829 mm |
| 300 t | 1854 mm |
| 350 t | 1872 mm |

Die Angaben über die kleinste Breite der Vorderwandpfeiler mit 1200 mm stimmen mit den üblichen Anschauungen überein. Dagegen machen sich gegenüber der vorgeschlagenen Ausführungsform, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist, verschiedene Bedenken geltend. Die Auskrägung im oberen Teil wird keine wesentlichen Vorteile bringen, da ganz abgesehen von der Gefahr des Abplatzens hierdurch die Widerlager des Gewölbes geschützt werden sollen, deren Zerstörung aber in den seltensten Fällen zum Absetzen des Ofens zwingt. Nicht ganz verständlich ist auch die Anordnung der Chromerzsteine als Zwischenschicht zwischen dem Magnesit des Herdes und dem Silikamauerwerk des Pfeilers.

Carl Schwarz.

Einbau von Thermoelementen in Winderhitzerkuppeln.

Die Temperaturmessung in Winderhitzerkuppeln macht durch die geringe Haltbarkeit der Schutzvorrichtungen für die Thermolemente Schwierigkeiten. Beim üblichen Einbau werden keramische Rohre durch die Bewegung des Kuppelmauerwerks gegenüber dem Blechpanzer, die sich aus der stetigen Aufeinanderfolge von Erwärmung und Abkühlung ergibt, abgesichert, während Rohre aus hitzebeständigen Stählen bald verzerrt und durch den Zutritt von Wind und Feuergasen die Elementendrähte binnen kurzer Zeit zerstört werden.

Um diesen Uebelständen abzuhelfen, wurden beim Hoerder Verein der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., die Thermolemente nach Abb. 1 in die Winderhitzerkuppel eingebaut. Die keramischen Schutzrohre (Freiberger Pyrometerrohre PFS) werden im Kuppelmauerwerk befestigt, während das Thermolement mit seinem Anschlußkopf am Blechpanzer angebracht wird, so daß sich Thermolement und Schutzrohr unabhängig voneinander bewegen können. Das Freiberger Rohr, das zur Verhütung des Durchfallens mit einem Schellband versehen ist, wird mit Stichlochstopfmasse in den Kuppelstein eingestampft. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, nach dem Eintrocknen der Masse, etwa nach einer Gas- und Windperiode, das Rohr nochmals abzudichten. Der Anschlußkopf wird von einem Gasrohr mit etwas größerem Durchmesser als das Schutzrohr getragen, das über verschiedene Muffen und Nippel im Blechmantel verschraubt werden kann. Die zunächst umständlich erscheinende Verschraubung wurde deshalb gewählt, um das Thermolement bei Störungen leicht herausnehmen zu können. Um das Ausströmen von Gas oder besonders von Wind aus dem Anschlußkopf zu vermeiden, werden

die Elementenschenkel durch eine Asbestscheibe geführt, die, feucht eingelegt, beim Zusammenschrauben des Kopfes unbedingte Dichtigkeit ergibt. Diese Dichtigkeit ist auch anzustreben, damit nicht die Feuergase an dem Thermolement vorbeiströmen können. Die in den Raum zwischen Mauerwerk und Blechumhüllung eintretenden Gase haben, da sie nicht in Bewegung sind, nur sehr geringen Einfluß. Um ein Verdrehen des Elementes zu verhindern, wird der Kopf beim Einbau zuerst soviel Schraubengänge, wie zur Befestigung nötig sind, links herumgedreht, und dann genau soviel Gänge festgeschraubt.

Dieser Einbau der Thermolemente in die Winderhitzerkuppeln wurde zuerst vor etwa zwei Jahren ausprobiert und im Laufe der Zeit bei allen Winderhitzern eingeführt. Störungen irgendwelcher Art haben sich bisher nicht gezeigt. Wenn man bedenkt, daß bei früheren Einbauarten im günstigsten Falle die Schutzrohre vier Monate hielten und mit jedem Bruch auch ein Teil des Platindrahtes verloren ging, so dürfte sich die kleine Umänderungsarbeit innerhalb kurzer Zeit bezahlt machen.

Arthur Killing.

Herstellung von Gesteinswolle.

In einem Aufsatz über „Rohstoffe für die Herstellung von Gesteinswolle auf der Niagara-Halbinsel Ontario“ gibt M. F. Goudge¹⁾ einen Ueberblick über das bisherige Ergebnis seiner Nachforschungen und Versuche zur Auffindung eines Gesteinsvorkommens, das zur Herstellung von Gesteinswolle in Kanada geeignet ist. Da seine Angaben auch für die Hersteller von Schlackenwolle von Bedeutung sind, sei aus ihnen im nachstehenden das Wichtigste mitgeteilt.

In den Vereinigten Staaten werden gegenwärtig schätzungsweise jährlich 65 000 t Gesteinswolle hergestellt. Hierin ist die stetig ansteigende Menge von Schlackenwolle nicht mit einbegriffen. Als Rohstoffe dienen dort kieselsäure- und tonerhaltige Dolomite, deren Säuregehalt etwa dem an Basen entspricht, so daß sich ihre Flußmittelwirkung nahezu ausgleicht. Das Verhalten einer Schmelze beim Zerstäuben ist nämlich von ihrer chemischen Zusammensetzung sehr beeinflusst. Nur aus Schmelzen, die zwischen dem Temperaturpunkt vollkommener Schmelzflüssigkeit und dem Erstarrungspunkt einen großen Spielraum (Plastizitätsbereich) besitzen, können dünne, biegsame Fäden gewonnen werden²⁾. Ein hoher Schmelzpunkt ist dabei wichtig, um die Wolle für die Wärmedämmung bei hohen Temperaturen verwenden zu können. Nach Goudge ist Gesteins-

¹⁾ M. F. Goudge: Raw Material for the Manufacture of Rock Wool in the Niagara Peninsula, Ontario. Invest. Mineral Resources and Min. Ind. (Canada Department Mines, Mines Branch) 1931, Nr. 727, S. 93/106.

²⁾ Vgl. A. Guttmann: Verwendbarkeit und Eigenschaften von Schlackenwolle. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 97/101.

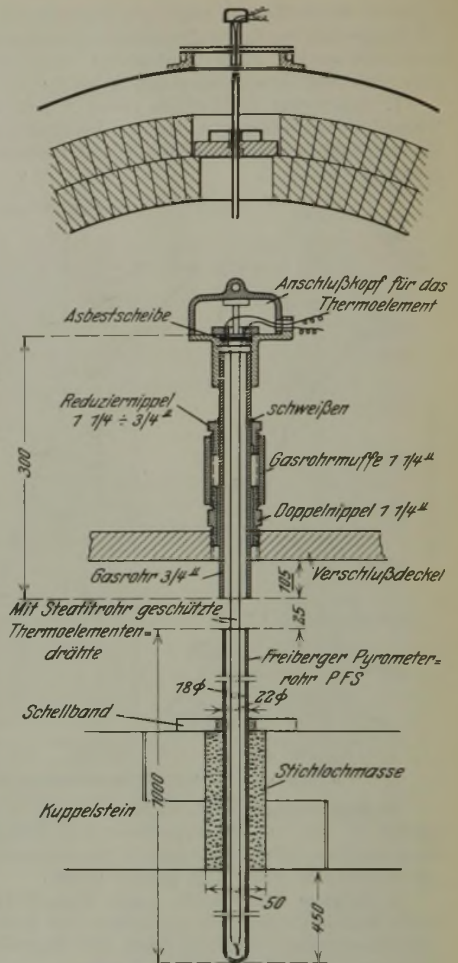


Abbildung 1. Einbau des Thermolementes in die Winderhitzerkuppel.

wolle bis zu etwa 550° beständig. Nach Versuchen des Berichterstatters¹⁾ sintert Schlackenwolle erst oberhalb 830°.

Bei der Berechnung des Basen- und Säuregehalts des Rohstoffs verfährt Goudge nach den Angaben von Richards²⁾. Der Prozentgehalt an Magnesia, Eisenoxyd und -oxydul sowie Kalium- und Natriumoxyd wird in Äquivalentgewichten dem Gehalt an Kalk zugerechnet, der an Tonerde dem Kieselsäuregehalt, wenn er 8 % überschreitet, im anderen Falle dem Kalkgehalt. Auf Grund von Schmelzversuchen in der Abteilung für Erzaufbereitung des Department of Mines gibt Goudge die Grenzwerte für geeignete Dolomite etwa wie folgt an:

| | Grenzwerte in % |
|-------------------------|-----------------|
| Kieselsäure | 24 bis 32 |
| Eisenoxyd | 2 „ 3 |
| Tonerde | 8 „ 12 |
| Kalziumoxyd | 16 „ 21 |
| Magnesiumoxyd | 10 „ 13 |
| Glühverlust | 26 „ 29 |

Sofern das Verhältnis von Säuren zu Basen in den dolomitischen Gesteinen über 0,80 beträgt, kann der Rohstoff im allgemeinen als geeignet betrachtet werden. Von der Angabe einer oberen Grenze sieht der Verfasser ab, da eine solche auch mehr von wirtschaftlichen Erwägungen bestimmt sein wird als von technischen; denn die sauren Schmelzen geben gute Fadenbildung. Ihr Schmelzpunkt liegt aber höher, so daß auch der Brennstoffbedarf steigt. Dieser beträgt bei Anwendung vorerwärmter Luft 1 Teil Koks auf 6 Teile Gestein, im allgemeinen 1:3,5. Das Niederschmelzen geschieht in einem zylindrischen Kupolofen (Wassermantelofen) mit einem Durchmesser von 1,2 bis 1,8 m und einer Höhe von 2,4 bis 4,5 m. Die Luft wird etwa 45 cm über dem Herd durch acht Düsen in den Ofen eingeführt. Die Temperatur im Ofen beträgt etwa 1500 bis 1800°. Nach Laboratoriumsversuchen des Verfassers schmelzen die Gesteine bei 1200° und sind bei 1350° gut flüssig.

Die Schmelze verläßt in etwa bleistiftstarkem Strahl den Ofen und wird durch einen Dampfstrahl bei 5,5 bis 7 at zerstäubt. Dabei trifft der Dampfstrahl in einem Winkel von etwa 50° auf die Schmelze. Es entstehen Tausende feiner Kügelchen, hinter denen sich während ihrer Bewegung durch die Luft Fäden bilden. Sie fallen in eine Kammer, deren Boden ein Transportband bildet. Die mittlere Leistung eines derartigen Kupolofens liegt bei 400 kg stündlich. Die Gesteinswolle enthält stets einen gewissen Anteil von Kügelchen. Um sie zu entstauben, wird während der Zerstäubung auf die Kügelchen ein dünner Strahl von hochentflammbarem Paraffinöl geleitet (geölte Wolle). Unter granulierter Wolle versteht man einen Stoff, der durch mechanisches Zerreißen entkörnt ist. Decken und Kissens aus Gesteinswolle werden durch Zusammenpressen loser Wolle zwischen Drähten oder Bänderisen hergestellt. Gesteinskork heißt ein Erzeugnis, das durch Mischen von entkörnter Wolle mit Pflanzenfasern und Asphalt entsteht und unter leichtem Druck verformt und dann im Heißluftbad getrocknet wird. Es dient für den Kälteschutz, hauptsächlich für Gefrierräume und dergleichen. Bei der Herstellung schalldichtender Platten wird Gesteinswolle nach Zusatz von mineralischen Füllstoffen und Wasserdichtigkeitsmitteln sowie Farbstoffen mit Stärkekleister gebunden.

Goudge fand auf der Niagara-Halbinsel verschiedene Vorkommen, die teils für sich allein, teils im Gemisch mit benachbarten zur Herstellung von Schlackenwolle in Kanada Verwendung finden und dessen Bedarf decken können.

A. Guttman.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 97/101.

²⁾ J. W. Richards: Metallurgical Calculations. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York (1918).

Elektroschmelzofen nach der Bauart Witton.

Viktor Stobie bildete einen mit hoher Frequenz betriebenen Induktionsofen durch, der seiner Ausführung wegen kaum noch als kernloser Induktionsofen bezeichnet werden kann. V. C. Cutts¹⁾ gab eine ausführliche Beschreibung dieses als Bauart Witton bekannt gewordenen Ofens. Das Wesentliche dieser Ofenbauart besteht darin, daß derjenige Teil des magnetischen Feldes, der nicht durch den Einsatz geht, durch Bleche a aus Siliziumstahl (Abb. 1) zu dem Kernansatz b mitten unter den Tiegeln c geführt wird. Das elektromagnetische Feld wird also zwangsläufig in eine gewünschte Richtung geleitet, wie das schematisch in Abb. 1 angedeutet ist; man hat damit den Vorteil, größere Tiegeldurchmesser oder auch geringere Frequenzen und höhere Spannungen anwenden zu können, und soll dadurch auch Stromersparnisse erzielen. In der Tat liegen die mitgeteilten Stromverbrauchsahlen sehr niedrig. So sollen z. B. zum Erschmelzen eines nichtrostenden Chrom-Nickel-Molybdän-Stahles im 225-kg-Ofen 574 kWh und für reinen Kohlenstoffstahl, ausgehend von kaltem Einsatz, nur 485 kWh je t benötigt werden. Ob diese Zahlen Spitzenwerte oder mittlere Werte darstellen, ist nicht angegeben; sie legen es aber nahe, dieser Ofenbauart und den mit ihr erzielten Ergebnissen auch weiterhin Aufmerksamkeit zu schenken.

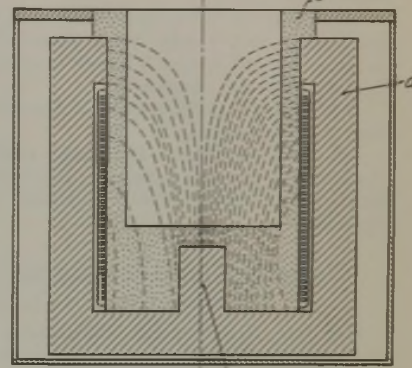


Abbildung 1. Elektroofen, Bauart Witton. Elektromagnetisches Feld: links ohne, rechts mit Einsatz im Tiegel.

Ein Eingehen auf die weiteren Ausführungen des Verfassers über die Schmelzanlage selbst, die Betriebsweise u. a. m. erübrigt sich hier, da sie keine wesentlichen Sonderheiten enthalten.

K. Thomas.

Stellenmarkt-Schnelldienst des Ingenieurdienstes.

Rund 100 Fachzeitschriften und 20 Tageszeitungen sieht der Stellenmarkt-Schnelldienst des Ingenieurdienstes, E. V., zusammen mit der Ingenieurhilfe des Vereines deutscher Ingenieure auf Stellenangebote für Ingenieure und Ingenieurkaufleute durch. Jeden Mittwoch und Sonnabend, also zweimal in der Woche, werden die gesammelten Anzeigen jedem Bezieher frei Haus zugestellt. Der Bezugspreis beträgt nur 0,60 RM für Mitglieder des Ingenieurdienstes und der angeschlossenen Mitgliedsvereine, zu denen auch der Verein deutscher Eisenhüttenleute gehört, für Nichtmitglieder 1 RM monatlich. Bei neuen Beziehern wird eine einmalige Einschreibgebühr von 0,20 RM erhoben. Nur dadurch, daß die gesamten Unterlagen durch die Hilfsbereitschaft stellungloser Jungingenieure zusammengestellt werden, ist es möglich, die Kosten so niedrig zu halten. Zusendung des Stellenmarkt-Schnelldienstes nur gegen Vereinsendung des Betrages. Zahlungen sind zu leisten in bar, Marken oder auf Postscheckkonto Berlin Nr. 21 511, Ingenieurdienst E. V., Stellenmarkt-Schnelldienst.

¹⁾ Foundry Trade J. 47 (1932) S. 354/57, 358 u. 360.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 22 vom 1. Juni 1933.)

Kl. 7 a, Gr. 14/01, K 118 275. Verfahren zur Herstellung kleinkalibriger, nahtloser Rohre aus vollen Blöcken. Wilhelm Kunst, Wuppertal-Barmen.

Kl. 10 a, Gr. 3, O 20 163. Koksofenbatterie. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 10 a, Gr. 19/02, St 43 666. Einrichtung an Kammeröfen zum Absaugen der Destillationsgase. Firma Carl Still, Recklinghausen.

Kl. 18 a, Gr. 5, B 151 349. Verfahren und Vorrichtung zum Auswechseln von Hochofenwindformen. Edgar E. Brosius, Pittsburgh (V. St. A.).

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

Kl. 18 c, Gr. 1/40, K 121 193; mit Zus.-Anm. K 118 550. Warmbehandlung von Werkstücken aus Mangan-Hartstahl. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 c, Gr. 3/25, K 88.30. Nitrierhärtungsbeschleuniger. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 18 c, Gr. 11/20, W 225.30. Beschickungsvorrichtung für Wärm- und Glühöfen. Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft und Leopold Tschulenk, Witkowitz.

Kl. 21 h, Gr. 18/15, H 126 024. Verfahren zur Regelung der Badbewegung in Induktionsöfen ohne Eisenkern. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Finow i. d. Mark.

Kl. 21 h, Gr. 32/10, E 40 785. Einrichtung zur Herstellung schmiedeeiserner Rohre aus in Rohrform gebogenen Blechstreifen durch in Längsrichtung der Rohrnaht fortschreitende elektrische Abschmelzschweißung. Heinrich Esser, Hilden i. Rhld.

Kl. 24 e, Gr. 3/01, I 41 721. Verfahren zur Vergasung und Schwelung feinkörniger Brennstoffe im Schachtofen. I. G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 24 e, Gr. 3/04, C 36 696; Zus. z. Pat. 567 082. Verfahren zur Regelung des Betriebes von Abstichgeneratoren. Louis Chavanne, Paris.

Kl. 31 a, Gr. 1/20, Sch 95 744. Eisensyphon für Kupolöfen. Friedrich Schinke, Goslar a. Harz.

Kl. 31 c, Gr. 18/02, Q 1822. Verfahren zum Herstellen von Walzen in Schleudergußformen. Lazare Quincy, Longlaville (Frankreich).

Kl. 48 a, Gr. 9, K 125 334. Verfahren zum Durchführen von Drähten und Bändern durch Bäder. Dipl.-Ing. Felix Kleiß, Berlin-Mariendorf.

Kl. 48 d, Gr. 2/03, T 39 199. Vorrichtung zum Transport von Platten und Tafeln durch Säurebehandlungsbäder, Öfen od. dgl. Hubert Spence Thomas und William Robert Davies, Glamorgan (Wales, England).

Kl. 49 c, Gr. 13/01, S 99 827. Antrieb für fliegende Scheren. Fritz Möller, Duisburg.

Kl. 48 b, Gr. 22/01, D 60 562. Verfahren und Anlage zur Veredelung von geschmolzener Schlacke, insbesondere Hochofenschlacke. Edward Perchard Dunn, Ferny Creek (Viktoria, Australien).

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 22 vom 1. Juni 1933.)

Kl. 10 a, Nr. 1 264 202. Einrichtung zum Absperrn der in der Decke von Koksöfen angeordneten Gasabzugskanäle. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 18 b, Nr. 1 263 967. Gitterstein für Regeneratoren. Silika- und Schamotte-Fabriken Martin & Pagenstecher, A.-G., Köln-Mülheim, und Josef Hundhausen, Krefeld.

Kl. 48 a, Nr. 1 264 002. Rohrziehvorrichtung für Verzinkerien. Hubert Anton Heinen, Düsseldorf-Gerresheim.

Deutsche Reichspatente.

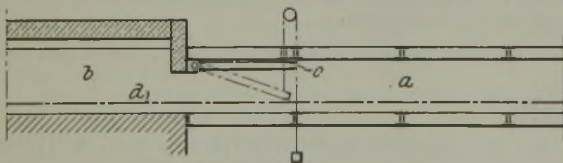
Kl. 18 d, Gr. 2₂₀, Nr. 570 368, vom 30. Oktober 1929; ausgegeben am 15. Februar 1933. Gebr. Böhler & Co. Akt.-Ges. in Berlin. (Erfinder: Dr.-Ing. Franz Sommer in Düsseldorf.) *Stochstangen für Gaserzeuger und andere gewerbliche Feuerungen.*

Sie bestehen aus Chromstählen mit 0,20 bis 0,60 % C und 0,50 bis 2 % Cr oder aus Nickelstählen mit 0,10 bis 0,50 % C und 1 bis 6 % Ni oder auch aus Chrom-Nickel-Stählen mit 0,10 bis 0,50 % C, 0,50 bis 2 % Cr und 1 bis 6 % Ni und gelangen mit einer durch Normalisieren erzielten Festigkeit von 70 bis höchstens 120 kg/mm² zur Verwendung.

Kl. 7 a, Gr. 17₀₃, Nr. 570 374, vom 27. Januar 1932; ausgegeben am 15. Februar 1933. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. *Rohr- und Dornführungsvorrichtung für Schrägwalzwerke zum Aufweiten von Rohren.*

An der Ein- und Austrittsseite des Dornes sind getrennte Führungsmittel, etwa Führungsliniale oder entsprechend kalibrierte und angeordnete Führungswalzen vorgesehen, die getrennt oder auch gemeinsam steuerbar sind.

Kl. 18 c, Gr. 9₀₁, Nr. 570 380, vom 27. November 1930; ausgegeben am 15. Februar 1933. Poetter G. m. b. H. in Düsseldorf. *Kühlkammer für Glühöfen.*



Die Kühlkammer a besteht aus gekühlten Kästen, die mit dem Glühofen b fest verbunden sind. In der Kammer a sind besondere Kühlvorrichtungen c derart beweglich angeordnet, z. B. um waagerechte Achsen drehbar, daß sie zur Regelung der Abkühlgeschwindigkeit dem zu behandelnden Werkstoff d genähert oder von ihm entfernt werden können.

Kl. 7 a, Gr. 22₀₁, Nr. 570 428, vom 10. Oktober 1929; ausgegeben am 16. Februar 1933. Fried. Krupp Grusonwerk Akt.-Ges. in Magdeburg-Buckau. *Antrieb für im Strang angeordnete Warm- und Kaltwalzwerke verschiedener Drehzahl.*

Der gemeinsame Antrieb beider Walzenstraßen ist zwischen dem letzten Warmwalzgerüst und dem folgenden ersten Kaltwalzgerüst derart angeordnet, daß die Mittelachsen der Straßen in der gleichen Ebene liegen.

Kl. 1 b, Gr. 2, Nr. 570 552, vom 20. November 1926; ausgegeben am 17. Februar 1933. Schwedische Priorität vom 28. Oktober 1926. Aktiebolaget Ferriconcentrat in Stockholm. *Verfahren zur Aufbereitung von oxydischen Eisenerzen u. dgl. Ausgangsstoffen für die Eisengewinnung, die in natürlichem Zustand nur schwach paramagnetisch sind.*

Die Eisenoxydverbindungen in den Erzen werden in eine stark paramagnetische Form des Eisenoxys übergeführt und auf einem schwach magnetischen Erzscheider getrennt, wobei das Erz durch mäßiges Erhitzen in einer im wesentlichen neutralen Atmosphäre unter Vermeidung von Reduktionswirkungen aufmagnetisiert wird.

Kl. 7 a, Gr. 17₀₂, Nr. 570 554 und Nr. 570 555, vom 10. und 12. September 1930; ausgegeben am 17. Februar 1933. Zusätze zum Patent 549 813 [vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 594]. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. *Drehvorrichtung an Speisevorrichtungen für Pilgerschrittwalzwerke.*

Das um das Gestänge drehbare Sperrgehäuse wird durch einen mit ihm in Eingriff stehenden verstellbaren Teil gedreht.

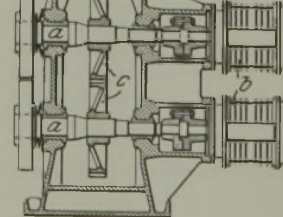
Kl. 7 a, Gr. 27₀₄, Nr. 570 576, vom 12. Dezember 1931; ausgegeben am 17. Februar 1933. Wolf Netter & Jacobi-Werke Komm.-Ges. auf Aktien in Berlin. *Antriebsvorrichtung für Hebetische von Blechwalzwerken.*

Der Antriebsmotor wird in jeder Endstellung selbsttätig aus- und umgeschaltet und die erneute Bewegung des Tisches hinauf oder hinab durch Schaltvorgänge in Abhängigkeit vom Walzgang eingeleitet. Die Steuerung ist hierbei so eingerichtet, daß das auf dem Tisch auf- oder von ihm ablaufende Blech einen Einschaltvorgang des Antriebsstromes unter Niederdrücken oder Umlegen eines Hebels einleitet; dieser kann aber unter Federeinfluß erst in dem Augenblick ausgelöst werden, wenn das hintere Ende des Bleches über den Hebel hinweggeglitten ist. Die Antriebsvorrichtung beginnt demnach bei jeder Umkehrbewegung des Tisches, wenn das Blech in der unteren Stellung auf dem Tisch nach Verlassen der Walze völlig aufliegt, und in der oberen Stellung, wenn das Blech den Tisch verlassen hat.

Kl. 18 c, Gr. 8₀₉, Nr. 570 660, vom 3. Juli 1929; ausgegeben am 18. Februar 1933. Wilhelm Schöne in Hohenlimburg, Westf. *Verfahren zum Blankkühlen nach dem Blankglühen.*

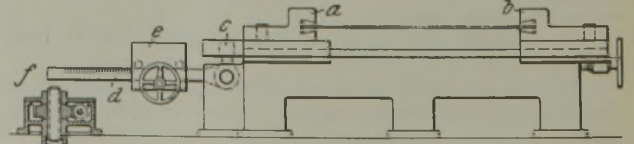
Nach dem Blankglühen wird der Glühtopf mit dem blank gewalzten Bandeisens oder blank gezogenen Drähten in ein Kühlgefäß eingesetzt, das nach dem selbsttätigen Ausströmen der sich erhitzenden Luft luftdicht verschlossen wird. Unmittelbar danach wird die Luft durch Absaugen noch weiter verdünnt und darauf das Absaugen unterbrochen, worauf sich die Luft durch allmähliche Abkühlung des Gutes noch weiter verdünnt.

Kl. 49 c, Gr. 13₀₂, Nr. 570 668, vom 11. August 1929; ausgegeben am 18. Februar 1933. Schloemann Akt.-Ges. in Düsseldorf. *Schere zum Unterteilen von in Bewegung befindlichem Walzgut mit drehbar angeordneten Messern.*



Um zu schneiden, laufen die Messer aus der Ruhelage an und stehen nach dem Schnitt wieder still. Jede der beiden Messerachsen a wird von einem besonderen Asynchronmotor b, der von einem Drehstromerzeuger gespeist wird, angetrieben, während die Messerachsen unter sich durch je ein Ausgleichzahnrad c gekuppelt sind. Zum Stillsetzen der Messerachsenmotoren wird Gleichstrombremsung verwendet.

Kl. 7 c, Gr. 1, Nr. 571 849, vom 28. Juli 1931; ausgegeben am 6. März 1933. Otto von Boveri in Leipzig-Schönefeld. *Maschine zum Richten oder Glattspannen von Blechen u. dgl.*



Wenigstens eine der beiden Einspannvorrichtungen a, b steht unter der Wirkung eines Gewichtshebels c, d, dessen Gewicht e auf dem waagerechten Hebelarm d verstellbar ist; dieser kann von Hand oder durch mechanische Mittel, z. B. eine Anhebevorrichtung f, wieder in die Waagerechte zurückbewegt werden.

Statistisches.

Der Außenhandel Deutschlands in Erzeugnissen der Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie im April 1933.

| Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Positions-Nummern der „Monatlichen Nachweise über den auswärtigen Handel Deutschlands“ an. | Einfuhr | | Ausfuhr | |
|---|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | April 1933 | Januar-April 1933 | April 1933 | Januar-April 1933 |
| | t | t | t | t |
| Eisenerze (237 e) | 327 258 | 1 382 154 | 2 155 | 7 240 |
| Manganerze (237 h) | 7 282 | 41 186 | 94 | 332 |
| Eisen- oder manganhaltige Gasreinigungsmasse; Schlacken, Kiesabbrände (237 r) | 79 347 | 270 068 | 24 769 | 91 218 |
| Schwefelkies und Schwefelkohle (237 l) | 80 703 | 284 961 | 4 702 | 11 489 |
| Steinkohlen, Anthrazit, unbearbeitete Kennelkohle (238 a) | 265 653 | 1 118 262 | 1 295 592 | 5 769 917 |
| Braunkohlen (238 b) | 119 234 | 502 350 | 277 | 1 027 |
| Koks (238 d) | 44 771 | 208 039 | 333 445 | 1 647 211 |
| Steinkohlenbriketts (238 e) | 4 117 | 28 694 | 90 019 | 319 321 |
| Braunkohlenbriketts, auch Naßpreßsteine (238 f) | 4 285 | 22 808 | 105 190 | 401 335 |
| Eisen und Eisenwaren aller Art (777 a bis 843 d) | 117 050 | 450 349 | 166 395 | 600 149 |
| Darunter: | | | | |
| Roheisen (777 a) | 4 360 | 22 801 | 5 520 | 24 504 |
| Ferrosilizium, -mangan, -aluminium, -chrom, -nickel, -wolfram und andere nicht schiedbare Eisenlegierungen (777 b) | 55 | 255 | 657 | 1 563 |
| Bruchisen, Alteisen, Eisenfeilspäne usw. (842; 843 a, b, c, d) | 43 621 | 183 600 | 7 900 | 39 088 |
| Röhren und Röhrenformstücke aus nicht schiedbarem Guß, roh und bearbeitet (778 a, b; 779 a, b) | 1 526 | 3 912 | 5 743 | 14 428 |
| Walzen aus nicht schiedbarem Guß, desgleichen [780 A, A ¹ , A ²] | 10 | 31 | 599 | 1 832 |
| Maschinenteile, roh und bearbeitet, aus nicht schiedbarem Guß [782 a; 783 a ¹ , b ¹ , c ¹ , d ¹] | 112 | 360 | 37 | 257 |
| Sonstige Eisenwaren, roh und bearbeitet, aus nicht schiedbarem Guß (780 B; 781; 782 b; 783 e, f, g, h) | 277 | 1 039 | 5 092 | 19 182 |
| Robluppen; Rohschienen; Rohblöcke; Brammen; vorgewalzte Blöcke; Platinen; Knüppel; Tiegelstahl in Blöcken (784) | 7 821 | 29 602 | 14 082 | 34 949 |
| Stabeisen; Formeisen, Bandisen [785 A ¹ , A ² , B] | 33 322 | 111 425 | 30 451 | 105 236 |
| Blech: roh, entzündert, gerichtet usw. (786 a, b, c) | 7 125 | 27 450 | 14 765 | 53 028 |
| Blech: abgeschliffen, lackiert, poliert, gebräunt usw. (787) | 4 | 25 | 86 | 253 |
| Verzinkte Bleche (Weißbleche) (788 a) | 1 496 | 6 759 | 10 148 | 36 700 |
| Verzinkte Bleche (788 b) | 280 | 1 013 | 19 | 945 |
| Well-, Dehn-, Riffel-, Waffel-, Warzenblech (789 a, b) | 145 | 843 | 160 | 426 |
| Andere Bleche (788 c; 790) | 32 | 63 | 272 | 789 |
| Draht, gewalzt oder gezogen, verzinkt usw. (791 a, b; 792 a, b) | 9 297 | 32 223 | 11 931 | 63 746 |
| Schlangenhöhren, gewalzt oder gezogen; Röhrenformstücke (793 a, b) | 3 | 10 | 199 | 872 |
| Andere Röhren, gewalzt oder gezogen (794 a, b; 795 a, b) | 260 | 1 280 | 16 302 | 40 990 |
| Eisenbahnschienen usw.; Straßenbahnschienen; Eisenbahnschwellen; Eisenbahnlaschen; -unterlagsplatten (796) | 4 625 | 19 464 | 11 164 | 27 531 |
| Eisenbahnachsen, -radeisen, -räder, -radsätze (797) | — | 28 | 2 311 | 8 497 |
| Schmiedbarer Guß; Schmiedestücke usw.; Maschinenteile, roh und bearbeitet, aus schmiedbarem Eisen [798 a, b, c, d, e; 799 a ¹ , b ¹ , c ¹ , d ¹ , e, f] | 593 | 2 361 | 8 328 | 32 404 |
| Brücken- und Eisenbauteile aus schmiedbarem Eisen (800 a, b) | 245 | 441 | 1 767 | 7 738 |
| Dampfkessel und Dampffässer aus schmiedbarem Eisen sowie zusammengesetzte Teile von solchen, Ankertonnen, Gas- und andere Behälter, Röhrenverbindungsstücke, Hähne, Ventile usw. (801 a, b, c, d; 802; 803; 804; 805) | 45 | 236 | 2 334 | 8 990 |
| Anker, Schraubstöcke, Ambosse, Sperrhörner, Brecheisen; Hämmer; Klöben und Rollen zu Flaschenzügen; Winden usw. (806 a, b; 807) | 9 | 51 | 174 | 616 |
| Landwirtschaftliche Geräte (808 a, b; 809; 810; 816 a, b) | 114 | 377 | 1 166 | 5 295 |
| Werkzeuge, Messer, Scheren, Waagen (Wiegevorrichtungen) usw. (811 a, b; 812; 813 a, b, c, d, e; 814 a, b; 815 a, b, c; 816 c, d; 817; 818; 819) | 81 | 282 | 1 719 | 7 254 |
| Eisenbahnoberbauzeug (820 a) | 689 | 1 161 | 218 | 908 |
| Sonstiges Eisenbahnzeug (821 a, b) | 16 | 95 | 526 | 2 398 |
| Schrauben, Nieten, Schraubenmutter, Hufeisen usw. (820 b, c; 825 e) | 131 | 550 | 752 | 3 385 |
| Achsen (ohne Eisenbahnachsen), Achsteile usw. (822; 823) | 14 | 48 | 69 | 283 |
| Eisenbahnwagenfedern, andere Wagenfedern (824 a, b) | 334 | 1 026 | 241 | 1 200 |
| Drahtteile, Drahtlitzen (825 a) | 34 | 133 | 554 | 2 445 |
| Andere Drahtwaren (825 b, c, d; 826 b) | 194 | 771 | 3 627 | 17 343 |
| Drahtstifte (Huf- und sonstige Nägel) (825 f, g; 826 a; 827) | 48 | 176 | 1 858 | 8 978 |
| Haus- und Küchengeräte (828 d, e, f) | 11 | 29 | 1 001 | 4 158 |
| Ketten usw. (828 a, b) | 9 | 42 | 286 | 1 392 |
| Alle übrigen Eisenwaren (828 a, b, c; 830; 831; 832; 833; 834; 835; 836; 837; 838; 839; 840; 841) | 112 | 387 | 5 244 | 20 546 |
| Maschinen (882 bis 906) | 1 198 | 4 416 | 21 324 | 89 813 |

1) Die Ausfuhr ist unter Maschinen nachgewiesen.

Dampfkesselexplosionen im Deutschen Reiche im Jahre 1932.

Nach einer Zusammenstellung des Statistischen Reichsamtes¹⁾ betrug bei den im Deutschen Reiche vorhandenen Dampfkesseln:

| im Jahre | die Zahl der Explosionen | die Zahl der verunglückten Personen | darunter wurden | | |
|----------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | sofort getötet | schwer verletzt | leicht verletzt |
| 1932 | 2 | 2 | 1 | — | 1 |
| 1931 | 9 ²⁾ | 15 | 2 | 4 | 9 |
| 1930 | 3 | 2 | 1 | 1 | — |
| 1929 | 10 | 21 | 10 | 6 | 5 |

Als Ursachen der Explosionen des Berichtsjahres werden Ueberdruck bei unzuverlässigem Manometer oder unsachgemäßer Bauart angegeben.

¹⁾ Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 42 (1933) Heft 1. — Vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 768.
²⁾ Berichtigte Zahl.

Die deutsch-oberschlesische Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie im März 1933¹⁾.

| Gegenstand | Februar 1933 | März 1933 |
|--|--------------|-----------|
| | t | t |
| Steinkohlen | 1 223 884 | 1 366 688 |
| Koks | 72 944 | 77 612 |
| Briketts | 23 266 | 18 234 |
| Rohteer | 3 850 | 4 037 |
| Teerpech und Teeröl | — | — |
| Robbenzol und Homologen | 1 216 | 1 281 |
| Schwefelsaures Ammoniak | 1 220 | 1 297 |
| Flußstahl | 5 404 | 4 501 |
| Roheisen | 11 729 | 14 373 |
| Flußstahl | 379 | 849 |
| Stahlguß (basisch und sauer) | 771 | 862 |
| Halbzeug zum Verkauf | — | — |
| Fertigerzeugnisse der Walzwerke einschließlich Schmiede- und Preßwerke | 9 060 | 12 309 |
| Gußwaren II. Schmelzung | 491 | 553 |

¹⁾ Oberschl. Wirtsch. 8 (1933) S. 206 ff.

Frankreichs Roheisen- und Flußstahlerzeugung im April 1933.

| | Bessemer- und Puddel- | Gießerei- | Thomas- | Verschiedenes | Insgesamt | Hochöfen am 1. des Monats | | | Bessemer- | Thomas- | Siemens-Martin- | Tiegelguß- | Elektro- | Insgesamt | Davon Stahlguß | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------|---------|---------------|-----------|---------------------------|--|-----------|-----------|---------|-----------------|------------|----------|-----------|----------------|-----------------------------|--|--|--|--|
| | | | | | | im Feuer | außer Betrieb, im Bau oder in Ausbesserung | insgesamt | | | | | | | | Flußstahl 1000 t zu 1000 kg | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | t | | | | |
| Januar 1933 | 19 | 57 | 390 | 22 | 488 | 82 | 129 | 211 | 5 | 339 | 146 | — | 15 | 505 | 12 | | | | | |
| Februar | 11 | 55 | 368 | 18 | 452 | 82 | 129 | 211 | 4 | 330 | 146 | — | 15 | 495 | 12 | | | | | |
| März | 9 | 67 | 422 | 27 | 525 | 85 | 126 | 211 | 5 | 388 | 177 | — | 16 | 586 | 14 | | | | | |
| April | 15 | 76 | 402 | 23 | 516 | 87 | 124 | 211 | 5 | 373 | 161 | — | 15 | 554 | 12 | | | | | |

Frankreichs Eisenerzförderung im Februar 1933.

| Bezirk | Förderung | | Vorräte am Ende des Monats Februar | Beschäftigte Arbeiter | |
|-------------------|-------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------|
| | Monatsdurchschnitt 1913 | Februar 1933 | | 1913 | Februar 1933 |
| | t | t | | t | t |
| Lothringen | 1761 250 | 1007 406 | 1 414 451 | 17 700 | 8 763 |
| Metz, Diedenhofen | — | 988 383 | 2 046 029 | 15 537 | 9 234 |
| Briey et Meuse | 1 505 168 | 105 168 | 203 059 | — | 985 |
| Longwy | — | 53 413 | 312 587 | 2 103 | 770 |
| Nanzig | 159 743 | 5 606 | 10 287 | — | 55 |
| Minieres | — | 107 189 | 153 292 | 2 808 | 1 651 |
| Normandie | 63 896 | 12 226 | 154 927 | 1 471 | 478 |
| Anjou, Bretagne | 32 079 | 1 366 | 9 324 | 2 168 | 104 |
| Pyrenäen | 26 745 | 377 | 8 963 | 1 250 | 28 |
| Andere Bezirke | — | — | — | — | — |
| zusammen | 3 581 702 | 2 281 134 | 4 312 919 | 43 037 | 22 068 |

Die Leistung der französischen Walzwerke im April 1933¹⁾.

| | März 1933 ²⁾ | | April 1933 | |
|--|-------------------------|-----|------------|--|
| | in 1000 t | | | |
| | | | | |
| Halbzeug zum Verkauf | 91 | 93 | | |
| Fertigerzeugnisse aus Fluß- und Schweißstahl | 416 | 385 | | |
| davon: | | | | |
| Radreifen | 3 | 3 | | |
| Schmiedestücke | 4 | 3 | | |
| Schienen | 36 | 28 | | |
| Schwellen | 8 | 6 | | |
| Laschen und Unterlagsplatten | 2 | 2 | | |
| Träger- und U-Eisen von 80 mm und mehr, | | | | |
| Zores- und Spundwandisen | 38 | 42 | | |
| Walzdraht | 21 | 22 | | |
| Gezogener Draht | 13 | 11 | | |
| Warmgewalztes Bandisen und Röhrenstreifen | 23 | 19 | | |
| Halbzeug zur Röhrenherstellung | 6 | 5 | | |
| Röhren | 13 | 13 | | |
| Sonderstahl | 11 | 9 | | |
| Handelsstabeisen | 142 | 134 | | |
| Weißbleche | 10 | 10 | | |
| Andere Bleche unter 5 mm | 60 | 53 | | |
| Bleche von 5 mm und mehr | 23 | 21 | | |
| Universalleisen | 3 | 4 | | |

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France. — ²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Die Eisenerzförderung der Vereinigten Staaten im Jahre 1932.

Nach Angaben des Bureau of Mines¹⁾ wurden in den Vereinigten Staaten im Jahre 1932 10 004 467 t Eisenerz gefördert oder 68 % weniger als im Jahre 1931. Diese Zahl war die niedrigste seit 1885 und lag 83 % unter dem Durchschnitt der vorher-

¹⁾ Iron Age 131 (1933) Nr. 19, S. 14 des Anzeigenteils.

gehenden fünf Jahre. Im Berichtsjahre förderten nur 129 Gruben (abgesehen von den vielen kleinen Gruben) in 10 Staaten Eisenerz, gegenüber 186 Gruben in 15 Staaten im Jahre 1931.

Der Eisenerzabsatz belief sich im Jahre 1932 auf 5 416 500 t im Werte von 12 898 011 \$, verzeichnete also einen Rückgang gegen das Vorjahr von 81 % der Menge und von 83 % dem Gesamtwerte nach. Der durchschnittliche Wert je t Eisenerz ab Grube betrug im Jahre 1932 2,42 \$ gegen 2,60 \$ im Vorjahre.

Die Vorräte auf den Gruben umfaßten Ende des Berichtsjahres 17 885 535 t, nahmen somit um 35 % zu. Die Vorräte zu Ende 1932 lagen ungefähr 7 764 000 t über dem Durchschnitt der vorherigen fünf Jahre; sie waren die umfangreichsten, die jemals auf den Gruben gesammelt worden waren.

In den drei hauptsächlichsten Staaten stellte sich die Eisenerzförderung wie folgt:

| | 1931 | 1932 |
|-----------|------------|-----------|
| | t | t |
| Minnesota | 17 724 123 | 5 236 760 |
| Michigan | 7 673 422 | 2 595 876 |
| Alabama | 3 672 986 | 1 396 527 |

Die Roheisen- und Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten im April 1933¹⁾.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten betrug im April 633 067 t gegen 550 685 t im Vormonat, nahm also um 82 382 t oder 15 % zu; arbeitstäglich wurden 21 102 t gegen 17 764 t im März erzeugt. Gemessen an der tatsächlichen Leistungsfähigkeit betrug die April-Erzeugung 15,1 % gegen 12,7 % im März 1933. Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen nahm im Berichtsmonat um 10 zu, insgesamt waren 48 von 291 vorhandenen Hochöfen oder 16,5 % in Betrieb.

Die Stahlerzeugung stieg im April gegenüber dem Vormonat um nicht weniger als 450 743 t oder 49,8 %; sie erreichte damit den höchsten Stand der letzten 14 Monate. Nach den Berichten der dem „American Iron and Steel Institute“ angeschlossenen Gesellschaften, die 95,68 %²⁾ der gesamten amerikanischen Stahlerzeugung vertreten, wurden im April von diesen Gesellschaften 1 337 168 t Flußstahl hergestellt gegen 892 736 t²⁾ im Vormonat. Die Gesamterzeugung der Vereinigten Staaten ist auf 1 356 154 t zu schätzen, gegen 905 411 t²⁾ im Vormonat, und beträgt damit etwa 24,56 % der auf 68 464 308 t²⁾ (Stand vom 31. Dez. 1932) berechneten Leistungsfähigkeit der Stahlwerke. Die arbeitstägliche Leistung betrug bei 25 (27) Arbeitstagen 54 246 gegen 33 534 t²⁾ im Vormonat, sie nahm mithin sogar um fast 62 % zu.

¹⁾ Steel 92 (1933) Nr. 19, S. 16; Nr. 20, S. 19.

²⁾ Berichtigte Zahl.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft im Geschäftsjahr 1932¹⁾.

Der Wert der deutschen industriellen Erzeugung ist von 50 Milliarden *RM* 1931 auf etwa 38 Milliarden *RM*, d. h. um 24 % zurückgegangen. Demgemäß mußte auch der Verkehr der Reichsbahn weiter abnehmen. Im Güterverkehr sind die beförderten Mengen um 15 % und die Einnahmen um 25 % gegen das Vorjahr gesunken, das bedeutet einen Rückgang von 44 % der Tonnen und 50 % der Einnahmen gegenüber dem bisher besten Jahr 1929. Auch der Personenverkehr hat enttäuscht. Die Einnahmen aus dem Personenverkehr blieben gegen 1931 um 22 % und gegen 1929 sogar um 37 % zurück. Im ganzen waren die Einnahmen um 914 Mill. *RM* = 24 % niedriger als 1931. Verglichen mit 1929 waren die Gesamteinnahmen um 2420 Mill. *RM* = 45 % geringer. Diese Mindereinnahme ist nicht ausschließlich dem Verkehrsrückgang zuzuschreiben, ein beachtlicher Anteil von über 600 Mill. *RM*, das sind etwa 12 % der Gesamteinnahmen 1929, entfällt auf die

¹⁾ Die Ausführungen sind dem Geschäftsbericht der Reichsbahn entnommen. Sie enthalten keine Stellungnahme zum Reichsbahnbericht. Geschäftsbericht 1931 vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 526/27.

Tarifiermäßigungen, die sowohl im Personen- als auch besonders im Güterverkehr vor allem um die Jahreswende 1931/32 durchgeführt worden sind.

Der Einnahmeausfall konnte nur zum Teil durch Senkung der Betriebsausgaben ausgeglichen werden. Die Betriebssicherheit, die allem vorangeht, erlaubt nicht, die Unterhaltung und Erneuerung der Anlagen über eine gewisse Grenze hinaus einzuschränken. Auch können die Verkehrs- und Beförderungsleistungen ohne Schaden für die allgemeine oder örtliche Wirtschaft nicht so verringert werden, wie es dem Verkehrsrückgang entspricht. Das verbietet sich auch schon wegen des Wettbewerbs mit anderen Verkehrsmitteln. Als Folge der scharfen Ausgabendrosselungen ist freilich die verringerte Beschäftigung der Industrie und des Handels zu beklagen. Oberste Pflicht aber ist es, das Reichsbahnunternehmen in seinen Grundlagen gesund zu erhalten und ohne schwere Erschütterungen durch die Krisenzeit hindurchzubringen. Im Schutze einer gefestigten Politik wird sich hoffentlich die Wirtschaft wieder beleben. Ihren Anstieg nach Kräften zu fördern, ist eine schwere, aber doch die vordringlichste Aufgabe

der Reichsbahn. Leider sind die Rücklagen durch die letzten Notjahre fast völlig erschöpft.

Trotz schärfster Einschränkung der Ausgaben hat sich die Betriebszahl, d. h. das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebseinnahmen, weiter verschlechtert, und zwar von 94,12 auf 102,27. Damit übersteigen die Betriebsausgaben, ohne den Kapitaldienst, zum erstenmal die Betriebseinnahmen.

Die Einnahmen der Betriebsrechnung 1932 betragen 2934 Mill. *RM*, denen 3001 Mill. *RM* Ausgaben für Betriebsführung, Unterhaltung und Erneuerung gegenüberstehen. Danach ergibt sich rechnungsmäßig ein Betriebsfehlbetrag von 67 Mill. *RM*. Er erhöht sich um 70 Mill. *RM* Beitrag an das Reich auf rd. 137 Mill. *RM*. Dazu treten für den Dienst der Schuldverschreibungen und Anleihen 25,9 Mill. *RM*, für die Wiederauffüllung der gesetzlichen Ausgleichsrücklage 58,6 Mill. *RM* und für die Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs 11,7 Mill. *RM*. Um diese Summen von zusammen 233 Mill. *RM* decken und ferner 75,7 Mill. *RM* Gewinnanteil auf die 7prozentigen Vorzugsaktien zahlen zu können, mußten herangezogen werden: 269,5 Mill. *RM* außerordentliche Einnahmen aus der Niederschlagung des Darlehns der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, 36,9 Mill. *RM* Einnahmen aus Steuergutscheinen und 2,3 Mill. *RM* aus der Dividendenrücklage (vgl. Zahlentafel 1).

In diesen Abschlußzahlen und vor allem in der Art des Ausgleichs spiegelt sich die schwierige Lage des Unternehmens deutlich wider. Sie wiegt um so schwerer, als die Reichsbahn nach dem Lausanner Abkommen vom Juli 1932 von den Tributlasten befreit ist und nur noch auf Grund besonderer Abmachungen einen Beitrag von 70 Mill. *RM* im Jahre an das Reich leistet. Schon seit Juli 1932 wird die Tributsteuer nicht mehr bezahlt. Auch der Abschluß für 1932 ist unter dieser Voraussetzung aufgestellt. Gegenüber der ungeheuren Wirtschaftskrise, von der die Reichsbahn in voller Schwere getroffen wird, verschwindet aber diese Entlastung. Die Öffentlichkeit hat an die Befreiung von den Tributzahlungen große Hoffnungen auf weitere Tarifierleichterungen und Beschaffungen geknüpft. Bei der Lage, die der Abschluß zeigt, war es aber der Reichsbahn unmöglich, auf Einnahmen zu verzichten oder nicht unbedingt nötige Ausgaben zu machen. Es ist zu bedenken, daß sich die Einnahmen gegen 1929 um etwa 2,4 Milliarden *RM* verringert haben. Dagegen beträgt die Entlastung an Tributausgaben nur etwa ein Viertel dieser Mindereinnahme. Unter diesen Umständen könnten die Tarife, die bereits im Vorjahr erheblich gesenkt worden sind, weiter nur noch ermäßigt werden, wenn gleichzeitig auch die Ausgaben entsprechend gesenkt würden. Sollen aber die Ausgaben so stark gesenkt werden, daß sich der Fehlbetrag und die Tarifiermäßigungen ausgleichen, so ist das nur möglich, wenn man der Reichsbahn die jetzt noch auf ihr ruhenden politischen Lasten von etwa 480 Mill. *RM* abnimmt. Die Entscheidung hierüber liegt aber außerhalb der Reichsbahn.

Die in früheren Jahren angesammelten erheblichen Beträge der gesetzlichen Ausgleichsrücklage und der gesetzlichen Dividendenrücklage sind 1931 nahezu verbraucht worden. Nach den Bestimmungen der Gesellschaftssatzung muß die Ausgleichsrücklage bis zum Betrage von 450 Mill. *RM* mit 2% der Betriebseinnahmen wieder aufgefüllt werden; Ende 1932 betrug der Bestand wieder 66,8 Mill. *RM*.

Dank der vorsichtigen Wirtschaftspolitik, besonders in früheren Jahren, die es vermieden hat, kurzfristige Verbindlichkeiten einzugehen, ist die Reichsbahn auch in diesem Jahre immer flüssig gewesen. Zu diesem Erfolg hat das günstige Ergebnis der 1931 aufgelegten steuerfreien Reichsbahnleihe wesentlich beigetragen.

Nach den Wünschen und Bestrebungen der Reichsregierung hat die Reichsbahn, soweit es geldlich möglich war, die Maßnahmen unterstützt, die Arbeit schaffen und die Wirtschaft beleben sollten. Hierbei kam die geldliche Hilfe zustatten, die das Reich bei Auflegung der steuerfreien Reichsbahnleihe sowie durch Ueberlassung von Steuergutscheinen gewährt hat. Um besonders das Kleingewerbe zu fördern, wurden Wiederherstellungs- und Verbesserungsarbeiten an Gebäuden und sonstigen Reichsbahnanlagen auf dem ganzen Bahngelände beschleunigt durchgeführt. Weiter wurde die Fahrzeugindustrie bedacht; es wurden vorrätige Schienen und Schwellen eingebaut und darüber hinaus weitere Oberbaustoffe beschafft. Meist handelt es sich um Arbeiten und Lieferungen, die an sich ohne Gefahr für den Zustand der Anlagen und die Sicherheit des Betriebes noch hätten zurückgestellt werden können. Ihre Ausführung wurde möglich, als die Flüssigkeit durch die Einzahlungen auf die steuerfreie Reichsbahnleihe 1931 erhöht wurde; die Anleihe wurde am 15. August 1932 mit einem Zeichnungsergebnis von etwa 260 Mill. *RM* abgeschlossen. Das nach der Notverordnung vom 4. September 1932 begonnene weitere Arbeitsbeschaffungspro-

Zahlentafel 1. Der Abschluß der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für das Jahr 1932.

| 1. Betriebsrechnung. | | |
|---|------------------|------------------|
| Einnahmen | <i>RM</i> | <i>RM</i> |
| Personen- und Gepäckverkehr | 900 747 308,92 | |
| Güterverkehr | 1 729 078 430,03 | |
| Sonstige Einnahmen | 304 492 523,66 | |
| Zusammen | | 2 934 318 262,61 |
| Ausgaben | | |
| Betriebsführung | | |
| Bahnhofs- und Abfertigungsdienst | 1 040 346 718,67 | |
| Bahnwachdienst | 86 345 273,31 | |
| Lokomotivfahrdienst | 535 750 813,97 | |
| Zugbegleitdienst | 187 345 586,91 | |
| Zusammen | | 1 849 788 392,86 |
| Unterhaltung | | |
| Bahnanlagen | 421 041 282,71 | |
| Fahrzeuge | 323 809 532,79 | |
| Zusammen | | 744 850 815,50 |
| Erneuerung | | |
| Bahnanlagen | 325 467 133,44 | |
| Fahrzeuge | 80 978 157,56 | |
| Zusammen | | 406 445 291,00 |
| Zusammen Ausgaben der Betriebsrechnung vor Zahlung des Beitrags an das Reich | | 3 001 084 499,36 |
| Fehlbetrag der Betriebsrechnung vor Zahlung des Beitrags an das Reich | | 66 766 236,75 |
| Beitrag an das Reich | | 70 000 000,00 |
| Mehrausgaben der Betriebsrechnung | | 136 766 236,75 |
| 2. Gewinn- und Verlustrechnung. | | |
| Anßerordentliche Einnahmen | | 269 525 171,57 |
| Aus Steuergutscheinen | | 36 912 066,54 |
| Zuweisung aus der gesetzlichen Dividendenrücklage | | 2 251 763,37 |
| Zusammen | | 308 692 001,48 |
| Dieser Betrag wurde verwendet für: | | |
| Deckung des Fehlbetrages der Betriebsrechnung vor Zahlung des Beitrags an das Reich | | 66 766 236,75 |
| Beitrag an das Reich | | 70 000 000,00 |
| Dienst der Schuldverschreibungen und Anleihen | | 25 869 399,48 |
| Zuweisung zur gesetzlichen Ausgleichsrücklage | | 58 686 365,25 |
| Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs | | 11 700 000,00 |
| Zu verteilende Vorzugsdividende | | 75 670 000,00 |
| Zusammen | | 308 692 001,48 |

gramm umfaßt Aufträge für 280 Mill. *RM*. Davon wurden 50 Mill. *RM* trotz der vorgeschrittenen Jahreszeit noch im Berichtsjahr verausgabt; für 230 Mill. *RM* wurden die Arbeiten und Lieferungen bis Ende März 1933 in Auftrag gegeben. Der Gesamtbetrag für diese zusätzlichen Arbeiten wird mit 180 Mill. *RM* aus Steuergutscheinen und mit 100 Mill. *RM* durch Anspannung des eigenen Kredits gedeckt. Außerdem standen für zusätzliche Aufträge und für weitere Ausgaben der Kapitalrechnung in geringem Umfange die Reste früherer Anleihen sowie Bau- und sonstige Kredite zur Verfügung. Wegen der Lage des Kapitalmarktes konnten auch 1932 weitere Vorzugsaktien nicht ausgegeben und neue Anleihen nicht aufgelegt werden.

Die Bautätigkeit war, bedingt durch die Wirtschaftslage, wie in den Vorjahren gering. Die Gesellschaft hat sich im wesentlichen darauf beschränken müssen, mit den vorhandenen Geldmitteln begonnene Bauten so zu fördern, daß das bereits angelegte Kapital möglichst bald Ertrag abwirft. Das gilt besonders für die Verbesserung der Verkehrs- und Betriebsanlagen im Rhein-Ruhr-Gebiet und für die Elektrisierung der süddeutschen Ost-West-Linien zwischen Augsburg und Stuttgart. Ausbau und Elektrisierung der Wannseebahn, 1931 begonnen, werden mit Beginn des Sommerfahrplans 1933 abgeschlossen sein¹⁾.

In der Bahnunterhaltung nötigten die unerwartet geringen Einnahmen zunächst dazu, sowohl die Unterhaltung der baulichen Anlagen als auch besonders die Erneuerung des Oberbaues einzuschränken. Erst mit Hilfe der Steuergutscheine konnten die Arbeiten zur Erneuerung des Oberbaues und zur Verstärkung der Brücken beschleunigt und über die zunächst vorgesehenen Pläne hinaus durchgeführt werden. Die Arbeitsverfahren wurden weiter vervollkommen. Jedoch hat die Reichsbahn der großen Arbeitslosigkeit wegen auf noch so wirtschaftliche maschinelle Vorrichtungen dann verzichtet, wenn sie in der Hauptsache nur die Handarbeit ersetzen.

An Fahrzeugen hat die Reichsbahn trotz reichlicher Ausmusterung immer noch großen Ueberfluß. Nur an Sondergeräten besteht ein gewisser Bedarf. Besondere Aufmerksamkeit galt dem Triebwagen, dessen Verwendbarkeit ausprobiert wurde. Hervorzuheben sind die erfolgreichen Versuchsfahrten mit dem Schnelltriebwagen auf der Strecke Berlin—Hamburg.

Im Werkstädtendienst mußten die Leistungen dem zurückgehenden Betrieb durch Feierschichten angepaßt werden.

¹⁾ Der elektrische Betrieb ist inzwischen aufgenommen worden.

In der Lager- und Stoffwirtschaft konnten die Vorräte sowohl wert- als auch mengenmäßig weiter verringert werden.

Auch der Güterverkehr hat im Berichtsjahr den bisher größten Tiefstand erreicht. Bei dem schwachen Verkehr machte sich der zunehmende Wettbewerb des Kraftwagens, der günstige Wasserstand der Wasserstraßen und der starke Rückgang der Wasserfrachten natürlich doppelt fühlbar. Es ist gelungen, die Betriebsleistungen weitgehend dem verringerten Verkehr anzugleichen. Zweckdienliche Maßnahmen, neue Verfahren der Fahrplanbildung, die Verwendung von Kleinlokomotiven im Verschiebedienst, von leichten Güterzügen und Behältern haben es ermöglicht, die Verkehrsbedienungen zu verbessern und die Beförderungszeiten abzukürzen.

Nach wie vor wird die Geldlage der Reichsbahn ungünstig beeinflusst durch das noch immer ungeklärte Verhältnis der Eisenbahn zum Kraftwagen. Durch die gesetzliche Regelung vom 1. November 1931 an sollte der Preiswettbewerb zwischen Schiene und Straße im Ferngüterverkehr eine einheitliche Grundlage erhalten. Die Reichsbahn hat für diese gesetzliche Regelung durch Neugestaltung der oberen Tarifklassen und Verzicht auf die sog. K-Tarife schwere Einnahmeopfer gebracht. Schon im Geschäftsbericht über 1931 war die Befürchtung ausgesprochen, daß das Ziel des Gesetzgebers nicht zu erreichen ist. Dieser Eindruck hat sich im Laufe des Jahres 1932 noch erheblich verstärkt. Immer deutlicher stellte sich heraus, daß auch dort, wo sich die Landesbehörden bestrebt zeigen, die strenge Anwendung der Vorschriften zu gewährleisten, die nach der Notverordnung gegebenen Überwachungsmöglichkeiten nicht ausreichend sind, um den Zweck der Verordnung — Schutz der Reichsbahn und ihres gemeinwirtschaftlichen Tarifsystems — sicherzustellen. Das begreifliche Streben des einzelnen Kraftfahrunternehmers nach einem möglichst großen Verkehrsbesitz, die Vielzahl der sich im Kraftfernverkehr betätigenden Betriebe und schließlich die mannigfaltigen und vor allem die geheimen Umgehungsmöglichkeiten der Tarifbindung haben zusammenwirkend dahin geführt, daß die vom Gesetzgeber erwarteten Folgen der Notverordnung zugunsten der Reichsbahn bislang nur in völlig unzureichendem Maße eingetreten sind. Auf der anderen Seite sind auch die Kraftfahrunternehmer mit der derzeitigen Regelung nicht zufrieden. Während die einen schon die gegenwärtige Überwachung als verkehrsbehindernd empfinden, fordern die andern deren Verschärfung auch zum eigenen Besten gegen den nach wie vor fortbestehenden Schleuderwettbewerb innerhalb des Kraftverkehrs selbst. Nach den für alle Teile unbefriedigenden bisherigen Erfahrungen wird sowohl von der Reichsbahn als auch vom Kraftverkehr und schließlich auch von weiten Kreisen der Wirtschaft eine Änderung der gegenwärtig geltenden Gesetzgebung als dringend notwendig bezeichnet. Ein Teil der Wirtschaft und auch des Kraftverkehrs hat dabei in erster Linie eine Lockerung oder sogar die völlige Beseitigung der derzeitigen Bindungen des Fernkraftverkehrs im Auge. In Übereinstimmung mit anderen Kreisen der Wirtschaft und des Kraftverkehrs steht demgegenüber die Reichsbahn auf dem Standpunkt, daß die geltenden Vorschriften nicht abzubauen, sondern umgekehrt mit dem Ziele, den Kraftverkehr wirksamer in den allgemeinen Verkehr einzuordnen, noch weiter auszubauen seien. Dabei ist u. a. von Reichsbahnseite der Gedanke aufgeworfen worden, zur Herbeiführung gleichmäßiger Behandlung des gesamten Güterverkehrs den Lastkraftfernverkehr durch Gesetz ausschließlich dem Reiche vorzubehalten und seine künftige Ausführung nur noch in enger Verbindung mit der Reichsbahn zuzulassen. Eine Stellungnahme der Reichsregierung zu dieser Frage liegt zur Zeit noch nicht vor.

Der im Dezember 1931 vom Reichsverkehrsminister genehmigte und am 1. März 1932 in Kraft gesetzte Bahnspeditionsvertrag hat die Rollgebühren wesentlich verbilligt. Diese Maßnahme und die Neuordnung des Sammelgutverkehrs haben der Wirtschaft große Erleichterungen gebracht und dem Schienenweg Frachten gesichert.

Die Zahl der dem öffentlichen Güterverkehr dienenden Kraftfahrbetriebe der Reichsbahn betrug am Ende des Jahres 1932: 53. Hiervon wurden 35 Verkehre von der Reichsbahn allein und 18 gemeinsam mit anderen Unternehmungen betrieben. Die Verkehre weisen eine Gesamtstreckenlänge von 1321 km auf.

Im Großgüterwagenverkehr stieg die Zahl der Läufe von 35 auf 38, der Wagenbestand von 846 auf 965 Ende 1932.

An Personalausgaben sind im Jahre 1932 2127,2 Mill. *RM* entstanden, das sind 838,3 Mill. *RM* oder 28,3% weniger als 1929 und 424,2 Mill. *RM* oder 16,6% weniger als 1931. Dieses Ergebnis ist nicht nur auf die Senkung der Gehälter, Löhne und Sozialausgaben, sondern auch auf die Verminderung der Beschäftigten von 713 119 Köpfen im Jahre 1929 auf 600 595 Köpfe im Jahre 1932 zurückzuführen.

Bei den Sachausgaben übersteigen auch in 1932 trotz Preisabbau die Richtzahlen für die wichtigsten Ausgaben im all-

gemeinen immer noch die Lebenshaltungskennzahl, während die Einnahmekennzahl, also die Tariffkennzahl ohne Beförderungssteuer, mit dieser ungefähr auf der gleichen Linie liegen. Dabei darf allerdings nicht verkannt werden, daß an die heute beschafften Stoffe größere Anforderungen als vor dem Kriege gestellt werden. Die Sachausgaben mußten infolgedessen weitgehend gekürzt werden. Die Ausgaben der Betriebsrechnung für die Unterhaltung und Erneuerung der Bahnanlagen und Fahrzeuge wurden auf den Umfang beschränkt, der auch bei der derzeitigen schlechten Verkehrslage zur ordnungsmäßigen Betriebsführung noch notwendig ist. Die Neubautätigkeit hielt sich ebenfalls in sehr engen Grenzen.

Nach den Lausanner Abmachungen vom Juli 1932 — die allerdings noch nicht bestätigt sind — wird das Darlehen der Bank für Internationale Zahlungen im Hoover-Jahr in Höhe von rd. 540 Mill. *RM* gestrichen, ferner fällt die Tributsteuer, welche die Reichsbahn vor der Hoover-Regelung in Höhe von 660 Mill. *RM* jährlich zu zahlen hatte, endgültig weg. Der auf die erste Hälfte des Jahres 1932 entfallende Teil des BIZ.-Darlehens von rd. 270 Mill. *RM* wurde zurückgerechnet. Der auf die zweite Hälfte 1931 entfallende Teil von ebenfalls rd. 270 Mill. *RM* war in dem Abschluß 1931 als Schuld ausgewiesen. Der Gegenwert ist in der Gewinn- und Verlustrechnung als „außerordentliche Einnahmen“ auf der Habenseite vorgetragen worden.

Um das Reich in seinen Verpflichtungen zu unterstützen, hat sich die Reichsbahn verpflichtet für diese Zwecke einen jährlichen Beitrag von 70 Mill. *RM* zu leisten. Die Reichsbahn hat daher noch folgende politische Lasten zu tragen:

Stand Ende 1932.

| | | |
|--|---------------------|---------------------|
| 1. Tributlast | | |
| a) Beitrag an das Reich . . | 70 Mill. <i>RM</i> | |
| b) Vorzugsdividende auf 500 Mill. <i>RM</i> Vorzugsaktien, die s. Z. dem Reich unentgeltlich überlassen wurden | 35 Mill. <i>RM</i> | |
| | Zusammen | 105 Mill. <i>RM</i> |
| 2. Beförderungssteuer | | 180 Mill. <i>RM</i> |
| 3. Weitere Lasten | | |
| a) politische Personallast . . | 183 Mill. <i>RM</i> | |
| b) Mehrkosten aus neuer Grenzziehung | 11 Mill. <i>RM</i> | |
| | Zusammen | 194 Mill. <i>RM</i> |
| | Insgesamt | 479 Mill. <i>RM</i> |

Das sind etwa 16,4% der Betriebseinnahmen des Jahres 1932.

Die Gesamtschuld der Reichsbahn beträgt nach Streichung des Darlehens der BIZ. rd. 2 Milliarden *RM*. Diese Belastung ist in Anbetracht des Wertes des Reichseisenbahnvermögens nicht groß, im Verhältnis zur Verschuldung ausländischer Bahnen gering.

Die Geldlage zwang dazu, den ursprünglich vorgesehenen Oberbau-Erneuerungsplan einzuschränken. Diese Einschränkung und der infolgedessen geringere Gewinn an altbrauchbaren Stoffen beeinflussten auch die planmäßigen Auswechselungsarbeiten, die auf die betrieblich wichtigeren Gleise beschränkt werden mußten. In den übrigen Gleisen konnten zunächst nur die offensichtlichen Mängel von Fall zu Fall beseitigt werden.

Erst die Leitsätze der Reichsregierung zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit und zur Belebung der Wirtschaft haben es ermöglicht, weitere Oberbauerneuerungsarbeiten in Aussicht zu nehmen. Infolgedessen sind noch im Herbst 1932 500 km Gleise und 1600 Weichen erneuert worden, so daß sich die Gesamterneuerung im laufenden Geschäftsjahr auf 1538 km Gleise und 5506 Weichen beläuft.

Die Erneuerung der wichtigsten Strecken, die dem internationalen und FD-Zug Verkehr dienen, mit Langschienenoberbau von 30 m Schienenlänge wurde fortgesetzt; insgesamt sind bis jetzt 5020 km hiernit ausgerüstet. In Tunneln, auf Brücken und in anderen wichtigen Gleisen liegen 490 km Langschienen von 30 m und größerer Länge, so daß Ende 1932 insgesamt 5510 km mit Langschienenoberbau erneuert waren. Auf der Wannseebahn in Berlin, die elektrisiert wird, sind versuchsweise Langschienen von 60 m Länge eingebaut worden. Abgesehen von den Vorteilen, die sich aus der weiteren Einschränkung der Schienenstöße für den ruhigen Lauf der Fahrzeuge und für die Unterhaltung des Oberbaues ergeben, werden hierdurch auch Schienenverbindungen für die Rückleitung des Stromes erspart. Besondere Beachtung wurde der Stoßlückenfrage geschenkt, weil die Erhaltung vorschriftsmäßiger Stoßlücken für die Betriebssicherheit des Oberbaues von wesentlicher Bedeutung ist.

Der Verkauf von Altstoffen litt während des größten Teils des Berichtsjahres unter dem Daniederliegen des Marktes. Gegen Schluß des Jahres trat eine fühlbare Belebung ein, die eine Preissteigerung für Altmetall zur Folge hatte. Auch im laufenden Jahre wurden wieder altbrauchbare Oberbaustoffe, besonders Schienen, in geringem Umfange nach dem Auslande verkauft.

Die Lage der tschechoslowakischen Eisenindustrie im ersten Vierteljahr 1933. — Die in der Eisenindustrie übliche Frühjahrsbelegung hat sich infolge fast vollständigen Ausbleibens einer Baubewegung in diesem Jahre nicht gezeigt. Die rückläufige Bewegung in der Beschäftigung der tschechoslowakischen Eisenindustrie ist aber zum Stillstand gekommen. So betrug die Roheisenherzeugung nach amtlichen Ermittlungen im Berichtsvierteljahr 108 924 t gegenüber 102 715 t im letzten Vierteljahr 1932; sie ist somit um 6 % gestiegen, liegt aber noch immer um 9 % unter dem an und für sich geringen Vierteljahrsdurchschnitt des Vorjahres. Eine etwas größere Steigerung hatte die Rohstahlgewinnung zu verzeichnen, die sich von 155 132 t im Vorvierteljahr auf 172 897 t in der Berichtszeit hob; sie weist somit eine Steigerung von rd. 11 % auf und hat damit den Vierteljahrsdurchschnitt von 1932 etwas überschritten.

Der Bestelleingang an Roheisen blieb zwar in der Berichtszeit um 8,5 % gegenüber dem Vorvierteljahr zurück, nahm aber gegenüber dem ersten Viertel 1932 um rd. 15 % zu. Ein günstigeres Bild zeigt der Bestelleingang an Walzware, der in der Berichtszeit um rd. 19 % höher war als im Vorvierteljahr und auch den Bestelleingang in der gleichen Zeit des Vorjahres um rd. 8 % überschritt. Diese Steigerung ist jedoch nur darauf zurückzuführen, daß die Bestellungen der Staatsbahnen für das laufende Jahr erst zu Beginn des Jahres erfolgt sind, während sie früher immer schon im letzten Viertel des Vorjahres aufgegeben wurden.

Nicht gleichen Schritt mit dem Auftragsingang hielten die Roheisen- und Walzzeuglieferungen an dritte Verbraucher. Der Roheisenabsatz, der gegenüber dem Vorvierteljahr um 17 % zurückging, hielt sich zwar auf der Höhe des ersten Vierteljahres 1932, unterschritt jedoch den Vierteljahrsdurchschnitt des Vorjahres noch um 10 %. Auch die Walzzeuglieferungen an fremde Verbraucher zeigten ein ungünstigeres Bild als der Auftragsingang; gegenüber dem Vorvierteljahr blieben sie um rd. 11 %, gegen Januar bis März 1932 um fast 25 % und gegenüber dem Vierteljahrsdurchschnitt 1932 um 17 % zurück.

Aus der Gegenüberstellung der Roheisen- und Rohstahlgewinnung einerseits und den Bestellungen an Roheisen und Walzzeug sowie den Liefermengen in diesen Erzeugnissen an fremde Verbraucher andererseits geht hervor, daß der starke, im Vorjahr vorgenommene Abbau der Lagervorräte deren teilweise Auffüllung unbedingt notwendig machte.

Die Ausfuhr an Roheisen spielt für die tschechoslowakische Eisenindustrie schon seit geraumer Zeit keine Rolle mehr, sie hielt sich auch in der Berichtszeit in bescheidenen Grenzen. In Walzzeug konnte sich der geringe vorjährige Auslandsabsatz im ersten Vierteljahr 1933 behaupten; auch die Lieferungen an die weiterverarbeitende Industrie für die mittelbare Ausfuhr hielten sich auf der vorjährigen Höhe. Der Inlandsmarkt war jedoch schwächer als im Vorjahre.

Der Zusammenschluß innerhalb der Internationalen Rohstahlgemeinschaft zu Verkaufsverbänden für die wichtigsten Erzeugnisse läßt eine Beruhigung und damit eine festere Haltung auf dem Eisenmarkt erwarten; durch die inländische Arbeitsanleihe erhofft auch die Eisenindustrie wieder mehr Arbeit, wodurch der Abbröckelung nicht nur endgültig Einhalt geboten wird, sondern auch eine allmähliche Besserung in der Beschäftigung eintreten dürfte.

Rohstoffversorgung der italienischen Eisenindustrie. — Nach einem Bericht von F. E. Ferrari, M. Marantonio und P. L. Tagliaferri¹⁾ schwankt die Verhältniszahl zwischen selbst erzeugtem Roheisen und der Stahlerzeugung während der Jahre 1927 bis 1932 in Italien zwischen 0,26 und 0,36, demgegenüber liegt die gleiche Zahl für England, Deutschland und Vereinigte Staaten zwischen 0,63 und 0,84. Italien führt Erz, Kohle und Schrott ein und könnte die Einfuhr an Schrott vermeiden, wenn mehr Roheisen erzeugt würde; es könnte sich auf die gleiche Grundlage der anderen Eisen erzeugenden Länder stellen, wenn es etwa zwei Drittel der Stahlmenge an Roheisen selbst herstellte. Die Stahlerzeugung bewegte sich etwa zwischen 2,1 und 1,5 Mill. t jährlich, demnach müßte die Roheisenherzeugung auf etwa 1,4 Mill. t eingestellt werden. Bei einer Beschränkung der Erzförderung im eigenen Lande auf etwa 500 000 t und einer Verwendung von etwa 300 000 t anderer eisenerhaltiger Rohstoffe des eigenen Landes, wie Pyrite, Schlacken, müßten noch etwa 2 Mill. t Erz eingeführt werden, um auf 1,4 Mill. t Roheisen zu gelangen.

Es bestehen nun drei Möglichkeiten des Herstellungsverfahrens: 1. in Kokshochöfen, 2. in Elektroöfen, 3. nach beiden Verfahren gemeinsam. Der erste Fall bedeutet eine Einfuhr von

etwa 1,9 Mill. t Steinkohle jährlich zur Herstellung des erforderlichen Kokses. Dabei ergibt sich ein vorteilhafter Entfall von Gas zu Heiz- und Kraftzwecken, Benzol, Ammoniak und Teer, ferner eine Verbilligung der Stahlerzeugung im Siemens-Martin-Ofen durch Verwendung des flüssigen Einsatzes und Mitbeheizung durch die entfallenden Hochofen- oder Koksofengase und damit eine bessere Wirtschaftlichkeit des gesamten Werkes. Der zweite Fall, die Verwendung von Elektroöfen zur Roheisenherzeugung, bedingt das Vorhandensein großer Kraftmengen, etwa 400 000 bis 450 000 kW, was etwa einem Zehntel der heute in Italien verfügbaren Mengen entspricht; dabei ist natürlich ein angemessener Stromlieferpreis Grundbedingung. Bei der heutigen Lage der Industrie stellt sich aber zweifellos der dritte Fall, die gemischte Verwendung beider Verfahren, als am wirtschaftlichsten dar, und zwar durch Ausnutzung der bereits bestehenden Hochofenanlagen und entsprechende Ergänzung dieser durch Elektroöfen, die etwa beschränkt wären auf 50 % des gesamten Anteiles. Man müßte also etwa 2000 t Roheisen täglich in Hochöfen auf Koksgrundlage erzeugen und 2000 t in elektrischen Öfen. Man brauchte dann kein Roheisen mehr einzuführen; es wären dann 1 Mill. t heimische Erze und 400 000 t heimische andere eisenhaltige Rohstoffe zu verarbeiten. Die Elektro-Roheisenherzeugung müßte natürlich in Nähe der Siemens-Martin-Öfen vor sich gehen, um sie mit flüssigem Roheisen beschicken und die frei werdenden Gase besser ausnutzen zu können.

United States Steel Corporation. — Der Auftragsbestand des Stahltrustes nahm im April gegenüber dem Vormonat um 24 132 t zu. Am Monatschlusse standen 1 894 590 t unerledigte Aufträge zu Buch gegen 1 870 458 t Ende März und 2 364 157 t Ende April 1932.

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf. — Der Wertumsatz der Gesellschaft mit Fremden betrug im Geschäftsjahr 1932 nur noch 69 % von 1931, 47 % von 1930 und 40 % von 1929. Das vierte Vierteljahr 1932 brachte zwar eine leichte Besserung, die aber das Gesamtergebnis nicht mehr entscheidend beeinflussen konnte und schon im ersten Viertel des neuen Jahres wieder nachließ. Der mangelnden Ertragsmöglichkeit und dem unwirtschaftlichen Beschäftigungsstand der Werke mußte weiterhin durch Beschränkung der Ausgaben begegnet werden. Von Neuanlagen wurde nur das Notwendigste durchgeführt. Das Werk III der Abteilung Rath zum Walzen großer nahtloser Röhren bis 1500 mm Dmr. konnte vor kurzem erfolgreich in Betrieb genommen werden. Das neue Preßwerk der Abteilung Witten für kleinkalibrige Röhren wird bald fertiggestellt sein. Der übrige Betrieb Wittens mußte wegen Arbeitsmangels zum größten Teil geschlossen werden. Von Ende 1931 bis Ende 1932 sank die Zahl der Beamten und Arbeiterschaft in den deutschen Betrieben von 15 708 Köpfen auf 14 996.

Wie 1931, so konnte auch im Berichtsjahr wiederum nur einer der beiden Hochöfen in Betrieb gehalten werden. Die Stahlerzeugung sank weiter und wurde überwiegend auf der Heinrich-Bierwes-Hütte durchgeführt; neu in Betrieb kam daselbst ein Elektrostahlöfen. Die Abteilung Grillo Funke arbeitete in ihren Stahlwerken im zweiten Halbjahr durchschnittlich mit nur einem Siemens-Martin-Ofen. Die Beschäftigung der Blechwalzwerke wird durch folgende Zahlen gekennzeichnet: Versand in Grobblechen 74 % von 1931, Versand in Mittelblechen 88 % von 1931, Versand in Feinblechen 124 % von 1931, Versand in verzinkten Blechen 108 % von 1931. Der erhöhte Absatz an Fein- und verzinkten Blechen ist im wesentlichen auf Russengeschäfte zurückzuführen. Im übrigen war die Geschäftslage im In- und Ausland gleichermaßen unbefriedigend, in Deutschland noch dadurch verschärft, daß nicht unerhebliche Mengen ausländischer Waren eingeführt wurden. Der Auftragsbestand an Blechen aller Art war am Schluß des Berichtsjahres ebenso niedrig wie der am Ende 1931 und betrug nur noch 39 % vom Bestande am 31. Dezember 1930. Der Halbzeugabsatz entsprach der allgemeinen Lage. Die mannigfachen Erschwernisse verursachten einen weiteren Rückgang des Gesamtversandes an nahtlosen und geschweißten Röhren und Röhrenerzeugnissen; wertmäßig erreichte er nur etwa 60 % vom Umsatz des Vorjahres. Damit hat die Röhrenerzeugung, die nur noch 70 % der Konzernherzeugung des Jahres 1910 ausmachte, den tiefsten Stand erreicht. Der Auftragsbestand am Jahresende zeigte mit 106 % zwar eine geringfügige Erhöhung gegenüber dem 31. Dezember 1931, aber nur 34 % des Standes vom 31. Dezember 1930.

Der Niedergang der Wirtschaft hat auch im Kohlenbergbau in 1932, auf das Ergebnis des ganzen Jahres bezogen, angehalten. Ansätze zu einer Besserung zeigten sich allerdings im letzten

¹⁾ Il Sole, 11. Mai 1933.

Vierteljahr; sie waren aber nicht von Dauer. Der sinkende Absatz zwang nochmals zu einer Verminderung der Belegschaft sowie zur Stilllegung einer weiteren Kokereianlage auf Zeche Consolidation. Durch diese Maßnahmen ist die Gesamtzahl der aus Absatzmangel ausgefallenen Schichten bei den Gesellschafts-zechen in 1932 zwar um etwa 25 % zurückgegangen, sie betrug aber immer noch 264 000 gegen 350 000 im Vorjahr. Infolge des Daniederliegens der Eisenindustrie war es nicht möglich, den Eisenerzgruben an Lahn, Dill und Sieg den für eine regelrechte Förderung erforderlichen Absatz zu verschaffen. Der Betrieb mußte fast das ganze Jahr ruhen. Es gelang jedoch, die Erzlagerbestände im wesentlichen abzustößen, so daß inzwischen auf zwei Gruben die Förderung wieder aufgenommen werden konnte. Die Absatzschwierigkeiten der Gewerkschaft Braunsteinbergwerke Doktor Geier in Waldalgesheim haben weiter angehalten; die Förderung ruhte fast ganz. Der eigene Bedarf an Manganerzen wurde aus den Lagerbeständen befriedigt. Auch die Leistung des Kalksteinwerks Neanderthal ist gesunken. Sie betrug 57 000 t Rohkalkstein, 34 000 t gebrannter Kalk, 9000 t Feinkalk. In der Fabrik feuerfester Baustoffe in Hönningen a. Rh. hielt sich die Herstellung mit 14 000 t fast auf der Höhe des Vorjahres.

Die Beschäftigung des Tonwerks Erpel a. Rh. war befriedigend.

Die Mannesmannröhren-Werke A.-G. in Komotau hat für das Geschäftsjahr 1931 einen Gewinn von 6 % ausgeschüttet. Im Geschäftsjahre 1932 zeigte die tschechoslowakische Wirtschaft das gleiche trübe Bild wie die deutsche. Der Gesamtversand der dortigen Werke ist auf etwa die Hälfte von 1931 zurückgegangen. Die Verhältnisse der British Mannesmann Tube Company Ltd. in Newport gestalteten sich auch im Geschäftsjahre 1931/32 wegen unzureichender Beschäftigung noch recht schwierig, so daß weitere einschneidende Spar- und Rationierungsmaßnahmen vorgenommen werden mußten, wozu die Verlegung der Hauptverwaltung und des Sitzes von London nach Newport gehört. Die Acières & Usines à Tubes de la Sarre in Paris verteilten wie im Vorjahr wieder 6 % Gewinn. Ueber die Maschinenfabrik Meer, Aktiengesellschaft in M. Gladbach, kann Günstiges berichtet werden. Im Verlaufe des

Geschäftsjahres 1931/32 haben die Betriebe voll gearbeitet, da Aufträge in ausreichendem Maße vorlagen. Die Gesellschaft verteilte einen Gewinn von 10 %. Die E. Otto Dietrich Rohrleitungsbau-A.-G. in Bitterfeld hatte infolge völligen Daniederliegens des Tiefbau- und Rohrverlegungswesens trotz sparsamster Wirtschaft größere Verluste. Der Betrieb der Wassergas-Schweißwerk Aktien-Gesellschaft in Worms ruht seit 1926 vollständig. Auch die Lager- und Handelsgesellschaften im In- und Auslande hatten naturgemäß mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Verlustabschlüsse konnten trotz sorgfältiger Geschäftsführung nicht in allen Fällen vermieden werden. Anzeichen für eine ganz allmähliche Besserung der Geschäftslage sind erkennbar, wenn auch nicht allerwärts in gleichem Grade.

Ueber den Abschluß gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

| | 1. 1. bis 31. 12. 1930 | 1. 1. bis 31. 12. 1931 | 1. 1. bis 31. 12. 1932 |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | <i>RM</i> | <i>RM</i> | <i>RM</i> |
| Aktienkapital: | | | |
| Stammaktien | 165 000 000 | 159 999 600 | 155 999 600 |
| Vorzugsaktien | 20 263 800 | 20 263 800 | 20 263 800 |
| Anleihen | 2 094 950 | 1 521 000 | — |
| Gewinn-Vortrag | 3 177 292 | 3 237 326 | 1 955 474 |
| Rohgewinn (einschl. Vortrag) | 41 822 967 | 27 727 449 | 50 632 037 |
| Allgemeine Unkosten | 8 724 657 | 7 740 823 | 34 122 426 |
| Zinsen, Steuern | 9 698 400 | 8 114 000 | 6 174 852 |
| Abschreibungen | 9 143 726 | 9 551 316 | 9 816 858 |
| Sonstige Aufwendungen | — | — | 1 727 538 |
| Reingewinn | 14 256 184 | 2 321 310 | — |
| Ueberweis. an gesetzl. Rücklage | 553 945 | — | — |
| Vergütung an Aufsichtsrat | 199 077 | — | — |
| Gewinnanteil | — | — | — |
| a) auf Stammaktien | 9 900 000 | — | — |
| = 6 % | — | — | — |
| b) auf Vorzugsaktien | 1) 365 836 | 1) 365 836 | — |
| = 6 bzw. 7% | — | = 6 bzw. 7% | — |
| Vortrag auf neue Rechnung | 3 237 326 | 1 955 474 | — |
| Verlust | — | — | 2) 1 209 637 |

1) Davon 15 840 *RM* (6%) auf 264 000 *RM* Vorzugsaktien Ausgabe A und 349 996,50 *RM* (7%) auf die mit 4 999 950 *RM* eingezahlten Vorzugsaktien Ausgabe B. — 2) Wird auf neue Rechnung vorgetragen.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Stahlformgießereien.

Niederschrift über die 13. ordentliche Hauptversammlung am 12. Mai 1933 in Düsseldorf.

Tagesordnung:

1. Vorlage der Jahresrechnung; Erteilung der Entlastung.
2. Wahlen zum Vorstande.
3. Wahl zweier Rechnungsprüfer.
4. Bericht des Geschäftsführers.
5. Aussprache über die Marktlage.
6. Vortrag von Professor Dr. A. Thum, Darmstadt: „Die Festigkeit von gegossenen und geschweißten Konstruktionen.“
7. Verschiedenes.

Punkt 1. Die vorliegende Jahresrechnung wird einstimmig genehmigt; dem Vorstand und der Geschäftsführung wird Entlastung erteilt.

Punkt 2. Die im Laufe des Jahres erfolgte Zuwahl der Herren E. Lueg, W. Esser, W. Peyinghaus, K. Sassmann, K. Weichelt wird bestätigt; die satzungsgemäß ausscheidenden Herren M. Koehl, E. Lueg, F. Möller, H. Saemann werden einstimmig wiedergewählt.

Punkt 3. Die bisherigen Rechnungsprüfer wurden wieder gewählt.

Punkt 4. Der Geschäftsführer L. Huy berichtet: Dem Verein gehören, nachdem im Laufe des Jahres 6 Werke wegen Stilllegung ausschieden, zur Zeit 43 Werke an. Die Gesamtproduktion der Werke ging gegen das Vorjahr um 38 % zurück, der Gesamterlös um 49 %. Infolge der großen Arbeitsnot blieben alle Anstrengungen, eine Besserung der Preise zu erzielen, ohne Erfolg, auch die Versuche zur Gruppenbildung auf Sondergebieten. Die Lage der Stahlgießereien in Amerika, England, Belgien, Italien und Polen ist ebenso verzweifelt wie in Deutschland. Aus Berichten über die einzelnen Länder wurden Zahlen zusammengestellt, aus denen der Preisrückgang bzw. Erzeugungsrückgang erhellt. Die Ausfuhrmeldungen zur Erlangung der Rückvergütung für Roheisen wurden auf Vorschlag des Roheisen-

Verbandes neu geregelt. Jede Gießerei meldet jetzt die Gesamtausfuhr aller Gießereierzeugnisse nur über einen der Fachverbände. In weiterer Zusammenarbeit mit dem Vereinheitlichungsbüro der deutschen Lokomotivbauanstalten wurden die Zeichnungen für die Zylinder-Verbindungsrahmen geprüft. Mit dem Reichsbahn-Zentralamt für Einkauf wurden die neuen Bedingungen für die Vorlage und Prüfung von Stahlguß in mehreren Besprechungen durchberaten; die endgültige Fassung dürfte in kurzer Zeit zu erwarten sein. Im Auslande laufen Bestrebungen, die in den Lieferungsbedingungen jetzt gegebenen Mindestfestigkeiten für Stahlguß als nicht mehr dem Stande der Stahlherstellung entsprechend zu erhöhen. Es sei zugegeben, daß die Herstellung eines hochwertigen Stahles keiner der Gießereien Schwierigkeiten bereitet, die Erhöhung also möglich ist; wichtiger erscheint, daß die Käufer Preise für Stahlguß zahlen, die der Gießerei erlauben, die Vorprüfung des Stückes und der Formerei und dem Gießen mehr Zeit und Vorsicht zu widmen, als dies heute der Fall ist. Die in anderen Industriezweigen als Berufskrankheit anerkannte Erkrankung an Staublung (Silikose) ist jetzt auch unter den Arbeitern der Sandstrahlblasereien festgestellt. Die bisher bekannten und angewandten Schutzmittel haben offenbar versagt. In einem Falle erfolgte trotz sorgfältigen Schutzmaßnahmen Verurteilung des Werkes zum Schadenersatz. Das beim Verein gesammelte Material steht den Mitgliedern zur Verfügung.

Punkt 5 und 7. Die beiden Punkte wurden auf Vorschlag des Vorsitzenden zusammengekommen. Aus dem Kreise der Mitglieder wird angeregt, da irgendwelche Preisvereinbarungen nur sehr schwer durchzuführen seien, dem Preisdruck der Abnehmer größten Widerstand entgegenzusetzen und auch Sonderwünsche, besonders bei Gewährung von Skonto und Ersatz von Nacharbeitungskosten, abzulehnen.

Punkt 6. Nach einer kurzen Pause spricht Professor Dr. Thum über die Festigkeit von gegossenen und geschweißten Konstruktionen. Der Vortrag, zu dem Vertreter der technischen Hochschulen, Forschungsinstitute und Fachvereine erschienen waren, wird zu gegebener Zeit in erweiterter Form veröffentlicht werden, weshalb hier von der Inhaltsangabe abgesehen wird.