

# 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. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 22

31. MAI 1934

54. JAHRGANG

### Den deutschen Eisenhüttenleuten zum Gruß!

Als wir uns an einem trüben Novembertage des Jahres 1931 das letztmal zum Eisenhüttentag zusammenfanden, drückte uns alle die Sorge um den Bestand der deutschen Wirtschaft, ja des deutschen Lebens. Unsere diesjährige Hauptversammlung steht im Zeichen des Frühlings. Das mag uns auch äußerlich den Wandel der Dinge versinnbildlichen! Frisches Leben regt sich überall, auch in den Eisen- und Stahlbetrieben. Der Glaube an die eigene Kraft herrscht wieder in deutschen Landen.

Eigene Kraft hat den deutschen Eisenhüttenmann befähigt, den Verlust wertvoller Rohstoffquellen, mit denen die Mutter Natur Deutschland nur kärglich bedacht hat, durch hervorragende technische Leistungen wettzumachen. Die Ausnutzung von Stoff und Kraft ist wohl nirgends so eifrig verfolgt worden wie gerade bei uns in den letzten Jahren. Deutsche Qualitätsarbeit in stetigem Mühen um die Verbesserung der Erzeugungsverfahren soll uns helfen, gegen alle äußeren Widerstände durch eigene Tüchtigkeit unsere Industrie lebensfähig zu erhalten und damit Millionen von Volksgenossen durch Schaffung und Verarbeitung des Eisens Arbeit und Brot zu geben.

Grundlage jedes technischen Fortschritts, ja jeder technischen Leistung ist die Forschung. Wenn wir in den Tagen unserer diesjährigen Hauptversammlung den Grundstein zum neuen Heim des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung legen, so soll dies ein Zeichen dafür sein, wie sehr wir von dieser Wahrheit durchdrungen sind. Mitten im Weltkriege von den Führern der Eisenindustrie beschlossen, verzögert durch die Jahre des Niederganges, soll dieser Neubau Zeugnis davon ablegen, daß die deutschen Eisenhüttenleute in starkem Vertrauen auf die Zukunft mit froher Tatkraft ihre Arbeit an dem Neubau Deutschlands in Angriff nehmen.

Voran mit Herz und Hand!

Glück auf!

A. Bagger

## Zur Grundsteinlegung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung.

Das Eisenforschungsinstitut hat sich seit dem Jahre 1920 mit einer vorläufigen, für seine Zwecke behelfsmäßig hergerichteten Heimstätte begnügen müssen, die für seine Arbeit mannigfache Hemmungen und viele Erschwerungen mit sich brachte. Jetzt ist es möglich geworden, ihm in einem bereits erstehenden Neubau ein eigenes Heim bereitzustellen. Mit der heutigen Grundsteinlegung für diesen Bau beginnt ein neuer Abschnitt in der Geschichte des Eisenforschungsinstituts.

An einem solchen Tage drängt es, rückschauend einen Blick über die Arbeit des Instituts in den vergangenen Jahren zu werfen. Weit gesteckt ist sein Aufgabenkreis, umfaßt er doch die wissenschaftlichen Grundlagen für das gesamte Gebiet des Eisenhüttenwesens, beginnend mit dem Erz und seiner Vorbereitung für die Verhüttung, über die metallurgischen Verfahren zur Erzeugung von Roheisen und Stahl sowie die mechanisch-technologischen Verfahren der Weiterverarbeitung bis hin zur Untersuchung und Kennzeichnung der Fertigerzeugnisse und deren Veredelung durch Wärmebehandlung und ähnliche Vorgänge. Vielseitige und inhaltsreiche Arbeit ist von den Angehörigen des Instituts geleistet worden, teils in der Erschließung neuer Gebiete und neuer Wege für die Technik sowie in der Klärung des Geschehens bei den metallurgischen und technologischen Arbeitsverfahren, teils in emsiger und gewissenhafter Kleinarbeit zur Ausfüllung empfindlicher und störender Lücken in unserem Wissen.

Aus diesem weitreichenden Gebiet, das das Institut in den Jahren seines bisherigen Schaffens beackert hat, seien als Beispiele nur folgende Arbeiten genannt: Untersuchungen über den Aufbau unserer deutschen armen Eisenerze und vorbereitende Arbeiten für die Ausgestaltung von Verfahren zu ihrer Nutzbarmachung; grundlegende Arbeiten zur Metallurgie des kernlosen Induktionsofens, der, aufbauend auf diesen Forschungen, auf dem Wege ist, sich zu einem wertvollen und technisch immer mehr benutzten Gerät zur Erzeugung von Sonderstählen höchster Güte zu entwickeln; planmäßige Erforschung der physikalisch-chemischen Grundlagen der Vorgänge bei der Stahlerzeugung, über deren bisherige Ergebnisse der nachfolgende Aufsatz zusammenfassend berichten soll; wissenschaftliche Klärung der mechanisch-technologischen Verarbeitungsverfahren der Metalle; planmäßige Forschungen über die mechanischen Eigenschaften der Stähle bei höheren Temperaturen; Entwicklung von Prüfverfahren für Stähle, die höchsten Beanspruchungen durch Arbeitsdruck und Arbeitstemperatur gewachsen sein sollen; planvolle Untersuchungen über den Feinbau der Stahllegierungen durch zielgerechte Erforschung der grundlegenden Zustandsschaubilder, durch Aufdeckung der Gesetzmäßigkeiten in der Beeinflussung der Umwandlungspunkte durch Zusätze und schließlich durch umfassende Klarstellung der Vorgänge bei der Stahlhärtung und Vergütung; Entwicklung neuer Arbeitsweisen für die Stahlanalyse mit dem Ziel, dem Eisenhüttenlaboratorium eine schnellere und möglichst noch genauere Bestimmung der Stahlbestandteile zu ermöglichen; Untersuchungen über den Aufbau der technischen Phosphatschlacken und über die Ursachen der für Düngezwecke entscheidenden Löslichkeit der darin enthaltenen Phosphorsäure.

Alle diese Arbeiten und ebenso die große Zahl der weiteren, hier nicht besonders genannten Aufgaben sind in Angriff genommen und durchgeführt worden mit dem Ziel, der deutschen Eisenindustrie die wissenschaftlichen Grundlagen ihrer Arbeitsverfahren zu schaffen und ihr dadurch das Rüstzeug für eine technische und wirtschaftliche Verbesserung dieser Verfahren und für eine Steigerung der Güte ihrer Erzeugnisse zu mehren.

Der einmütige Entschluß der deutschen Eisenindustrie, dem Institut durch den neuen Bau bessere Arbeitsmöglichkeiten zu bieten, und die tatkräftige Förderung dieses Planes durch die städtischen, staatlichen und Reichsbehörden darf wohl als Anerkennung dafür gedeutet werden, daß das Eisenforschungsinstitut mit seiner Zielsetzung und seiner Arbeitsweise bisher den rechten Weg gegangen ist. So bedeutet die feierliche Stunde der Grundsteinlegung einen Markstein in der Entwicklung des Instituts, aber keinen Wendepunkt.

Die Verwirklichung des in den vergangenen Jahren trotz seiner Dringlichkeit immer wieder zurückgestellten Planes der Errichtung eines eigenen Heimes wird für das Institut und seine Angehörigen ein Ansporn sein, auf dem bisherigen bewährten Wege weiterhin zu streben und zu schaffen zur Ehre der deutschen Wissenschaft, zum Nutzen des deutschen Eisenhüttenwesens und der deutschen Wirtschaft, zum Segen für unser Volk und Vaterland!

*Friedrich Springorum*

Vorsitzender des Kuratoriums des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung.



# Das Verhalten von Mangan, Silizium und Kohlenstoff bei der Stahlerzeugung, Laboratoriumsforschung und Betriebsversuche.

Von Friedrich Körber in Düsseldorf.

(Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.)

[Bericht Nr. 277 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1</sup>.]

[Die Reaktionen zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure. Die Desoxydation oxydhaltigen Eisens durch Mangan und Silizium gemeinsam. Einfluß des Kohlenstoffs auf die Gleichgewichte zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Silikaten und fester Kieselsäure: a) als Legierungselement (Auswirkung der Karbidbildung), b) als weiteres Reduktionsmittel neben Mangan und Silizium. Beobachtungen an Schmelzungen der Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke im Lichte der Ergebnisse der Laboratoriumsforschung.]

Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung hat sich im Rahmen seines Arbeitsplanes die Aufgabe gestellt, die physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten, die für den Ablauf der Reaktionen der Stahlerzeugungsverfahren maßgebend sind, in ihrer großen Mannigfaltigkeit eingehend zu erforschen. Als zweckmäßige Arbeitsweise hat sich dabei eine möglichst enge Verknüpfung der Laboratoriumsforschung mit Betriebsversuchen erwiesen. Der Laboratoriumsforschung fällt die Aufgabe zu, die grundsätzlichen Eigenschaften der verschiedenen metallurgischen Reaktionen, die Gesetze ihrer Gleichgewichte, ihres Ablaufs und ihrer gegenseitigen Verknüpfung zu klären und somit die Unterlagen für die Beurteilung des Reaktionsablaufes in den großen Stahlschmelzöfen zu liefern, der durch Betriebsversuche verfolgt werden kann.

Bereits vor zwei Jahren wurden in dieser Zeitschrift für das Verhalten des Mangans bei der Stahlerzeugung Ergebnisse der Laboratoriumsforschung und der Betriebsversuche zusammenfassend erörtert<sup>2</sup>. In der vorliegenden Abhandlung wird die Lösung der ungleich schwierigeren Aufgabe angestrebt, das Verhalten der drei Elemente Mangan, Silizium und Kohlenstoff für ihr gemeinsames Auftreten zu kennzeichnen, und zwar wiederum auf Grund planmäßiger Laboratoriumsforschungen und entsprechender Betriebsversuche.

Die wichtigsten Reaktionen der Stahlerzeugungsverfahren, an denen Mangan, Silizium und Kohlenstoff teilnehmen, sind die Reaktionen mit saurer Schlacke sowie die Vorgänge bei der Desoxydation basisch erschmolzener Stähle mit Mangan und Silizium gemeinsam. Die Gegenwart der drei Begleitelemente im flüssigen Eisen bedingt aber schon eine so große Zahl von Reaktionsteilnehmern

(Fe, Mn, Si, C, FeO, MnO, SiO<sub>2</sub>, CO) und damit so große und mannigfaltige Konzentrationsbereiche der Metall- und Schlackenschmelzen, daß nur eine Beschränkung der Untersuchungen auf die praktisch wichtigsten Bereiche zu einer Uebersicht führen kann. Auch soll von einer eingehenden rechnerischen Behandlung der verschiedenen Gleichgewichtsbedingungen zunächst abgesehen werden, um die Versuchsergebnisse selbst sprechen zu lassen.

Im folgenden werden zunächst die Metall-Schlacken-Reaktionen, an denen neben dem Eisen Mangan und Silizium beteiligt sind, eingehend erörtert; sodann wird gezeigt werden, in welcher Weise der Kohlenstoff die Gleichgewichte dieser Reaktionen und ihren Ablauf beeinflußt und wie er selbst mit den Oxyden, die in der Metallschmelze und in den Schlacken enthalten sind, reagiert.

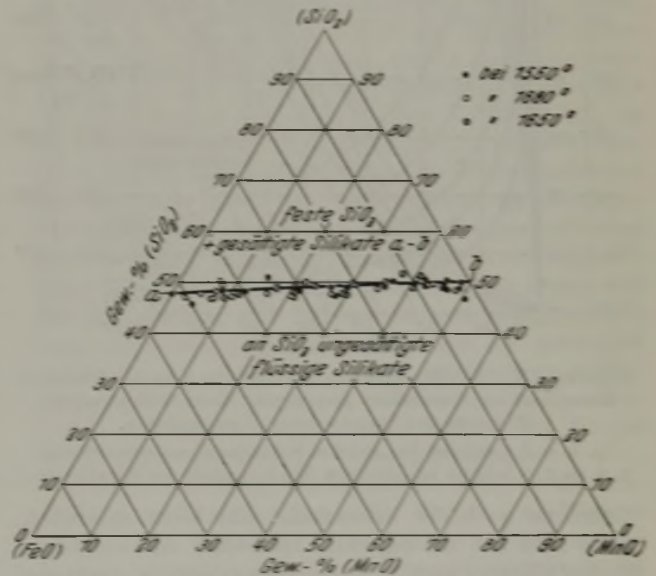


Abbildung 1. Die Löslichkeit fester Kieselsäure in Eisen-Manganoxydul-Silikaten in Gegenwart von flüssigem Eisen (Auflösungsgrenze der festen Kieselsäure).

## I. Die Reaktionen zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure.

Die einfachst aufgebauten Schlacken, die mit flüssigem Eisen, das Mangan und Silizium gemeinsam enthält, in ein Gleichgewicht gelangen können, sind die Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate. Bei Temperaturen von etwa 1600° bestehen diese Schlacken, wie Abb. 1 zeigt, im Bereiche unterhalb der Grenzlinie a—b, also bei Kieselsäuregehalten unter etwa 50%, aus gut flüssigen Silikatenschmelzen, während bei höheren Kieselsäuregehalten ein heterogenes Gemenge von flüssigen Silikaten und fester Kieselsäure vorhanden ist. Die Kieselsäure ist also in den Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten nur begrenzt löslich, eine Tatsache, auf der allein die Möglichkeit beruht, die Herde beim sauren Stahlerzeugungsverfahren mit Sand zuzustellen.

<sup>1</sup> Vorgetragen auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 2. Juni 1934 in Düsseldorf. — Dieser Bericht gibt eine zusammenfassende Uebersicht der wichtigsten Ergebnisse folgender Arbeiten: a) Friedrich Körber und Willy Oelsen: Die Grundlagen der Desoxydation mit Mangan und Silizium. Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 15 (1933) S. 271/309. b) Friedrich Körber und Willy Oelsen: Die Auswirkung der Silizid-, Phosphid- und Karbidbildung im flüssigen Eisen auf die Metall-Schlacken-Gleichgewichte der sauren Stahlerzeugungsverfahren; demnächst in den Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., sowie auszugsweise in den „Naturwissenschaften“. c) Friedrich Körber und Willy Oelsen: Die Wirkung des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel auf die Reaktionen zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure; demnächst in den Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., sowie auszugsweise in den „Naturwissenschaften“; siehe auch P. Bardenheuer: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 488/96 (Stahlw.-Aussch. 251). — Sonderabdrucke des vorliegenden Berichtes sind vom Verlag Stahlisen m. b. H., Düsseldorf, Postschiefßfach 664, zu beziehen.

<sup>2</sup> F. Körber: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 133/44 (Stahlw.-Aussch. 221).



Bei gegebener Temperatur gehört zu jeder Schlacke des Feldes unterhalb a—b in Abb. 1 je eine Schmelze, deren Mangan-, Silizium- und auch Oxydgehalt durch die Zusammensetzung der Schlacke bestimmt ist. Der versuchsmäßigen Erforschung der Gleichgewichte für die ungesättigten Schlacken des Feldes unterhalb der Linie a—b stellen sich zur Zeit noch unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, da praktisch jeder Tiegelbaustoff entweder durch die Silikate oder durch die Eisenschmelze erheblich angegriffen wird. Dagegen sind die für die Stahlerzeugungsverfahren wichtigsten Gleichgewichte zwischen Eisenschmelzen und den an Kieselsäure gesättigten Silikaten der

den Eisenschmelzen, die mit Eisenoxydulsilikaten im Gleichgewicht stehen, Mangan hinzu, so geht dieses zunächst fast völlig in die Schlacke als Manganoxydul über. Der Manganoxydulgehalt in der Schlacke steigt längs der Schlackenisotheime schon bei kleinen Mangangehalten der Eisenschmelze sehr schnell an und ersetzt mehr und mehr den Eisenoxydulgehalt der Schlacke, der durch den Abstand der Schlackenisotheime von der oberen gestrichelten Grenzgeraden bei 50% (MnO) bzw. 0% (FeO) angezeigt wird. Gleichzeitig mit dem Mangangehalt nimmt der Siliziumgehalt der Eisenschmelze erst nur wenig, sodann aber immer stärker zu, und zwar bei Mangangehalten von 0,3 bis 1,5% etwa mit dem Quadrate des Mangangehaltes. Die Sauerstoffgehalte der Eisenschmelzen, die den aus der Schlacke aufgenommenen Oxyden entsprechen, nehmen auf den Eisenoxydulgehalt der Schlacken durch Manganoxydul ersetzt wird; die Sauerstoffisotheime erweisen sich als das etwas verzerrte Spiegelbild der Schlackenisotheime. Sie zeigen deutlich, daß der Sauerstoffgehalt oder besser der Oxydgehalt der Eisenschmelzen nur durch den Eisenoxydulgehalt der Schlacken bestimmt ist. Noch deutlicher geht dies aus Abb. 3 hervor, in der die Sauerstoffgehalte der Schmelzen für 1600° in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Silikatschlacken aufgetragen sind. Die Punkte

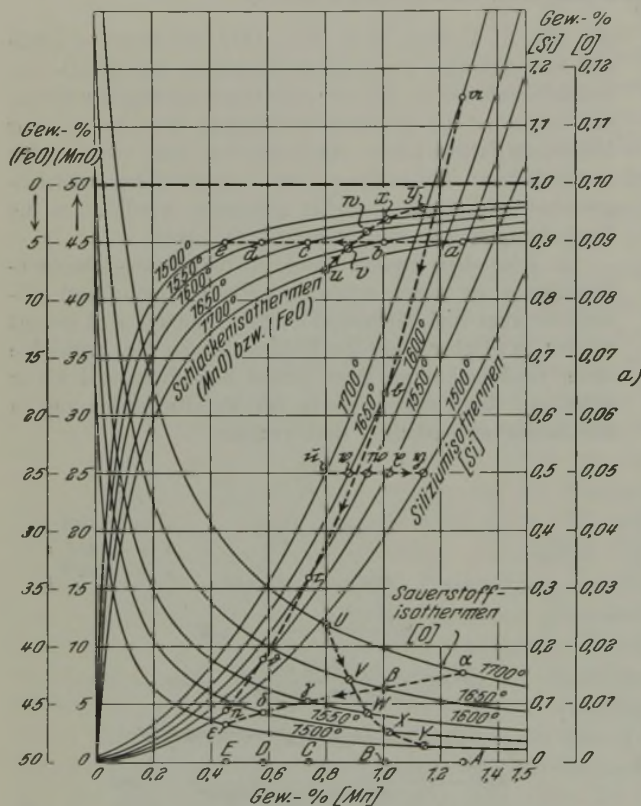


Abbildung 2. Die Gleichgewichtsbeziehungen zwischen flüssigem Eisen und an Kieselsäure gesättigten Eisen-Manganoxydul-Silikaten bei verschiedenen Temperaturen.

(a, b, c, d, e Schnitt bei gleicher Schlackenzusammensetzung; u, v, w, x, y Schnitt bei gleichem Siliziumgehalt des Metallbades.)

Grenzlinie a—b der Erforschung sehr leicht zugänglich, wenn man sich die begrenzte Löslichkeit der Kieselsäure in den Silikaten auch im Laboratorium zunutze macht und einfach Tiegel aus Sand verwendet.

F. Körber und W. Oelsen<sup>1a)</sup> haben in dieser Weise die Gleichgewichte zwischen den Silikaten der Grenzlinie a—b und Eisenschmelzen, die Mangan und Silizium enthielten, eingehend untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 zusammengefaßt, in der die Gehalte der Eisenschmelze und der Schlacke in Abhängigkeit vom Mangangehalt der Eisenschmelze dargestellt sind; wegen der dieser Darstellung zugrunde liegenden großen Zahl von Einzelwerten muß auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Flüssiges manganfreies Eisen, das mit flüssigem, an Kieselsäure gesättigtem Eisenoxydulsilikat im Gleichgewicht steht, vermag aus diesem erhebliche Gehalte an Eisenoxydul aufzunehmen, wie die Anfangspunkte der Sauerstoffisotheime auf der Ordinate zeigen; dagegen ist der Gehalt an Silizium in diesen Schmelzen nur außerordentlich klein, etwa 0,003 bis 0,01% Si. Fügt man zu

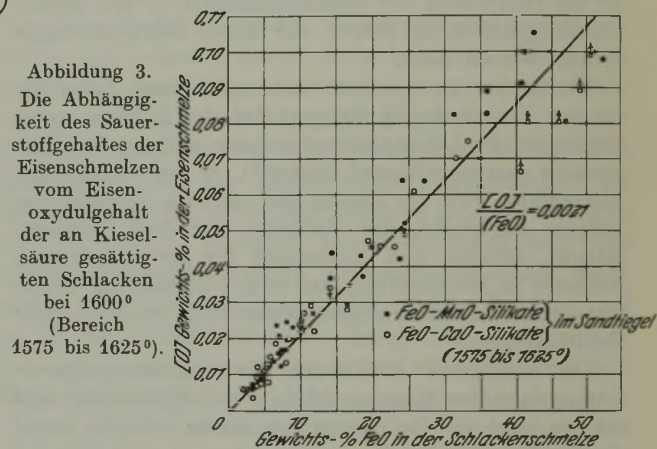


Abbildung 3. Die Abhängigkeit des Sauerstoffgehaltes der Eisenschmelzen vom Eisenoxydulgehalt der an Kieselsäure gesättigten Schlacken bei 1600° (Bereich 1575 bis 1625°).

entsprechen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten, in denen das Eisenoxydul mehr und mehr durch Manganoxydul ersetzt wurde; die Kreise entsprechen Eisenoxydul-Kalk-Silikaten, in denen das Eisenoxydul durch steigende Kalkmengen ersetzt wurde. Der Sauerstoff- oder Oxydgehalt der Eisenschmelzen ist also dem Eisenoxydulgehalt über den ganzen Konzentrationsbereich der Schlacken sehr nahe proportional. Durch die beträchtlichen Mangan- und Siliziumgehalte der Eisenschmelzen, die mit den an Eisenoxydul armen Schlacken im Gleichgewicht sind, wird also die Verteilung des Eisenoxyduls zwischen Bad und Schlacke, der Teilungskoeffizient  $\frac{[O]}{(FeO)}$ , nicht wesentlich beeinflusst.

Abb. 2 gibt auch die große Temperaturabhängigkeit dieser Gleichgewichte wieder. Bei gegebenem Mangangehalt nimmt mit steigender Temperatur der Eisenoxydulgehalt der Schlacken und noch stärker der Sauerstoffgehalt der Eisenschmelze zu. Trotz dieser Zunahme des Eisenoxydulgehaltes der Schlacken und des Sauerstoffgehaltes der Eisenschmelze steigt ihr Siliziumgehalt mit der Temperatur erheblich an. Bei gleicher Schlackenzusammensetzung (Waagerechte a, b, c, d, e) und sinkender Temperatur nehmen gleichzeitig der Mangangehalt (A, B, C, D, E),



der Siliziumgehalt ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ ) und der Sauerstoffgehalt ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ ) beträchtlich ab.

Aus Abb. 2 geht hervor, daß bei gegebener Temperatur allein durch den Mangangehalt der Eisenschmelze alle übrigen Konzentrationsgrößen der Eisenschmelze und Schlackenschmelze eindeutig bestimmt sind. Auch jede andere der angegebenen Konzentrationen des Metallbades und der Schlacke könnte als Bezugsgröße gewählt werden. Wie kommt diese enge Verknüpfung der Konzentrationsgrößen zustande, und was bedeutet sie? — Die Schmelzen wurden in Sandtieglern, also mit einem großen Ueberschuß an fester Kieselsäure, vorgenommen. Da die Reaktionstemperaturen dem Schmelzpunkt der Kieselsäure sehr naheliegen, beteiligt sie sich schon sehr lebhaft an den Reaktionen. Sie bewirkt, daß schon bald nach dem Niederschmelzen die Schlacke und auch die Eisenschmelze an fester Kieselsäure gesättigt sind. Es handelt sich also hier nicht nur um das Gleichgewicht zwischen den beiden Phasen Metallschmelze und Schlackenschmelze, sondern um das Dreiphasengleichgewicht: Metallschmelze—Schlackenschmelze—feste Kieselsäure, und nur diesem Dreiphasengleichgewicht entspricht die enge Verknüpfung der Konzentrationsgrößen. Sind die Metallschmelzen und die Schlackenschmelzen nicht an Kieselsäure gesättigt, so wird diese enge Verknüpfung aufgehoben, und es ergeben sich viel verwickeltere Beziehungen.

Durch ihre Eigenschaft als Gleichgewichtswerte des Dreiphasengleichgewichts gewinnen aber die in Abb. 2 durch die Siliziumisotherme wiedergegebenen Siliziumkonzentrationen der Eisenschmelze in Abhängigkeit vom Mangangehalt eine weitere grundsätzliche Bedeutung. Sie grenzen nämlich die Bereiche der Eisenschmelzen, die mit flüssigen Silikaten im Gleichgewicht sein können, ab von denen, die nur mit fester Kieselsäure im Gleichgewicht sein können. Die Siliziumisotherme besagt: Alle Schmelzen, deren Siliziumgehalte bei der betreffenden Temperatur unter der Siliziumisotherme liegen, vermögen mit fester Kieselsäure zu reagieren unter Aufnahme von Silizium und Bildung von Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten; in allen Schmelzen,

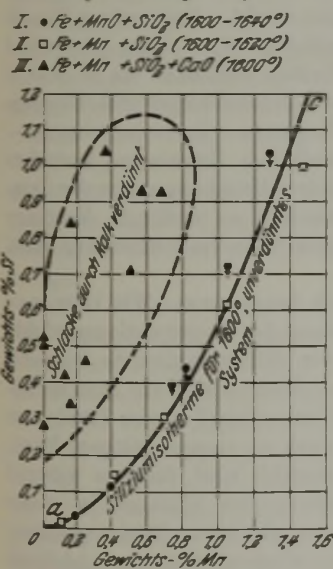


Abbildung 4. Das Silizium wird durch Mangan und Eisen aus Kieselsäure reduziert. Verdünnung der Schlacke.

Reduktionsmittel, das Eisen oder das Mangan? Beide Metalle beteiligen sich an der Reduktion des Siliziums, wie aus Abb. 4 hervorgeht. Die dort durch Quadrate bezeichneten Si-

liziumgehalte wurden durch manganhaltige Eisenschmelzen aus fester Kieselsäure reduziert; die durch Kreise bezeichneten und zum Teil sehr beträchtlichen Mangan- und Siliziumgehalte wurden allein durch mangan- und siliziumfreies Eisen ( $C < 0,04\%$ ) aus gesättigten Mangansilikaten reduziert.

Sollen höhere Siliziumgehalte als diejenigen der Siliziumisothermen durch manganhaltige Eisenschmelzen aus fester Kieselsäure reduziert werden, so ist dies nur möglich entweder mit Hilfe eines weiteren Reduktionsmittels in der Eisenschmelze, z. B. Kohlenstoff, in hinreichender Konzentration, oder durch Verdünnung der Reaktionsprodukte Manganoxydul und Eisenoxydul in den sich bildenden Schlacken durch ein weiteres Oxyd. Die in Abb. 4 als Dreiecke eingezeichneten Siliziumwerte wurden z. B. bei einer solchen Verdünnung der Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate mit Kalk durch Eisen und Mangan reduziert. Es muß dabei natürlich ein so großer Kieselsäureüberschuß bestehen bleiben, daß auch die Kalk-Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate an Kieselsäure gesättigt bleiben, was bei dem Versuch im Sandtiegel gewährleistet ist.

II. Die Desoxydation oxydhaltigen Eisens mit Mangan und Silizium gemeinsam.

Die abgeleiteten Gleichgewichtsbeziehungen sind aber nicht nur von Bedeutung für die Erforschung der Stahlerzeugungsverfahren auf saurem Herd, vielmehr enthalten sie auch wertvolle Unterlagen für das Fertigmachen basisch erschmolzener Stähle. Abb. 2 gibt für die Fragen der Desoxydation oxydhaltigen Eisens mit Mangan und Silizium die wichtigsten Unterlagen; denn die Desoxydationsprodukte, die sich aus einer Mangan, Silizium und Sauerstoff enthaltenden Eisenschmelze abscheiden, sind in ihrer Zusammensetzung und auch in ihrem Aggregatzustand wesensgleich mit den Schlacken des reinen Systems FeO-MnO-SiO<sub>2</sub>, die mit dieser Eisenschmelze im Gleichgewicht stehen können. Für die Mangan- und Siliziumgehalte der Siliziumisothermen gibt also die zugehörige Sauerstoffisotherme diejenigen Sauerstoffgehalte an, die gerade noch in den Eisenschmelzen gelöst verbleiben können. Nur wenn die Sauerstoffgehalte höher als diejenigen der Sauerstoffisothermen liegen, tritt eine Ausscheidung von Oxyden ein, und zwar entspricht deren Zusammensetzung dann derjenigen der gesättigten Schlacken, die durch die Schlackenisothermen wiedergegeben sind. Aus Abb. 2 geht deutlich hervor, wie außerordentlich stark die desoxydierende Wirkung von Mangan und Silizium mit sinkender Temperatur zunimmt.

Auch für die Desoxydationsprodukte bildet die Siliziumisotherme eine wichtige Grenze der Mangan- und Siliziumgehalte. Alle Schmelzen, deren Gehalte an Mangan und Silizium im Felde oberhalb der Siliziumisotherme liegen, können bei deren Temperatur nur feste Kieselsäure abscheiden, während aus allen Schmelzen des Feldes unterhalb der Siliziumisothermen gutflüssige Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate abgeschieden werden. Im Felde oberhalb der Siliziumisotherme ist also das Silizium das allein wirksame Desoxydationsmittel, während das Mangan wirkungslos ist. Nur im Felde unterhalb der Siliziumisotherme wirken Mangan und Silizium gemeinsam erniedrigend auf den Sauerstoffgehalt ein, wobei die Wirksamkeit des Mangans durch diejenige des Siliziums und die Wirksamkeit des Siliziums durch diejenige des Mangans verstärkt wird.

In Abb. 5 sind diese Beziehungen für 1600° wiedergegeben. Die Kurve G—F' des Grundrisses (Mangan-Silizium-Ebene) ist wieder die Siliziumisotherme. Außerdem sind im Grundriß die Schichtlinien gleichen Sauerstoffgehaltes eingezeichnet. Im Felde der Abscheidung fester Kieselsäure oberhalb der Siliziumisothermen ist der



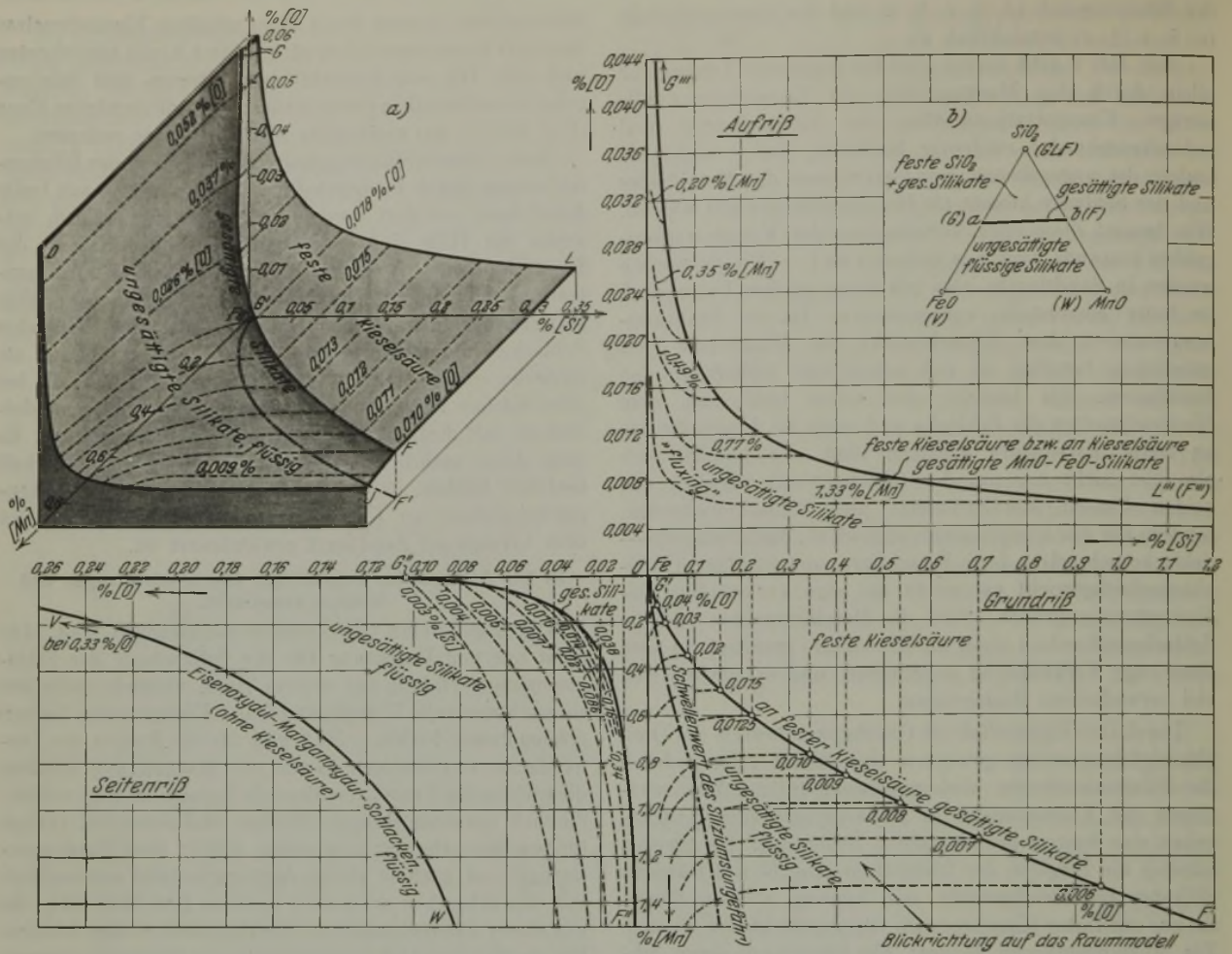


Abbildung 5. Grundriß, Aufriß und Seitenriß des Desoxydationsdiagramms für Mangan und Silizium bei 1600°.

- a) Raummodell des Desoxydationsdiagramms für Mangan und Silizium bei 1600° (Parallelprojektion, maßstabgerecht).
- b) Der Zustand der Eisen-Mangan-Silikate bei 1600°.

Sauerstoffgehalt nur abhängig vom Siliziumgehalt und unabhängig vom Mangangehalt. Im Felde unterhalb der Siliziumisothermen ist der Einfluß des Mangans sehr groß. Im Aufriß gibt die Kurve G'''—F''' die Wirkung des Siliziums allein, die gestrichelten Kurven geben die zusätzliche Wirkung der höheren Mangangehalte wieder. Im Seitenriß zeigt die Kurve V—W die Wirkung des Mangans allein; durch Zusatz von Silizium wird die Wirkung des Mangans so sehr gesteigert, daß die Gleichgewichts-Sauerstoffgehalte bis auf G''—F'' absinken. Aus Grundriß, Aufriß und Seitenriß baut sich das Raummodell auf, das die Sauerstoffgehalte über der Ebene der Mangan- und Siliziumgehalte zeigt. Die Höchstsauerstoffgehalte liegen auf zwei Flächen. Die Schmelzen der Regelfläche LGF sind mit fester Kieselsäure im Gleichgewicht, bei höheren Sauerstoffgehalten scheidet sich feste Kieselsäure ab. Die Schmelzen der Fläche GFJD sind mit flüssigen Silikaten im Gleichgewicht, und bei höheren Sauerstoffgehalten scheiden sich diese gutflüssigen Silikate ab.

Auch aus dem Raummodell geht die grundsätzliche Bedeutung der Siliziumisotherme hervor; sie ist als Projektion der Schnittkurve der beiden Hauptflächen in der Mangan-Silizium-Ebene eingezeichnet. Für die gemeinsame Desoxydation mit Mangan und Silizium ist diese enge Verknüpfung der Mangan- und Siliziumgehalte durch die Siliziumisothermen die wichtigste Feststellung. Legt man Wert auf die Bildung gutflüssiger Desoxydationsprodukte, so muß für jeden Mangangehalt die Silizium-

zugabe so bemessen werden, daß der End-Siliziumgehalt unter der Siliziumisotherme bleibt. Auf weitere Einzelheiten der Desoxydationsgleichgewichte kann hier nicht eingegangen werden; im Grunde enthalten die in Abb. 2 wiedergegebenen Konzentrationsbeziehungen des Dreiphasengleichgewichtes Metallschmelze—Schlackenschmelze—feste Kieselsäure alle wesentlichen Unterlagen, besonders auch für die Abhängigkeit dieser Beziehungen von der Temperatur. Die für den Fertigstahl so wichtigen Vorgänge während der Erstarrung seiner Schmelze können hier nicht einmal gestreift werden.

Nur eine Frage sei noch beantwortet. Wie kann man erreichen, daß sich die Bildung der Desoxydationsprodukte in dem Felde unterhalb der Siliziumisotherme vollzieht, so daß sie in der für deren Abscheidung aus dem Metallbade günstigen flüssigen Form erfolgt? Jeder Zusatz von Silizium als Ferrosilizium auch zu manganhaltigem Eisen, wie klein er auch immer gewählt wird, führt ja während der Auflösung und Verteilung des Siliziums in diesen Schmelzen zwischenzeitlich zu sehr hohen Siliziumgehalten, d. h. in das Feld oberhalb der Siliziumisothermen, und damit zu örtlichen Abscheidungen fester Kieselsäure. Bei der Auflösung des Siliziums müßte also auch an den Stellen höherer Siliziumgehalte stets hinreichend Mangan zugegen sein, um die Bildung nur flüssiger Silikate zu sichern. Ein Mittel hierzu ist die Verwendung von Mangan-Silizium-Legierungen als Desoxydationsmittel. Um die geeigneten Legierungen dieser Art zu bestimmen, hat man nur die



Siliziumisotherme nach höheren Mangan- und Siliziumgehalten zu verfolgen. In Abb. 6 ist dies für 1600° geschehen. Die Siliziumisotherme steigt mit zunehmendem Mangan- und Siliziumgehalt zunächst noch weiter so stark an wie bei den kleinen Gehalten (Abb. 2 und 4), biegt dann aber um. Alle Schmelzen des Feldes unterhalb der Siliziumisotherme, also selbst solche mit 10 bis 17% Si, sind mit flüssigen Manganoxydul-Eisenoxydul-Silikaten, alle Schmelzen oberhalb derselben nur mit fester Kieselsäure im Gleichgewicht.

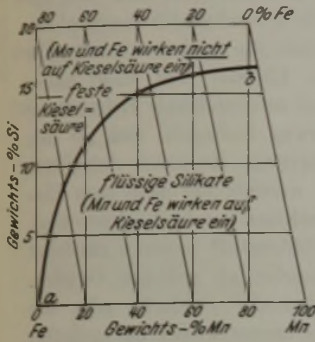


Abbildung 6. Der Verlauf der Siliziumisotherme bei höheren Mangangehalten für etwa 1600°.

Die Schmelzen der Siliziumisotherme selbst können gleichzeitig mit flüssigen, allerdings gesättigten Silikaten und fester Kieselsäure im Gleichgewicht sein. Wählt man als Desoxydationsmittel Legierungen des Feldes unterhalb der Siliziumisotherme, so bleibt man auch bei ihrer Auflösung im flüssigen Eisen dauernd im Bereich unterhalb der Siliziumisothermen und hat also auch an den Stellen höherer Siliziumgehalte nur die Abscheidung dünnflüssiger Silikate zu erwarten (bei etwa 1600°).

III. Der Einfluß des Kohlenstoffs auf die Reaktionen zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure.

Die im vorigen Abschnitt behandelten Gleichgewichtsbeziehungen der Reaktionen zwischen Eisen, Mangan, Silizium und ihren Oxyden wurden für kohlenstofffreie Schmelzen ermittelt. Für einen Anschluß dieser Beziehungen an die Beobachtungen bei den Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke ist es unerlässlich, den Einfluß des Kohlenstoffs auf diese Reaktionen, auf ihre Gleichgewichte und ihren Ablauf zu untersuchen.

Der Kohlenstoff kann auf zweierlei Weise in diese Reaktionen eingreifen. Einmal bildet er mit dem Eisen und dem Mangan Karbide und verändert damit die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Metallschmelze, was sich in einer Verschiebung der Gleichgewichtskonzentrationen der Metall-Schlacken-Reaktionen auswirken kann. Sodann kann er als kräftiges Reduktionsmittel auf die Oxyde der Schlacke und der Zustellung einwirken und damit die Reaktionen von Eisen, Mangan und Silizium mit ihren Oxyden immer wieder von ihrem Gleichgewicht abdrängen und sie zu einem dauernden Fortschreiten zwingen.

Beide Wirkungen des Kohlenstoffs, die Veränderung der Gleichgewichtskonzentrationen der Metall-Schlacken-Reaktionen infolge der Karbidbildung und sein Eingriff als Reduktionsmittel in den Ablauf der übrigen Reaktionen, treten bei den Stahlerzeugungsverfahren gleichzeitig ein, überdecken sich hier jedoch so weitgehend, daß es unmöglich erscheint, sie auseinanderzuhalten. Die Fragen der Reaktionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs mit den Oxyden, besonders die grundsätzliche Frage, ob die Reaktionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs durch die Gehalte der Metall- und Schlackenschmelze und die Temperatur von vornherein und eindeutig bestimmt wird, müssen zunächst offengelassen werden. Es werden vorerst nur die beiden Grenzfälle behandelt, daß der Kohlenstoff a) nur wenig und b) lebhaft mit den Oxyden der Schlacken und der Zustellung reagiert. Schmelzungen der ersten Art sollten über die Auswirkung der Karbidbildung auf die Gleich-

gewichte der Reaktionen und Schmelzungen der zweiten Art über den Eingriff des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel in den Ablauf der Reaktionen Aufschluß geben.

a) Der Kohlenstoff reagiert nur wenig mit den Oxyden der Schlacke und der Zustellung.

Reagiert der Kohlenstoff mit den Oxyden nur wenig und sind die Bedingungen für den Ablauf der übrigen Reaktionen zwischen Schlacke und Metallbad infolge eines hinreichenden Flüssigkeitsgrades der Schlacke günstig, so können diese Reaktionen ihre Gleichgewichtskonzentrationen in der Metall- und Schlackenschmelze nahe erreichen. Diese Gleichgewichtskonzentrationen brauchen aber nicht mit denen des kohlenstofffreien Systems Fe-Mn-Si-FeO-MnO-SiO<sub>2</sub> übereinzustimmen, sondern können je nach der Höhe des Kohlenstoffgehaltes infolge der Karbidbildung von diesen abweichen.

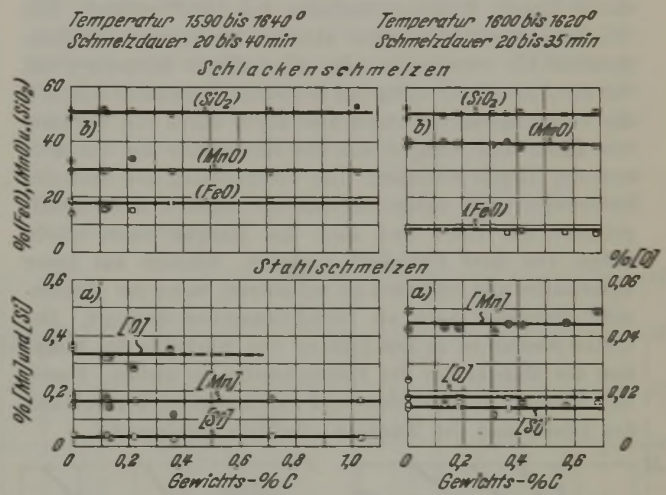


Abbildung 7 und 8. Der Einfluß des Kohlenstoffs auf die Gehalte der Stahl- und Schlackenschmelzen bei jeweils gleicher Einwaage. Die Schmelzen haben fast nicht gekocht.

In den Abb. 7 und 8 sind für zwei Reihen von Schmelzen jeweils gleicher Einwaage an Metall und Oxyden, bei denen der Kohlenstoff aus hier nicht näher zu erörternden Gründen nur wenig mit den Oxyden reagiert hat, die Endkonzentrationen für verschiedene Kohlenstoffgehalte wiedergegeben. Man ersieht hieraus, daß jedenfalls bei Kohlenstoffgehalten bis zu etwa 1% die Verschiebung der Endkonzentrationen der Metall- und der Schlackenschmelzen gegenüber dem kohlenstofffreien System nur gering ist. Selbst die Sauerstoffgehalte der Eisenschmelze sind, soweit man sie noch bestimmen kann<sup>3)</sup>, kaum verändert worden. Auch die enge Verknüpfung der Mangan- und Siliziumgehalte bleibt bei solchen nicht zu hohen Kohlenstoffgehalten nahezu die gleiche wie bei den kohlenstofffreien Schmelzen. In Abb. 9 sind für eine Reihe von Schmelzen mit Kohlenstoffgehalten unter 1%, die unter Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten im Sandtiegel nur sehr wenig gekocht haben, die Mangan- und Siliziumgehalte, die bei 1600° erzielt wurden, wiedergegeben; die den Versuchspunkten beige beschriebenen Zahlenwerte bezeichnen die Kohlenstoffgehalte. Die ausgezogene Kurve entspricht den kohlenstofffreien Schmelzen (1600°-Isotherme in Abb. 2). Wohl ist bei Kohlenstoffgehalten von 0,5 bis 1% eine leichte Verschiebung der Siliziumgehalte zu kleineren Werten deutlich zu erkennen, sie ist aber verhältnismäßig gering.

<sup>3)</sup> Die Schmelzen, deren Sauerstoffgehalte nicht in Abb. 7 und 8 angegeben sind, erstarrten so unruhig, daß eine Sauerstoffbestimmung zwecklos erschien.



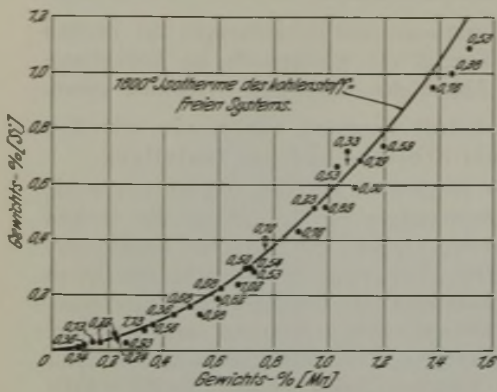


Abbildung 9. Der Einfluß des Kohlenstoffs bei wenig kochenden Schmelzen auf die Verknüpfung der Mangan- und Siliziumgehalte bei 1600°. Die beigeschriebenen Zahlen geben die Kohlenstoffgehalte an.

Größere Verschiebungen treten erst ein, wenn der Kohlenstoff höhere Gehalte annimmt. In Abb. 10 ist die Verschiebung angegeben, welche die Siliziumisotherme durch höhere Kohlenstoffgehalte bei 1500° erfährt. Die Siliziumisothermen werden also zu niedrigeren Siliziumgehalten hin verschoben. Bei allen diesen Schmelzen hat der Kohlenstoff nur wenig mit der festen Kieselsäure reagiert, die Siliziumgehalte wurden also allein durch die Wirkung von Eisen und Mangan aus der Kieselsäure der Schlacke und des Tiegels reduziert. Die Verschiebung der Siliziumisothermen zeigt daher an, daß bei höheren Kohlenstoffgehalten das Eisen und auch das Mangan einen erheblichen Teil ihrer Fähigkeit einbüßen, Silizium aus fester Kieselsäure und Silikaten zu reduzieren, wenn der Kohlenstoff sich nicht auch als Reduktionsmittel betätigt. Der Grund hierfür ist in der Bildung von Karbiden des Eisens und des Mangans in der Eisenschmelze zu suchen. Durch ihre Bindung zu Karbiden wird die chemische Wirksamkeit des Eisens und des Mangans erheblich herabgesetzt.

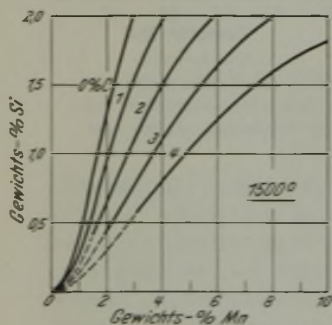


Abbildung 10. Die Verschiebung der Siliziumisotherme durch höhere Kohlenstoffgehalte bei 1500° (Karbidgebung).

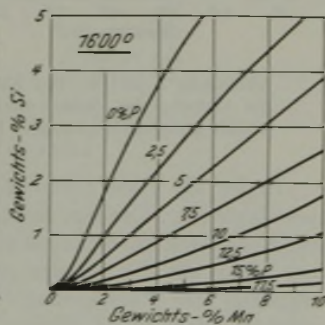


Abbildung 11. Die Verschiebung der Siliziumisothermen durch höhere Phosphorgehalte bei 1600° (Phosphidgebung).

Daß diese Verschiebung der Siliziumisothermen durch den Kohlenstoff wirklich auf der Karbidgebung in den Eisenschmelzen beruht, konnte durch vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Phosphorzusätzen erhärtet werden. Durch Phosphorzusätze werden infolge der Phosphidgebung in den Eisenschmelzen die Siliziumisothermen in der gleichen Richtung verschoben wie durch Kohlenstoffzusätze (siehe Abb. 11).

Von besonderer Bedeutung für die praktische Anwendung der Versuchsergebnisse ist die Feststellung, daß bis zu Kohlenstoffgehalten von etwa 1% die Gleichgewichte von Eisen, Mangan und Silizium in eisenreichen Schmelzen mit ihren Oxyden nur wenig verändert werden. Man kommt also bei kleinen Kohlenstoffgehalten mit den Gleichgewichtsbedingungen des reinen Systems völlig aus. Erst bei höheren Gehalten darf der Einfluß des Kohlenstoffs infolge der Karbidgebung nicht vernachlässigt werden.

b) Der Kohlenstoff reagiert lebhaft mit den Oxyden der Schlacke und der Zustellung.

Bei der Mehrzahl der bisher behandelten Schmelzen war der Kohlenstoff mit den Oxyden des Bades, der Schlacke und der Zustellung in einem völligen Ungleichgewicht; dennoch hat er nur sehr langsam mit ihnen reagiert. Dieses Ungleichgewicht des Kohlenstoffs gab sich dadurch zu erkennen, daß solche Schmelzen, nachdem sie eine lange Zeit (oft mehr als 1 h) wie tot unter der Schlacke lagen, plötzlich lebhaft zu kochen begannen, ohne daß sich die Temperatur geändert hatte. Die Ursachen für dieses plötzliche Einsetzen der Kochreaktion, die in deren besonderen Eigenschaften zu suchen sind, können hier nicht näher erörtert werden; das würde eine so eingehende Behandlung der betreffenden Versuchsführung bedingen, daß sie den Rahmen dieser Arbeit überschreitet. Es sollen daher nur die Erscheinungen besprochen werden, die nach dem Einsetzen einer lebhaften Kochreaktion zu beobachten sind.

Der lebhaft reagierende Kohlenstoff bewirkt zunächst eine Verarmung der Eisenschmelze an gelösten Oxyden. Diese müssen von den Oxyden der Schlacke oder des Tiegels bzw. der Herdzustellung immer wieder nachgeliefert werden, so daß auch die übrigen Metall-Schlacken-Reaktionen in ein Ungleichgewicht gelangen und in Richtung auf eine gemeinsame Reduktion von Eisen, Mangan und Silizium aus der Schlacke und der Zustellung fortschreiten müssen, solange der Kohlenstoff als Reduktionsmittel wirkt. Für dieses Fortschreiten der Reaktionen durch die Wirkung des Kohlenstoffs kommen grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten in Frage:

1. Die Schlacke ist dünnflüssig, und ihre Gehalte gleichen sich in allen ihren Teilen schnell aus. Dann kann die Sauerstoff- oder Oxydaufnahme der Metallschmelze aus der Schlacke den Verzehr durch die Reaktion des Kohlenstoffs aufheben, besonders wenn diese nur sehr langsam erfolgt. Die Mangan- und Siliziumgehalte in der Eisenschmelze müssen sodann mit fortschreitender Reduktion der Schlacke durch den Kohlenstoff auf der Siliziumisotherme bleiben und gemeinsam ansteigen. In diesen Fällen kann bei den üblichen Schlacken der Stahlerzeugungsverfahren mit mehr als 10% FeO nur ein ganz geringer Bruchteil des Kohlenstoffabbrandes für den Silizium- und Manganzubrand aus der Schlacke ausgenutzt werden, weil die Reduktion von Eisen aus der Schlacke überwiegt.

2. Ist die Silikatschlacke aber zähflüssig, so daß sich ihre Gehalte in den verschiedenen Teilen nur sehr langsam ausgleichen können, so werden von der Reaktion mit der kohlenstoffhaltigen Schmelze nur die Teile erfaßt, die sie unmittelbar berühren. Diese Teile werden durch die bevorzugte Reduktionswirkung des Kohlenstoffs auf das Eisenoxydul und Manganoxydul an diesen sehr bald verarmen und in feste Kieselsäure übergehen, so daß das ganze Bad in kurzer Zeit ringsum von fast reiner Kieselsäure umgeben ist. Eine weitere Reduktionswirkung des Kohlenstoffs kann sodann fast nur noch auf die Kieselsäure erfolgen, so daß bei weiterem Kohlenstoffabbrand ein beträchtlicher Siliziumzubrand eintreten muß. Unter diesen Umständen ist mit einem Gleichgewicht zwischen der Metallschmelze und der Schlackenschmelze nicht zu rechnen, da ja die Schlacke von der Metallschmelze durch eine wenn auch nur dünne Kieselsäureschicht getrennt wird.

Im Verlauf kohlenstoffhaltiger Schmelzungen unter Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikatschlacken geht der Fall 1 immer dann in den Fall 2 über, wenn der Kohlenstoff lebhaft reagiert; denn die unter dünnflüssigen Schlacken bevorzugte Reduktion von Eisenoxydul und Manganoxydul



bewirkt ein dauerndes Ansteigen des Kieselsäuregehaltes der Schlacke und damit ihrer Zähflüssigkeit bis zur Absperrung der Metallschmelze von dem oxydulhaltigen Anteil der Schlacke durch die Kieselsäure und zum Einsetzen der Tiegelreaktion.

Alle Schmelzen der Abb. 7, 8 und 9 entsprechen dem Fall 1, dünnflüssiger und reaktionsfähiger Schlacken bei träge reagierendem Kohlenstoff, und dementsprechend ist bei kleinen Kohlenstoffgehalten unter etwa 1% die Verknüpfung der Gehalte der Metall- und Schlackenschmelze nahezu die gleiche wie im kohlenstofffreien System.

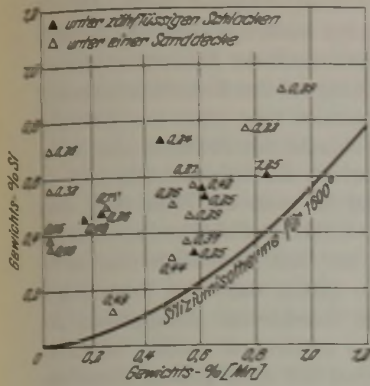


Abbildung 12. Die Mangan- und Siliziumgehalte stark kochender Schmelzen bei etwa 1600°. (Die beigeschriebenen Zahlen geben die End-Kohlenstoffgehalte an.)

Diejenigen Schmelzen aber, bei denen der Kohlenstoff lebhaft mit den Oxyden der Schlacke und der Zustellung reagiert und die Schlacke durch Anreicherung der Kieselsäure zähflüssig gemacht hat, unterscheiden sich grundsätzlich von denjenigen unter gutflüssigen Schlacken.

In Abb. 12 sind die Mangan- und Siliziumgehalte solcher Schmelzen wiedergegeben. Die Siliziumgehalte liegen sämtlich oberhalb der Siliziumisothermie, d. h. aber, zuletzt ist die zähflüssige Schlacke der Reaktion weitgehend entzogen worden, und die Siliziumreduktion verläuft in der gleichen Weise wie bei den ebenfalls eingezeichneten Schmelzen kohlenstoffhaltigen Eisens, die ohne Schlacke, nur unter einer Sanddecke, geschmolzen wurden.

Eine Mitwirkung der Schlacke würde immer bedingen, daß die Siliziumgehalte auf der Siliziumisothermie bleiben, und zwar gleichgültig, ob die Schlacke dünnflüssig oder zähflüssig ist. Wenn durch lebhaftes Rühren dafür gesorgt wird, daß immer wieder neue oxydulhaltige Teile der zähflüssigen Schlacke mit der Schmelze in Berührung und damit zur Reaktion kommen, so fällt der Siliziumgehalt wieder auf den Wert der Siliziumisothermie ab, wobei das Silizium gleichzeitig Eisen und Mangan aus der Schlacke reduziert. Diesen Fragen wird an Hand des Verlaufes saurer Siemens-Martin-Schmelzungen noch näher nachzugehen sein.

Für alle kohlenstoffhaltigen Schmelzen, die in den kleinen Sandtieglern lebhaft unter einer sauren Schlacke gekocht haben, ergibt sich eine bemerkenswerte Feststellung. Bei gleicher Einwaage der Metall- und Schlackenmischung, bei gleicher Schmelztemperatur und Schmelzdauer ergeben sich oft ganz verschiedene Endgehalte der Metallschmelze an Mangan und Silizium, da die oben beschriebenen Vorgänge ein gleichmäßiges Durchreagieren der Metallschmelze mit der Schlacke nicht zulassen.

IV. Beobachtungen an Schmelzungen der Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke im Lichte der Ergebnisse der Laboratoriumsforschung.

Nachdem durch die Schmelzversuche im Laboratorium die Gleichgewichtsbedingungen der Reaktionen von Eisen, Mangan und Silizium zwischen eisenreichen Schmelzen, flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure für Schmelzen mit und ohne Kohlenstoff festgelegt und auch die verschiedenen Möglichkeiten des Ablaufes der Reaktionen bei Mitwirkung des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel erkannt worden waren, galt es festzustellen, in welcher Weise diese Reaktionen im sauren Siemens-Martin-Ofen ablaufen; besonders war festzustellen, ob der Kohlenstoff in den Schmelzverlauf dort genau so einschneidend eingreifen kann wie bei den kleinen Schmelzen im Laboratorium.

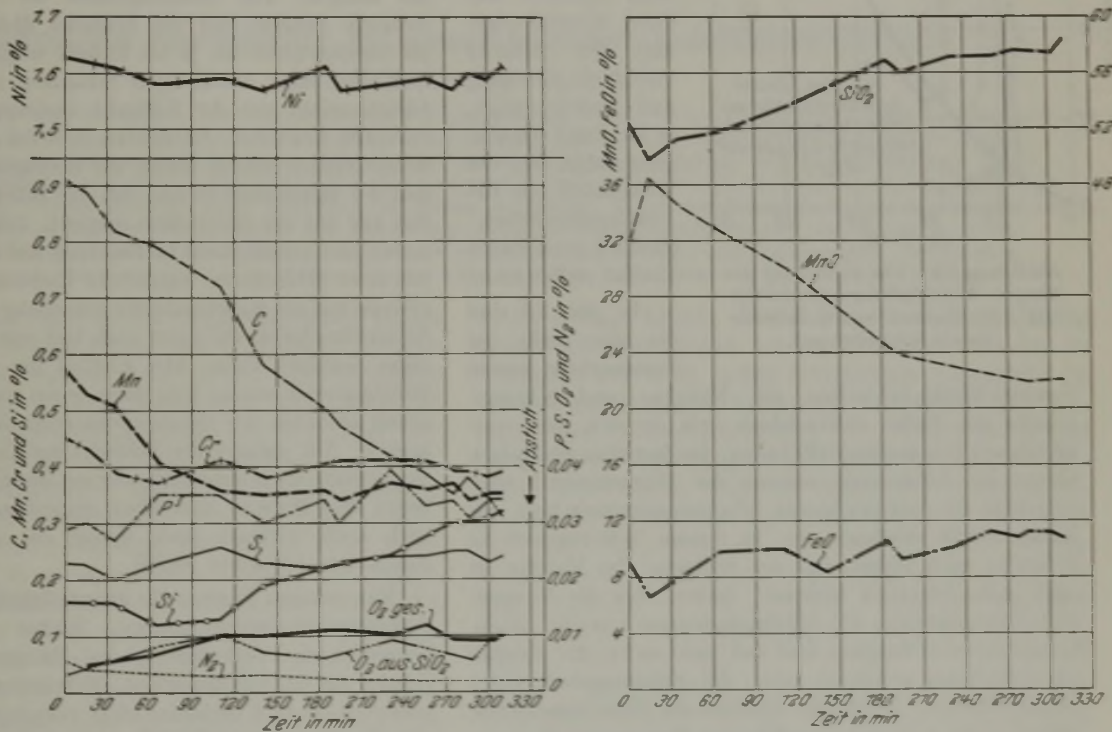


Abbildung 13. Schmelzung im sauren Siemens-Martin-Ofen.

Abb. 13 zeigt den Verlauf einer sauren Schmelzung, die bereits P. Bardenheuer<sup>14)</sup> besprochen hat. Es handelt sich um eine Nickel-Chrom-Stahlschmelzung, bei der alle Legierungselemente zu Beginn eingesetzt worden waren. Die Schmelzung wurde über 5 h ohne weitere Zusätze im Ofen gehalten unter der Annahme, diese Zeit möchte ausreichen, daß sich die Gleichgewichte für Eisen, Mangan und Silizium zwischen der Stahl- und Schlackenschmelze einstellen könnten. Dies erwies sich jedoch als ein völliger Trugschluß, denn gerade das Gegenteil trat ein. Der gleichmäßig mit etwa 0,12% h abbrennende Kohlenstoff hat die Herrschaft über das Reaktionsgeschehen schon nach etwa 2 h an sich gerissen und drängt mit fortschreitender



Zeit die Reaktionen zwischen Bad und Schlacke immer mehr aus ihrem Gleichgewicht heraus. Schon nach etwa 2 h liegen die Siliziumgehalte der Eisenschmelze höher als diejenigen, die gemäß der Siliziumisotherme dem Mangangehalt entsprechen; die Schmelze kann also nicht mehr mit einer flüssigen Schlacke im Gleichgewicht sein. Der alsdann einsetzende gleichmäßige Anstieg des Siliziumgehaltes mit der Zeit, ohne daß sich der Mangangehalt ändert, zeigt deutlich, daß die Zusammensetzung der Metallschmelze sich nicht einmal in Richtung auf das Gleichgewicht mit einer Schlacke bewegt, denn dann müßten ja mit fortschreitender Reduktion Mangan und Silizium gemeinsam ihre Gehalte ändern. Die Eisenoxydulgehalte der Schlacke sind auch in bezug auf die Siliziumgehalte des Bades viel zu hoch. Sie würden eine Siliziumoxydation und nicht eine Siliziumreduktion bedingen. Der Anstieg

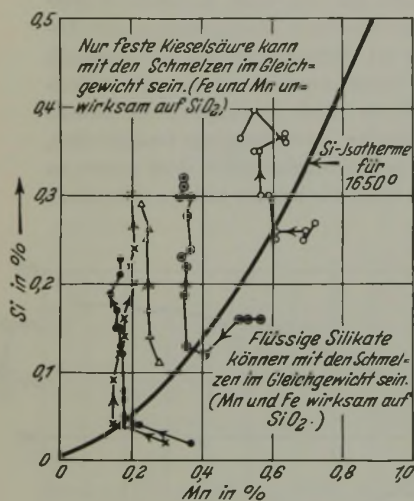


Abbildung 14. Die Aenderung der Mangan- und Siliziumgehalte im Verlauf verschiedener saurer Siemens-Martin-Schmelzungen.

Siemens-Martin-Schmelzen die Mangan- und Siliziumgehalte des Bades eingezeichnet, wie sie sich nach verschiedenen Zeiten eingestellt haben. Bei fast allen Schmelzen nimmt im Anfangsteil, solange der Siliziumgehalt noch unterhalb der eingezeichneten Siliziumisothermen liegt, der Mangangehalt erheblich ab. In diesem Teil reagiert die Schmelze noch lebhaft mit der Schlacke, das Mangan ist noch außerordentlich wirksam. Sobald aber die Mangan- und Siliziumgehalte die Siliziumisotherme erreicht haben, ändert sich der Mangangehalt fast nicht mehr; das Mangan ist unwirksam geworden, aber der Siliziumgehalt steigt beträchtlich an. Schmelzen oberhalb der Siliziumisotherme können nicht mehr mit einer flüssigen Eisenoxydul-Manganoxydul-Schlacke im Gleichgewicht sein, denn das besagt ja die Siliziumisotherme. Sie können nur überwiegend mit fester Kieselsäure reagiert haben, denn sonst müßten Mangan und Silizium gemeinsam längs der Isothermen ansteigen. Das Ueberschreiten der Siliziumisotherme bedingt eine grundsätzliche Aenderung der Reaktionsbedingungen, und dementsprechend zeigt sich auch bei allen Schmelzungen auf dem von den Mangan- und Siliziumgehalten durchlaufenen Wege in der Mangan-Silizium-Ebene ein scharfer Knick, der auf der Isothermen liegt. Unterhalb der Siliziumisotherme wirkt die flüssige Schlacke, oberhalb die feste Kieselsäure der Zustellung und der untersten Schlackenschicht. Die durch Laboratoriumsversuche bestimmte Siliziumisotherme erweist sich somit auch

für den Ablauf der Reaktionen im Siemens-Martin-Ofen als eine außerordentlich wichtige Grenzkurve für die verschiedenen Möglichkeiten des Reaktionsgeschehens.

Der Kohlenstoffgehalt nimmt, während die in Abb. 14 dargestellten Wege durchlaufen werden, ständig ab. Solange die Schlacke noch reagiert (unterhalb der Siliziumisotherme), ist der Siliziumzubrand in bezug auf den Kohlenstoffabbrand nur sehr klein; unter Umständen tritt sogar eine Siliziumoxydation ein. Wenn die Schlacke der Reaktion aber weitgehend entzogen wird (oberhalb der Siliziumisotherme), so beträgt der Siliziumzubrand oft mehr als 70 bis 80 % desjenigen Wertes, der nach dem Kohlenstoffabbrand zu erwarten ist, wenn der Kohlenstoff nur mit Kieselsäure reagiert<sup>4</sup>).

Um aber ganz sicher zu gehen, daß diese Schlußfolgerungen richtig sind, wurden verschiedene Metallproben, die im Laufe der Schmelzungen genommen wurden, im Laboratoriumsversuch noch einmal mit einer großen Menge der zugehörigen Schlackenprobe zusammengeschmolzen. Wenn durch lebhaftes Rühren der zähflüssigen Schlacken dafür gesorgt wurde, daß immer neue Teile derselben mit der Stahlschmelze in Berührung kamen, trat in all den Fällen, in denen der Siliziumgehalt oberhalb der Siliziumisotherme lag, eine erhebliche Abnahme desselben bis auf die Siliziumisotherme ein, während die Zusammensetzung der Schlacke sich fast nicht änderte. Der aus dem Verhalten der Mangan- und Siliziumgehalte der Stahlschmelze zu ziehende Schluß, daß die Schlacke nicht mit dem Bad im Gleichgewicht ist, ja bei lebhaft reagierendem Kohlenstoff und unter zähflüssigen Schlacken nicht einmal dem Gleichgewicht mit der Schlacke zustrebt, wurde dadurch eindeutig bewiesen. Es stellten sich bei den untersuchten Schmelzungen zuletzt immer die Bedingungen für den Ablauf der Reaktionen so ein, daß das kohlenstoffhaltige Bad fast nur mit der Kieselsäure reagiert. Die Reaktionen verlaufen also zuletzt nicht in Richtung auf das Gleichgewicht mit einer Schlacke, sondern in Richtung auf das Gleichgewicht mit der Kieselsäure der Zustellung und der untersten Schlackenschicht, die dann auch fast nur noch aus Kieselsäure bestehen kann. Der Einfluß der Schlacke auf die Badzusammensetzung tritt dann, wenn einmal der Siliziumgehalt oberhalb der Siliziumisothermen liegt, fast gänzlich zurück. Nur solange die Schlacke gut flüssig ist, die Siliziumgehalte noch unterhalb oder auf der Siliziumisothermen liegen und Mangan und Eisen gegenüber der Kieselsäure auch noch wirksam sind, nimmt die Schlacke an den Reaktionen lebhaften Anteil.

Man erkennt hieraus die grundsätzliche Bedeutung der Gleichgewichtsuntersuchungen. Hätten jene Unterlagen, besonders die Verknüpfung der Mangan- und Siliziumgehalte für das Gleichgewicht: Metallschmelze—Schlackenschmelze—feste Kieselsäure nicht vorgelegen, so hätte man unbedingt zu dem Schluß kommen müssen, die sich nach langer Zeit einstellenden Konzentrationen des Bades würden immer mehr ihrem Gleichgewicht mit der Schlacke zustreben. Es ist nicht abzusehen, zu welchen Weiterungen eine solche Folgerung geführt hätte. Die Gleichgewichtsuntersuchungen stellen also auch für den Ablauf der Reaktionen der Stahlerzeugungsverfahren sichere Wegweiser dar; sie geben Kennzeichen dafür, welche Reaktionen ihrem Gleichgewicht zustreben, welche von ihm abgedrängt werden und welche Phasen sich an der Reaktion beteiligen. Das wichtigste Ergebnis dieser Untersuchungen ist aber, daß man bei ihnen den Einfluß des Kohlenstoffs als Reduktionsmittels auf den Reaktionsablauf erkennen konnte. Sein Einfluß kann so groß sein, daß er allein das Reaktionsgeschehen bestimmt und allen übrigen Reaktionen nur eine



untergeordnete Rolle zuweist. Die grundsätzliche Bedeutung dieser Erkenntnis für die Chemie der Stahlerzeugungsverfahren ist offensichtlich; sie wird uns zwingen, alle Folgerungen, die aus dem Ablauf einzelner Reaktionen ohne Berücksichtigung der Reaktionen des Kohlenstoffs gezogen werden, gründlich nachzuprüfen. Der Ablauf der Reaktionen ist nicht gekennzeichnet durch das Verhalten eines Elementes, sondern durch das Verhalten aller Elemente, die an ihnen beteiligt sind.

Es bleibt aber noch die wichtige Frage zu klären, warum der Kohlenstoff einmal so einschneidend in das Reaktionsgeschehen zwischen dem Bade und den Oxyden der Schlacke und der Zustellung eingreift und es in vielen anderen Fällen dagegen nur wenig beeinflusst. Die Gründe hierfür sind im wesentlichen in den besonderen Eigenschaften der Entkohlungsreaktion zu suchen. Der Ablauf der Reaktion des Kohlenstoffs mit den Oxyden des Bades, der Schlacke und der Zustellung ist sehr stark abhängig von rein äußeren Bedingungen und nicht nur von den chemischen Eigenschaften der Metall- und Schlackenschmelzen und der Temperatur. Auf diese Frage wird in Kürze auf Grund eingehender Versuche<sup>1)</sup> eine Antwort gegeben werden.

#### Zusammenfassung.

Ausgehend von der versuchsmäßigen Bestimmung der Gleichgewichte zwischen flüssigem Eisen, flüssigen Eisen-

oxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure, wird das Verhalten von Eisen, Mangan und Silizium zu ihren Oxyden bei kohlenstofffreien Schmelzen erörtert. Diese Gleichgewichte geben gleichzeitig umfassende Auskunft über die Fragen der Desoxydation flüssigen oxydhaltigen Eisens mit Mangan und Silizium gemeinsam, über die Zusammensetzung und den Aggregatzustand der Desoxydationsprodukte.

Um einen Anschluß an die Beobachtungen bei den Stahlerzeugungsverfahren zu gewinnen, mußte der Einfluß des Kohlenstoffs auf die Reaktionen Berücksichtigung finden. Wie sich die Karbidbildung in der Eisenschmelze auf die Gleichgewichtskonzentrationen der Metall- und Schlackenschmelzen auswirkt, und in welcher Weise der Kohlenstoff als Reduktionsmittel in das Reaktionsgeschehen zwischen Bad und Schlacke einzugreifen vermag, konnte durch Laboratoriumsversuche klargestellt werden. Eine Reihe untersuchter saurer Siemens-Martin-Schmelzungen bestätigte den überragenden Einfluß des lebhaft reagierenden Kohlenstoffs auf den Ablauf der übrigen Reaktionen. Die Gleichgewichtsuntersuchungen stellen sich als sichere Wegweiser für den Ablauf der Reaktionen in den Stahlschmelzöfen dar; sie zeigen, welche Reaktionen ihrem Gleichgewicht zustreben, welche von ihm abgedrängt werden, und welche Stoffe sich bevorzugt an den Reaktionen beteiligen.

## Technische Fortschritte im amerikanischen Feinblechwalzwerk.

Von Hugo Klein in Siegen<sup>1)</sup>.

*(Bestrebungen zum Vermindern der Selbstkosten beim Feinblechwalzen durch Verbessern des Ausbringens vom Block zum Rohblech und durch Erniedrigen des Anteils an Arbeitslohn mit gleichzeitigem Ausschalten der Fehler der Handarbeit in kontinuierlichen Feinblechstraßen. Schema einer kontinuierlichen Feinblechstraße und ihre Kalibrierung. Ihre Unwirtschaftlichkeit bei geringem Ausnutzungsgrad in schlechten Zeiten. Fortschritte bei den kleinen Feinblechwalzwerken. Costello-Ofen. Schrittmacherofen, seine Entstehung und weitere Ausbildung. Mittel zum Vermeiden der Handarbeit beim Walzen: Auslaufrollgang an Oefen, Vorder- und Hinterwippe, selbsttätige Walzenschleifvorrichtung, selbsttätiges Gerät zum Messen der Blechlänge während des Walzens, Triogerüst. Neue Anordnungen der Oefen und Walzenstraßen. Vergrößerung der Erzeugungen und Ersparnisse je t. Verbesserung der Güte der Bleche. Schlußfolgerung für deutsche Verhältnisse.)*

Es sind jetzt acht Jahre her, da ging geheimnisvolle Kunde durch die Technikerkreise der Vereinigten Staaten von Nordamerika, daß das Problem der kontinuierlichen und mechanischen Feinblechstraße nun auch gelöst sei und damit die Feinblechherstellung vor einer alles umwälzenden Aenderung stehe. Eine der größten, ausschließlich Feinbleche herstellenden, amerikanischen Gesellschaften hatte die Versuche durchgeführt und die Einrichtungen geschaffen. Entwurf, Ausführung und Aufbau waren durch Jahre hindurch so geheimgehalten worden, daß Einzelheiten nicht bekannt wurden. Man hatte den Aufbau des neuen Werkes vor jedem neugierigen Späher geschützt, ja man erzählte, daß bewaffnete Wächter Tag und Nacht Ein- und Ausgang des Neubaus bewachten.

Nun endlich sollte auch die Feinblechherstellung von den Belastungen und Fehlern der Handarbeit befreit werden und ein Feinblech in den Verbrauch kommen, das nicht mehr über die Herstellung von Block, Platine und Sturz entstanden war, sondern unmittelbar von der Bramme aus durch selbsttätig geregelte Wärmöfen und eine Reihe hintereinander angeordneter Walzgerüste bis zum fertigen Rohblech durchgelaufen war. Waren bisher für 1 t Rohblech zwanzig und mehr Arbeitsstunden erforderlich, so sollte jetzt eine geringe Anzahl von Kontrolleuren und Schlossern genügen, um Betrieb und Unterhalt einer Anlage zu überwachen, die 1000 t und mehr Feinbleche als Fertigware

in einem Tage hergab. Und dabei sollten die Fehler der Handarbeit ausgeschaltet werden: Zu langes Verweilen im Wärmofen und nicht immer reduzierende Atmosphäre im Ofen, ungleichmäßiges Erwärmen, Verzundern und Mitreißen von Schamottebröckchen von Seitenwänden und Ofengewölbe, Verunreinigung und Beschädigungen mannigfacher Art zwischen Ofen und Walze, unvorsichtiges Behandeln der Walzen beim Anwärmen zu Beginn der Schicht und nach Walzpausen, zu hohe Temperatur der Walzen — sehr oft die Ursache für den Walzenbruch —, falsche Druckverteilung bei den einzelnen Walzstichen und hierdurch Schlagen des Paketes beim Durchgehen durch die Walzen. Nun sollte alles anders werden! In immer gleichmäßiger Druckabnahme, bei gleichgehaltener Temperatur sowohl des Walzgutes als auch der Walzen selbst, sollte in schneller Reihenfolge eine Bramme nach der andern bis zum Feinblech ausgewalzt werden.

Die amerikanischen Werke hatten schon seit Jahren durch die vorzüglichen Einrichtungen ihrer kontinuierlichen Platinenwalzwerke eine hervorragende Oberfläche der Platinen geschaffen und damit die Grundlage für eine gute Oberfläche des Bleches. Sie hatten durch Zusammenfassung in großen, planmäßig arbeitenden Anlagen die Ausgaben für Strom, Magazinmaterialien, Werkstätten und Instandsetzungen sowie für alle nichtproduktiven Löhne herabgesetzt; sie hatten durch großen Walzendurchmesser und Einhaltung einer gleichmäßigen Temperatur der Walzen die Kosten für Walzenbruch und damit Walzenverschleiß auf ein Maß heruntergebracht, bei dem wenig mehr zu verbilligen war. Es blieben aber noch zwei umstrittene

<sup>1)</sup> Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 2. Juni 1934 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.



Umstände, die einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Höhe der Gesteungskosten ausüben:

1. das Ausbringen vom Block zum Rohblech zu verbessern;
2. den Anteil an Arbeitslohn zu erniedrigen mit gleichzeitiger Ausschaltung der Fehler der Handarbeit.

Diese Bestrebungen gingen in zwei Richtungen:

Die eine Richtung versuchte, das schon seit Jahren in größerer Breite gewalzte Bandeseisen weiter so zu verbreitern und in der Stärke zu verdünnen, daß es — in Blechlänge geschnitten — die bisherigen Feinbleche ersetzen oder als Sturz beim Weiterwalzen auf dünnere Bleche Verwendung finden konnte.

Die andere Richtung verfolgte den Plan, im Walzgang das Walzgut zu zerschneiden. Die einzelnen Bleche sollten wie bei einer hintereinander geschalteten Dressierstraße selbsttätig durch alle Gerüste bis zum fertigen Rohblech oder zum Sturz durchlaufen. In beiden Fällen erstrebte man als Enderzeugnis der kontinuierlichen Warmstraße ein Feinblech oder einen Sturz von ungefähr 1 m Breite und möglichst bis  $1\frac{1}{4}$  oder sogar 1 mm Dicke. Das dickere Feinblech sollte in fertiger Form die kontinuierliche Straße oder das Bandwalzwerk verlassen; das dünnere Feinblech sollte anschließend aus den Stürzen in wenigen Stichen entweder auf Warm- oder Kaltwalzgerüsten fertiggewalzt werden.

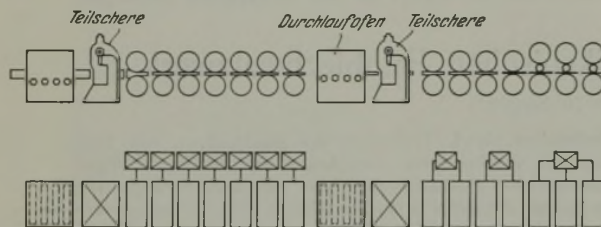


Abbildung 1. Schema einer kontinuierlichen Feinblech- und Sturzenstraße.

Abb. 1 zeigt das Schema der ersten kontinuierlichen Feinblech- und Sturzenstraße, die im Anschluß an ein bestehendes Blockwalzwerk gebaut wurde<sup>2)</sup>; sie beginnt am Ende des Rollganges des Blockwalzwerkes. Von diesem kommt die Bramme, die eine Länge von 8 m, eine Breite von 900 mm und eine Dicke von 80 bis 100 mm hat, in einen kontinuierlichen Durchgangswärmofen von 10 m Länge. Der Ofen ist ein selbsttätig geregelter Ausgleichsofen. Von hier rollt der lange Brammenstreifen unter die Teilungsschere, die nun einen Teil auf eine bestimmte Länge abschneidet, die gleich ist der späteren Blechbreite. Der Rest der Bramme geht sofort wieder auf dem rückwärts gehenden Rollgang in den Ofen zurück, um in der gewollten Temperatur zu bleiben, bis ein weiteres Stück zum Abschneiden kommt. Der abgeschnittene Teil der Bramme wird vor Eintritt in die erste Walze durch einen schräg gestellten Rollgang selbsttätig um 90° gedreht.

Die beiden ersten Gerüste sind Duogerüste mit Hartgußwalzen und Kammwalzengerüst, die fünf weiteren sind einfache Duogerüste ohne Kammwalzengerüste, aber die obere Walze wird durch ein auf der Antriebswelle der Unterwalze sitzendes Ritzel mittels einer leichten Kuppelverbindung angetrieben. Zwischen den Flachstichen sind zwei Stauchstiche zur Verminderung der Breite eingeschaltet, und starke Dampfgebläse bewirken das Abblasen der Oberfläche. Zur besseren Reinigung wurde nach dem ersten Stich auch Salz auf die Oberfläche gegeben.

Die ersten sieben Gerüste walzen den Brammenstreifen bis auf 10 mm Dicke herunter. Anschließend kommt wieder ein Durchgangsofen von 10 m Länge, um den Sturzstreifen

<sup>2)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1167/72.

auf die gewollte Walztemperatur aufzuwärmen, hinter dem Ofen wieder eine Teilungsschere, auf welcher der Streifen nunmehr auf die Länge geschnitten wird, die der Länge des fertigen Bleches entspricht. Nach der Teilung des ersten Abschnittes läuft der übrige Teil des Blechstreifens wieder in den Ofen zurück, damit er die richtige Walztemperatur beibehält.

Die ersten vier Gerüste der Fertigstraße sind Duogerüste mit ausgeglichenen Oberwalzen, die letzten drei Gerüste sind Schlepptriogerüste mit angetriebener Unterwalze und kleiner legierter Hartgußmittelwalze von 350 mm Dmr. Das Langblech tritt aus der Straße mit einer Geschwindigkeit von etwa 1,42 m/s aus.

Hinter dem letzten Gerüst ist im Rollgang eine Druckluftbevorrichtung eingebaut; diese hebt je ein Blech, das gewogen und in den Abmessungen geprüft wird. Je nach Befund werden die letzten Gerüste durch Handradanstellung geändert.

Ein Teil der Erzeugung dieser Straße ist fertiges Rohblech, ein anderer Teil ist Sturz für die Weiterwalzung.

Auf dieser Straße von vierzehn Gerüsten wurden hergestellt:

- Bleche bis 750 mm Breite bei 1,6 mm Stärke,
- Bleche bis 1000 mm Breite bei 1,8 mm Stärke,
- Bleche bis 1100 mm Breite bei 2,0 mm Stärke und
- Bleche bis 1220 mm Breite bei 2,4 mm Stärke.

In der Stunde wurden zehn Brammen verwalzt, was einem Durchsatz von 50 bis 60 t/h entsprach. Späterhin sind Leistungen von 75 bis 100 t/h bekanntgeworden, bei einer Stärke von 1,7 bis 6,4 mm.

Abb. 2 zeigt das Schema einer Kalibrierung beim kontinuierlichen Walzen. Jahrelange Untersuchungen hatten alle Erscheinungen beim Walzen von Feinblechen zu klären versucht. Die Temperatur der Walzen und des Walzgutes war laufend ermittelt worden, ferner wurde die Veränderung des Walzendurchmessers an den Stellen, an denen das Walzgut durchgeht, also die Hohlung der Walzen und ihre Einwirkung, festgestellt. Diese Untersuchungen führten zu der Erkenntnis, daß man kalibrieren müsse. Man ging von einem runderhabenen flachen Walzgut aus, dessen Oberfläche nach und nach in immer schwächer werdenden Hohlungen bei den aufeinanderfolgenden Walzenstichen parallel gedrückt werden sollte.

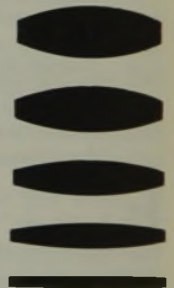


Abbildung 2. Schema einer Kalibrierung beim kontinuierlichen Blechwalzen.

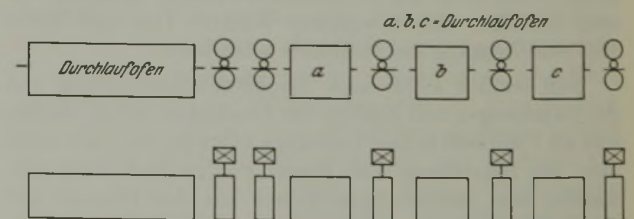


Abbildung 3. Schema einer kontinuierlichen Feinblech-Fertigstraße.

Die weitere Fertigstraße zeigt Abb. 3. Der Einsatz erfolgt kalt, weil diese Straße der Herstellung von Qualitätsblechen dient; daher werden die Sturze vor der Weiterwalzung gebeizt. Je zwei gebeizte Sturze werden aufeinandergelegt und in einem Durchlaufofen erwärmt. Die ersten beiden Gerüste sind Schlepptriogerüste. Nach Durchgang folgt ein weiterer Durchlaufofen von kürzerer Länge, dann ein Schlepptriogerüst, und noch zweimal folgen je ein Durchlauf-



ofen und ein Schlepptriogerüst. In den fünf Durchgängen durch die Schlepptriogerüste erzielt man eine Stärke bis 0,9 mm bei einer Breite von 1020 mm. Die Walzen machen 25 U/min. In der Hauptsache wurden auf dieser Straße Karosserie- und Möbelbleche hergestellt.

Das Ausbringen vom Block bis zum beschnittenen Blech von 2 mm Stärke auf der großen Straße soll beim Handelsblech 74 % und bei einem Qualitätsblech von 0,9 mm Stärke 69 % betragen, gegen 66 bis 67 % nach dem alten Verfahren.

Die Umwandlungskosten werden nach dem alten Verfahren mit 28 \$ je t bei einem Blech von 0,9 mm angegeben, nach dem neuen Verfahren mit 19 \$, demnach ergibt sich eine Ersparnis von 9 \$ je t oder 32 %.

Seit der Inbetriebsetzung dieser kontinuierlichen Straße sind in Amerika noch eine Reihe ähnlicher Straßen entstanden. An Stelle der Triogerüste sind auch Vierwalzengerüste aufgestellt worden; im ganzen sollen mehr als ein Dutzend solcher Anlagen in Betrieb sein.

Die hohen Kosten haben manches amerikanische Feinblechwalzwerk von einer Neuanlage abgeschreckt, dazu kamen die Jahre des Niederganges. Der Absatz fiel von Jahr zu Jahr und von Monat zu Monat. Die volle Ausnutzung der großen Straßen wurde immer mehr unmöglich. In den Versammlungen der amerikanischen Ingenieure wurden Stimmen laut, die darauf hinariefen, daß die Kraftwagenindustrie immer mehr auf die Verwendung größerer Blechbreiten übergehe, und daß das Auswalzen

dünnere Bleche in großen Breiten doch immer Handarbeit bleibe sowie ein völliges Ausschalten der Handarbeit bei der immer mehr geforderten größeren Breite und geringeren Dicke der Bleche seine Grenzen habe. Es wurde auf das Drahtwalzwerk hingewiesen, bei dem sich ergeben habe, daß man Draht unter 5 mm vorteilhafter durch Ziehen als durch Warmwalzen herstellen könne. Das Nachprüfen der Gestalt der Walzen in den hintereinander stehenden Gerüsten einer kontinuierlichen Feinblechstraße mache viel Schwierigkeiten, und die Genauigkeit der Walz-Erzeugnisse wäre schwerer zu erreichen als bei dem früheren Verfahren.

Alle diese Erwägungen hatten bei den Feinblechwalzwerken, die keine kontinuierliche Straße bauten, Bestrebungen wachgerufen, nun ihrerseits durch Mechanisierung einzelner Arbeitsvorgänge ihre wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und durch Ausschalten vieler Fehler der Handarbeit die Güte ihrer Erzeugnisse zu heben. Walztechnik und Walzwerksbau haben dann in schneller Folge große Änderungen im amerikanischen Feinblechwalzwerk bewirkt. Die Erfolge sind auch in einer Erniedrigung der Verkaufspreise zum Ausdruck gekommen. Mengenmäßig sind die Walzwerke heute befähigt, eine gegen früher vielfache Erzeugung auf den Markt zu bringen; die Güte der Erzeugnisse ist weiter gesteigert worden und hat sich im Welthandel einen guten Ruf erworben. Die Zusammenarbeit zwischen Betriebsmann und Konstrukteur, die manchmal sehr offene Berichterstattung über erzielte Erfolge in den Versammlungen amerikanischer Ingenieure oder in technischen Zeitschriften haben dazu geführt, daß

erzielte Fortschritte sehr schnell eine große Verbreitung erfahren haben.

Es war daher eine dankenswerte Arbeit des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, alle amerikanischen Berichte über Fortschritte im Feinblechwalzwerk zu sammeln, die dem Verfasser als Unterlage zu seinem Vortrage dienten<sup>3)</sup>.

Die Erfolge der Amerikaner bei der Verbesserung der Feinblechherstellung erstrecken sich auf das Anwärmen von Platinen und Sturzen sowie auf mechanische Vorrichtungen vor und hinter der Walze zum Einführen und Schnappen des Walzgutes, ferner auf die selbsttätige Einstellung der Druckschrauben und das Messen der Bleche.

Die Platinen wurden nach dem Kriege in Amerika allgemein in den Costello-Oefen angewärmt (Abb. 4). Das bisher meist angewendete Gegenstromprinzip der Flamme gegen das vorrückende Walzgut wurde verlassen. Die Heizgase werden von der Einsatzseite her über die hochkant gestellten Platinen im Gleichstrom geführt und im Gegenstrom zwischen den Gleitschienen von unten abgezogen. Der große Vorzug dieses Ofens besteht darin, daß die Flamme zunächst auf kalten Einsatz trifft und daß die Platine beim Ausziehen aus dem Ofen niemals eine Temperatur haben kann, die höher ist, als die Temperatur der Gase

auf eine Entfernung von 5 m vom Eintritt in den

Ofen betragen kann. Ein Ueberhitzen der Platinecken wird bei diesem Ofen vermieden; er hat aber den Nachteil, den wohl alle Stoßöfen

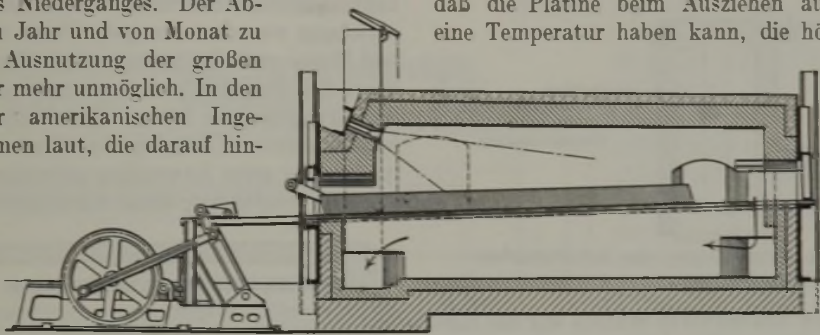


Abbildung 4. Costello-Ofen.

haben, er arbeitet nur dann günstig, wenn die Platinen in ihrer Reihenfolge dieselbe Länge haben. Muß man Platinen von verschiedenen Längen abwechselnd darin wärmen, so werden die beiderseits herausragenden Enden der längeren Platinen eine zu hohe Temperatur aufweisen. Weiter hat der Ofen in seiner Durchsatzmenge eine gewisse Begrenzung, er arbeitet günstig bei gleichmäßiger Arbeitsentnahme von ungefähr 2 t/h. Für größere Leistungen müßte der Ofen länger gebaut werden und dann zusätzliche Brenner erhalten, die aber die Gefahr zu hoher Platinentemperatur und Verzunderung hervorrufen. Wird der Ofen bei üblicher Länge stärker betrieben, so zeigt sich auf der unteren Seite der hochkant gestellten Platinen ein dunkler Halbmond, der erst wieder verschwindet, wenn die Entnahme verlangsamt wird. Die beiden Erfordernisse: Wärmen bei verschiedenartigem Walzplan und größere Stundenmengen, führten in Amerika zur Anwendung des Schrittmacher-Durchlaufofens, der zuerst zur Erwärmung von Sturzen gebraucht wurde. Als solcher hatte er schon größere Verbreitung gewonnen.

Man muß sich die Erwärmung in den von Hand bedienten Sturzenöfen, und zwar in den einzelnen Vorgängen, vor Augen halten, und man wird zugeben, daß diese Arbeit im Rahmen aller technischen Fortschritte äußerst unvollkommen geblieben war, daß sie der Neuzeit nicht entsprach und weder den Güte- noch Mengenanforderungen genügen konnte.

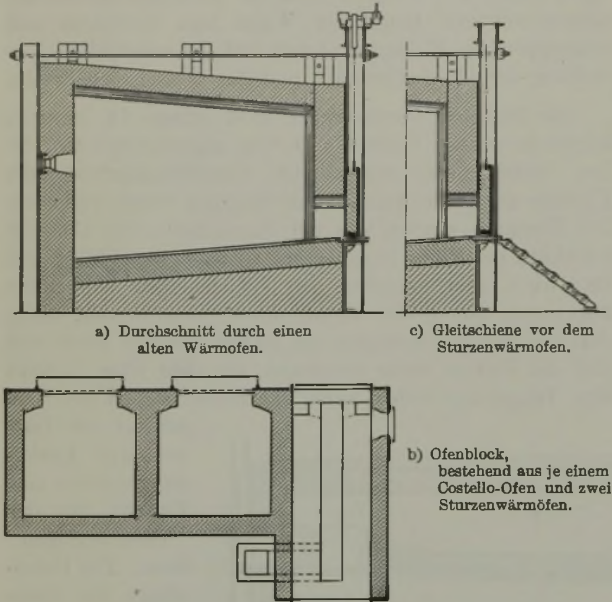
Abb. 5 (Teilbild a) zeigt einen Schnitt durch den bisher auch in Deutschland allgemein verbreiteten Sturzenwärmofen. Der Ofen wird mit Ferngas beheizt. Es ist ein ein-

<sup>3)</sup> Vgl. Schrifttum am Schlusse dieses Aufsatzes.



facher Herdofen, in dem die Sturze zunächst hoch an den beiden Seiten aufgestellt, dann flach auf den Herd gelegt und von Hand herausgezogen werden.

Teilbild b stellt den Costello-Ofen und zwei Sturzenwärmöfen dar, die vielfach in einem Block für je ein Vor- und Fertiggerüst zusammen aufgestellt werden. Die Beheizung erfolgte mit Kohle, die durch mechanischen Vorschub vorgedrückt wurde, oder durch Generator- oder Koksofengas.



Abbildungen 5a bis c. Entwicklung des Schrittmacher-Durchlaufofens.

Besonders bei breiten und schweren Sturzen war das Einsetzen eine mühevoll Arbeit. Man hatte sich schon etwas dadurch geholfen, daß man vor der Einsatztür vom Boden beginnend eine doppelte Gleitschiene mit nicht angetriebenen Rollen anbrachte (Teilbild c), auf der die Bleche nach oben in den Ofen geschoben wurden, so daß man wenigstens das Gewicht nicht durch Menschenhand heben ließ. Dennoch verlangte das Einlegen und Verschieben in den Ofen und das Hochstellen der schweren Sturze große Mühe und Geschicklichkeit. Eine Beschädigung der Sturze konnte leicht eintreten. Schamotte wurde durch die Sturze selbst oder durch die Zange von beiden Seitenwänden und vom Türbogen abgestoßen, geriet zwischen die Sturzenpakete und wurde nachträglich in die Pakete eingewalzt. Die großen, bei Qualitätsblechen kalt eingesetzten Sturze, die vorher gebeizt worden waren, erniedrigten plötzlich die Ofentemperatur, und es mußte gewartet werden, bis der Satz die richtige Walztemperatur hatte. Deshalb hing die Höhe der Erzeugung an den Walzen von dem Sturzenofen oder der Anzahl der Sturzenöfen ab, weiter von der Schnelligkeit ihrer Beschickung. Die Anzahl der Öfen aber war wieder meist durch die Platzverhältnisse begrenzt. Das Einsetzen der abseits gebeizten Sturze ergab eine Beugung des Platzes zwischen Ofen und Walze; es waren zuviel Menschen auf einem kleinen Raum zusammengedrängt, und bei der körperlich schweren und mühevollen Arbeit waren die Anforderungen an den schaffenden Menschen besonders an den heißen Sommertagen äußerst groß. Die Arbeit und damit die Erzeugung je Arbeitsgerüst litt darunter. Man half sich in etwa damit, daß man von allen Seiten an die Arbeitsstellen frische Luft hereinblies, und weiter damit, daß man die Belagplatten des Fußbodens hohl goß und sie durch fließendes Wasser kühlte. Um sich die Arbeit zu erleichtern, wählten die Wärmer gerne möglichst

große Sätze, um dann eine längere Ruhepause zu haben. Die großen Sätze aber verursachten während des zu lange sich hinziehenden Verweilens im Ofen häufig eine Verzunderung der Sturze. Die vielen Öfen waren selten vollständig dicht, Luft zog hinein, auch von vorne gelangte Luft durch die offene Tür an die erwärmten Pakete. Man war nie sicher, daß die Erwärmung in einer völlig und stetig reduzierend gehaltenen Atmosphäre erfolgte. Beim Walzen aber zeigte sich der Uebelstand, daß die zuerst zur Walzung gekommenen Sturze eines größeren Satzes nicht mehr auf die Walzen paßten, weil diese mittlerweile in ihrer Form sich schon wieder geändert hatten.

Zu kurzes Verweilen wiederum ergab warme Ränder und kalte Mitte bei Sturzen und Platinen, und diese ungleichmäßige Temperatur des Walzgutes ergab eine ungleichmäßige Stärke des fertigen Bleches; weiterhin hat sie auch manchen Walzenbruch zur Folge gehabt, dessen Ursache angeblich nachher nicht festgestellt werden konnte. Auch die Schlagwellen auf dem Blech, die dieses zum Ausschub stempelten, werden häufig durch ungleichmäßig erwärmte Sturze verursacht.

Alle diese Fehler und Uebelstände führten dazu, einen kontinuierlichen Durchlaufofen zu bauen, bei dem die Beschickung von dem beengten Platz zwischen Ofenaustritt und Walze nach der hinteren Seite des Ofens verlegt wurde. Denn das Einsetzen und Ausziehen von derselben Seite war das Grundübel des Ofens. Man hatte ein Vorbild an dem kontinuierlichen Glühofen, der schon mehrere Jahre vorher in Amerika seine Anwendung gefunden hatte. Abb. 6 stellt die erste Ausführung eines einreihigen Durchlaufofens dar.

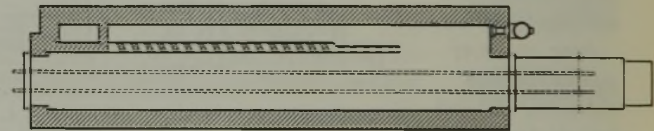


Abbildung 6. Entwicklung des Schrittmacher-Durchlaufofens. Erste Ausführung eines einreihigen Durchlaufofens.

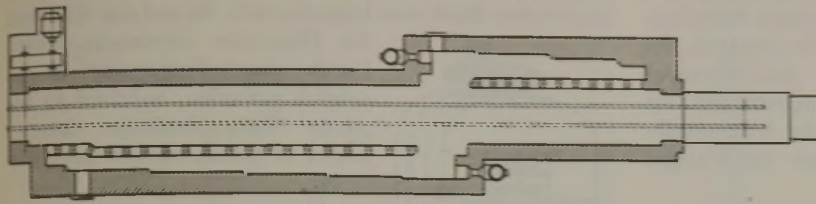
Die ersten Durchlauföfen hatten angetriebene Rollen zum Fortbewegen der Sturze und Pakete. Aber die Rollenherde waren teuer, und durch die wassergekühlten Rollen ging viel Wärme verloren. Der Ersatz der wassergekühlten Rollen durch legierte und besonders konstruierte nichtgekühlte Rollen blieb Behelf für vorhandene Öfen. Auch Kettenschlepper wurden verwendet und wieder verworfen, weil die in dem oberen Teil der Kette aufgespeicherte Wärme beim Umlauf verlorenging. Daher ist der Wärmeverbrauch dieser Öfen und auch der Verschleiß der Ketten sehr groß. Als beste Bauart gilt allgemein der Ofen mit Schrittmacherbewegung und selbsttätigem Auslauf des Wärmegutes auf einem Rollgang. Die ersten Öfen hatten eine Länge von 9 bis 10 m. Später ging man auf 16 bis 17 m und heute bis auf 22 m Länge über und erreicht Stundenleistungen von über 9 t.

Für den Bau dieser Öfen wurden die folgenden Richtlinien aufgestellt:

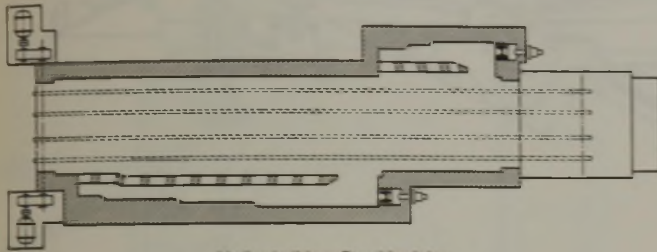
1. Durch das Fördermittel darf keine Hitze verlorengehen.
2. Die aus legiertem Stahl bestehenden festen und beweglichen Förderteile müssen nach Möglichkeit geschont werden; sie dürfen nicht dauernder, abwechselnder Erhitzung und Abkühlung ausgesetzt werden.
3. Die Oeffnungen vorne und hinten müssen dem Schrittmacherförderer und dem darauf liegenden Wärmgut freien Ein- und Austritt gestatten, ohne zu breite und zu hohe Oeffnungen. Der Ofen muß in allen Wänden und im Gewölbe vollständig dicht und sowohl gegen Aus-



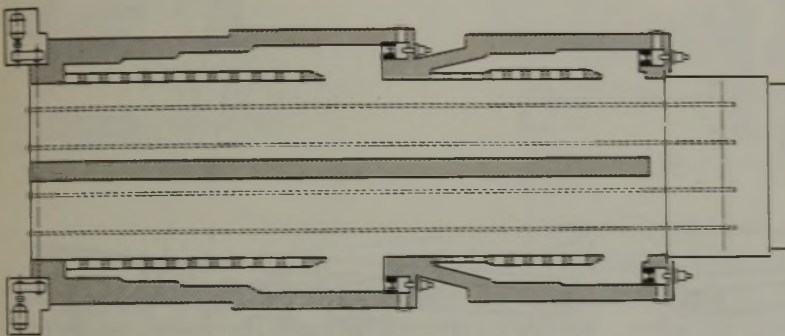
strahlung als auch gegen jeden Eintritt kalter Luft geschützt sein. Die Oberfläche der Pakete muß frei sein von Ruß, Schamotte, Asche, Kohle oder anderen Stoffen, sie darf nicht die geringste Spur von Verzunderung zeigen, sie darf weder angekratzt noch sonstwie verletzt werden.



a) Verlängerter Durchlaufofen.



b) Zweireihiger Durchlaufofen.



c) Zweireihiger Durchlaufofen mit Zwischenwand.

Abbildungen 7 a bis c. Entwicklung des Schrittmacher-Durchlaufofens.

4. Das Wärmen der Sturze und Platinen darf bei Ofen von 3 m lichter Weite von Seite zu Seite höchstens 10° Temperaturschwankung zeigen. Dabei muß der Ofen eingesetztes Gut verschiedenster Größe und Dicke verarbeiten können. Die Wärmzeit beträgt 6 bis 15 min je nach der Länge des Ofens und dem Gewicht der Pakete

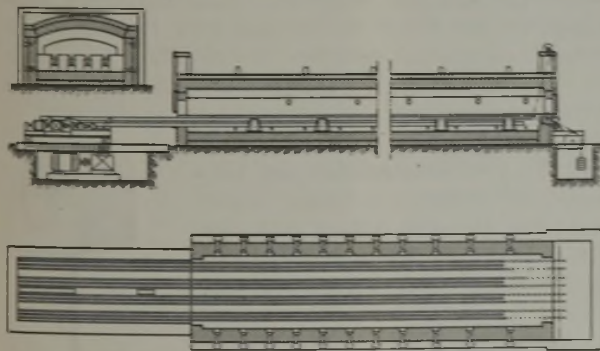


Abbildung 8. Entwicklung des Schrittmacher-Durchlaufofens.

Zweireihiger Durchlaufofen mit Anordnung der Brenner in der ganzen Länge der Seitenwände.

oder Platinen sowie der Einsatztemperatur des Wärmegutes. Auch sollen kurze und lange Sturze gefördert werden können. Die Fördermittel zum Ofen müssen erschütterungsfrei beim Anlaufen und beim Stillsetzen arbeiten. Die Erwärmung geschieht zweckmäßig von oben und unten; die Ofentemperatur darf nicht höher gehalten werden, als das Wärmgut sie beim Austritt haben soll,

damit bei kürzeren Stillständen keine Ueberhitzung eintreten kann.

Abb. 7 (Teilbild a) zeigt einen einreihigen, aber für größere Leistungen verlängerten Durchlaufwärmofen, während Teilbild b einen zweireihigen Ofen und Teilbild c einen zweireihigen, durch eine Zwischenwand geteilten Ofen darstellt. In diesem Ofen kann man beide Abteile mit verschiedenen Temperaturen, z. B. die eine Hälfte für Platinen, die andere Hälfte für vorgewalzte Sturze, betreiben. Der Ofen gestattet demnach eine verschiedene Wärmebehandlung der Platinen

und Sturze vor dem Auswalzen. Die Erwärmung erfolgte zuerst durch zum Ofen parallelliegende Brenner, die Verteilung der Wärme durch eine Feuerbrücke.

Abb. 8 zeigt den Durchlaufofen mit Anordnung der Brenner auf der ganzen Länge der Seitenwände. Der Durchlaufofen erlaubte nun die hohen Erzeugungsmengen, die die inzwischen verbesserten Walzgerüste verlangten; die Leerlaufzeit des Walzwerks wurde in größtem Maße heruntergedrückt, weil die Leistung nicht mehr abhing von der Anzahl der Wärmöfen und der Handarbeit des Wärmers, sondern lediglich von der Länge des Ofens. Alle Fehler der Handarbeit beim Einsetzen, Hochstellen und Ausziehen sowie eine Verzunderung des Wärmegutes wurden vermieden; die gleichmäßige Temperatur des Sturzes am Rand und in der Mitte wie auch der Sturze untereinander machten es möglich, ein in der Stärke genaueres Blech herzustellen, als es früher bei der ungleichmäßigen Erwärmung erreicht werden konnte.

Abb. 9 zeigt die Beschickungsart eines Platinendurchlaufofens. Die guten Erfahrungen, die man mit der Arbeit in den Sturzendurchlauföfen gemacht hatte, führten dann immer mehr zur Anwendung derselben Ofenart für die Erwärmung der Platinen,

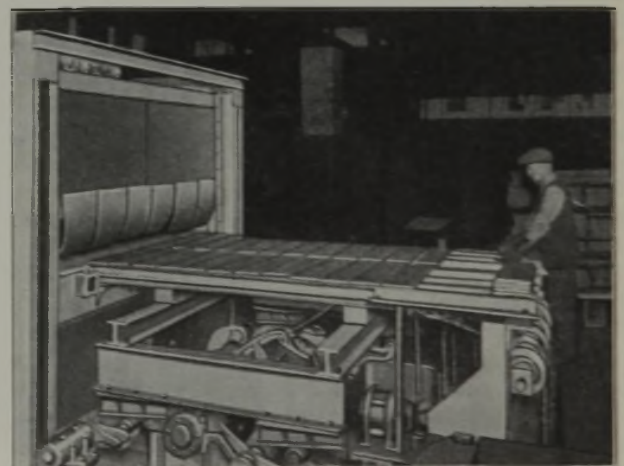


Abbildung 9. Beschickungsart eines Platinenwärmofens.

sobald die erhöhte Erzeugung der Vorgerüste auch eine Vermehrung der Erwärmung in den Platinenöfen verlangte und diese nicht mehr durch die bisher allgemein angewendeten Costello-Stoßöfen geleistet werden konnte.

Den nächsten Schritt zur Verbesserung der Qualität und Beschleunigung der Arbeit stellt Abb. 10 dar; die Walzgerüste sollte nicht mehr das Walzgut anpacken und es vom



Ofen zum Walztisch herüberschwenken. Auch das Schleifen der Platine über den Boden oder das Hängen an einer auf Schienenbahn laufenden Zange sollte vermieden werden. Die Verbindung zwischen dem Schrittmacher des Warmofens und der Walze mußte selbsttätig ohne Verletzung des Wärmgutes durch Menschenhand gestaltet werden. So entstand der Auslaufrollgang, der das Wärmgut schnell aus dem Ofen herausgleiten ließ. An seine Stelle ist vielfach der Kettenförderer getreten, der nicht nur das Walzgut

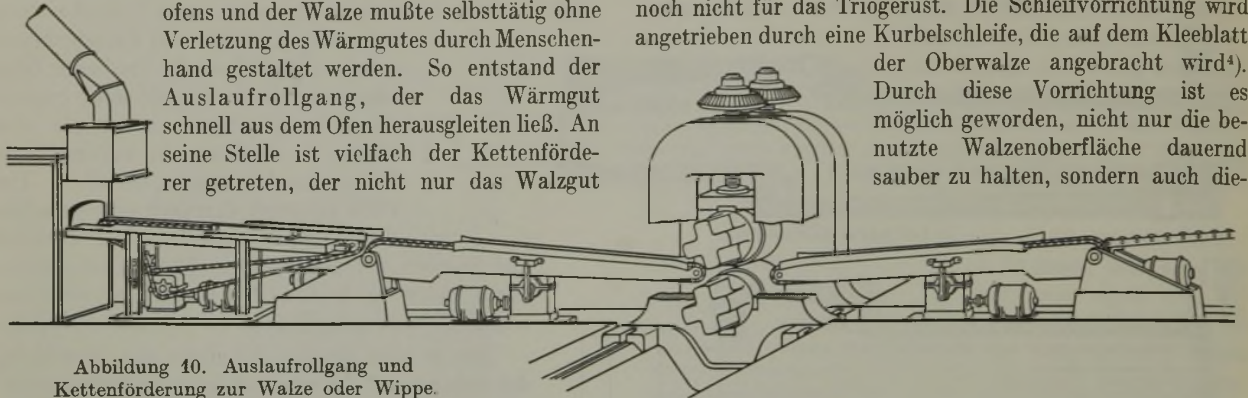


Abbildung 10. Auslaufrollgang und Kettenförderung zur Walze oder Wippe.

Man rechnete in amerikanischen Walzwerken mit 15 % Zeitverlust in der Walzzeit für das Schleifen der Walzen. Die Aufgabe, für ein Duogerüst je eine selbsttätige Schleifvorrichtung zu schaffen, ist gelöst worden, aber vorläufig noch nicht für das Triogerüst. Die Schleifvorrichtung wird angetrieben durch eine Kurbelschleife, die auf dem Kleeblatt der Oberwalze angebracht wird<sup>4)</sup>. Durch diese Vorrichtung ist es möglich geworden, nicht nur die benutzte Walzenoberfläche dauernd sauber zu halten, sondern auch die

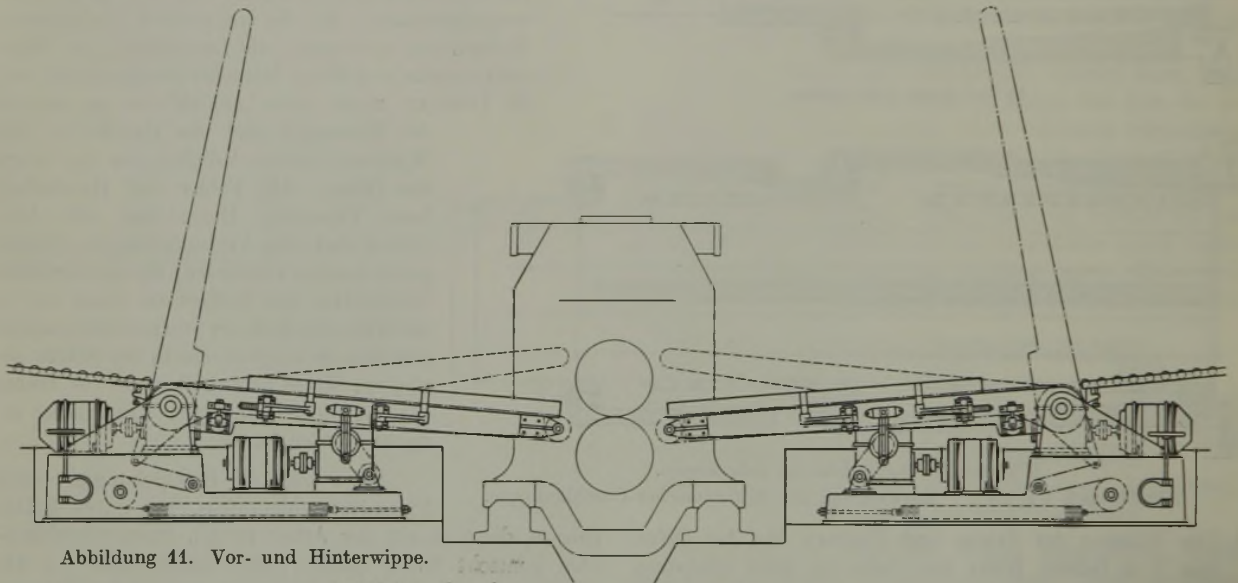


Abbildung 11. Vor- und Hinterwippe.

aus dem Ofen herausbringt, sondern es weiter vor auf ein zweites Kettenförderband herübergleiten läßt, das auf einer Wippe angeordnet ist. Abb. 11 zeigt die Ausführung der Wippen. An Stelle des Walzers und des Schnappers tritt nun die Vorder- und Hinterwippe. Die Wippen sind flach angeordnet und aufklappbar, um das Wechseln der Walzen, das Anbringen von Walzen-Anwärmvorrichtungen im Anfang der Woche vor Beginn der Walzung sowie die Schleifvorrichtung für Ober- und Unterwalze nicht zu behindern. Deshalb ist auch der Drehpunkt von der Mitte nach dem Ende der Wippen zu verlegt, um sie abseits der Walzgerüste hoch aufrichten zu können. Die Antriebe sind unter die Tische verlegt, so daß der Platzbedarf verringert wird. Auf den Wippen befördern Ketten die Platinen und Pakete zur Walze, wobei jegliche Beschädigung der Oberfläche durch Kratzer usw. vermieden werden muß. Selbsttätig arbeitende Seitenführungen sorgen für das seitliche Ausrichten der aufeinandergelegten Sturze, während das Ausrichten der Länge der Sturze von dem seitlich stehenden Walzer von Hand erfolgen muß. Die Länge der Wippen beträgt ungefähr 4 m.

Ein weiterer Qualitätsfortschritt und eine große Zeitersparnis war die Einführung der selbsttätigen Vorrichtung zum Schleifen der Walzen, und zwar der Ober- und Unterwalze an beliebigen Stellen der Ballenlänge, während der Betrieb weitergeführt werden konnte (Abb. 12).

jenigen Stellen abzuschleifen, die außerhalb der Hohlung der Walzen, also am Ballenrand, zu gegenseitiger Berührung der Walzen und damit zu Störungen Anlaß geben könnten. Neuerdings wird eine selbsttätige Poliervorrichtung empfohlen, bei der hinter dem umlaufenden Polierstein eine feingezähnte glashart gehärtete und gleichfalls umlaufende Stahlrolle angebracht ist; diese hat die Aufgabe, den feinen Abrieb wegzunehmen, der sich von der Walze her auf dem Schleifstein festsetzt. Es wird hervorgehoben, daß hierdurch der Polierstein immer sauber bleibt und die sonst vielfach nach dem Schleifen auf der Walze verbleibenden Riefen durch diese Vorrichtung vermieden werden<sup>5)</sup>.

Abb. 13 zeigt ein Gerät zur selbsttätigen Messung der Blechlänge während des Walzens. Nachdem das Blech durch die Walzen durchgegangen ist, gibt ein Zeiger auf beleuchtetem Zifferblatt die entsprechende Länge an. Der Zeiger bleibt so lange stehen, bis das Blech über die Oberwalze zurück-

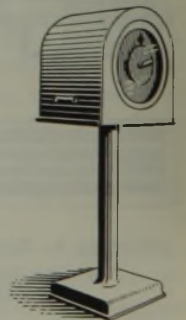


Abbildung 13. Selbsttätige Längenmessung während der Walzung.

<sup>4)</sup> Bauart Schloemann A.-G., Düsseldorf; DRP. angem.

<sup>5)</sup> Iron Age 133 (1934) Nr. 16, S. 33.



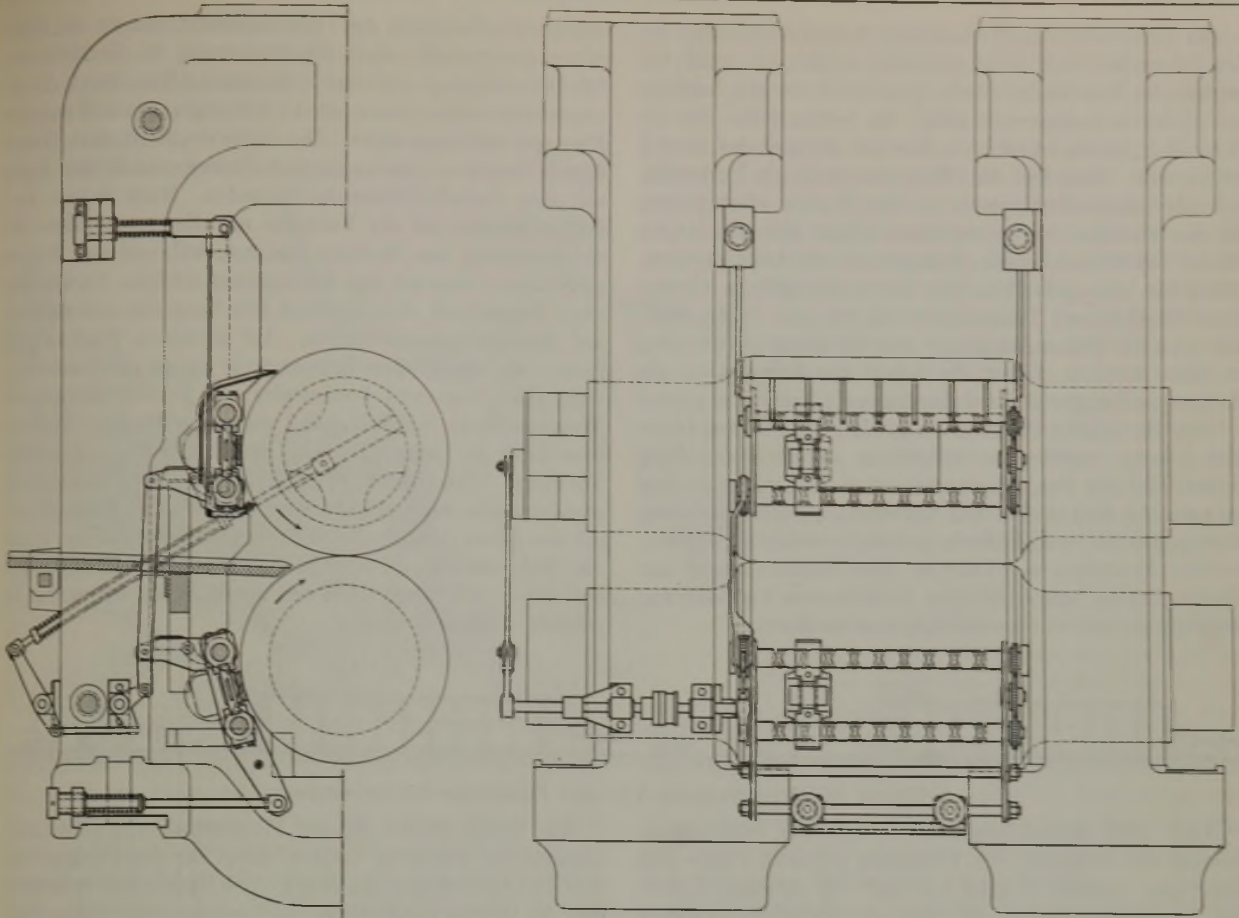
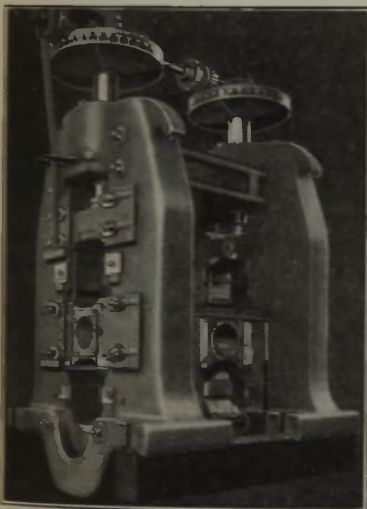


Abbildung 12. Selbsttätige Schleifvorrichtung.

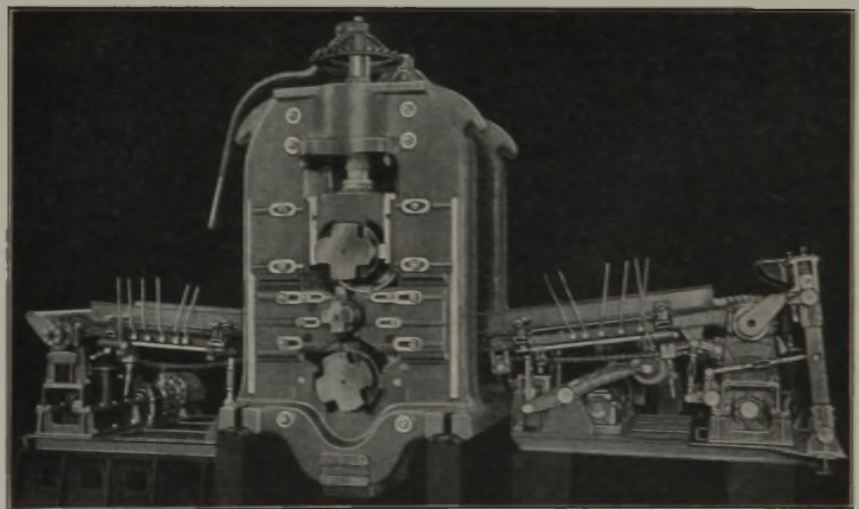
gegangen ist und durch den nächsten Stich geht. Dem Arbeiter bleibt genügend Zeit, um die Länge abzulesen und die Walzen entsprechend einzustellen.

Während des nächsten Stiches bewegt sich der Zeiger von der vorigen Stellung in die neue Lage und gibt dann die

Die letzte Neuerung in der Einrichtung der Feinblechwalzwerke Nordamerikas ist die Einführung des Trioerüsts (Abb. 14); die Oberwalze wird neuerdings auch, wenn es zum Platinenvorwalzen benutzt wird, durch Kammwalzen angetrieben. Das Gewicht der Ober- und



Vorgeriüst.



Fertigtriogerüst.

Abbildung 14. Feinblech-Vor- und Fertigtriogerüst.

Blechlänge nach dem zuletzt gemachten Stich an. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Blech die endgültige Länge erhalten hat. Es ist dem Arbeiter also möglich, die Länge des Bleches nach jedem Stich festzustellen. Die selbsttätige Meßvorrichtung kann auch bei bestehenden Anlagen ohne selbsttätige Walz- und Schnappervorrichtung angewendet werden.

Mittelwalze wird ausgeglichen. Die Mittelwalze wird von der hinteren Wippe gehoben und gesenkt. Meist wird es mit kalter, wasserbespritzter Ober- und Unterwalze betrieben, wobei das Wasser abgewischt wird, sobald es die Walze bespritzt, so daß es nicht an die Bleche gelangt. Die Walzen des Trioerüsts müssen anders geschliffen werden als die Warmwalzen der gewöhnlichen Duogerüste.



Da einstweilen eine selbsttätige Schleifvorrichtung für das Triogerüst noch nicht gefunden worden ist, muß besonders die Mittelwalze häufig gewechselt werden, weil sie am stärksten beansprucht wird. Im besten Falle hält sie 34 bis 48 h, häufig ist auch ein Wechsel schon nach 6 bis 8 h erforderlich. Man hat das Triogerüst teils als Vorgerüst, teils als letztes Fertigerüst in das Walzen eingespannt, um das Strecken der in Amerika vielfach üblichen langen Bleche bei hinreichender Temperatur zu beschleunigen. Dabei hat man gefunden, daß die wirtschaftliche Grenze beim Strecken auf Triogerüsten bei 0,8 mm Dicke liegt, weil sonst die Walzen, besonders aber die dünne Mittelwalze, zu warm werden. Ueber die Arbeit des Triogerüstes als Platinenvorsturzgerüst wird das folgende Beispiel gegeben:

Jede der beiden Platinen erhält einen Unter- und Oberstich, dann werden sie selbsttätig übereinandergelegt, darauf wird das Paket noch dreimal gestochen, im ganzen hat man also fünf Stiche. Das Gerüst soll als Höchstleistung Platinen für 60 t fertiger Bleche je Schicht vorwalzen können.

Zum Auswalzen von Paar zu Paar Platinen waren nur 20 s erforderlich, man hofft aber durch weitere Verbesserung die Walzzeit auf 16 s herunterdrücken zu können.

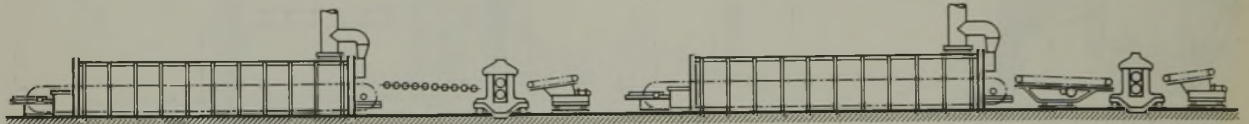


Abbildung 15. Anordnung der Vor- und Fertigwalze hintereinander.

Auch wird darauf hingewiesen, daß bei Schlepptriogerüsten die Abnahme des Walzgutes zwischen Ober- und Mittelwalze niemals so groß sein darf wie zwischen Unter- und Mittelwalze. Nimmt die Dicke des Walzgutes zwischen Unter- und Mittelwalze um 25 % ab, so soll die Abnahme in dem oberen Stich nicht mehr als 10 % betragen, weil sonst Mittel- und Oberwalze stehen bleiben.

Es ist allgemein üblich, nicht mehr als fünf Stiche hintereinander zu geben. Vielfach ist man deshalb zu Platinen von 300 mm Breite übergegangen. Sind mehr als fünf Stiche erforderlich, so legt man eine Nachwärmung ein, um wieder die richtige Walztemperatur zu haben.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß die amerikanischen Walzwerke im Kampf gegen die kontinuierliche Feinblechstraße zu folgenden Verbesserungen und Mechanisierungen gekommen sind:

1. Durchlaufwärmöfen für Platinen, Sturze und Pakete mit selbsttätiger Regelung der Ofentemperatur.
2. Ausfuhrrollgang aus dem Ofen weitergeführt bis zur Uebergabe auf die vordere Wippe.
3. Vordere und hintere Wippe an bestehenden Vor- und Fertigerüsten mit Förderketten.
4. Mechanische Doppler, die allerdings in Weißblechwalzwerken schon seit längerer Zeit in Verwendung waren.
5. Die Einführung des Triogerüstes im Walzwerk, und zwar zum Vorwalzen von Platinen oder zum Auswalzen von vorgewalzten Sturzen zu langen Blechen.

Das ist in großen Zügen das Rüstzeug, das die Amerikaner sich im Laufe der letzten Jahre geschaffen haben. Im nachfolgenden soll nun berichtet werden, wie diese Neuerungen arbeiten, welche Vorzüge für die Güte des Erzeugnisses und Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit sie aufweisen und welche Mengen jetzt hergestellt werden können.

Zu der Zeit, als die kontinuierlichen Straßen in Amerika auftauchten, wurden 1-mm-Bleche meist wie folgt hergestellt: Die Platinen wurden von Hand aus dem Ofen gezogen und auf Vor- und Fertigerüst auf etwa 60 % der späteren Blechlänge vorgewalzt. Nach Aufeinanderlegen der Sturze

wurden die Pakete in den Ofen eingesetzt und an den Ofenseiten hochgestellt, nach Durchwärmung in die Mitte des Ofens flach gelegt und durch die gleiche Tür, durch die sie eingesetzt worden waren, wieder herausgezogen und auf dem Fertigerüst langgezogen. Die Oefen — meist zwei Wärmöfen je Gerüst — standen vor dem Fertigerüst in einer Reihe mit dem Costello-Platinenwärmöfen. Nach diesem Verfahren wurden auf der Vorwalze nur die ersten Stiche für die Streckung der Platinen geleistet, während das Walzen zu Sturzen schon auf dem Fertigerüst erfolgte. Es war also eine Mannschaft, die zuerst auf dem Vorgerüst und nachher auf dem Fertigerüst walzte. Auf einzelnen Werken ging man — um eine größere Erzeugung je Gerüst zu erreichen — dazu über, Vor- und Fertigwalze mit je einer besonderen Mannschaft zu besetzen. Bei dünneren Blechen verlegte man daher die ganze Arbeit bis zum ersten Doppeln auf die Vorwalze. Die Erzeugungsmöglichkeit stieg wesentlich, man erreichte Schichtleistungen von 12 t bei Blechen von 0,3 mm Dicke, aber die Vorwalze wurde sehr heiß und ergab viel Walzenbruch; auch litt die Oberfläche des Bleches, weil ein großer Arbeitsanteil auf der Vorwalze lag, die nun nicht gekühlt werden konnte.

Die ersten Werke, die zur Verwendung von Durchlaufwärmöfen schritten, setzten diese vor das Fertigerüst, weil die Anwärmung der Sturze viel Handarbeit erforderte und die falsche Behandlung die Ursache vieler Fehler war. Als dann die Erzeugung der Fertigerüste sich stark steigerte und die Vorwalze nicht mitkam, weil die Platinenwärmöfen nicht genügende Mengen gut und gleichmäßig angewärmter Platinen herausbringen konnten, folgte auch für die Erwärmung der Platinen ein Durchlaufofen. Werke, die mehr Geld anlegen konnten, gingen dazu über, Vor- und Fertigwalze nicht mehr nebeneinander, sondern hintereinander anzuordnen. *Abb. 15* zeigt eine derartige Anordnung. Der Betrieb von Walze zu Walze wird einfacher. Die Platine rollte vom Durchlaufofen zur Vorwalze auf einem Rollgang. Man hatte zunächst mit nicht angetriebenen Rollgängen begonnen, aber sie arbeiteten zu langsam, und man ging bald zu angetriebenen über. Der Schnapper hinter der Vorwalze wurde durch eine Wippe ersetzt. Nach einigen Stichen geht der Sturz in den zweiten anschließenden Durchlaufofen und von hier auf die vordere Wippe des Fertigerüstes. Auch bei diesem wurde der Schnapper wieder durch eine Hinterwippe ersetzt.

*Abb. 16* stellt das Zusammenarbeiten zwischen Durchlaufofen für Sturze und Fertigerüst dar. Die Sturze kommen über den Auslauf- und Zufuhrrollgang auf die vordere Wippe. Bei Doppelöfen, zum zweireihigen Einsetzen der Pakete, muß jeder Paketförderer im Ofen für sich gesteuert werden können, um beliebig die erwärmten Pakete aus dem Ofen herauszuziehen, also nicht nach festgelegtem Kreislauf, der zu langsam arbeitet. Seitlich der vorderen Wippe steht der Walzer. Die vorderen und hinteren Wippen sind schmale, einseitig gehobene Tische mit motorangetriebenen Förderketten.

Im einzelnen reihen sich die Arbeitsvorgänge wie folgt aneinander: Durch die Betätigung eines Druckknopfes öffnet sich die Ofentür, und die Fördereinrichtung im Ofen setzt sich in Bewegung. Das erwärmte Paket stößt an einen Klappschalter, der die Fördervorrichtung stillsetzt und die



Ofentüre schließt. Dann läuft das Paket die Rollbahn herunter auf die vordere Wippe. Das Paket wird nun durch die Seitenführungen auf der Wippe gerichtet und der Vorstoß betätigt. Die Wippe senkt sich, und der Kettenförderer schafft das Walzgut in die Walzen. Sobald es ganz durch die Walzen hindurchgegangen ist, setzt ein Klapp-

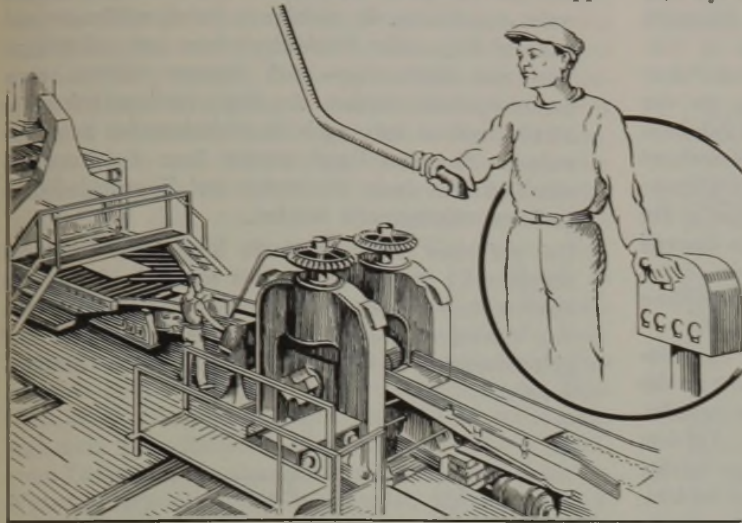


Abbildung 16. Anordnung zwischen Ofen und Fertigwalze.

schalter die beiden Wippen in Bewegung und steuert die Bewegung der Kettenförderer um, so daß das Paket über die Oberwalze zurück auf die vordere Wippe gelangt. Dann senkt der Klappschalter die beiden Wippen und kehrt die Bewegung der Kettenförderer wieder um. Der nächste Stich folgt. Unterdessen hat der Walzer die Schrauben für den zweiten Stich gestellt. Durch eine besondere Vorrichtung kann der Walzer die beiden Wippen zum Messen der Bleche stillsetzen, falls nicht eine selbsttätige Messung angewandt wird. Hat der Packen seine richtige Länge erreicht, so öffnet der Walzer die beiden Walzen und läßt die Kettenförderer auf den Wippen laufen, die den Packen durch die Walzen auf die hintere Wippe tragen. Hier werden die Pakete von Hand abgezogen und gehen entweder zum Doppler oder auf den Haufen fertiger Bleche. Der gedoppelte Packen wird auf ein besonderes Rückförderband gelegt und zum Ofen zurückgebracht. Unterdessen ist die Walzpoliervorrichtung dauernd in Betrieb, die mit einem kleinen Schleifstein über die Ballenlänge der Walzen hin und her bewegt wird.

Für lange Pakete hat man 10 Stiche/min erreicht, bei kurzen Weißblechpaketen bis 17 Stiche/min, und man erwartet in Zukunft 20 Durchgänge/min. Die selbsttätige Schraubstellung wird nach einem vorher festgelegten Stichplan geschaltet. 40 Schaltungen in der Minute muß der Motor ohne übermäßige Temperaturerhöhung aushalten können.

Dicke Platinen werden zunächst auf einem Duovorgerüst mit ausgeglichener Oberwalze heruntergewalzt, dann auf einem Duogerüst mit nicht ausgeglichener Oberwalze weitergewalzt. Es folgt dann als drittes ein Triogerüst mit dünner Mittelwalze zum raschen Strecken. Sollen die Bleche dünner als 0,8 mm heruntergewalzt werden, so werden sie in Form eines Paketes auf einem üblichen Duogerüst weitergewalzt.

Wie sich die Vergrößerung der Erzeugung durch die Mechanisierung des Wärm- und Walzvorganges auswirkt, zeigen viele Nachrichten in amerikanischen Fachblättern. In einem Falle wird die Erzeugung nach dem alten Verfahren bei Blechen von 0,63 mm Durchschnittstärke mit 10,2 t je Doppelgerüst und Schicht angegeben. Die Anlage wurde umgebaut. Zwei Vorsturzgerüste und ein Fertigerüst sollten zusammenarbeiten, sie erhielten einen neuen Motor von 2300 PS. Die Straße wurde auf 25 U/min gesetzt. Die zwei Vorgerüste erhielten einen zweireihigen Durchlaufwärmofen für Platinen. Die Platinen sind 300 mm breit. Zwei Platinen erhalten von Hand zunächst einzeln und dann übereinandergelegt einige Stiche, bis sie 1,6 mm Dicke haben. Drei Sturze werden zusammengelegt und zum Einsatzende eines zweireihigen Durchlaufwärmofens gebracht und eingesetzt. Nach dem Wiederanwärmen erhält das Paket einen oder zwei Stiche und wird, zu einem Paket von sechs Tafeln gedoppelt, wieder zum Paketwärmofen zurückgebracht und erhält nach dem Anwärmen drei Stiche auf dem Fertigerüst, das mit selbsttätig arbeitenden Vorder- und Hinterwippen versehen ist. Das neue Walzwerk erzeugte nach drei Wochen 30,6 t je

Schicht bei 0,63 mm Stärke und soll später 45,8 t geliefert haben, d. h. jedes Vorgerüst hat 1122 Platinen gewalzt, wobei das Fertigerüst die Erzeugung der beiden Vorwalzen verarbeitet hat, und zwar in einer durchschnittlichen Zeit von 28,2 s von Fertigpaket zu Fertigpaket.

Es ist glaubhaft, und man ersieht es aus diesem Beispiel, daß die Amerikaner daran Gefallen gefunden haben, auch

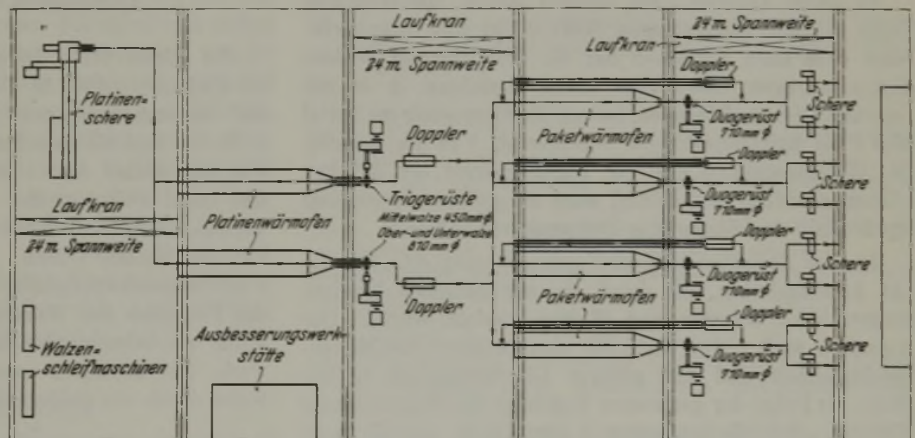


Abbildung 17. Entwurf zu einem Fein- und Weißblechwalzwerk.

die Bruchteile von Sekunden, die beim Walzen ungenutzt verstreichen, daraufhin zu prüfen, wie sie durch geeignete Maßnahmen noch für die Erzeugung ausgenutzt werden können.

Da die Temperatur der Hartgußwalzen bis zu einer gefährlichen Höhe stieg, mußte streng darauf geachtet werden, daß diese zum Vermeiden von Walzenbrüchen nicht höher als 370° gehalten wurde.

Die bisherigen Erfahrungen im Betrieb von neuzeitlichen Feinblechwalzwerken werden in den amerikanischen Zeitschriften für manche Entwürfe zu neuen Anlagen verwertet, z. B. für ein neues Fein- und Weißblechwalzwerk nach Abb. 17.

Die in der linken Halle (Abb. 17) ankommenden Platinenstäbe werden durch einen Kran von 24 m Spannweite ab-



geladen und an der Platinenschere zu Platinen der erforderlichen Größe zerschnitten; diese werden in zwei Durchlauf-Platinenwärmöfen erwärmt und auf den zugehörigen Auslaufrollbahnen zu der vorderen Wippe der beiden Vorsturz-Triogerüste mit Ober- und Unterwalzen von 810 mm und Mittelwalzen von 450 mm befördert, die sie entweder so weit auswalzen, daß sie auf den neben den Triogerüsten stehenden Dopplern gedoppelt werden können, oder sie nur zu Vorstürzen auswalzen, die dann in den vier Durchlauf-Paketwärmöfen nachgewärmt werden. Hierauf walzen die vier Duofertigerüste mit Walzen von 710 mm Dmr. die Pakete so weit herunter, daß sie gedoppelt und auf einem Förderband wieder zu den Paketwärmöfen zurückgeführt werden können; die Achterpakete werden nach dem Wiedererwärmen in den gleichen Fertigerüsten fertiggewalzt, so daß diese dauernd entweder Pakete zu vier oder zu acht Tafeln walzen.

Ueber die Mannschafanzahl und die geldlichen Ersparnisse an Lohn findet man folgende Beispiele:

Auf einem gewöhnlichen handbetriebenen Vorsturz-Duogerüst werden aus einem Durchlaufofen 25 t in der Achtstundenschicht mit sechs bis sieben Mann gewalzt. Die Arbeitslöhne sollen hierbei 1,50 \$ je t betragen. Auf dem Triogerüst mit mechanischer Vor- und Hinterwippe beträgt bei fünf Mann Belegschaft die Erzeugung 40 t je Schicht.

Die Belegschaft des Fertigerüstes mit mechanischer Vor- und Hinterwippe wird an anderer Stelle mit fünf Mann angegeben, und zwar Einsetzer, Walzer mit seinem Helfer, Paketöffner und Doppler. Die Löhne sollen 1,30 \$ je t betragen. Insgesamt ergeben sich also, selbst bei handbetriebenen Vorsturz-Duogerüst, 2,80 \$ je t gegenüber 7 bis 8 \$ nach dem alten Verfahren, mithin eine Ersparnis von 4 bis 5 \$ je t. Dazu kommen die Ersparnisse aus der besseren Ausnutzung von Wärme und Strom und der gesamten Anlage.

In einem anderen Falle wurden Bleche von 0,43 mm Dicke in den Abmessungen 3000 × 740 mm hergestellt. Nach dem alten Verfahren hat die Erzeugung je Schicht 10,1 t betragen. Nach dem neuen Verfahren, d. h. mit Durchlauföfen und Wippen, betrug die Erzeugung im Mittel 30,5 t bei Spitzenleistungen von über 41 t in der Schicht. Die Walzmannschaft und der Tagesverdienst der Arbeiter blieben dieselben wie früher, aber die größere Erzeugung ergab allein an Löhnen eine Ersparnis von 5 \$ je t.

In allen Berichten wird die Verbesserung der Qualität hervorgehoben, die durch die mechanischen Einrichtungen beim Wärmen und Walzen erreicht wurde. Der Ausschuß sank. Man erreichte eine bessere Oberflächenbeschaffenheit und eine größere Gleichmäßigkeit in der Dicke als Folge der genaueren Regelung des Wärmens und Walzens. Bei Blechen unter 1 mm Dicke soll die neue Herstellungsart mit den auf kontinuierlichen Straßen vorgewalzten Blechen wettbewerbsfähig sein.

Die gegenwärtig üblichen Walzverfahren für Feinbleche in den Vereinigten Staaten können in die vier folgenden eingeteilt werden:

1. Platinen von 200 bis 350 mm Breite werden nach Erwärmung in einem Costello-Stoßofen auf Vor- und Fertigerüst zu Sturzen bis auf 60 % der späteren Blechlänge ausgewalzt, dann wieder erwärmt und auf einem Fertigerüst auf die gewollte Länge gestreckt. Beide Gerüste sind Duos.
2. Vorwalzen der in Durchlaufwärmöfen erwärmten Platinen von Hand, Erwärmen der Sturze im Durchlaufofen, Fertigwalzen der Pakete auf einem Fertigerüst mit vorderer und hinterer selbsttätig gesteuerter Wippe. Auch in diesem Falle sind die Gerüste Duos.

Das Vorwalzen der Platinen von Hand auf einem Duo kann auch durch Walzen auf Duo oder Trio mit selbsttätig arbeitender vorderer und hinterer Wippe ersetzt werden.

3. Auf kontinuierlichen Feinblechstraßen werden Feinbleche bis 1,75 mm Dicke hergestellt. Auf denselben Straßen walzt man Sturze, die nachher in Durchlauföfen erwärmt und auf Duo- oder Triofertigerüsten mit selbsttätiger Vor- und Hinterwippe auf dünnere Stärken warm heruntergewalzt werden. An Stelle der kontinuierlichen Straße benutzt man auch Bandblechstraßen zum Vorwalzen. Aus dem Band werden dann die Sturze geschnitten, die dann wie vorher auf Warmwalz-Fertigerüsten weitergewalzt werden.
4. Das auf einer Bandblechstraße hergestellte Band von ungefähr 1,7 mm Dicke wird bis zur Dicke des fertigen Bleches ohne Zwischenglühen entweder in Einzelgerüsten von Vierwalzen-Kaltwalzwerken oder in vier oder fünf hintereinander stehenden Vierwalzgerüsten heruntergewalzt.

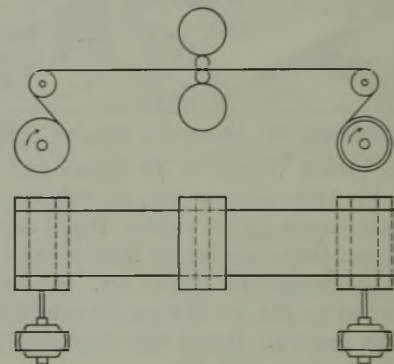


Abbildung 18. Steckelsches Walzwerk.

An dieser Stelle ist das Steckelsche Walzwerk<sup>9)</sup> zu erwähnen (Abb. 18); es besteht aus einem Walzgerüst mit nichtangetriebenen Arbeits- und Stützwalzen von z. B. 130 und 860 mm Dmr. bei etwa 960 mm Ballenlänge. Vor und hinter dem Gerüst sind Haspeln aufgestellt, die das Band zwischen den Walzen hin- und herziehen; sie werden angetrieben durch einen Umkehrmotor von 1000 PS und 400 bis 800 U/min. Die Arbeitswalzen haben 7,6 m/s Umfangsgeschwindigkeit. Die Stichabnahme hängt von der Festigkeit des Werkstoffes ab; meist sind mehr Stiche nötig als beim angetriebenen eingerüstigen Umkehrwalzwerk. Die hierdurch entstehende Minderleistung wird teilweise durch die größere Walzgeschwindigkeit ersetzt.

\* \* \*

Faßt man die Nachrichten, die über die Neuerungen in der Feinblecherstellung jenseits des Ozeans zu uns herüberkommen, zusammen und prüft, welche Lehre daraus für uns zu ziehen ist, so kann man wohl sagen, daß die Erstellung großer kontinuierlicher Straßen für uns kaum in Frage kommen kann. Die hohen Anlagekosten können nur gewinnbringend sein, wenn der Bedarf und damit die Erzeugung an Blechen gleichartiger Stärken und Abmessungen so groß ist, daß Verzinsung und Tilgung gesichert erscheinen. Auch wird bei uns die Ausschaltung der menschlichen Arbeit aus verschiedenen Gründen nicht die ausschlaggebende Rolle spielen wie in Amerika, denn es kann nicht im allgemeinen oder im besonderen Werksinteresse liegen, dieselbe Summe auf einmal dem Maschinenbau zuzuführen, die im Verlaufe von Jahren dem Hand-

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 415/17.



arbeiter gezahlt wird. Dazu wird jede Schwankung der Wirtschaftslage die Ausnutzung der Straße herunterdrücken, die hohen Anlagekosten bleiben dann als feststehende Belastung für eine geringere Erzeugung.

Im Gegensatz hierzu verdienen die Bestrebungen derjenigen amerikanischen Gesellschaften unsere volle Beachtung, die es mit geringeren Mitteln versucht haben, die Güte ihrer Erzeugnisse und die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen zu heben. Die gewaltigen Fortschritte, die die nordamerikanische Feinblechherstellung in den letzten Jahren erreicht hat, sind bedeutende Leistungen hoher Ingenieurkunst, die den Wärm- und Walzvorgang aus dem Zustande einer äußerst primitiven und körperlich schweren Arbeit auf den hohen Stand einer mechanisch kontrollierbaren Technik gehoben haben. Auch wir müssen den Weg weiterer Verbesserungen in unseren Betrieben gehen und überall da ansetzen, wo Fehler der Handarbeit, Fehler des Wärmens und des Walzens ausgeschaltet oder in größerem Maße vermieden werden können. Denn die Fehler der Handarbeit bewirken nicht allein ein geringeres Ausbringen an Rohblech, als es in Amerika allgemein üblich ist, sie verursachen auch einen hohen Entfall an Ausschußblechen, der zu niedrigeren Verkaufserlösen abgesetzt werden muß und daher die Wirtschaftlichkeit der Betriebe gefährdet. Weiter erschweren die Fehler der Handarbeit den Absatz unserer Erzeugnisse im Ausland, und da muß unser Streben nach einer hervorragenden Güte unserer Ware dahin gehen, daß wir bei gleichen Preisen den Vorzug beim Käufer erhalten. Auch die Verringerung der Handarbeit kommt besonders bei den Werken in Frage, die in großen Mengen mit ihrer Erzeugung auf den Weltmarkt gehen müssen. Da müssen wir nicht nur die Güte des ausländischen Wettbewerbes zu übertreffen suchen, sondern auch bestrebt sein, unsere Herstellungskosten zu verringern. Deshalb sollen uns die Nachrichten, die über die Fortschritte in amerikanischen Feinblechwalzwerken zu uns kommen, eine laute Warnung sein, uns nicht mit der bisher erreichten Verbesserung unserer Erzeugnisse zufrieden zu geben, sondern in dem Bestreben nicht nachzulassen, unsere Ware in jeder Beziehung ausfuhrfähig zu erhalten.

Immer enger ziehen sich, auch ohne Berücksichtigung des Währungsverfalles einzelner Länder, durch die Industrialisierung in allen Weltteilen die Möglichkeiten gewinnbringender Ausfuhr zusammen. Vorbedingung für die Gestaltung unseres Ausfuhrgeschäftes wird sein, daß wir Spitzenleistungen nicht gewöhnlicher Art herausbringen können, und daß die Ausfuhr dem Lande einen gewissen Nutzen läßt.

#### Zusammenfassung.

Die Bestrebungen zum Vermindern der Selbstkosten und Vermeiden von Fehlern durch Ausschalten der Handarbeit beim Feinblechwalzen führte zur Anlage der ersten kontinuierlichen Feinblechstraße, deren Arbeitsverfahren und Kalibrierung erörtert wird. Die Unwirtschaftlichkeit ähnlicher mit großen Kosten errichteter Anlagen bei geringem Ausnutzungsgrad in schlechten Zeiten sowie das Bestreben kleinerer Walzwerke, gegenüber den kontinuierlichen Straßen wettbewerbsfähig zu bleiben, war die Ursache zum Einführen handarbeitersparender Mittel, wie der

Schrittmacheröfen mit Auslaufrollgang, Vorder- und Hinterwippen an Feinblech-Duo- und -Triogerüsten, selbsttätiger Walzenschleifvorrichtungen und Blechlängen-Meßvorrichtungen usw., deren Erfolge sich in Lohnersparnissen, Erhöhung der Walzleistungen und Verbesserung der Blechgüte zeigten. Zum Schlusse wird die Anwendbarkeit dieser Fortschritte für den deutschen Feinblechwalzbetrieb geprüft.

#### Schrifttum.

1. Charles Longenecker: Durchlaufwärmöfen für Blechpakete. Blast Furn. & Steel Plant 17 (1929) Nr. 11, S. 1661/63.
2. Neue Feinblechwalzverfahren zum Vermindern der Umwandlungskosten. Steel 88 (1931) Nr. 3, S. 40/41.
3. Selbsttätige Wippen zur Erleichterung des Feinblechwalzens und selbsttätige Walzenschleifvorrichtung. Steel 89 (1931) Nr. 27, S. 26.
4. R. J. Wean: Ersatz der Handarbeit durch mechanische Mittel beim Feinblechwalzen. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 207/11 u. 238/43.
5. H. Melin: Ersatz der Handarbeit durch mechanische Mittel beim Feinblechwalzen. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 211/13.
6. H. P. McCann und R. L. Corbett: Durchlaufwärmöfen für Platinen und Blechpakete. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 243/46.
7. A. L. Hollinger: Durchlaufwärmöfen für Platinen und Blechpakete. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 216/17.
8. W. B. Snyder: Zuführungs- und Ueberhebetische zum selbsttätigen Walzen von Feinblechpaketen. Steel 91 (1932) Nr. 18, S. 21/23.
9. J. J. Mellon: Elektrische Schaltungen bei Vorder- und Hinterwippen an Feinblechgerüsten. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 218/22.
10. E. W. Henderson: Käfigankeromotor beim Anlaufen, Umkehren und Anhalten für Wippen an Feinblechgerüsten. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 222/29.
11. G. A. Caldwell: Entwicklung der elektrischen Motoren und magnetischen Schalter für mechanisierte Fein- und Weißblechwalzwerke. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 229/33.
12. W. B. Snyder: Motoren und Schalter für selbsttätige Wippen an Feinblechstraßen. Iron Steel Engr. 9 (1932) Nr. 5, S. 234/36 u. 243/46.
13. W. H. Melaney: Entwicklung der Feinblechwalzverfahren. Blast Furn. & Steel Plant 21 (1933) Nr. 1, S. 28/31.
14. H. A. Winne: Elektrische Ausrüstung von Feinblechstraßen. Blast Furn. & Steel Plant 21 (1933) Nr. 1, S. 35/37.
15. A. F. Kenyon: Elektrische Ausrüstung von Feinblechstraßen. Blast Furn. & Steel Plant 21 (1933) Nr. 1, S. 38/39.
16. J. Franklin Miller: Mechanisierung von Feinblechwalzwerken. Iron Age 131 (1933) Nr. 15, S. 576/79.
17. Erfolge der Mechanisierung verschiedener Gerüste der Feinblechstraße der Tata Iron & Steel Co. in Jamshedpur. Steel 92 (1933) Nr. 19, S. 28; 93 (1933) Nr. 14, S. 37. Iron Age 132 (1933) Nr. 26, S. 14/17, besonders S. 16.
18. F. A. Beatty: Fortschritte bei neuzeitlichen Fein- und Weißblechwalzwerken. Blast Furn. & Steel Plant 21 (1933) Nr. 12, S. 627/29.
19. Frank L. Estep: Gegenwärtige und zukünftige Feinblechwalzverfahren. Iron Age 132 (1933) Nr. 26, S. 14/17.
20. W. B. Snyder und T. R. Rhea: Motorengröße und Schaltungsvorrichtungen für selbsttätige Wippen an Feinblechstraßen. Iron Age 133 (1934) Nr. 8, S. 26/28.
21. R. J. Wean: Platinen- und Paketwärmöfen für Fein- und Weißblechwalzwerke. Iron Steel Engr. 11 (1934) Nr. 2, S. 67/75.
22. Selbsttätige Grenz- und Stellschalter für Vorder- und Hinterwippen an Trio-Feinblechgerüsten. Steel 94 (1934) Nr. 10, S. 35.
23. Stephan Badlam: Neuere Entwicklung des Walzens von Feinblechen und breiten Streifen. Iron Steel Engr. 10 (1933) Nr. 12, S. 333/61.



# Einfluß verschiedener Elemente auf die Ausscheidungsvorgänge im Stahl beim Anlassen.

Von Walter Eilender in Aachen, Adolf Fry und Alex Gottwald in Essen.

[Mitteilung aus dem Institut für Eisenhüttenkunde der Technischen Hochschule in Aachen.]

[Bericht Nr. 268 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Aenderung der elektrischen Leitfähigkeit, Koerzitivkraft, Remanenz und Härte des im Vakuum erschmolzenen Stahles mit geringen Kohlenstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff- und Kupfergehalten beim Anlassen. Abhängigkeit der Eigenschaftsänderungen von der Teilchengröße der sich ausscheidenden Bestandteile. Einfluß von Legierungselementen auf die Ausscheidungsfähigkeit. Ursache der Kraftwirkungsfiguren.)

## Zweck und Durchführung der Versuche.

Die Ausscheidungshärtung des Eisens durch geringe Zusätze von Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Kupfer ist bereits verschiedentlich untersucht worden. Bis auf wenige Ausnahmen, als welche die Versuche von W. Köster<sup>1)</sup> sowie von W. Eilender und R. Wasmuth<sup>2)</sup> an vakuumerschmolzenem Eisen besonders erwähnt seien, wurden zu diesen Prüfungen technische Stähle verwendet, so daß sich der Einfluß der einzelnen Zusatzelemente nicht klar erkennen läßt. Zweck dieser Arbeit sollte es daher sein,

1. die Ausscheidungsvorgänge im reinen Eisen als Folge geringer Zusätze von Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Kupfer zu untersuchen;
2. die Beeinflussung dieser Ausscheidungsvorgänge durch weitere Zusätze von Elementen, die häufig im Stahl als Beimengungen oder als absichtliche Bestandteile vorhanden sind, zu prüfen;
3. außerdem wurde als Aufgabe der vorliegenden Arbeit betrachtet, über die Teilchengröße der ausgeschiedenen Phase Aussagen zu machen, da schon durch die Untersuchungen von A. Fry<sup>3)</sup> der Einfluß der Ausscheidungsform (Teilchengröße) verschiedener Verbindungen auf die Eigenschaft der Metalle hervorgehoben wurde.

Zum Nachweis der Ausscheidungsvorgänge wurden die Härteänderungen nach Lagern bei Raumtemperatur, ferner die Härte, elektrische Leitfähigkeit, Koerzitivkraft und Remanenz der abgeschreckten Legierungen in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur bei einstündiger Anlaßdauer bestimmt. Um im Grenzfall zu entscheiden, ob eine Legierung noch ausscheidungsfähig sei oder nicht, wurde im allgemeinen das Verhalten der Leitfähigkeit und der Härte herangezogen, da die magnetischen Eigenschaften auch auf Spannungen ansprechen und aus diesem Grunde Aenderungen zeigen können, ohne daß eine durch Ausscheidung verursachte Uneinheitlichkeit der Legierung vorzuliegen braucht. Diejenige Teilchengröße, die für eine bestimmte Eigenschaft, z. B. für die Härte, die stärkste Abweichung von der üblichen Größe beim ausscheidungsfreien Eisen hervorruft, sei im folgenden als für die geprüfte Eigenschaft kritische Teilchengröße bezeichnet.

Die Gesamtmenge der ausgeschiedenen Stoffe, die nicht allein von der Temperatur, sondern auch von der Dauer des Anlassens abhängt, und die durch Wiederinlösungen bei höherer Temperatur wesentliche Veränderungen erfahren kann, wurde nicht mit in Betracht gezogen, um die Arbeit nicht zu umfangreich werden zu lassen.

\* ) Erstattet von W. Eilender auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 2. Juni 1934. — Die Arbeit wurde von A. Gottwald in der Forschungsanstalt der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen, ausgeführt und am 12. Mai 1932 der Technischen Hochschule in Aachen als Dissertation vorgelegt. — Sonderabdrucke dieses Berichtes sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 553/58.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 659/64.

<sup>3)</sup> Z. Metallkde. 21 (1929) S. 55 u. 56.

Eisen von großer Reinheit, nur mit dem zu prüfenden Element legiert, war nur durch Schmelzen im Vakuum und Verwendung reiner Ausgangsstoffe zu erwarten. Aus der Arbeit von W. Rohn<sup>4)</sup> ist ersichtlich, daß es gelingen kann, im Vakuum ein weitgehend gasfreies Eisen zu erschmelzen; der Kohlenstoff läßt sich dabei bis unter die Grenze seiner Löslichkeit im  $\alpha$ -Eisen entfernen. Die Schmelzen wurden demnach aus Armco-Eisen mit 0,012% C, 0,001% Si, 0,03% Mn, 0,01% P, 0,01% S und 0,02% Cu in einem Hochfrequenzvakuumofen mit einer Fassung von 1000 g hergestellt. Die festen Legierungselemente wurden von vornherein mit dem Armco-Eisen eingesetzt, während Sauerstoff und Stickstoff gut gereinigt mit einem Druck von 1 oder  $\frac{1}{10}$  kg/cm<sup>2</sup> durch einen Umschalhahn auf die flüssigen Proben im Ofen geleitet wurden.

Der Kohlenstoffgehalt wurde nach dem Barytverfahren, der Sauerstoffgehalt nach dem Wasserstoffreduktionsverfahren bestimmt, da hier nur der „lösliche“ Sauerstoff von Bedeutung ist.

Die Schmelzen, die sich sämtlich bei 850 bis 900° gut ausschieden ließen, wurden zu Stangen von 9 mm Dmr. oder 10 mm □ verarbeitet; aus den Rundstangen wurden die Proben für die magnetischen Untersuchungen, aus den Vierkantstäben die anderen Proben entnommen. Die elektrische Leitfähigkeit ermittelte man nach dem Brückenverfahren, die Koerzitivkraft nach der ballistischen Arbeitsweise und die Remanenz mit dem Köpsel-Gerät. Auf die Anfertigung von Kerbschlagproben mußte wegen des geringen Fassungsvermögens des Ofens verzichtet werden; die mechanische Alterung wurde nur über die Prüfung der Brinellhärte (mit 5-mm-Kugel und 750 kg Anpreßdruck) verfolgt.

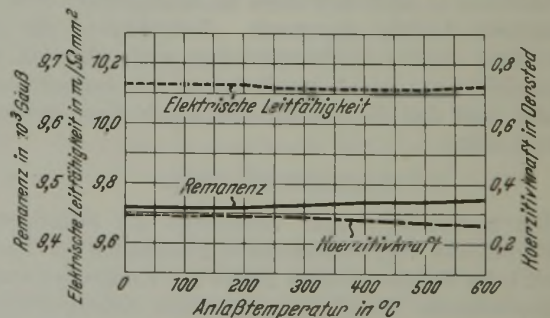


Abbildung 1. Anlaßwirkung bei reinstem Eisen (0,007% C, 0,01% Si, 0,02% Mn, 0,003% N<sub>2</sub>, 0,006% O<sub>2</sub>).

Aus dem Armco-Eisen stellte man eine Schmelze im Vakuum her, die frei von Zusatzelementen war, um zunächst seine Eignung als Grundstoff für die später herzustellen Stähle zu untersuchen. Diese Schmelze wies folgende Verunreinigungen auf: 0,007% C, 0,01% Si, 0,02% Mn, 0,003% N<sub>2</sub> und 0,006% O<sub>2</sub>. Die Probestäbe wurden  $\frac{1}{2}$  h bei 930° geglüht und in Wasser abgeschreckt. Nach einstündigem Anlassen bei steigenden Temperaturen mit nachfolgender Luftabkühlung wurden die Remanenz, Koerzitivkraft und Härte geprüft. Abb. 1 zeigt, daß keine der

<sup>4)</sup> Z. Metallkde. 21 (1929) S. 12/18.



Eigenschaften beim Anlassen eine Aenderung erfährt, die auf eine Ausscheidung hindeutet. Der leichte Abfall der Koerzitivkraft und der geringe Anstieg der Remanenz kann, wie später noch gezeigt wird, nicht auf einen Entmischungsvorgang beim Anlassen zurückgeführt werden, sondern läßt sich damit erklären, daß bei Anlaßtemperaturen oberhalb 300° die Auslösung von Spannungen sowie Ballung in der Schmelze unlöslicher Bestandteile eintritt. Da im übrigen die Ausgangswerte der Leitfähigkeit und Koerzitivkraft in der Nähe der Werte für chemisch reines Eisen liegen, darf wohl geschlossen werden, daß die Schmelzen genügend rein sind, das gewählte Armco-Eisen sich also als Grundstoff für die Herstellung ausscheidungsfähiger Legierungen eignet.

#### Wirkung der Kohlenstoffausscheidung.

Der Kohlenstoff ist eines der Elemente, die in Legierung mit Eisen die Voraussetzungen für die Ausscheidungshärtung erfüllen: nach W. Köster<sup>5)</sup> lösen sich bei 700° etwa 0,04% C, bei Raumtemperatur 0,006% C im  $\alpha$ -Eisen, während T. D. Jensen<sup>6)</sup> eine Löslichkeit von 0,008% C bei 20° angibt.

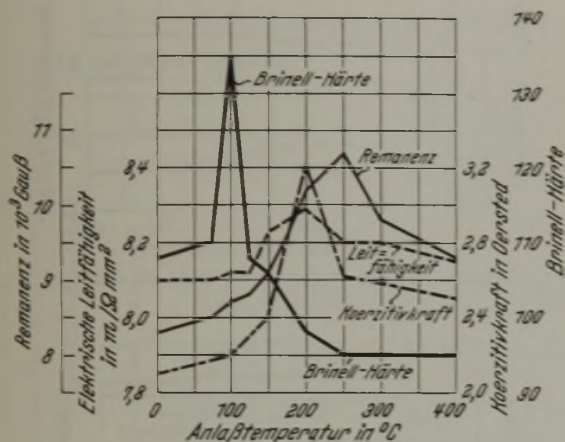


Abbildung 2. Anlaßwirkung bei Eisen mit 0,04% C.

Zur Untersuchung der Kohlenstoffausscheidung wurden zwei Schmelzen mit 0,04 bzw. 0,05% C hergestellt. Die Proben wurden  $\frac{1}{2}$  h bei 930° geglüht, nach Erkalten an der Luft wieder  $\frac{1}{2}$  h auf 680° erwärmt und dann in Wasser abgeschreckt. Grundsätzlich zeigen die in Abb. 2 wiedergegebenen Kurven den von Köster<sup>5)</sup> und G. Masing<sup>7)</sup> für technische unlegierte Stähle gefundenen Verlauf der Eigenschaftsänderungen beim Anlassen. Eine Ausnahme macht der Verlauf der Koerzitivkraft: während Köster bis 150° fast gleiche Werte fand, stellten wir auch bei den später behandelten legierten Kohlenstoffstählen sofort ein schwaches Ansteigen fest.

Aus der bekannten Tatsache, daß beim Anlassen einer ausscheidungsfähigen Legierung die überschüssig gelöste Phase nach einer vorbereitenden Sammlung auf bestimmten Gittergeraden sich zunächst in fein verteilter Form, dann mit zunehmender Anlaßdauer und Anlaßtemperatur in größeren Teilchen ausscheidet, muß man bei der Betrachtung der Eigenschaftsänderungen in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur schließen, daß die magnetischen und elektrischen Eigenschaften sowie die Härte auf eine verschiedene Größe und Verteilung der ausgeschiedenen Phase ansprechen. Während bei den Anlaßkurven die höchste Härte bereits bei 100° erreicht

wird, die Koerzitivkraft und die Leitfähigkeit bei 200° ihren Größtwert haben, durchläuft die Remanenz erst bei 250° einen Spitzenwert. Es dürfte aus diesen verschiedenen Verhalten zu folgern sein, daß die Härte auf eine geringere Teilchengröße anspricht als z. B. die Koerzitivkraft, und daß diese wieder bei einem geringeren Verteilungsgrad Aenderungen aufweist als die Remanenz.

Verfolgt man die Anlaßkurve der Remanenz bei Luftabkühlung zu noch höheren Anlaßtemperaturen (Abb. 3), so tritt nach dem ersten Spitzenwert ein zweiter Höhepunkt bei 700° auf, der auch schon von Köster gefunden wurde. Der erste Anstieg ist zweifellos, wie schon ausgeführt, durch eine Karbidausscheidung verursacht, da ein Kohlenstoffstahl, dessen Ausscheidungsfähigkeit durch Legierungszusätze unterbunden ist, diese Sonderheit nicht zeigt. Der zweite Höchstwert wird wahrscheinlich ebenfalls auf einer Karbidausscheidung beruhen, und zwar ist der Vorgang in der Weise zu denken, daß bei höherer Anlaßtemperatur das Karbid wieder in Lösung geht, sich jedoch bei der nicht genügend schroffen Luftabkühlung nach dem Anlassen wieder ausscheidet. Die ausgeschiedenen Teilchen sind in diesem Falle schon so groß, daß Härte und Koerzitivkraft nicht mehr erhöht werden. Als Beleg für diese Ansicht dürfte das Verhalten desselben Stahles gelten, wenn er nach dem

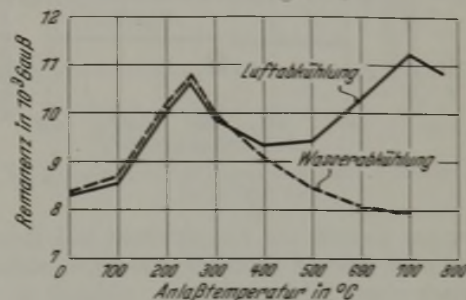


Abbildung 3. Remanenz von Stahl mit 0,04% C nach dem Anlassen und verschieden schneller Abkühlung.

Anlassen abgeschreckt wird. Nach dieser Wärmebehandlung tritt der Wiederanstieg der Remanenz bei 700° nicht auf, da der der Anlaßtemperatur entsprechende Anteil an gelöstem Kohlenstoff durch die rasche Abkühlung in Lösung bleibt<sup>8)</sup>.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Remanenz nach dem Ueberschreiten der ersten Spitze nicht wieder bis auf den Ausgangswert absinkt. Die Ursache für dieses Verhalten ist wohl darin zu suchen, daß sich die beiden die Remanenz beeinflussenden Vorgänge — die eigentliche Kohlenstoffausscheidung mit nachfolgender Ballung beim Anlassen und die Ausscheidung des Kohlenstoffes beim Abkühlen nach dem Anlassen — überlagern.

In *Zahlentafel 1* sind anschließend an die Schmelzen 1 und 2 die Ergebnisse mit legierten Kohlenstoffstählen aufgeführt. Ein Einfluß des Sauerstoffs oder Stickstoffs ist bei den geringen Gehalten kaum anzunehmen; außerdem tritt aber auch durch die meisten Zusätze eine Inaktivierung dieser Elemente ein.

Zunächst fällt auf, daß die Spitzenwerte für die verschiedenen Eigenschaften immer wiederkehrend bei den gleichen Temperaturen in der gleichen Reihenfolge auftreten; es folgen einander mit steigender Anlaßtemperatur Härte, Leitfähigkeit, Koerzitivkraft und Remanenz, wobei die Größtwerte bei den gleichen Temperaturen wie bei den nur Kohlenstoff enthaltenden Stählen auftreten. Bei sämtlichen

<sup>5)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1923/29) S. 509/10 (Werkstoffaussch. 139).

<sup>6)</sup> J. Amer. Inst. Electr. Engr. 43 (1924) S. 455/64.

<sup>7)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1923/29) S. 135/96 (Werkstoffaussch. 132); Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 6 (1927) S. 202.

<sup>8)</sup> Vgl. auch W. Köster: Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1923/29) S. 508 (Werkstoffaussch. 139).



Zusätzen ist ferner festzustellen, daß diese Spitzen zunächst flacher werden und schließlich ganz verschwinden. Solange die Leitfähigkeit und Härte noch ansprechen, ist eine deutlich ausgeprägte Spitze bei Koerzitivkraft und Remanenz vorhanden, die meist bei 200 bzw. 250° liegt. Sowie die Stähle durch höhere Legierungszusätze ihre Ausscheidungsfähigkeit verlieren, findet eine deutliche

Die Erscheinungen deuten darauf hin, daß alle untersuchten Legierungszusätze von gewissen Gehalten ab die eigentliche Ausscheidungsfähigkeit, die sich in einem Ansprechen von Härte und Leitfähigkeit ausprägt, unterbinden. Bei höheren Zusätzen, die keine Aenderung dieser beiden Eigenschaften, wohl aber solche der Koerzitivkraft und Remanenz herbeiführen, können unseres Erachtens Span-

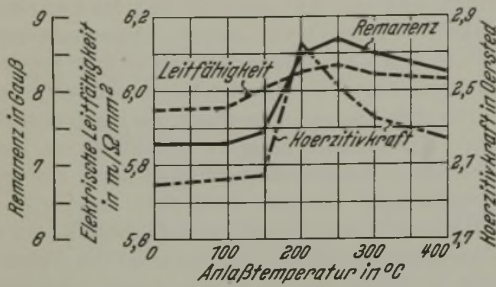


Abbildung 4. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,04 % C und 0,12 % Ti.

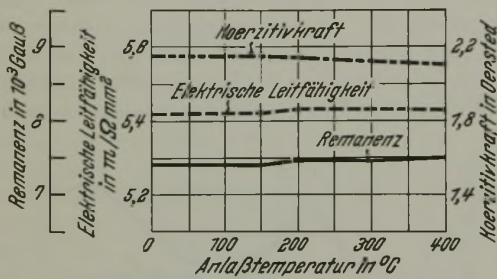


Abbildung 5. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,05 % C und 0,25 % Ti.

Wandlung der Kurven von Koerzitivkraft und Remanenz statt; von etwa 100° an strebt die Remanenz mehr oder minder stark einem höheren Wert zu, während die Koerzitivkraft entsprechend abfällt.

Für die mit Titan und Vanadin legierten Stähle tritt diese Wandlung zu einem alterungsunempfindlichen Stahl schon sehr früh auf; es genügen hier Legierungszusätze in der Höhe, um den Kohlenstoff als Titan- oder Vanadinkarbid abzubinden und damit in eine im  $\alpha$ -Eisen unlösliche Form überzuführen. Wahrscheinlich werden auch bei Zirkon und Tantal, die beide ähnlich beständige Karbide bilden, die gleichen Verhältnisse vorliegen. Bei den übrigen Legierungszusätzen sind dagegen wesentlich höhere Gehalte erforderlich, um die Ausscheidungshärtung zu unterbinden. Derartige Stähle bleiben also noch lange über Ausscheidungshärtung vergütbar. Als Beispiel dieser beiden Gruppen seien in Abb. 4 bis 7 die Anlaßkurven der mit Titan oder Molybdän und Kohlenstoff versetzten Proben angeführt. Bei der Legierung mit 3% Mo erkennt man deutlich die besprochene Wandlung in den Linienzügen der Koerzitivkraft und Remanenz. Für Chromstähle ist diese noch stärker ausgeprägt, während die übrigen Stähle einen ähnlich flachen Verlauf wie die Kurven der Titanstähle aufweisen. Auffallend ist ferner, daß bei hohem Manganzusatz (Schmelze 11 mit 4%; vgl. Abb. 8) die Remanenz selbst bis zu Anlaßtemperaturen von 400° praktisch unverändert bleibt, daß dagegen die Koerzitivkraft von 100° an stark abfällt. Dabei liegt die Härte bei allen Anlaßtemperaturen im Vergleich zu den anderen Stählen unverändert sehr hoch bei 220 bis 230 Brinelleinheiten, und die Koerzitivkraft weist den auffallend hohen Ausgangswert von 21,15 Gauß auf gegenüber etwa 1 bis 6 Gauß bei den übrigen Stählen. Die gleichen Feststellungen konnten auch an einem Stahl mit 5% Mn gemacht werden.

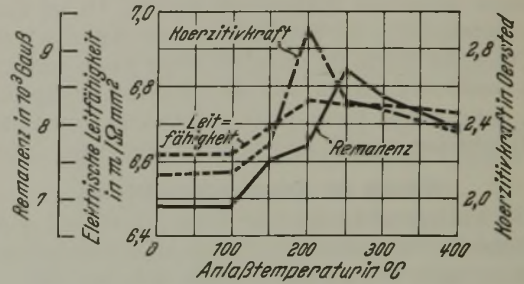


Abbildung 6. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,03 % C und 1,04 % Mo.

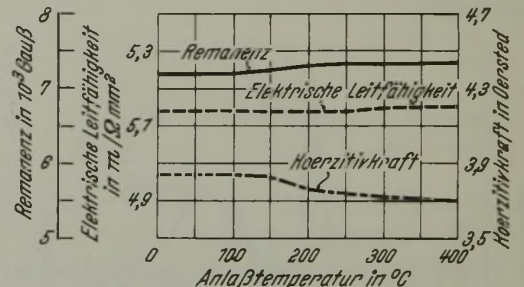


Abbildung 7. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,03 % C und 3 % Mo.

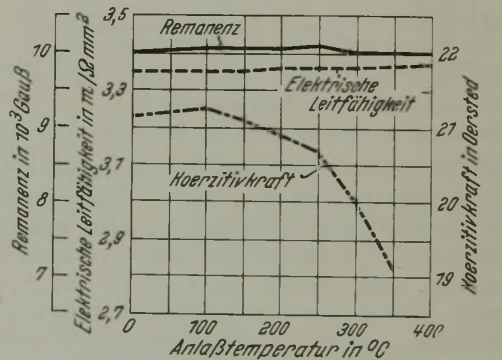


Abbildung 8. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,05 % C und 4,04 % Mn.

nungsausgleich und Ballungserscheinungen herangezogen werden. Bei den hochlegierten Manganstählen liegt zweifellos eine Besonderheit vor. Hier kann möglicherweise ein gegen Anlassen beständiger Martensit aufgetreten sein.

**Wirkung der Stickstoffausscheidung.**

Bekanntlich erfüllt auch Stickstoff in Legierungen mit dem  $\alpha$ -Eisen die Voraussetzungen für die Ausscheidungshärtung. Nach A. Fry<sup>9)</sup> nimmt die Löslichkeit des  $\alpha$ -Eisens für Stickstoff mit sinkender Temperatur auf 0,015% bei 20° ab. Nach einer Arbeit von W. Köster<sup>10)</sup> über die Stickstoffausscheidung liegt dieser Wert zu hoch; Köster gibt eine Löslichkeit bei Raumtemperatur von 0,001%, bestimmt an technischen Stählen, als wahrscheinlicheren Wert an.

Durch Schmelzen des Eisens unter Stickstoff ohne Ueberdruck gelingt es nicht, einen Stickstoffgehalt von mehr als

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 1271/79.

<sup>10)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 644 (Werkstoffaussch. 162); vgl. auch O. Meyer und R. Hobrock: Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 254.



Zahlentafel 4. Ergebnisse der Kohlenstoffschmelzen.

Schmelze N <sup>o</sup>	Zusammensetzung				Elektrische Leitfähigkeit in m/Ω mm <sup>2</sup> nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Korrosivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Remanenz in 10 <sup>3</sup> Gauß nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Brinellhärte nach Tügen (Lagern <sup>2)</sup> ) bei 20 °						
	C %	N <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	Sonstiges %	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	4	8	14	22
1 <sup>1)</sup>	0,04	0,006	0,003	—	8,40	8,12	8,23	8,29	8,20	8,15	2,1	2,2	2,4	2,62	2,58	2,50	8,3	8,7	9,08	10,2	10,7	9,8	9,3	113	143	148	148	156	163	163	163	
2 <sup>2)</sup>	0,05	0,005	0,002	—	7,80	7,84	8,05	8,07	8,04	7,98	1,80	1,86	1,90	2,16	2,08	2,04	7,80	7,95	8,40	8,90	9,75	9,20	9,10	103	124	137	150	151	151	151		
22	0,04	0,002	0,005	0,12 Ti	5,95	5,96	6,01	6,05	6,07	6,03	2,04	2,06	2,06	2,52	2,35	2,23	7,30	7,30	7,45	8,50	8,70	8,50	8,25	122	132	142	149	154	154	154		
23	0,05	0,03	—	0,25 Ti	5,42	5,42	5,42	5,43	5,43	5,43	2,15	2,15	2,15	2,43	2,12	2,10	7,40	7,40	7,40	7,45	7,45	7,45	7,45	7,60	135	135	134	135	137	137		
20	0,05	0,007	—	0,78 V	6,80	6,80	6,80	6,79	6,78	6,77	2,22	2,22	2,22	2,20	2,19	2,18	6,90	6,90	6,90	6,95	7,20	7,10	7,10	7,05	129	135	138	141	143	143		
3	0,05	0,006	0,007	0,71 Cr	6,34	6,34	6,45	6,46	6,45	6,43	3,08	3,08	3,15	3,28	3,27	3,20	7,35	7,45	7,60	8,70	8,85	8,70	8,50	105	109	117	124	124	119	119		
4	0,05	0,004	—	1,77 Cr	4,65	4,65	4,65	4,65	4,67	4,67	3,68	3,68	3,61	3,60	3,35	3,24	6,95	7,35	7,70	8,10	8,20	8,20	8,35	119	118	124	124	124	119	119		
5	0,04	0,006	—	4,21 Cr	3,30	3,30	3,30	3,30	3,28	3,28	4,58	4,56	4,40	4,34	4,25	3,99	7,95	7,95	7,95	8,00	8,05	8,28	8,90	118	118	118	115	119	120	120		
9	0,04	0,066	0,007	0,30 Mn	6,82	6,82	6,94	6,97	6,98	6,96	2,10	2,10	2,14	3,00	2,97	2,64	7,55	7,60	7,75	8,65	8,75	8,25	7,90	117	139	149	162	164	164	164		
10	0,05	0,006	0,007	1,71 Mn	4,03	4,03	4,03	4,74	4,74	4,69	4,18	4,15	4,40	4,72	4,53	4,25	7,60	7,65	7,70	8,45	9,20	8,80	8,35	127	134	139	144	145	145	145		
11	0,05	0,006	—	4,04 Mn	3,35	3,35	3,35	3,36	3,36	3,37	2,15	2,15	2,10	2,90	2,70	2,40	10,00	10,05	10,05	10,05	10,10	10,00	10,00	10,00	224	224	224	228	231	231		
17	0,03	0,009	—	1,04 Mo	6,62	6,62	6,69	6,76	6,75	6,73	2,43	2,43	2,45	2,25	2,48	2,36	6,90	6,90	7,50	7,70	8,70	8,35	7,95	109	115	123	142	145	145	145		
18	0,03	—	—	1,79 Mo	6,00	6,00	6,03	6,12	6,14	6,07	6,04	6,04	6,26	2,35	2,43	2,37	6,50	6,50	6,60	6,75	7,25	7,20	7,05	126	137	142	149	152	152	152		
19	0,03	0,016	0,006	3,00 Mo	5,14	5,14	5,14	5,14	5,15	5,15	3,84	3,84	3,83	3,76	3,72	3,70	7,20	7,20	7,25	7,30	7,33	7,33	7,35	116	114	116	119	118	118	118		
13	0,04	0,006	0,005	0,76 Si	3,69	3,69	3,77	3,78	3,84	3,79	3,78	2,64	2,67	3,04	3,40	3,44	7,00	7,00	7,00	7,25	7,75	8,90	8,25	8,05	126	135	140	148	151	151		
14	0,06	0,004	—	1,91 Si	2,76	2,77	2,85	2,86	2,86	2,85	2,24	2,24	2,42	2,53	3,00	2,74	5,90	5,90	5,95	6,25	6,40	6,25	6,10	150	156	161	164	166	166	166		
15	0,04	0,006	—	3,12 Si	4,98	4,98	4,98	4,98	4,99	2,00	2,00	1,50	1,44	1,47	1,46	1,46	4,80	4,80	4,85	4,95	5,00	5,00	5,10	182	184	183	187	185	185	185		
7	0,06	0,004	—	0,17 Al	6,77	6,80	7,03	7,04	7,00	6,99	2,66	2,66	2,78	3,66	2,92	2,62	8,35	8,35	8,85	9,65	10,40	9,85	9,65	112	137	146	158	161	161	161		
8	0,03	—	—	0,91 Al	4,34	4,34	4,33	4,39	4,44	4,39	1,25	1,37	1,43	1,85	1,81	1,62	5,50	5,50	5,95	6,40	6,80	6,30	6,40	91	98	106	115	117	117	117		

<sup>1)</sup> Vorher 1/2 h bei 930° gegläht, an Luft abgekühlt, an Luft abgekühlt, darauf 1/2 h bei 680° gegläht und in Wasser abgeschreckt. — <sup>2)</sup> Bei dieser Schmelze wurden Anlaßstufen bei 75 und 125° eingeschaltet, die nichts Besonderes zeigten. Außerdem wurde die Brinellhärte ermittelt (vgl. Abb. 2).

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Stickstoffschmelzen.

Schmelze N <sup>o</sup>	Zusammensetzung				Elektrische Leitfähigkeit in m/Ω mm <sup>2</sup> nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Korrosivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Remanenz in 10 <sup>3</sup> Gauß nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Brinellhärte nach Tügen (Lagern <sup>2)</sup> ) bei 20 °						
	C %	N <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	Sonstiges %	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	100	150	200	250	300	400	4	8	16	20
24 <sup>1)</sup>	0,007	0,030	0,008	—	8,49	8,76	8,76	8,75	8,70	8,68	4,03	3,86	10,68	6,30	3,52	2,72	1,42	8,20	8,20	8,30	8,45	10,40	10,50	9,10	98	149	163	167	168	168	168	
25 <sup>1)</sup>	0,009	0,030	0,007	—	8,15	8,64	8,65	8,64	8,63	8,61	1,01	3,58	10,34	6,40	4,03	2,90	1,10	7,00	7,00	7,05	7,20	9,80	10,10	9,00	98	140	162	169	169	169	169	
27	0,005	0,023	0,002	0,24 Al	9,25	9,24	9,26	9,24	9,23	9,22	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	6,90	6,95	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,93	78	76	77	78	78	
37	0,016	0,021	—	0,36 Zr	3,54	3,54	3,54	3,54	3,53	3,53	1,55	1,55	1,55	1,52	1,50	1,39	7,00	7,00	7,00	7,10	7,15	7,15	7,20	131	134	134	132	130	130	130		
32	0,008	0,017	0,004	0,35 Ti	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,29	1,12	1,12	1,12	1,10	1,08	1,02	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	6,25	6,30	85	86	83	83	83	83		
36	0,009	0,020	—	1,06 V	6,83	6,82	6,83	6,83	6,83	6,83	0,84	0,84	0,82	0,81	0,78	0,72	0,67	5,90	5,90	5,90	5,95	6,00	6,00	6,00	122	123	124	124	123	123	123	
29	0,01	0,032	—	4,05 Mn	6,80	7,09	7,10	7,08	7,07	7,07	1,11	1,44	2,32	1,76	1,50	1,44	1,44	5,05	5,05	5,10	5,25	6,45	6,55	5,80	123	146	157	158	159	159	159	
30	0,007	0,032	—	2,48 Mn	5,49	5,49	5,49	5,48	5,48	5,48	3,60	3,60	3,62	3,50	3,46	3,45	3,40	6,65	6,65	6,65	6,65	6,70	6,70	6,70	147	147	146	147	146	146	146	
28	0,007	0,019	0,006	1,00 Si	4,11	4,23	4,27	4,27	4,26	4,25	1,41	1,59	2,68	2,50	2,22	1,58	1,37	5,30	5,30	5,40	5,55	6,90	6,85	6,35	134	160	—	174	176	176	176	
34	0,01	0,024	0,009	0,90 Mo	7,02	7,13	7,16	7,14	7,10	7,05	0,89	1,02	2,29	1,00	0,91	0,89	0,81	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	105	102	133	134	134	
35	0,008	0,032	0,007	2,95 Mo	6,38	6,38	6,38	6,38	6,38	6,38	1,28	1,28	1,28	1,27	1,23	1,20	1,20	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	145	145	146	145	145	145
38	0,013	0,024	—	0,35 V	9,05	9,25	9,29	9,29	9,28	9,28	1,35	2,67	4,77	3,29	2,43	2,00	1,61	6,90	6,90	6,90	6,90	8,30	8,25	8,30	7,65	134	180	—	189	191	191	191

<sup>1)</sup> Zuvor 1/2 h bei 930° gegläht, an Luft abgekühlt, dann 1/2 h bei 600° gegläht und in Wasser abgeschreckt. — <sup>2)</sup> Bei dieser Schmelze wurden noch Anlaßstufen bei 75 und 125° eingeschaltet, die keine besonderen Ergebnisse lieferten. Außerdem wurde die Brinellhärte ermittelt (vgl. Abb. 8). Die für 400° angegebenen Werte gelten für 450°.



Zahlentafel 3. Ergebnisse der Kupferschmelzen.

Schmelze Nr.	Zusammensetzung					Elektrische Leitfähigkeit in m/Ω mm <sup>2</sup> nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							Koerzitivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C						
	C %	N <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	Cu %	Sonstiges %	—	350	400	450	500	550	600	650	700	—	350	400	450	500
39 <sup>2)</sup>	0,008	0,006	0,007	0,6	—	7,80	—	7,80	—	7,84	7,98	8,12	7,81	7,70	0,67	—	0,67	—	—
40 <sup>2)</sup>	0,01	0,007	—	1,03	—	7,20	—	7,20	—	7,75	8,18	8,35	8,02	7,10	0,75	—	0,75	—	0,75
41 <sup>2)</sup>	0,008	0,005	0,008	2,40	—	6,59	—	6,59	—	7,75	8,41	8,86	8,53	8,34	2,45	2,45	2,45	—	2,43
42	0,010	0,004	—	4,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	0,13	0,003	0,005	1,71	—	5,45	—	5,45	5,50	6,12	—	6,31	6,12	6,03	4,40	—	4,40	4,40	4,35
45	0,31	0,004	—	1,75	—	5,25	—	5,25	5,45	5,92	—	6,03	—	5,52	6,25	—	6,25	6,25	6,18
49	0,3	—	—	1,56	1,04 Ti	5,16	—	5,16	5,18	5,97	6,20	6,31	—	5,81	6,21	—	6,21	6,21	6,09
46	0,008	0,003	0,001	1,58	2,46 Mn	3,62	3,62	3,70	3,93	4,21	4,36	4,18	3,92	3,79	4,21	4,21	4,20	—	4,10
47 <sup>3)</sup>	0,007	0,004	0,002	1,53	4,85 Mn	2,55	2,59	2,67	2,88	3,09	3,04	3,01	2,87	2,79	12,09	—	10,56	—	6,62
50	0,008	0,004	—	1,72	1,12 Ni	3,61	—	3,65	3,84	4,20	4,26	4,28	4,05	3,95	4,50	—	4,45	—	4,25

<sup>1)</sup> Zuvor 1/2 h bei 900° geglüht und an Luft abgekühlt. — <sup>2)</sup> Die Remanenz betrug nach Anlassen mit 750° 7300 Gauß, die Brinellhärte 234.

0,04% in der abgekühlten Schmelze zu erhalten. Die Stickstoffgehalte der hergestellten Schmelzen liegen unter oder dicht bei diesem Gehalt.

Bei den nur mit Stickstoff versetzten Proben (Schmelze 24 und 25 nach Zahlentafel 2), die bei 930° 1/2 h normalisiert, dann 1/2 h bei 600° geglüht und in Wasser abgeschreckt waren, änderten sich die Eigenschaften mit der Anlaßtemperatur grundsätzlich so, wie es Köster<sup>1)</sup> schon ermittelte (vgl. Abb. 9). Die erschmolzenen Stähle

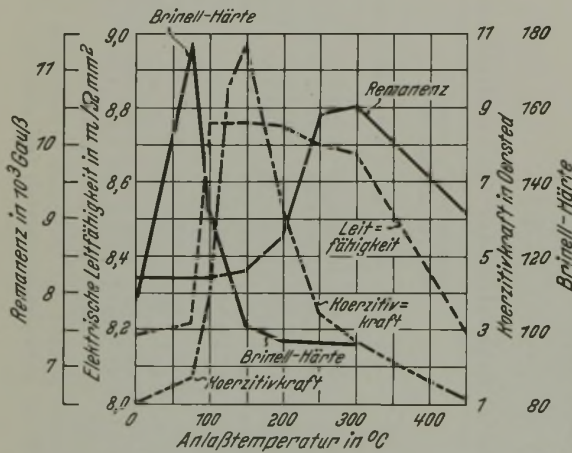


Abbildung 9. Anlaßwirkung bei reinem Eisen mit 0,03 % N<sub>2</sub>.

Teilchengröße in der Reihenfolge Härte, Leitfähigkeit, Koerzitivkraft, Remanenz.

Entsprechend den Ermittlungen an Kohlenstoffstählen war zu erwarten, daß durch die Zusatzelemente die Ausscheidungsfähigkeit des mit Stickstoff legierten Eisens ebenfalls beeinflußt wird. Wie aus der Zahlentafel 2 hervorgeht, ist das Verhalten auch ganz ähnlich. Da die Zusatzelemente ohne Ausnahme Nitridbildner<sup>11)</sup> sind, kann man sie unter einem einheitlichen Gesichtswinkel betrachten. Es ist möglich, wieder zwei Gruppen zu unterscheiden, und zwar unterbinden Aluminium (Schmelze 27), Zirkon (Schmelze 37), Titan (Schmelze 32) und Vanadin

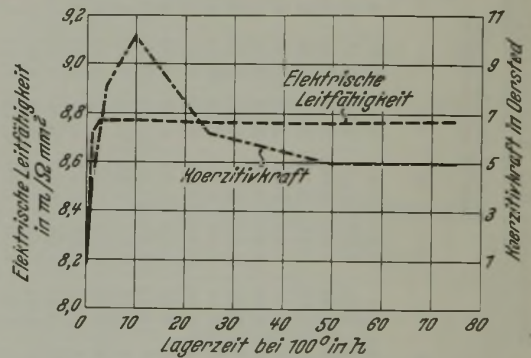


Abbildung 10. Änderungen der Leitfähigkeit und Koerzitivkraft von Stahl mit 0,03 % N<sub>2</sub> beim Lagern.

sind für die Untersuchung der Stickstoffausscheidung deshalb besonders geeignet, weil ihr Gehalt an Kohlenstoff, der nach Köster die Stickstoffausscheidung vollständig unterdrücken kann, sehr niedrig ist und in der Nähe der Löslichkeit des α-Eisens für Kohlenstoff bei Raumtemperatur liegt.

Die Kurve der Koerzitivkraft für eine Anlaßzeit bis 14 Tage bei 100° steigt nach Köster<sup>1)</sup> auf eine bestimmte Höhe und hält sich dann auf diesem Wert. Beim Anlassen der abgeschreckten Stähle 24 und 25 bei 100° wurde indessen der Verlauf der Koerzitivkraftkurve entsprechend Abb. 10 gefunden. Die Koerzitivkraft steigt bis zu 10 h an, fällt dann zuerst steil und bei weiterem Anlassen immer langsamer ab, so daß der Koerzitivkraftwert nach 14tägigem Anlassen nur noch etwa die Hälfte des Höchstwertes beträgt. Für reine Eisen-Stickstoff-Legierungen besteht insofern also ein Unterschied gegenüber den von Köster untersuchten technischen Stählen, falls die Verschiedenheiten in der Wärmebehandlung ohne Bedeutung sind. Bei den reinen Legierungen unterbleibt eine Ballung nur bei Anlaßtemperaturen unterhalb 60°. Der Verlauf der Leitfähigkeitskurve ist etwa der gleiche wie bei Köster; die Leitfähigkeit erreicht beim Anlassen eine bestimmte Höhe, auf der sie sich dann hält.

Ebenso wie bei der Kohlenstoffausscheidung wächst die für die verschiedenen Eigenschaften „kritische“

(Schmelze 36) die Fähigkeit zur Ausscheidungshärtung, sobald das Verhältnis von Stickstoff zu diesen Elementen der Nitridzusammensetzung entspricht, während die Mangan- (Schmelze 29 und 36), Silizium- (Schmelze 28), Molybdän- (Schmelze 34 und 35) und die Urangelhalte (Schmelze 38) sehr erheblich größer sein müssen, bevor die Legierung die Fähigkeit zur Ausscheidungshärtung verliert. Vermutlich werden ähnliche Ursachen wie bei den legierten Eisen-Kohlenstoff-Proben zur Erklärung dieses unterschiedlichen Verhaltens maßgebend sein.

Man ist demnach in der Lage, durch entsprechend geringe Zusätze an Zirkon, Titan und Vanadin Kohlenstoff und Stickstoff gleichzeitig zu inaktivieren, während Aluminium nur auf Stickstoff anspricht. Für die Schweißtechnik sind auch höherlegierte Stähle von Bedeutung, soweit hierdurch Stickstoffausscheidungen unterdrückt werden. Im Rahmen der theoretischen Deutung der von A. Fry<sup>11a)</sup>

<sup>11)</sup> Siehe A. von Antropoff und M. von Stackelberg: Atlas der physikalischen und anorganischen Chemie (Berlin: Verlag Chemie G. m. b. H. 1929) S. 55; V. N. Svetchnikoff: Rev. Métallurg. 25 (1928) Mém. S. 289/97; N. P. Tschischewsky: J. Iron Steel Inst. 92 (1915) S. 47; vgl. Stahl u. Eisen 36 (1916) S. 147/49.

<sup>11a)</sup> Kruppsche Mh. 7 (1926) S. 185/96; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1363/64.



Zahlentafel 3 (Fortsetzung). Ergebnisse der Kupferschmelzen.

Koerzitivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C				Remanenz in 10 <sup>3</sup> Gauß nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C								Brinellhärte nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C									
550	600	650	700	—	350	400	450	500	550	600	650	700	—	350	400	450	500	550	600	650	700
0,67	0,67	0,67	0,70	6,75	—	6,75	—	6,75	6,75	6,80	7,10	7,40	82	82	82	—	92	84	92	—	92
—	0,71	0,68	0,85	8,15	8,15	8,15	—	8,15	8,20	8,40	9,25	9,55	90	90	96	—	142	144	125	96	92
—	2,40	2,35	2,63	8,25	8,25	8,25	—	8,30	8,40	8,70	11,15	11,10	131	131	143	—	199	196	161	125	121
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	143	143	159	—	209	210	170	133	125
—	4,20	4,09	4,40	9,05	9,05	9,05	9,10	9,30	—	11,40	12,20	11,80	148	148	150	170	213	208	160	—	151
—	6,03	5,76	5,84	9,80	—	9,80	9,80	10,00	—	11,90	12,65	12,50	179	179	180	187	238	241	196	—	—
—	5,82	5,40	5,64	9,65	—	—	9,65	9,90	—	11,75	12,60	11,50	165	165	172	210	235	235	190	182	—
—	3,98	3,76	3,83	6,10	6,10	6,10	6,15	6,40	7,00	8,00	10,20	10,55	170	170	178	205	217	172	152	—	—
4,18	6,19	13,72	16,00	7,05	7,05	7,10	7,30	8,00	9,95	9,95	10,15	10,00	235	—	231	—	217	224	212	—	—
4,12	3,95	3,95	3,67	6,20	—	6,20	6,30	6,50	7,00	8,00	9,85	10,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—

bei Schmelze 39, 9200 Gauß bei Schmelze 40 und 10 650 Gauß bei Schmelze 41. — <sup>3)</sup> Nach Anlassen auf 300° betrug die

geschaffenen alterungsbeständigen Stähle ist die Tatsache besonders bemerkenswert, daß auch Silizium nur bei hohen Gehalten (über 2%) die Ausscheidungsfähigkeit des Stickstoffes unterbindet.

**Versuche mit Kupferstählen.**

Nachdem A. Kussmann und B. Scharnow<sup>12)</sup> bereits festgestellt hatten, daß Kupferstähle Ausscheidungshärtung zeigen, wurde der Verlauf der Löslichkeitslinie des Kupfers im α-Eisen von H. Buchholtz und W. Köster<sup>13)</sup> festgelegt. Sie fanden, daß bei 600° 0,4% Cu und bei 800° etwa 3,4% Cu im α-Eisen löslich sind, während F. Nehl<sup>14)</sup> ermittelte, daß mindestens 0,6% Cu im Stahl vorhanden sein müssen, um Ausscheidungshärtung zu ermöglichen.

Die zunächst erschmolzenen reinen Eisen-Kupfer-Legierungen (Proben 39 bis 41 in Zahlentafel 3) ließen sich mit Ausnahme der Legierung mit 4,9% Cu, die beim Ausschmieden Risse zeigte und deshalb nicht für magnetische Untersuchungen herangezogen werden konnte, bei 850 bis 900° gut verschmieden. Die Probestäbe wurden 1/2 h bei 900° geglüht und von dieser Temperatur an Luft abgekühlt, da der Kupfermischkristall so stabil ist, daß bei dieser Abkühlungsgeschwindigkeit eine vollständige Unterkühlung erreicht wird. Nach dem einstündigen Anlassen erfolgte aus demselben Grunde eine Abkühlung an der Luft. Die Untersuchungsergebnisse stimmen grundsätzlich wieder mit denen der vorher genannten Forscher überein. Wiederum findet man, daß die kritische Teilchengröße in der Reihenfolge von Härte über Leitfähigkeit zu Remanenz steigt, während für die Koerzitivkraft augenscheinlich besondere Verhältnisse vorliegen. Die Aenderungen der Koerzitivkraft beim Anlassen waren bei allen Kupferstählen nur gering. Der geringfügige Abfall der Koerzitivkraftkurve bis 600° dürfte, wie Köster bereits nachgewiesen hat, einer äußerst feinen, submikroskopischen Verteilung zuzuordnen sein.

Anschließend wurde die Wirkung des Kohlenstoffes auf die Ausscheidung des Kupfers näher geprüft, da Nehl<sup>14)</sup>, Köster<sup>13)</sup> sowie C. S. Smith und E. W. Palmer<sup>14a)</sup> schon Derartiges gefunden hatten. Zu diesem Zweck wurde neben Schmelzen 44 und 45 (Zahlentafel 3) noch Probe 43 mit 0,050% C, 0,006% N<sub>2</sub> und 1,54% Cu hergestellt. Ähnlich wie bei den Nehlschen Versuchen konnte festgestellt werden, daß der Kohlenstoff die Fähigkeit zur Ausscheidungshärtung des Kupfers herabsetzt, wie folgende aus Zahlentafel 3 abgeleiteten Werte zeigen:

Schmelze	C	Größte Härtesteigerung beim Anlassen
Nr.	%	%
45	0,31	35
44	0,13	44
43	0,05	60

In den Aenderungen der magnetischen Eigenschaften ist der Einfluß des Kohlenstoffgehaltes nicht zu erkennen, da er während der Luftabkühlung bereits ausgeschieden wird.

Ein weiterer Versuch sollte zeigen, daß der Kohlenstoff durch ein ausschheidungsbehinderndes Element abgebunden werden kann und dann die Kupferausscheidung nicht mehr beeinflußt. Zu diesem Zwecke wurde eine Eisen-Kupfer-Schmelze mit höherem Kohlenstoffgehalt und einem gerade zur Abbindung des Kohlenstoffes (Karbidebildung) notwendigen Titangehalt hergestellt. Die Versuchsergebnisse der Schmelze 49 (Zahlentafel 3) zeigen, daß die durch die Kupferausscheidung bedingten Aenderungen der physikalischen Eigenschaften ungefähr den gleichen Betrag ausmachen wie bei einem reinen Kupferstahl mit geringem Kohlenstoffgehalt. Der niedrige Anfangs- und Höchstwert der Leitfähigkeit läßt darauf schließen, daß der Kohlenstoff durch Titan jedoch nicht vollständig abgebunden worden ist.

Ebenfalls großen Einfluß auf das Maß der Kupferausscheidung und damit auf die Aenderungen der physikalischen Eigenschaften hat Mangan. Im Kurventypus zeigen die Mangan-Kupfer-Stähle ein Verhalten, das dem der reinen wasserabgeschreckten Kupferstähle sehr ähnlich ist. Im Vergleich zu den luftabgekühlten Legierungen erhielt Köster bei den wasserabgeschreckten in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur eine stärkere Abnahme der Koerzitivkraft und einen bei niedrigen Temperaturen beginnenden Anstieg der Leitfähigkeit. Die gleiche Wirkung läßt sich bei den Mangan-Kupfer-Legierungen (Schmelzen 46 und 47) feststellen, was zwanglos in der Weise zu deuten ist, daß Mangan die Löslichkeit des α-Eisens für Kupfer erniedrigt.

Unter dieser Annahme würde sich das Verhalten der Mangan-Kupfer-Stähle folgendermaßen erklären. Die Luftabkühlung nach dem Normalisieren von 900° genügt nicht mehr, die an Kupfer übersättigte Lösung aufrecht zu erhalten. Ein Teil des Kupfers wird schon beim Abkühlen in feiner Verteilung ausgeschieden und setzt die Härte und Koerzitivkraft herauf. Die hierdurch entstehenden Keime wirken beim Anlassen beschleunigend auf den Ausscheidungsvorgang, so daß schon bei niedrigen Temperaturen eine Steigerung der physikalischen Eigenschaften eintritt, und zwar wird der Beginn der Ausscheidung durch 2,46% Mn um 60°, durch 4,85% Mn sogar um mehr als 100° zu tieferen Anlaßtemperaturen verschoben. In dem gleichen Maße wird die für die Koerzitivkraft „kritische“ Teilchengröße beein-

<sup>12)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 178 (1929) S. 317.

<sup>13)</sup> Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 687/95.

<sup>14)</sup> Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 678/86.

<sup>14a)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 105 (1933) S. 133/68; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1283.



Zahlentafel 4. Ergebnisse der Sauerstoffschmelzen.

Schmelze Nr.	Zusammensetzung			Elektrische Leitfähigkeit in m/Ω mm <sup>2</sup> nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C								Koerzitivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C							
	C %	N <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %																
				—	100	150	200	300	400	500	600	700	800	—	100	150	200	300	400
2)	0,007	0,006	0,047	8,78	8,78	8,78	8,78	8,78	—	8,78	8,78	—	8,78	1,00	1,00	1,00	0,98	0,94	0,91
829	0,005	0,002	0,05	9,69	9,59	—	9,65	9,62	9,55	9,45	9,54	9,51	9,47	1,37	1,38	—	1,37	1,23	1,25
841	0,004	0,004	0,10	9,31	9,30	—	9,30	9,34	9,23	9,20	9,32	9,15	9,17	1,67	1,71	—	1,85	1,76	1,69
54 <sup>3)</sup>	0,005	0,008	0,18	9,03	9,07	—	9,19	9,22	9,16	9,14	9,13	9,07	9,04	1,05	1,10	1,26	1,29	1,17	1,03
55 <sup>4)</sup>	0,005	0,007	0,21	9,09	9,12	—	9,23	9,27	9,25	9,24	9,23	9,11	9,08	1,20	1,24	1,43	1,45	1,31	1,15
58	0,007	0,003	0,006	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Zuvor 1/2 h bei 930° gegluht und in Wasser abgeschreckt. — 2) Mittelwerte der gleich zusammengesetzten Schmelzen. Besonderes zeigte. — 3) Bei 250° betrug die Leitfähigkeit 9,23 m/Ω mm<sup>2</sup>, bei 650° die Remanenz 8550 Gauß. — 4) Bei 250°

flußt, während für die Härte bei Schmelze 47 die „kritische“ Teilchengröße sogar schon überschritten ist und aus diesem Grunde sich oberhalb 300° schon ein allmählicher Abfall der Härte bemerkbar macht.

folgen, daß bei 800 und 1000° weniger als 0,01 % O<sub>2</sub> im Eisen gelöst sein können. H. Esser<sup>21)</sup> hält diesen Wert auf Grund verschiedener Beobachtungen für den wahrscheinlichsten und glaubt, daß auch ein weit kleinerer noch möglich sei.

Auf Grund dieser Schrifttumsangabe ist also keine Aussage darüber zu machen, ob durch Sauerstoff eine Ausscheidungshärtung zu erwarten ist.

Untersucht wurden die in Zahlentafel 4 angeführten Schmelzen, die sich sämtlich bei 800 bis 850° gut verschmieden ließen. Nach Abschrecken von 930° in Wasser wurden die Proben 1 h auf die einzelnen Anlaßtemperaturen erhitzt und die Eigenschaftsänderungen bestimmt. Abb. 12 läßt die Ergebnisse der Schmelzen 52 und 53 erkennen. Während die Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur und die Härte nach dem Lagern bei Zimmertemperatur und ebenfalls beim Anlassen keine Änderungen zeigen, nimmt

die Koerzitivkraft allmählich ab bei gleichzeitiger Zunahme der Remanenz. Von 300° an werden diese Veränderungen stärker. Bei den Schmelzen 829 und 841 verhält sich die Leitfähigkeit nicht derart gleichmäßig; bei den niedrigen Anlaßtemperaturen bis zu etwa 250° tritt zunächst

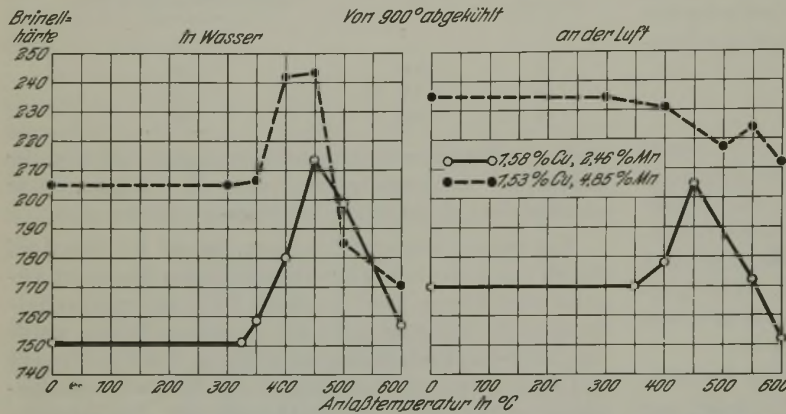


Abbildung 11. Einfluß der Abschreckgeschwindigkeit auf die Ausscheidungs-härtung bei Kupfer-Mangan-Stahl.

Eine weitere Bestätigung der obigen Annahme über die Ausscheidungsvorgänge in Kupfer-Mangan-Stählen dürfte noch darin zu erblicken sein, daß nach Wasserabschreckung die Proben der beiden Schmelzen 46 und 47 bei niedrigerer Ausgangshärte eine Steigerung der Härte in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur aufweisen (Abb. 11); infolge der schrofferen Abkühlung ist also mehr Kupfer in Lösung geblieben.

Nickel hat nach Untersuchungen, die außerhalb dieser Arbeit in der Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp A.-G. durchgeführt wurden, erst bei höheren Gehalten einen unbedeutenden Einfluß auf die Kupferausscheidung. Bei 1,9% Ni (Schmelze 50) konnte jedenfalls kein Einfluß festgestellt werden.

**Sauerstoff als Ausscheidungselement.**

Die Löslichkeit des Sauerstoffs im festen Eisen und ihre Abhängigkeit von der Temperatur sind trotz der zahlreichen hierüber durchgeführten Untersuchungen noch nicht geklärt<sup>15)</sup>. Nach älteren Angaben von R. Schenck<sup>16)</sup> sollte die Löslichkeit bei 700° etwa 2,05%, bei 1000° etwa 2,8% betragen. Diesen Werten stand der von C. Benedicks und H. Löfquist<sup>17)</sup> zu 0,05% ermittelte entgegen. In einer späteren Arbeit gibt R. Schenck<sup>18)</sup> dann auch eine wesentlich niedrigere Löslichkeit von 0,4 bis 0,5% bei 800 und 1000° an. Zur gleichen Zeit ermittelten W. Krings und J. Kempkens<sup>19)</sup> die Löslichkeit bei 715° zu 0,11%, während C. Dünwald und H. Wagner<sup>20)</sup> aus ihren Versuchen

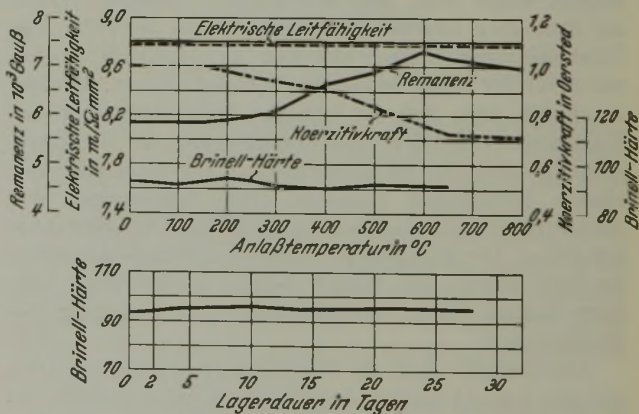


Abbildung 12. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,047 % O<sub>2</sub>.

ein leichter Anstieg auf, von hier ab fallen die Werte allmählich ab. Bei Schmelze 829 tritt bei 100° eine kleine Härtespitze auf, die bei Schmelze 841 schon stärker ist. Aehnlich, nur schärfer ausgeprägt, sind die Erscheinungen bei den Schmelzen 54 und 55 (vgl. Abb. 13). Hier tritt auch eine deutliche Härtespitze bei 100° auf. In Uebereinstimmung mit den Veränderungen der Leitfähigkeit zeigt sich bei diesen Schmelzen auch zunächst eine Zunahme der Koerzitivkraft, und zwar um so mehr, je höher der Sauer-

15) Vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 785.  
 16) Z. anorg. allg. Chem. 166 (1927) S. 113/54.  
 17) Z. VDI 71 (1927) S. 1576/77; Z. anorg. allg. Chem. 171 (1928) S. 231/38.  
 18) Z. anorg. allg. Chem. 182 (1929) S. 97/117.  
 19) Z. anorg. allg. Chem. 183 (1929) S. 235/50.  
 20) Z. anorg. allg. Chem. 199 (1931) S. 321/46.

21) Z. anorg. allg. Chem. 202 (1931) S. 73/76; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 532/35 (Werkstoffaussch. 212).



Zahlentafel 4 (Fortsetzung). Ergebnisse der Sauerstoffschmelzen.

Koerzitivkraft in Oersted nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C				Remanenz in 10 <sup>3</sup> Gauß nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C										Brinellhärte nach 1 h Anlassen <sup>1)</sup> bei °C									
500	600	700	800	—	100	150	200	300	400	500	600	700	800	—	100	150	200	300	400	500	600	700	800
—	—	0,73	0,72	5,85	5,85	5,85	5,90	6,10	6,65	6,90	7,35	7,20	7,00	93	91	93	94	91	90	92	—	91	—
1,15	0,94	0,70	0,51	5,70	5,65	—	5,75	5,80	6,89	6,53	7,25	6,83	5,89	84	94	91	91	88	86	83	85	85	85
1,58	1,15	0,97	0,87	6,35	6,40	—	6,63	6,73	6,45	7,53	8,25	8,13	7,93	95	107	95	—	95	85	85	85	90	90
—	0,87	0,71	0,70	6,20	6,20	6,20	6,25	6,50	7,20	7,60	8,40	7,95	7,60	111	134	114	101	101	102	99	99	—	—
1,06	0,91	0,82	0,80	6,35	6,35	6,40	6,45	6,70	7,25	7,80	8,70	8,20	—	127	149	133	124	124	123	121	117	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

52 und 53. Die für 700° angegebenen Werte gelten für 650°. Außerdem wurde eine Anlaßstufe bei 250° eingeschaltet, die nichts betrug die Leitfähigkeit 9,28 m Ω mm<sup>2</sup>, die Koerzitivkraft 1,36 Oersted, bei 650° erreichte die Remanenz 8900 Gauß.

stoffgehalt ist. Die Remanenz zeigt das gleiche Verhalten wie bei den Schmelzen 52 und 53, d. h. bis zu etwa 650° einen stetigen Anstieg und von da ab einen Abfall, der mit steigendem Sauerstoffgehalt zunimmt.

gleichfalls auf die unvermeidlichen Stickstoffgehalte zurückzuführen sind.

Nach allem ist daher aus diesen Untersuchungen mit großer Wahrscheinlichkeit der Schluß zulässig, daß durch Sauerstoff keine wesentlichen Ausscheidungsvorgänge ausgelöst werden. Hiermit ist jedoch noch kein Urteil über die Sauerstofflöslichkeit im festen Zustande gegeben. Selbst wenn man aber aus den Ursprungswerten der elektrischen Leitfähigkeit eine geringe Löslichkeit annimmt, so besteht in keinem Falle in dem untersuchten Temperaturbereich eine Abhängigkeit der Löslichkeit, so daß sich Ausscheidungswirkungen ergeben. Dagegen ist aus dem Verhalten der Leitfähigkeit und Koerzitivkraft, vor allem aber aus dem der Remanenz anzunehmen, daß die Ausscheidungsvorgänge anderer Elemente, wie z. B. des Kohlenstoffs und Stickstoffs, durch die Anwesenheit von Sauerstoff beeinflusst werden. Auch diese Ergebnisse bestätigen demnach die schon früher von Eilender und Wasmuth<sup>2)</sup> vertretene Auffassung, wonach im allgemeinen der Sauerstoff keine wesentliche Ausscheidungshärtung hervorrufen kann. Dies deckt sich auch mit den Anschauungen von Köster<sup>23)</sup> sowie von Reschka, Scheil und Schulz<sup>22)</sup>, wonach durch Sauerstoff keinerlei Ausscheidungswirkungen anzunehmen sind. Selbst wenn man diese aber aus den Schmelzen 54 und 55 mit höherem Sauerstoffgehalt ableiten wollte, so ist dennoch der Schluß zu ziehen, daß für die Praxis Ausscheidungswirkungen über Sauerstoff im allgemeinen nicht anzunehmen sind. Sie können dann nach den vorliegenden Ergebnissen nur bei höheren Sauerstoffgehalten (oberhalb 0,05%) auftreten, d. h. bei Gehalten, die selbst bei Thomasstahl selten überschritten werden.

Hiernach ist jedoch noch zu erörtern, aus welchen Ursachen sich Remanenz und Koerzitivkraft nach den angegebenen Richtungen verändern. Geht man von der Voraussetzung aus, daß die Sauerstofflöslichkeit äußerst gering ist und daß vor allem keine Temperaturabhängigkeit besteht, so können nur Auslösung von Spannungen und Ballungserscheinungen der unlöslichen Eisenoxydteilchen angenommen werden. Schon vorher ist gelegentlich der Erscheinungen bei den legierten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen darauf hingewiesen worden, daß z. B. die bei den nicht aushärtenden Chromstählen festgestellten Veränderungen der Remanenz und Koerzitivkraft hierauf zurückgeführt werden können. Zur Bestätigung dieser Auffassung wurden daher noch einige der nicht ausscheidungsfähigen Kohlenstoff und Stickstoff enthaltenden Proben im Gebiet höherer Anlaßtemperaturen untersucht und hierbei auch ein wiederholtes Härten und Anlassen durchgeführt. Es zeigt sich, daß auch diese Stähle die gleichen Veränderungen von Remanenz und Koerzitivkraft aufweisen wie die Sauerstoffschmelzen. Man wird also auch für diese die gleichen Ursachen anzunehmen haben.

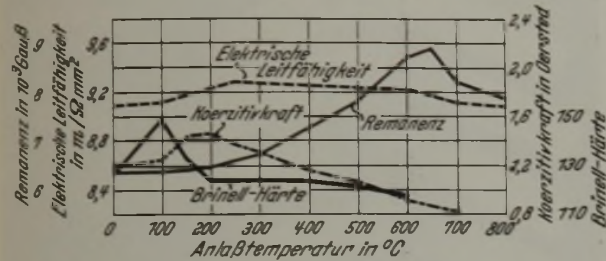


Abbildung 13. Anlaßwirkung bei Stahl mit 0,21 % O<sub>2</sub>.

Nach dem Verhalten von Leitfähigkeit, Härte und Koerzitivkraft könnte man zunächst auf Ausscheidungswirkungen durch Sauerstoff schließen, in dem Sinne, daß die Löslichkeit des Sauerstoffs bei Raumtemperatur etwa 0,04 bis 0,05% beträgt und mit der Temperatur steigt. Bedenklich erscheint allerdings die Tatsache, daß diese Veränderungen im Gebiet niedriger Temperaturen liegen, in denen auch Kohlenstoff und Stickstoff ansprechen. Bemerkenswert ist auch, daß selbst bei den Schmelzen 54 und 55 die Zunahme der Koerzitivkraft gering ist. In etwa ist sie in den Schmelzen 829, 841, 54 und 55 dem Stickstoffgehalt zugeordnet. Auch aus den Werten der Leitfähigkeit läßt sich keine Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt ableiten, noch viel weniger aus dem Verhalten der Härte. Eine nennenswerte Härtezunahme liegt nur bei den Schmelzen 54 und 55 vor; die Brinellhärte steigt hier von 115 auf 127 bzw. von 123 auf 150. Diese Härtezunahme ist so gering, daß sie nicht auf eine Wirkung des Sauerstoffs zurückgeführt werden kann. Wohl dagegen läßt sie sich zwanglos aus dem höheren Stickstoffgehalt dieser Schmelzen ableiten (0,007 bzw. 0,008%). Daß nicht schon eine gewisse Sauerstoffausscheidung während des Abschreckens stattgefunden hat, beweisen die geringen Anfangshärten sowie vor allem die Ursprungswerte der Koerzitivkraft. Diese müßten sonst wesentlich höher liegen. Auch die beim Anlassen der Schmelzen 54 und 55 erzielten Verbesserungen der Leitfähigkeit können wohl kaum auf eine Ausscheidung des Sauerstoffs zurückgeführt werden; sie müßten sonst wesentlich stärker ausgeprägt sein. In etwa sind sie dagegen verhältnismäßig dem Stickstoffgehalt oder vielmehr der Stickstoffaushärtung. Bei den Schmelzen 24 und 25 mit 0,03% N<sub>2</sub> beträgt die Leitfähigkeitssteigerung 4%, im vorliegenden Falle etwa 2%. Diese Schlußfolgerungen, wonach für die beobachtenden Wirkungen nicht der Sauerstoff, sondern der Stickstoffgehalt heranzuziehen ist, stehen in Übereinstimmung mit Angaben von J. Reschka, E. Scheil und E. H. Schulz<sup>22)</sup>, nach denen die von ihnen beobachteten Erscheinungen

<sup>22)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 105/08.

<sup>23)</sup> Erörterungsbeitrag Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 658 (Werkstoffaussch. 162).



### Die Ursache der Kraftwirkungsfiguren.

Die Änderungen der physikalischen Eigenschaften, wie Härte, Remanenz und Koerzitivkraft, beim Anlassen eines abgeschreckten Stahles wurden in der vorliegenden Arbeit auf den Einfluß der Größe und Verteilung eines ausgeschiedenen Elementes durchgeführt. Nach den Untersuchungen von Fry<sup>24)</sup> ist die Sichtbarmachung der Kraftwirkungsfiguren ebenfalls abhängig von der Verteilung und Form ausgeschiedener Bestandteile. Köster<sup>25)</sup> weist nach, daß vor allem die Ausscheidung des Stickstoffs für das Auftreten von Kraftwirkungsfiguren verantwortlich zu machen ist. Unter dieser Voraussetzung wurde versucht, für eine Schmelze mit 0,1 % C, 0,04 % Si, 0,31 % Mn und 0,006 % N<sub>2</sub> die Stärke der Figuren in Abhängigkeit von der

der Keimwirkung des bei der Luftabkühlung ausgeschiedenen Kohlenstoffs zu erblicken.

Ergänzend zu diesen Versuchen war es noch aufschlußreich, festzustellen, ob ein Zusatz von Elementen, die bei den Stickstoffschmelzen die Befähigung zur Ausscheidungshärtung unterbinden, ebenfalls einen Einfluß auf das Auftreten von Kraftwirkungsfiguren ausübt. Zu diesem Zwecke wurden die in *Zahlentafel 2* angeführten Stähle nach Fry geätzt. Es zeigte sich, daß bei denjenigen Schmelzen, die keine Ausscheidungswirkungen aufweisen, auch die Kraftwirkungsfiguren ausbleiben, während die Schmelzen, bei denen die Stickstoffausscheidung nur teilweise unterdrückt ist, auch noch Kraftwirkungsfiguren sichtbar werden lassen.

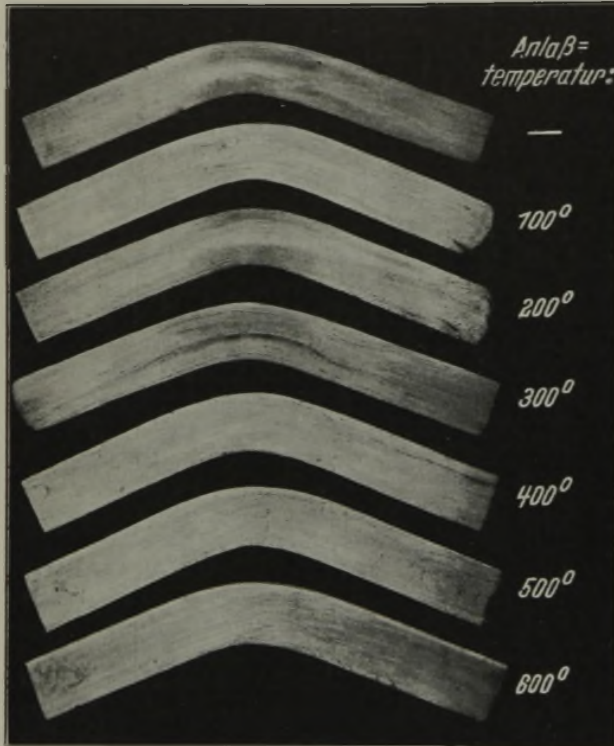


Abbildung 14. Kraftwirkungsfiguren in wasserabgeschrecktem Stickstoffstahl.

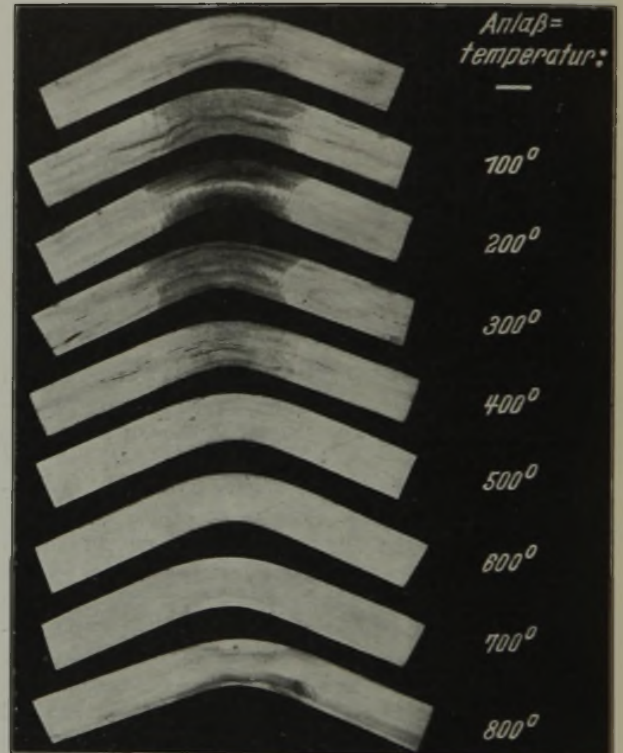


Abbildung 15. Kraftwirkungsfiguren in luftgekühltem Stickstoffstahl.

Teilchengröße, d. h. von der Anlaßtemperatur, ähnlich den Kurven der anderen Eigenschaften aufzustellen. Zu diesem Zweck wurden Biegestäbe genau so vorbehandelt wie die Probestäbe für die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der Stickstoffstähle. Sie wurden  $\frac{1}{2}$  h bei 930° geglüht, von 600° in Wasser abgeschreckt und gebogen. Danach wurden die Biegeproben je 1 h auf 100 bis 600° angelassen.

Abb. 14 läßt erkennen, daß die Kraftwirkungsfiguren am deutlichsten bei 200 bis 300° auftreten; von dieser Temperatur an verblasen sie wieder bis 600°. Bei 250° wäre demnach die kritische Teilchengröße bei einstündiger Anlaßzeit für die Kraftwirkungsfiguren erreicht. Oberhalb dieser Temperatur nimmt die Stärke der Kraftwirkungsfiguren mit beginnender Lösung des Stickstoffs und weiterer Vergrößerung der Teilchen wieder ab. Noch ausgeprägter und bereits bei tieferen Anlaßtemperaturen zeigten sich die Kraftwirkungsfiguren bei demselben Stahl, wenn er von 930° in Luft abgekühlt wurde (Abb. 15). Die Ursache hierfür ist wohl in

<sup>24)</sup> Kruppsche Mh. 2 (1921) S. 117.

<sup>25)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 649/55 (Werkstoffaussch. 162).

Zur Prüfung, ob ein Sauerstoffgehalt des Stahles Kraftwirkungsfiguren hervorrufen kann, wurden auch an Eisen-Sauerstoff-Legierungen Aetzungen auf Kraftwirkungsfiguren vorgenommen. Es lagen zwei Arten von Schmelzen vor, die sich in der Herstellungsweise unterschieden, und zwar war ein Teil mit festem Eisenoxyd (als Zunderhaut auf dem Einsatz) eingeschmolzen worden, während man einen zweiten in sorgfältig gereinigtem Sauerstoff erschmolzen hatte. Die Wärmebehandlung bestand zunächst in einer Normalisierung bei 930°. Nach der Luftabkühlung wurden die Proben gebogen oder gestaucht und je 1 h bei Temperaturen zwischen 200 und 700° angelassen. Bei einigen Proben (s. Abb. 16) zeigten sich nach dem Aetzen Dunklungen des Verformungsbereichs in Gestalt von verwaschenen Höfen, während die von den Stickstoffschmelzen bekannten scharf begrenzten Kraftwirkungsfiguren nicht auftraten. Weiterhin wurde die Beobachtung gemacht, daß nur bei dem mit festem Eisenoxyd erschmolzenen Stahl diese verwaschenen Höfe sichtbar waren. Bemerkenswert ist ferner, daß ebenso wie bei den Versuchen über die Ausscheidungshärtung von Sauerstoffschmelzen auch die Aetzung auf Kraftwirkungsfiguren nicht immer bei derselben Anlaßtemperatur



und -dauer anspricht. Zur näheren Aufklärung wurden noch folgende Versuche ausgeführt:

1. Die bereits auf Ausscheidungshärtung untersuchte sehr reine Schmelze 58 wurde nach Normalisierung, Biegung und Anlassen bei verschiedenen Temperaturen geätzt; sie zeigte weder Kraftwirkungsfiguren noch Dunkelungen in Form von verwaschenen Höfen (s. Abb. 17a).
2. Es wurde eine Probe der gleichen Schmelze vor der Normalisierungsbehandlung bei 1250° 25 und 50 h in Eisen-

bedingungen der Glühzunder eine leichte Stickstoffanreicherung aufweist, und daß diese auch an der metallischen Oberfläche besteht. Es ist also auch hier eine Wirkung des Stickstoffs anzunehmen. Dementsprechend wiesen auch die Biegeproben aus Schmelzen 829 und 841, die sich durch niedrigste Stickstoffgehalte auszeichnen, auch nach Abschrecken in Wasser weder bei 250 noch bei 400° Anlaßtemperatur Kraftwirkungsfiguren und ebenso keine verwaschenen Höfe oder allgemeine Dunkelungen auf.

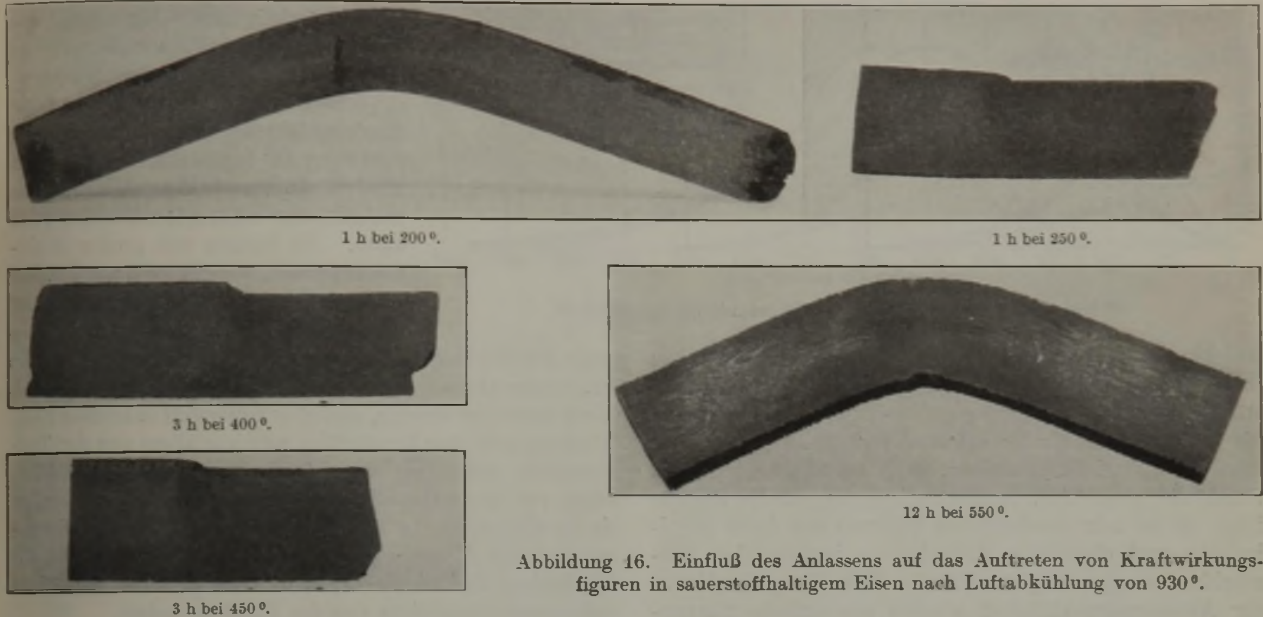


Abbildung 16. Einfluß des Anlassens auf das Auftreten von Kraftwirkungsfiguren in sauerstoffhaltigem Eisen nach Luftabkühlung von 930°.

oxyd geblüht und dann durch Kraftwirkungsfiguren-ätzung untersucht. Die Verformungsbezirke zeigten jetzt eine starke Dunkelung (Abb. 17b) in Gestalt verwaschener

#### Allgemeine Betrachtungen über die Versuchsergebnisse.

Auf Grund der gesamten an den Sauerstoff- und Stickstoffschmelzen durchgeführten Untersuchungen wird man zu dem Urteil kommen müssen, daß Ausscheidungsvorgänge über Sauerstoff höchst unwahrscheinlich sind. Neben den schon früher von Esser und anderen Forschern mitgeteilten Beobachtungen ist es auch durch diese Versuche wahrscheinlich gemacht, daß  $\alpha$ -Eisen nur ein äußerst geringes Lösungsvermögen für Sauerstoff hat; in jedem Falle liegt aber bis zu 800° keine wesentliche Löslichkeitsänderung vor. Die von vielen Forschern festgestellte Aufnahme des Sauerstoffs im festen Zustande wird daher zur Hauptsache als Korngrenzendiffusion aufzufassen sein. Ungeklärt bleibt das Verhalten des Sauerstoffs bei höheren Temperaturen (oberhalb  $A_3$ ).

Unter diesen Umständen gewinnt gegenüber der Desoxydation die Metallurgie des Stickstoffs erhöhte Bedeutung. Sie wird nicht nur ausschlaggebend sein für die Erzeugung alterungsbeständiger Stähle; es wird vielmehr Aufgabe der Forschung sein, ganz allgemein den Wirkungen höherer Stickstoffgehalte in Abhängigkeit von Bildungsform und Teilchengröße nachzugehen. Hierbei wird es sich nicht nur um solche des aktiven, d. h. im Eisen löslichen Stickstoffs, sondern auch um Wirkungen der unlöslichen Nitride handeln. Maßgebend hierfür wird die Teilchengröße sein sowie ihr Auftreten innerhalb der Kristallite oder auf den Korngrenzen.

Die schon bei der Auswertung der Versuche mit den reinen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Kupferschmelzen hervorgehobene Tatsache, daß mit steigender Anlaßtemperatur die „kritische“ Teilchengröße der Ausscheidungen zuerst für die Härte, dann weiter in der Reihenfolge Leitfähigkeit, Koerzitivkraft und Remanenz er-

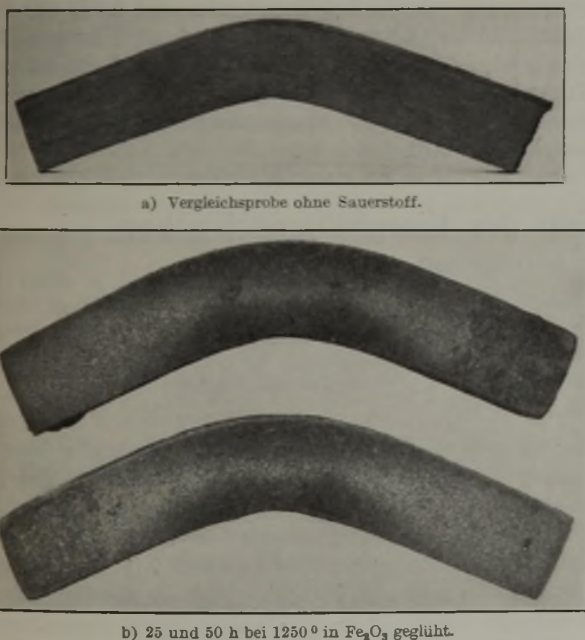


Abbildung 17. Auftreten von Kraftwirkungsfiguren in Stählen, die in Eisenoxyd geblüht wurden.

Höfe. Die Glühbehandlung hatte also die gleiche, schon bei den Sauerstoffschmelzen beobachtete Aetzerscheinung hervorgerufen.

Es lag daher zunächst nahe, eine Wirkung des Sauerstoffs anzunehmen. Durch weitere Untersuchungen konnte jedoch nachgewiesen werden, daß bei den gewählten Versuchs-



reicht wird, läßt sich auf Grund der gesamten Ergebnisse dahin verallgemeinern, daß diese Reihenfolge selbst dann erhalten bleibt, wenn Elemente zulegiert werden, die die Ausscheidungsfähigkeit nur teilweise unterbinden. Ist jedoch die Legierung an der Ausscheidungsphase sehr stark übersättigt, wie z. B. bei den Kupferstählen nach der Wasserabschreckung oder bei den Kupfer-Mangan-Stählen, so kann die „kritische“ Teilchengröße für einzelne physikalische Eigenschaften schon bei tieferer Temperatur erreicht werden.

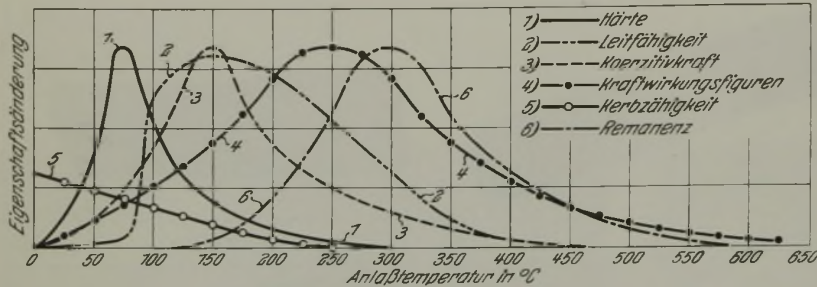


Abbildung 18. Anlaßwirkung bei Eisen mit Stickstoffgehalt.

Nimmt man die Ergebnisse der Kraftwirkungsfigurenätzung in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur bei den Stickstoffstählen in diese Betrachtungen hinein und benutzt weiter die Erkenntnisse über die Alterungskerbzähigkeit, so erhält man für die stickstoffhaltigen, noch ausscheidungsfähigen Stähle die in der Abb. 18 schematisch dargestellte Reihenfolge, die ein sehr anschauliches Bild von den durch physikalische und chemische Methoden zu verfolgenden Ausscheidungsvorgängen gibt. Für die Aufstellung der Kurve der Alterungskerbzähigkeit wurden gewöhnliche Charpy-Proben ( $30 \times 30 \times 150 \text{ mm}^3$ , 15 mm Kerbtiefe) verwendet, die  $\frac{1}{2}$  h auf  $930^\circ$  erhitzt, in Wasser abgeschreckt und dann 3 h auf die einzelnen Temperaturen angelassen wurden. Hiernach erfolgte die mechanische Alterung, bestehend aus einer 5prozentigen Reckung und einhalbstündigem Anlassen auf  $200^\circ$ .

Herrn Dr. phil. W. Tofaute sei an dieser Stelle für seine Mitarbeit herzlichster Dank ausgesprochen.

**Zusammenfassung.**  
An sehr reinen, im Vakuum erschmolzenen Eisenlegierungen wurde der Einfluß verschiedener Elemente auf die Aenderung der elektrischen Leitfähigkeit, Koerzitivkraft, Remanenz und Härte nach Abschrecken und Anlassen infolge von Ausscheidungsvorgängen untersucht. Dabei wurde für die Kohlenstoff, Stickstoff oder Kupfer enthaltenden Schmelzen festgestellt, daß die Teilchengröße der Ausscheidungen, die die stärkste Eigenschaftsänderung gegenüber dem abgeschreckten Zustande zur Folge hat, für jede geprüfte Eigenschaft bei einer anderen Anlaßtemperatur erreicht wird, und daß durch sonstige Elemente, die entweder als Beimengungen im technischen Stahl vorkommen oder zur Verbesserung der Eigenschaften zugegeben werden, die Ausscheidungsfähigkeit beeinflusst oder sogar unterdrückt werden kann. Es konnte mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden, daß Sauerstoff keine Ausscheidungshärtung herbeiführt. Hiermit gewinnt die Metall-

urgie des Stickstoffes ausschlaggebende Bedeutung für die Erzeugung alterungsunempfindlicher Stähle. Es soll jedoch nicht behauptet werden, daß über Sauerstoff in keinem Falle Alterung auftreten kann. Dies wird vor allem von der Teilchengröße abhängen; da sich die oxydischen Einschlüsse schon vor oder während der Erstarrung ausscheiden, werden sie im allgemeinen in Teilchengrößen vorliegen, auf die die mechanische Alterung nicht mehr anspricht. Auch ist die Möglichkeit der Mitwirkung von Sauerstoff bei der Stickstoffausscheidung nicht von der Hand zu weisen.

Es wurde weiter beobachtet, daß in nur Sauerstoff enthaltenden Stählen keine Kraftwirkungsfiguren auftreten, daß in stickstoffhaltigen Stählen die Stärke der Kraftwirkungsfiguren von der Anlaßtemperatur und damit von der Größe und Verteilung der ausgeschiedenen Elemente abhängig ist, daß durch Legierungszusätze das Auftreten von Kraftwirkungsfiguren dann verhindert werden kann, wenn durch diese Zusätze die Ausscheidungsfähigkeit der Stähle unterbunden wird.

## Untersuchungen über die Viskosität der Eisenhüttenschlacken.

Von Fritz Hartmann in Dortmund\*).

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

(Bedeutung der Viskosität der Schlacken für die metallurgischen Vorgänge. Viskosität und Schmelzpunkt bei Zwei- und Dreistoffsystemen. Verfahren zur Bestimmung der Viskosität von Schlacken. Untersuchungen an Schlacken aus dem Hochofen-, Siemens-Martin-, Thomas- und Mischerbetrieb. Beziehung zwischen Viskosität von Schlacken und ihrem Angriff auf feuerfestes Mauerwerk.)

Ein bedeutsames Arbeitsgebiet der physikalischen Chemie des Eisens ist die Erforschung der Reaktionen zwischen Gasphase, flüssiger Schlacke und flüssigem Eisen, also der Verhältnisse, wie sie in den Schmelzöfen zur Eisen- und Stahlherstellung vorliegen. Die für die wissenschaftlichen Untersuchungen wichtige Erreichung wirklicher Gleichgewichte ist bekanntlich in der Praxis meist nicht gegeben, die Endstufen der Reaktionen werden nur unvollkommen erreicht, und es liegt daher nahe, die Umstände zu untersuchen, welche die Geschwindigkeit des Reaktionsverlaufes metallurgischer Vorgänge fördern oder hemmen. Es darf wohl als sicher angenommen werden, daß hierfür die Zähig-

keit der Schlacken eine Rolle spielt, und aus diesem Grunde wurden im Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G. bereits vor längerer Zeit Untersuchungen der Zähigkeit der Eisenhüttenschlacken bei hohen Temperaturen in Angriff genommen mit dem Ziele, auch von dieser Seite aus neue Erkenntnisse über die metallurgischen Reaktionen bei der Eisen- und Stahlerzeugung zu gewinnen.

Zähigkeitsmessungen an Schlacken sind bislang besonders in Amerika durchgeführt worden. So haben besonders C. H. Herty sen. und jun., A. L. Feild, P. H. Royster und ihre Mitarbeiter die Verhältnisse in einem Teil der Systeme von Kalk, Kieselsäure, Tonerde, Magnesia und Kalziumfluorid für verschiedene Temperaturen bestimmt<sup>1)</sup>. Viskosi-

\* Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 2. Juni 1934. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> A. L. Feild und P. H. Royster: Bur. Mines Techn. Pap. 189 (1917); C. H. Herty: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 1929, S. 284/303; vgl. Stahl u. Eisen



tätsmessungen an Siemens-Martin-Ofenschlacken liegen vor von T. Matsukawa<sup>2)</sup>, für Hochofenschlacken von A. L. Feild<sup>3)</sup>, A. L. Feild und P. H. Royster<sup>4)</sup>, R. S. McCaffery und Mitarbeitern<sup>5)</sup>; in Deutschland wurden Mansfelder Kupferschlacken von K. Endell, W. Müllensiefen und K. Wagenmann<sup>6)</sup> untersucht, ferner teilte K. A. Pohle<sup>7)</sup> einige Viskositätswerte von Hochofenschlacken mit. Auch rein betriebsmäßig wird, wenn auch inroher Weise, versucht, Zähigkeitsänderungen der Schlacken zu verfolgen; so stellt die im Hochofenbetrieb übliche sogenannte Hakenprobe eine Prüfung auf Viskosität dar. C. H. Herty und J. M. Gaines<sup>8)</sup> versuchten, ein im Betrieb brauchbares Schnellverfahren zur Viskositätsbestimmung zu entwickeln. In diesem Zusammenhang sind auch die Versuche von E. Diepschlag und F. K. Buchholtz<sup>9)</sup> zu nennen, den Flüssigkeitsgrad von Siemens-Martin-Schlacken unmittelbar an den Oefen mit Hilfe des Torsionsverfahrens zu messen.

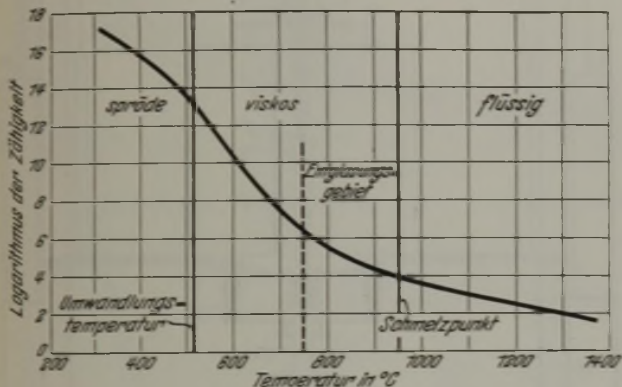


Abbildung 1. Zähigkeit von Glas in Abhängigkeit von der Temperatur (nach Tammann und Hesse).

Die Eisenhüttenschlacken scheinen während der metallurgischen Vorgänge nach unseren bisherigen Feststellungen ausschließlich im glasigen Zustande (Abb. 1) vorzuliegen. Wäre dies nicht der Fall, so wären Viskositätsmessungen der Schlacken nicht durchführbar, da die Zähigkeitsverhältnisse von Kristall-Flüssigkeits-Gemengen noch nicht erforscht sind. Ganz allgemein sind für Gläser bei höheren Temperaturen drei Bereiche verschiedener Zähigkeit zu unterscheiden: der spröde, der viskose und der flüssige Zustand. Die beiden

50 (1930) S. 51/54; C. H. Herty jr., F. A. Hartgen, J. A. Heidish, K. Metcalfe, F. G. Norris und M. B. Royer: Min. metallurg. Invest. Coop. Bull. 47 (1930); C. H. Herty jr.: Met. & Alloys 1 (1930) S. 883/89; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1782; C. H. Herty, F. A. Hartgen und G. T. Jones: Min. metallurg. Invest. Coop. Bull. 56 (1931) S. 1/31; C. H. Herty jr., J. E. Conley und M. B. Royer: Bur. Mines Techn. Pap. 523 (1932) S. 1/36.

<sup>2)</sup> T. Matsukawa: Suikyokwai-shi 7 (1932) S. 57/68; 8 (1933) S. 245/56; nach Chem. Abstr. 27 (1933) S. 2118 u. 5695.

<sup>3)</sup> A. L. Feild: Bur. Mines Techn. Pap. 157 (1916).

<sup>4)</sup> A. L. Feild und P. H. Royster: Bur. Mines Techn. Pap. 187 u. 189 (1918).

<sup>5)</sup> R. S. McCaffery: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 64/85 u. 135/40; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1030/32; R. S. McCaffery, C. H. Lorig, I. N. Goff, J. F. Oesterle und O. O. Fritsche: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 86/121 u. 135/40; R. S. McCaffery, J. F. Oesterle und O. O. Fritsche: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 122/40.

<sup>6)</sup> Met. u. Erz 29 (1932) S. 368/75; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 979/80.

<sup>7)</sup> Mitt. Forsch.-Inst. Verein. Stahlwerke, Dortmund, 3 (1932) S. 59/80.

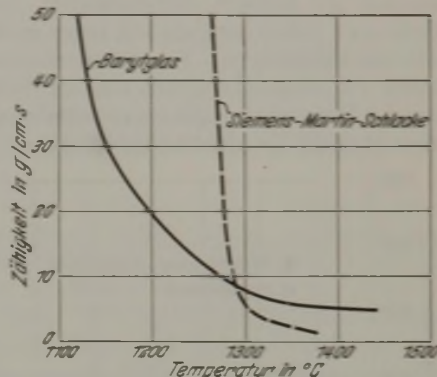
<sup>8)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 1929, S. 179/86; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1057/59.

<sup>9)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 525/37.

ersten Zustände gehen ineinander über bei der „Transformationstemperatur“  $t_g$ , es ändern sich dabei die meisten Eigenschaften, wie Härte, Lichtbrechung, elektrischer Widerstand u. a., sprunghaft. Als Grenze zwischen viskosem und flüssigem Zustand gilt der Schmelzpunkt  $t_s$ . In dem letztgenannten Zustande befinden sich die Eisenhüttenschlacken während der metallurgischen Arbeitsvorgänge. Abb. 1 zeigt

Abbildung 2.

Viskositätskurven eines Glases und einer Schlacke.

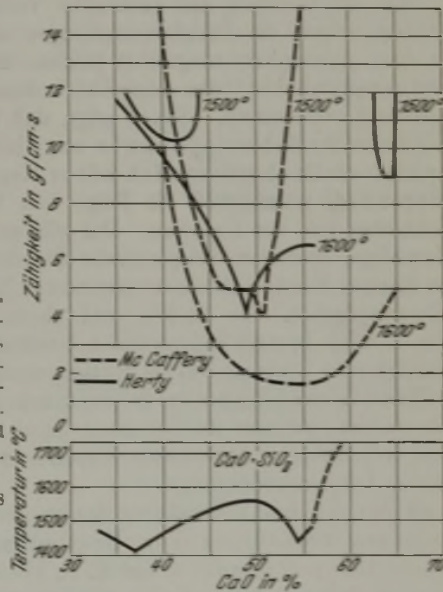


als Beispiel für ein bestimmtes Glas die Form der Zähigkeits-Temperatur-Kurve. Lage und vor allem Form solcher Kurven sind für verschiedene Schlacken oder Gläser recht verschieden. Bei technischen Gläsern, wie beispielsweise dem in Abb. 2 gekennzeichneten Barytglas, ist bedeutsam, daß sie in einem möglichst großen Temperaturgebiet strengflüssig sind, damit sie sich gut verblasen lassen.

Abbildung 3.

Viskosität und Liquiduslinie des Systems Kalk-Kieselsäure.

(Nach C. H. Herty jr., F. A. Hartgen, J. A. Heidish, K. Metcalfe, F. G. Norris u. M. B. Royer: Min. metallurg. Invest. Coop. Bull. 47 (1930) und J. B. Ferguson u. H. E. Merwin: Amer. J. Sci. [4] 48 (1919) S. 81.)



Dementsprechend erstreckt sich die Viskositäts-Temperatur-Kurve über einen verhältnismäßig weiten Temperaturbereich. Metallurgische Schlacken, wie beispielsweise eine Siemens-Martin-Schlacke in Abb. 2, sollen dagegen innerhalb eines möglichst kleinen Temperaturbereichs leichtflüssig werden. Dieser Vergleich lehrt, daß es einerseits nötig, andererseits aber auch möglich ist, Schlacken und Gläser so auszubilden, daß ihre Viskosität den bei ihrer Entstehung und bei ihren Reaktionen praktisch bedeutsamen Forderungen entspricht, und daß die Kurve für die Abhängigkeit der Zähigkeit von der Temperatur eine bedeutsame Rolle für den technischen Wert einer Schlacke oder eines Glases zum mindesten spielen kann.

Es liegt nahe, an eine grundsätzliche Beziehung zwischen Schmelzpunkt und Zähigkeit zu denken. Daß es aber nicht möglich ist, von der Lage des Schmelzpunktes



von Gläsern auf die Viskosität bei höheren Temperaturen zu schließen, zeigt in *Abb. 3* eine Gegenüberstellung der Liquiduslinie und der Viskositätsverhältnisse bei verschiedenen Temperaturen für das Zweistoffsystem Kalk-Kieselsäure. Aus dem Verlauf der Kurve der Schmelzpunkte wäre zu erwarten, daß oberhalb ihres Höchstwertes, entsprechend der Mischung 50 % CaO:50 % SiO<sub>2</sub> auch die höchste Zähigkeit der flüssigen Schlacken liegt. Gerade das Umgekehrte ist jedoch der Fall: hier liegen zwei deutliche Tiefwerte der Zähflüssigkeit. Gegenüberstellungen der Schmelzpunkte von Dreistoffsystemen und der Viskositätsverhältnisse von Dreistoffgemengen bei verschiedenen Temperaturen haben ebenfalls die gleiche Unabhängigkeit ergeben.

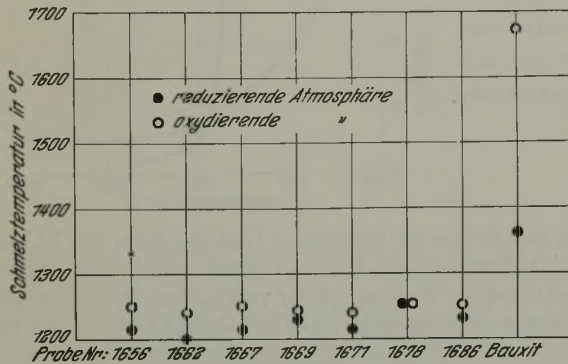


Abbildung 4. Schmelzpunkte von Schlacken und Bauxit in verschiedener Atmosphäre.

Um Rückschlüsse auf praktische Verhältnisse zu erlauben, müssen die Zähigkeitsmessungen nach Möglichkeit in einer Atmosphäre ausgeführt werden, die derjenigen in den metallurgischen Oefen entspricht, in denen die Schlacken praktisch vorkommen. *Abb. 4* zeigt, daß bei technischen Schlacken der Schmelzpunkt in oxydierender Atmosphäre vielfach wesentlich höher liegt als in reduzierender, naturgemäß als Folge von Reaktionen der Schlacken mit der Gasphase. Das gilt auch für manche Zuschläge, besonders beispielsweise für den als Zuschlag zu Siemens-Martin-Schlacken verwendeten Bauxit mit einem Eisenoxydgehalt von 31,2 % und einem Tonerdegehalt von 31,6 %. In stark reduzierender Atmosphäre, in der vermutlich alles Eisen als Oxydul vorlag, schmolz er bei 1370°, während in oxydierender der Schmelzpunkt auf 1680° stieg. Die Gebiete geringer Zähflüssigkeit lagen in oxydierender und reduzierender Atmosphäre ebenfalls in ganz verschiedenen Temperaturbereichen.

Ueber die erste Entwicklung des im Forschungsinstitut benutzten Verfahrens zur Bestimmung der Viskosität von Schlacken hat K. A. Pohle<sup>10)</sup> bereits vor längerer Zeit berichtet. Die Einrichtung arbeitet nach dem Verfahren der sich drehenden Zylinder (*Abb. 5*) nach M. Margules<sup>10)</sup>. Ein in die Schlackenschmelze eintauchender, an einer Stahlfeder hängender Stab *f* erfährt durch die gleichförmige Umdrehung des Schmelztiegels *h* eine der Schlackenzähigkeit entsprechende Ablenkung, die durch Spiegelablesung (*a*) gemessen wird. Die weiteren Einzelheiten sind aus *Abb. 5* ersichtlich. In der Zwischenzeit ist es gelungen, das Gerät grundlegend zu verbessern. An Stelle von Rizinusöl wurde als Eichflüssigkeit Glycerin (doppelt im Vakuum destilliert, Siedepunkt 170° bei 12 mm QS-Druck) verwendet. Seine Viskositätswerte sind von G. Tammann und W. Hesse<sup>11)</sup> sowie von H. Ley und W. Kirchner<sup>12)</sup> bestimmt worden. Der Meßbereich wurde

von bisher 50 g/cm s auf 2850 g/cm s erweitert. Durch einen mehrjährigen Erfahrungsaustausch mit der Firma Siemens & Halske, A.-G., und mit der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt gelang es, Tiegel zu erhalten, die von der Schlacke wenig angegriffen werden und deren Masse bis auf Bruchteile von Millimetern formgerecht waren. Ver-

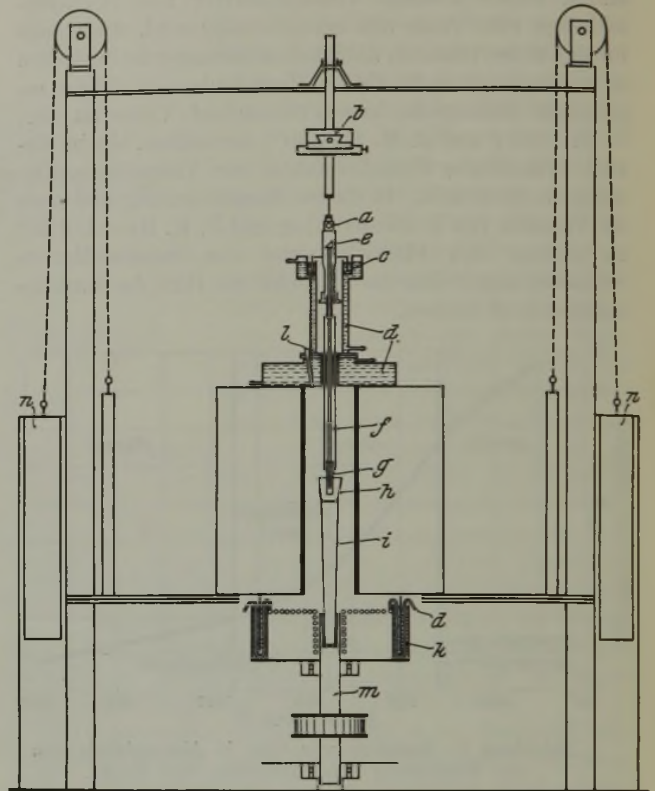


Abbildung 5. Einrichtung für die Zähigkeitsbestimmungen.

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| a = Spiegel,           | h = Tonerdetiegel,         |
| b = Kreuzschlitten,    | i = Sillimanitstempel,     |
| c = Dämpfung,          | k = Abdichtung durch Sand, |
| d = Wasserkühlung,     | l = Schaurohr,             |
| e = Temperaturmessung, | m = Stahlschaft,           |
| f = Kohlenrohr,        | n = Gegengewichte.         |
| g = Tonerdespindel,    |                            |

bessert wurde ferner die Art und Genauigkeit der Temperaturmessung. Durch weitere Abänderungen der Versuchseinrichtung war es endlich möglich, unter vollständigem Luftabschluß in beliebiger reiner oder gemischter Gasatmosphäre zu arbeiten.

Die erste Stufe der Arbeiten war die Prüfung der Zähflüssigkeit verschiedener Schlackenarten, wobei aber bereits eine Kopplung mit der Behandlung der betriebsmäßigen oder der chemisch-physikalischen Vorgänge angestrebt wurde. In verschiedenen Betrieben wurden fortlaufend Schlackenproben entnommen, ihre Viskositätskurven bestimmt, gleichzeitig aber auch alle für die Schmelzföhrung wichtigen Zahlen aufgenommen. Als erster Versuch zur praktischen Auswertung solcher Messungen sollen einige Beispiele aus diesen Untersuchungen die eingeschlagene Arbeitsrichtung klarlegen; eingehende Einzelberichte dazu folgen später noch nach.

#### Versuchsergebnisse mit Hochofenschlacken.

Bei der Untersuchung der Hochofenschlacken galt es zunächst den Nachweis zu führen, ob diese tatsächlich als Glas oder als Kristallgemenge den Hochofen verlassen, da nur bei glasigen Stoffen, wie bereits erwähnt, die Viskosität sich einwandfrei bestimmen läßt. Die gute Kristallisationsfähigkeit gerade der erstarrenden Hochofenschlacken ließ aber erwarten, daß sie beim Verlassen des

<sup>10)</sup> Sitz.-Ber. Wiener Akad. 83 (1884) II, S. 588.

<sup>11)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 156 (1926) S. 245/57.

<sup>12)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 173 (1928) S. 395/410.



Hochofens bereits eine erhebliche Keimzahl besitzen. Zur Klärung wurden mit einer Vakuumsaugform Hochofenschlackenproben in einer feinen Stahldüse genommen, in der sie augenblicklich erstarrten. Diese schroff abgeschreckten Proben wurden unter möglichst starker Vergrößerung (1200fach) sowie unter Dunkelfeldbeleuchtung im Ultramikroskop untersucht; sie zeigten jedoch weder Kristalle noch Kristallkeime, und es konnten deshalb die Zähigkeitsverhältnisse gewöhnlicher Gläser erwartet werden.

Einige Beispiele (Abb. 7) des Flüssigkeitsgrades kurzer Hochofenschlacken zeigten grundsätzlich dieselben Erscheinungen. Uebereinander gezeichnet würde sich das vorige Bild mit diesem ziemlich decken. Der Bereich der Betriebstemperaturen ist etwa der gleiche bei kurzen und langen Schlacken. Die Viskosität bei den Betriebstemperaturen lag bei kurzen Schlacken etwas tiefer, und zwar im Mittel bei 2 g/em s. Es waren also recht geringe Unterschiede zwischen der Zähigkeit kurzer und langer Schlacken bei den Betriebstemperaturen festzustellen. Wie sich das mit den Betriebserfahrungen, besonders mit dem Befund der Hakenprobe, vereinigen läßt, wird zur Zeit noch untersucht.

Von F. Hartmann und A. Lange<sup>13)</sup> konnte früher gezeigt werden, daß die Neigung der Hochofenschlacken zum Kalkzerfall durch eine Steigerung des Magnesiumgehaltes vermindert werden kann. Dem stand aber die Befürchtung entgegen, daß Magnesiumzugabe die Schlacke zähflüssig macht, so daß Betriebsschwierigkeiten entstehen würden. Zur Klärung dieser Frage wurden in einem ausgewählten Fall einer an der Grenze der Zerfalls-

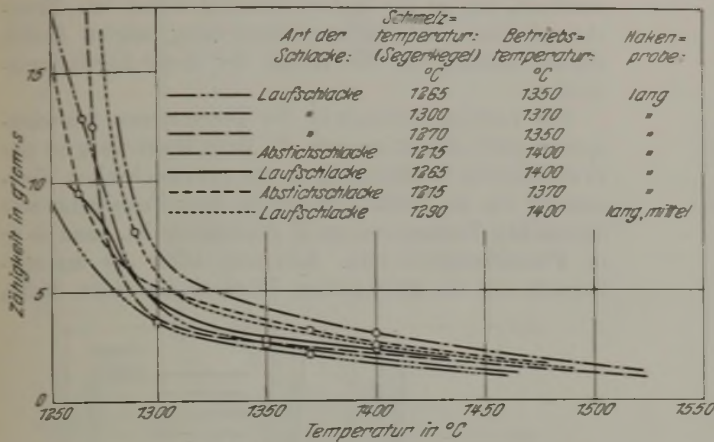


Abbildung 6. Viskosität von „langen“ Hochofenschlacken.

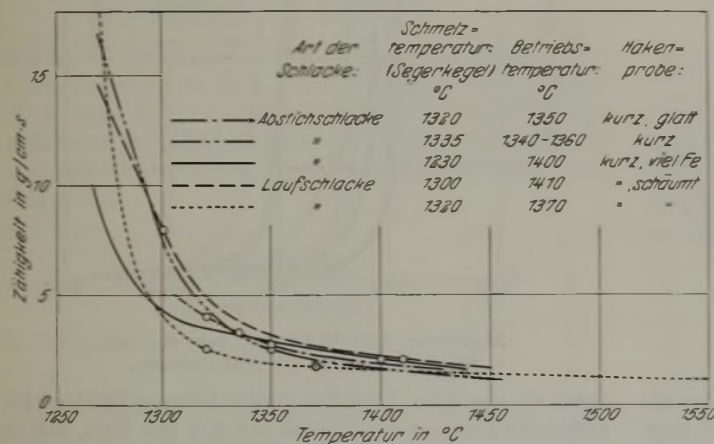


Abbildung 7. Viskosität von „kurzen“ Hochofenschlacken.

Einige aus einer größeren Zahl herausgegriffene Beispiele zeigen in Abb. 6 zunächst die Zähigkeits-Temperaturkurven von sieben langen Hochofenschlacken, und zwar von Abstich- und von Laufschlacken. Auffälligerweise wurden zwar unterhalb etwa 1300° erhebliche Unterschiede der Zähflüssigkeit gefunden, während oberhalb etwa 1300° die Kurven sich einander sehr stark näherten. In der Abbildung sind auch einige Betriebstemperaturen mitgeteilt, mit denen die Schlacken den Hochofen verließen. Diese sind dann für jede Schlacke in die Viskositätskurven eingetragen. Es zeigt sich, daß die Hochöfner tatsächlich nur innerhalb eines ganz engen Zähigkeitsbereiches arbeiten, nämlich bei langen Schlacken zwischen etwa 1,8 und 3,1 g/em s, im Mittel bei 2,5 g/em s. Auch die Schmelzpunkte der Schlacken sind als Punkte in die zugehörigen Kurven eingezeichnet; ihre starke Streuung — zwischen Zähigkeitswerten von 4 bis 14 g/em s — bestätigt, daß aus der Lage des Schmelzpunktes keine Schlüsse auf die Viskosität einer Schlacke gezogen werden können. Im übrigen dürfte diese starke Streuung auch auf den bereits erwähnten Einfluß oxydierender und reduzierender Atmosphäre zurückzuführen sein.

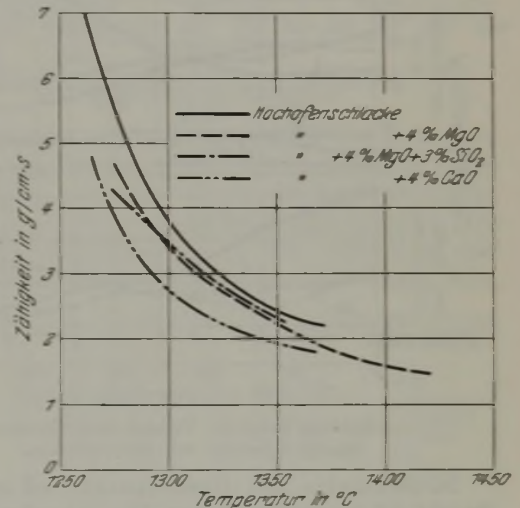


Abbildung 8. Viskosität von Hochofenschlacke mit Zusätzen.

beständigkeit stehenden Hochofenschlacke mit 32 % SiO<sub>2</sub>, 11 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 44 % CaO, 6 % MgO, 2 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 2,5 % MnO 4 % Kalk bzw. 4 % Magnesia zugesetzt, worauf die Viskositäts-Temperatur-Kurven dieser Gemenge (Abb. 8) ermittelt wurden. Dabei ergab sich, daß durch beide Zusätze die Zähigkeitskurven gegenüber der Ausgangsschlacke zu niedrigeren Temperaturwerten verlagert wurden. Allerdings hatte der Magnesiumzusatz weniger verflüssigend auf die Ausgangsschlacke gewirkt als ein gleich großer Kalkzusatz. Dieser Sonderfall darf selbstverständlich nicht verallgemeinert werden, da die Zähigkeit der Hochofenschlacken auch durch ihre sonstige Zusammensetzung beeinflusst wird. Er zeigt jedoch, daß gerade die Verfolgung derartiger Fragen mit Hilfe der Viskositätsmessung mancherlei Aussicht bietet, wobei selbstverständlich ein enges Zusammenarbeiten mit dem Betriebe ausschlaggebend wichtig ist.

Schlacken aus dem Siemens-Martin-Ofen.

Im Siemens-Martin-Ofen wird der Schlacke Kalk in größeren Mengen zugesetzt zur Entschwefelung und um

<sup>13)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1930) S. 615/26 (Schlacken-aussch. 17).



die Mangan- und andere Gleichgewichte in gewünschtem Sinne zu beeinflussen. Dieser Zusatz macht aber zugleich die Schlacke zähflüssiger und damit reaktionsträger. Zusätze wie Flußspat oder Bauxit sollen daher die Zähigkeit wieder herabsetzen. Es erschien zweckmäßig, diese betriebsmäßigen Erfahrungen messend zu untersuchen. Der Verlauf der Viskositätsänderungen von Siemens-Martin-Schlacken wurde daher an drei Schmelzen verfolgt: einer Schmelze ohne Flußspat, einer Schmelze mit Flußspatzusatz und einer dritten mit Bauxitzusatz.

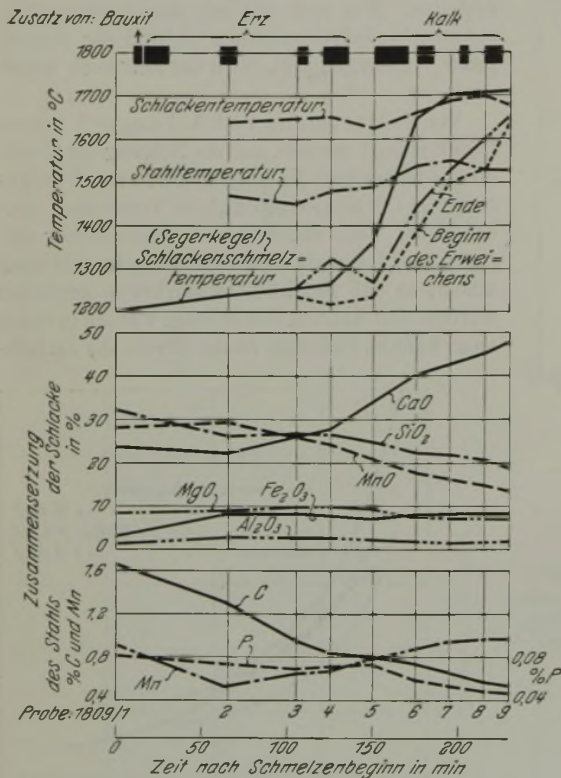


Abbildung 9 und 10. Verlauf einer Siemens-Martin-Schmelze mit Bauxitzusatz.

Die Schmelze mit Bauxitzusatz soll zunächst als Beispiel näher erläutert werden. Den Schmelzverlauf zeigt Abb. 9. Nach dem Einlaufen wurde ein einmaliger Zusatz von 250 kg Bauxit gegeben, nachdem vorher bereits die erste Schlackenprobe genommen war. Im weiteren Verlauf wurden dann möglichst häufig Proben gezogen, und zwar nachdem die Zugaben an Erz und Kalk in der Schlackendecke möglichst gelöst waren.

Im Schmelzverlauf waren für den Stahl charakteristisch die Kurven für die Aenderung des Phosphor-, Kohlenstoff- und Mangangehaltes. Die Schmelze wurde abgestochen auf der Höhe des Manganbuckels. Von den Aenderungen in der Zusammensetzung der Schlacken ist zu beachten der starke Anstieg des Kalkgehaltes und die naturgemäße Verminderung des Manganoxydulgehaltes. Der Kieselsäuregehalt fiel infolge der Kalkzugabe gleichmäßig. Die Zugabe von Bauxit zwischen Probe Nr. 1 und 2 machte sich dagegen im Tonerdegehalt kaum bemerkbar. Abb. 10 gibt auch die an der Schlackenoberfläche laufend gemessenen Temperaturen wieder. Diese Messungen sind aber mit all den oft erörterten Fehlern nicht schwarzstrahlender Körper behaftet. Die Annahme liegt nahe, daß sie wegen der Bestrahlung von der heißeren Decke wesentlich zu hoch liegen. Außerdem wurde noch die Stahltemperatur optisch an dem aus dem Probelöffel ausfließenden Strahl gemessen, ein Verfahren, das trotz seiner Mängel

eigentlich recht brauchbare und nicht unwahrscheinliche Werte gab. Die Stahltemperaturen lagen berichtigt zwischen 1450 und 1550° und deckten sich demnach mit den unberichtigten Gießtemperaturen. Von den genommenen Schlackenproben wurden noch die Seger-Kegelschmelzpunkte bestimmt; sie stiegen mit fortschreitender Schmelzdauer stark an. Endlich wurde noch die Druckfeuerbeständigkeit der Schlacken unter geringer Belastung nach dem Verfahren von K. Bunte und K. Baum<sup>14)</sup> in der Weise ermittelt, wie es für Kohlschlacken üblich ist. Erweichungsbeginn und haltlose Erweichung zeigten ähnlich starken Anstieg wie die Kurve der Seger-Kegelschmelzpunkte.

Die Zähigkeitskurven der genommenen Schlackenproben gibt Abb. 11 wieder. Zu ihrer Beurteilung ist eine grundsätzliche Bemerkung vorzuschicken. Ebensovienig wie die Schlackendecke in ihrer Temperatur oder chemischen Zusammensetzung gleichmäßig ist, kann sie es im Flüssigkeitsgrad sein. Einerseits kühlt das darunterliegende 100 bis 200° kältere Eisen sie an vielen Stellen

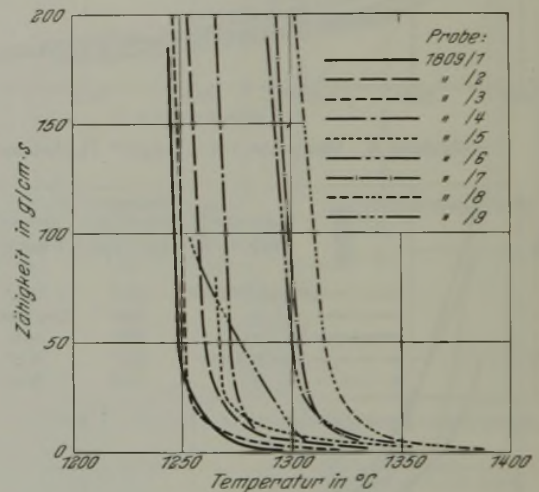


Abbildung 11. Viskosität von Siemens-Martin-Schlacken mit Bauxitzusatz.

durch die von unten heraufkochenden kälteren Stahlspritzen, andererseits kommen die Zusätze, wie Erz und Kalk, kalt an und müssen erwärmt werden, sie verbrauchen ferner viel Lösungswärme. Jedes in Lösung gehende Erz oder Kalkstück ist also von einer kühleren und deshalb zähflüssigeren Schlierenschicht umgeben zu denken, bis eben alles aufgelöst ist, ein Vorgang, der ständig in verschiedenen Stufen und vielen Fällen verläuft. Auch die chemische Zusammensetzung innerhalb der Schlacke wird in der Umgebung der mehr oder weniger großen in Lösung gehenden Kalk- oder Erzstücke ungleichmäßig. Aus allen diesen Gründen ist die Zähigkeit der Schlackendecke nicht einheitlich. Für den Vergleich der Meßergebnisse mit den Verhältnissen des Betriebes ist ferner noch zu berücksichtigen, daß in der Versuchseinrichtung nur Zähigkeitswerte von Schlacken bis  $\frac{1}{2}$  g/cm s herunter gemessen werden konnten. Wurden die Schlacken noch beweglicher, so wurden die Tonerdetiegel so stark angegriffen, daß die Schlacken sich unzulässig an Tonerde anreicherten. Alle Einzelergebnisse müssen daher vorläufig noch mit einem gewissen Vorbehalt betrachtet werden, und es bedarf noch vielfacher Arbeiten, um die vorliegenden Fragen sicher zu beantworten.

Immerhin lassen die Zähigkeitskurven der Bauxit-schmelze zunächst erkennen, daß ihre Neigung verschieden sein kann, daß aber alle Kurven verhältnismäßig steil ab-

<sup>14)</sup> Gas- u. Wasserfach 72 (1929) S. 832/39.



fallen, und daß gleiche Zähigkeitswerte, wie beispielsweise zwischen 200 und 20 g/cm s innerhalb eines breiten Temperaturfeldes liegen. Bei stärkerer Vergrößerung der Kurven (Abb. 12) läßt sich feststellen, welchen Bereich die Schlacken niedriger Zähigkeit dieser Bauxitschmelze decken. Es muß dabei allerdings auf eine Tatsache hingewiesen werden, für die erst eine längere Beschäftigung mit der Zähflüssigkeit ein Gefühl gibt, daß nämlich im Bereich großer Dünnpflüssig-

den war sogar die Schlacke nach dem Bauxitzusatz zähflüssiger als vorher. Im weiteren Verlauf stieg die Zähigkeit nach vorübergehendem Absinken gleichmäßig an. Am Schluß der Schmelze sank die Zähigkeit wieder ab.

Der Kürze halber wird in Abb. 14 nur die allgemeine Form der Zähflüssigkeitskurven der Bauxitschmelze mit denen einer Schmelze ohne und mit Flußspatzusatz verglichen. Das linke Bild zeigt schematisch den Bereich der Zähigkeitskurven für die Siemens-Martin-Schmelze ohne Zusatz. Um ihre Lage besser vergleichen zu können, ist ein Doppelkreuz eingezeichnet für die Zähig-

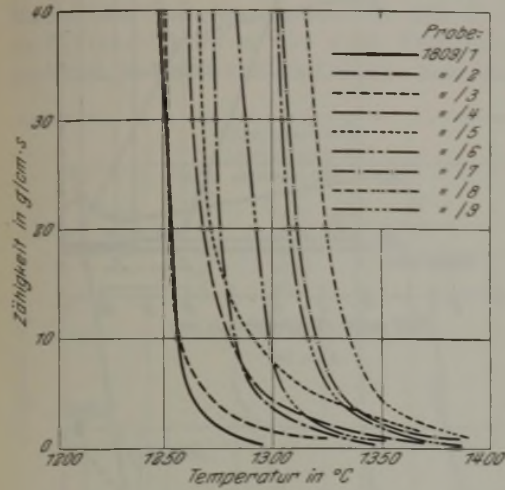


Abbildung 12. Viskosität von Siemens-Martin-Schlacken mit Bauxitzusatz.

keit bereits Erhöhungen des Flüssigkeitsgrades um 1/2 oder 1 g/cm s sehr fühlbar sind, so daß beispielsweise die Schlacke Nr. 1, deren Kurve so steil abfällt, im Verhalten grundverschieden ist, etwa von Schlacke Nr. 5, deren Kurve die von vier anderen Schlacken überkreuzt, bis sie endlich sehr flüssig wird.

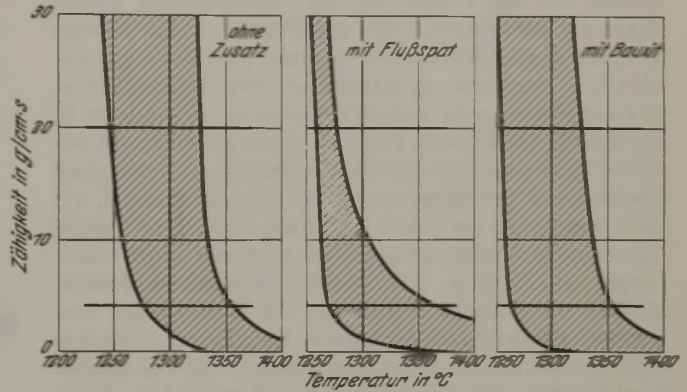


Abbildung 14. Viskositätsbereich der Schlacken von drei Siemens-Martin-Schmelzen.

keitswerte von 20 und 4 g/cm s und für die Temperatur von 1300°. Dasselbe Bezugskreuz enthalten auch die beiden anderen Bilder, welche den Bereich der Zähflüssigkeit der Schlacken mit Flußspat- und Bauxitzusatz darstellen. Die Wirkung des Flußspatzusatzes ist ohne weiteres in einer kräftigen Verschiebung des Kurvenbereiches nach links,

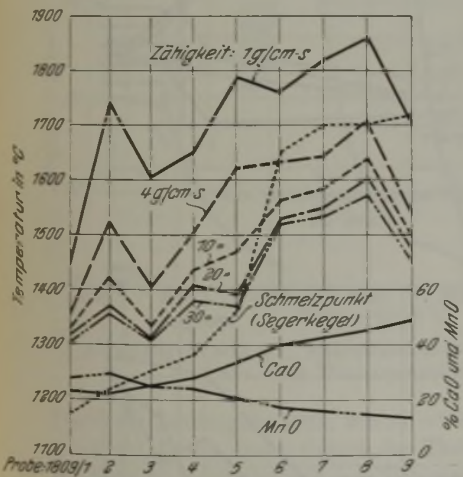


Abbildung 13. Kurven gleicher Zähigkeit bei Siemens-Martin-Schlacken mit Bauxitzusatz.

Die Reihenfolge der Zähigkeits-Temperatur-Kurven entspricht nicht der Reihenfolge der Probenentnahme, d. h. die Zähigkeit stieg nicht etwa, wie man erwarten würde, mit dem Kalkgehalt. Das kommt in der Umzeichnung der Kurven in Abb. 13 besser zum Ausdruck, in der die Punkte gleichen Flüssigkeitsgrades für jede Schlacke eingezeichnet sind; so läßt sich der zeitliche Verlauf der Viskositätsänderungen verfolgen, wobei als Anhalt für den Schmelzverlauf die Kalk- und Magnesiumgehalte der Schlacken eingetragen sind. Der zwischen der ersten und zweiten Probe erfolgte Zusatz von Bauxit brachte demnach nicht die angestrebte Verflüssigung, sondern aus unbekanntem Grün-

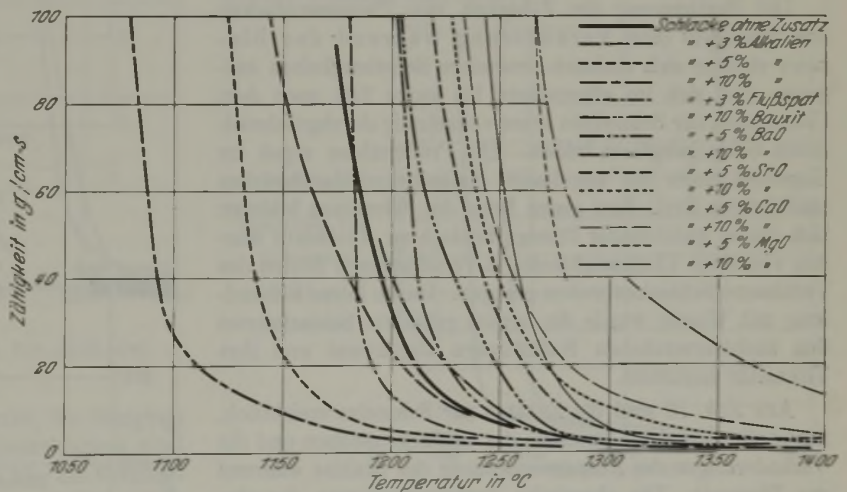


Abbildung 15. Viskosität einer Siemens-Martin-Schlacke mit und ohne Zusätze.

d. h. zu geringerer Zähigkeit, zu erkennen, und zwar hauptsächlich im zähflüssigen Gebiet. Im Gebiet unterhalb von 5 g/cm s ist dagegen diese Verschiebung geringer. Wichtig ist noch, daß das Kurvengebiet der Flußspatschmelze oberhalb von 5 g/cm s sehr schmal ist. Bei dem rechts dargestellten Bereich der Viskositätswerte der mit Bauxit hergestellten Schmelze ist gegenüber der Schmelze ohne Zusatz oberhalb der 5 g/cm s-Linie zwar nur eine geringe Linksverschiebung zu geringerer Zähigkeit, unterhalb dagegen eine etwas stärkere festzustellen. Der Streifen oberhalb von 5 g/cm s ist durch Bauxit schmaler geworden als im linken Bild, bei weitem aber nicht so schmal wie durch Flußspat.



Dieser Vergleich zeigt deutlich die Eigenart der Zähigkeitsänderungen, die durch Flußspat- und Bauxitzusatz zu erzielen sind, und ergibt vor allem die verhältnismäßig geringe Wirksamkeit des Bauxitzusatzes im vorliegenden Fall gegenüber Flußspat. Es ist aber ausdrücklich zu bemerken, daß diese Aussage über die geringe Wirkung des Bauxitzusatzes sich zunächst nur auf den vorliegenden Fall bezieht und noch nicht verallgemeinert werden soll.

Die Gegenüberstellung der Zähigkeits-Temperatur-Kurven der drei Schlacken von Siemens-Martin-Schmelzen läßt endlich noch erkennen, daß hier sowohl mit als auch ohne Zusätze von den Kurven nur ein verhältnismäßig kleiner Raum des gezeichneten Feldes ausgefüllt wird. Abb. 15 zeigt aber, daß es durch Zusätze zu einer Schlacke grundsätzlich durchaus möglich ist, den Flüssigkeitsgrad in einem sehr weiten Bereich zu verändern. In der Mitte des Bildes ist die Viskositätskurve einer üblichen einfachen Siemens-Martin-Schlacke eingezeichnet. Durch einen Zusatz von 3 % Flußspat wurde die Schlacke flüssiger, wie die Verschiebung der Kurve nach links zeigt. Eine wesentlich stärkere Verflüssigung ist zu erreichen durch einen Zusatz von Alkalien. Alle anderen untersuchten Zusätze machten die Schlacke zähflüssiger, vor allem bei der vorliegenden Schlacke auch der Bauxit. Die zähesten Schlacken ergab hier ein Zusatz von Magnesiumoxyd; die Verhältnisse lagen also hier anders als bei den Hochofenschlacken. Es ist ausdrücklich zu bemerken, daß auch andere Siemens-Martin-Schlacken mit den gleichen Zusätzen wieder andere Zähigkeitskurven ergeben würden. Man ist also nicht in der Lage, von einem Verfahren auf das andere zu schließen, sondern ist in jedem Einzelfall auf weitere Messungen der Viskosität angewiesen.

**Ergebnisse an Thomasschlacken.**

Der Bestimmung der Zähigkeit von Thomasschlacken und besonders ihrer Veränderung während des Blasens stellten sich dadurch besondere Schwierigkeiten entgegen, daß sich im allgemeinen bis kurze Zeit nach dem Uebergehen der Schmelzen keine vollständig durchgeschmolzenen Schlackengläser bilden. Die Probenahme ergab im Gegenteil einen mit ungelösten Kalkstücken durchsetzten zähflüssigen Brei. Erst gegen Ende der Schmelzen bildeten sich glatte, gleichmäßig flüssige Schlacken. Trotzdem wurden von einer Thomasschmelze in verschiedenen Stufen des Verblasens Schlackenproben gezogen. Durch kurze Behandlung mit Wasser wurde die bereits gebildete Schlacke von den leichtzerstüchlichen Kalkstücken abgetrennt und ihre Viskosität bestimmt.

Aus Abb. 16 sind die Zusätze zur Schmelze ersichtlich, ferner die Zeit der Entnahme der Schlackenproben und die Veränderungen der Zusammensetzung des Stahles während der Blasezeit. Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Schlackenproben nach Abtrennung des ungelösten Kalkes gibt Abb. 17 wieder. In Abb. 18 sind endlich die Änderungen des Schmelzpunktes, der Druckfeuerbeständigkeit sowie der Temperaturen der Schlackenoberfläche, unmittelbar nach dem Umlegen des Konverters gemessen, eingezeichnet. Die zugehörigen Zähigkeitskurven der Thomasschlacken enthält Abb. 19 bis zu hohen Zähigkeitswerten, Abb. 20 vergrößert für den Bereich von 0 bis 40 g/cm s. Entsprechend den in der ersten Hälfte des Blasens noch niedrigen Konvertertemperaturen konnte sich zunächst auch nur eine bei tieferen Temperaturen flüssige Schlacke bilden. Mit steigenden Betriebstemperaturen verschoben sich aber auch die Zähigkeitskurven nach rechts zu höheren Werten. Dies wurde, wie die Schlackenanalysen zeigen, durch die

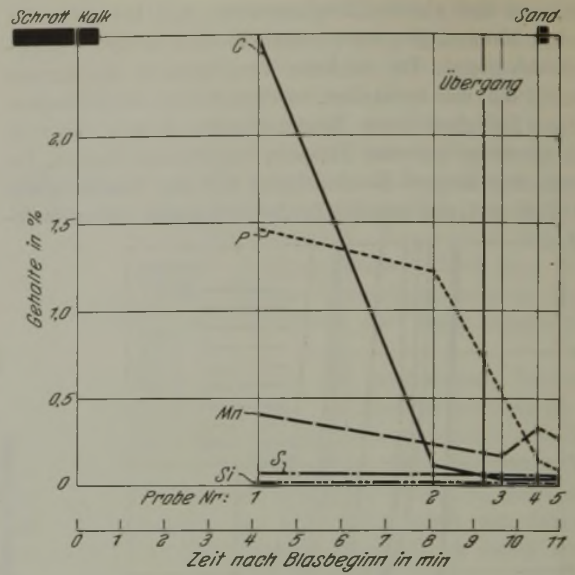


Abb. 16.

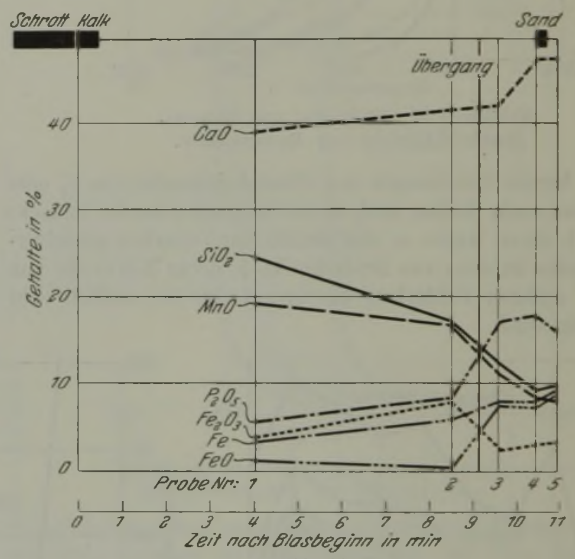


Abb. 17.

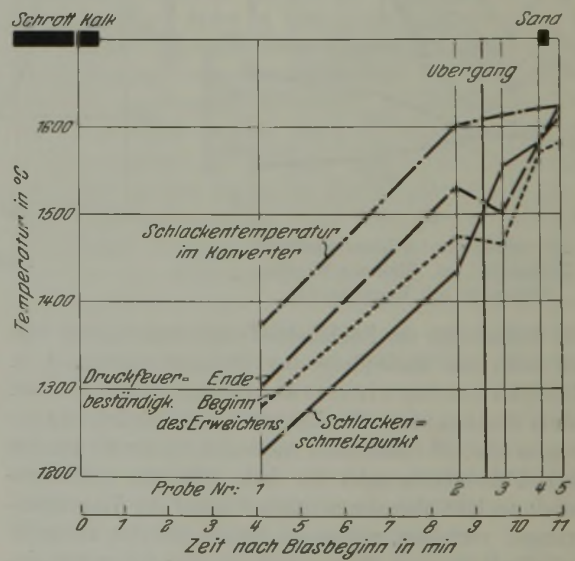


Abb. 18.

Abbildungen 16 bis 18. Aenderung des Metallbades und der Schlacke während des Blasverlaufs bei einer Thomasschmelze.



stärkere Auflösung von Kalk ermöglicht. Während der ganzen Schmelzzeit waren, wie eine Einzeichnung der Betriebstemperaturen in die Zähigkeitskurven ergeben würde, alle Schlacken sehr dünnflüssig.

Die Zähigkeit der Endschlacken lag demnach in einem wesentlich höheren Temperaturbereich als die aller bisher besprochenen Schlacken; die Thomas-Endschlacken werden also erst bei höheren Temperaturen dünnflüssig als Siemens-Martin- oder Hochofenschlacken. In Abb. 21 sind ferner die Zähigkeitskurven von zwei Endschlacken eingezeichnet, und zwar vor und nach dem Sandzusatz.

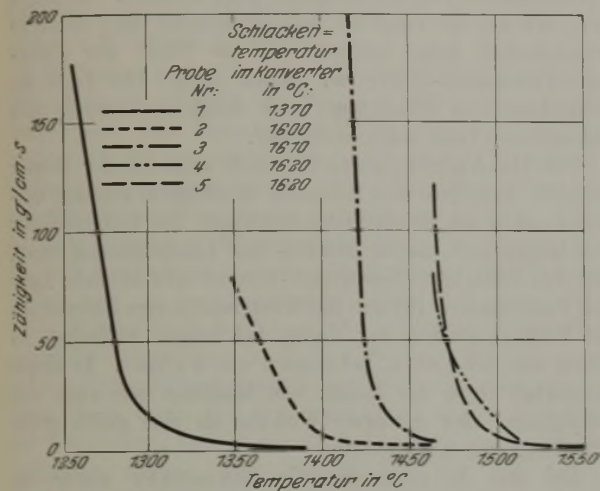


Abbildung 19 und 20. Viskositätskurven von Schlacken aus einer Thomasschmelze.

Durch die Sandzugabe sank, wie zu erwarten, die Zähigkeit erheblich. Ueber dieses Gebiet der Thomasschlacken wird zur Zeit noch gearbeitet mit dem Ziel, auch hier die Veränderungen der Zähflüssigkeit der Schlacken in Abhängigkeit vom Schmelzverlauf genauer festzustellen.

**Schlacken aus dem Roheisenmischer.**

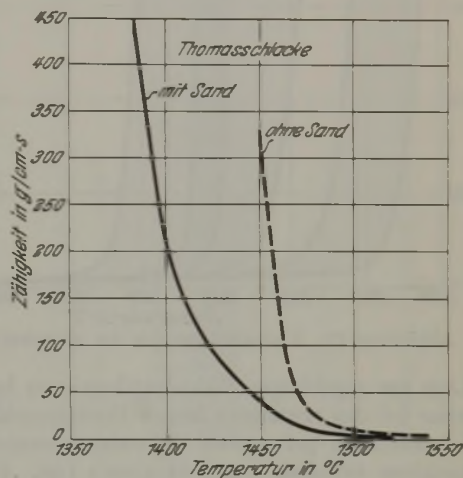
Abb. 22 gibt die Zähigkeits-Temperatur-Kurven von Roheisenmischer-Schlacken aus zwei Werken wieder. Der Flüssigkeitsgrad ist hier wichtig, weil einerseits die im Mischer ablaufenden Reaktionen, wie die Entschwefelung, durch eine dünnflüssige Schlacke begünstigt werden, andererseits aber die Mischerschlacke möglichst zäh sein soll, um das Mauerwerk nicht zu stark anzugreifen. Auch hier besteht die Möglichkeit einer Beeinflussung der Zähigkeit durch Zusätze zur Schlacke unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte. So fördert beispielsweise der gelegentlich gegebene Zusatz von Kalk zur Mischerschlacke die entschwefelnde

Wirkung und macht gleichzeitig die Schlacke zähflüssiger, so daß das Mauerwerk geschont wird; durch Versuche läßt sich im Einzelfall noch feststellen, welche Zähigkeit zweckmäßig unter Berücksichtigung der Mischertemperaturen eingehalten wird.

**Allgemeine Schlußfolgerungen.**

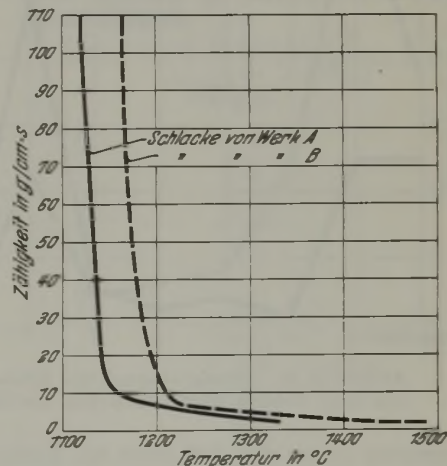
Eine Gesamtübersicht (Abb. 23) über die bislang untersuchten Schlacken, geordnet nach Temperaturen, läßt erkennen, daß bei den Eisenhüttenschlacken recht verschiedene Zähigkeitsbereiche vorliegen. Am dünnflüssigsten sind die Mischerschlacken, dann folgen die Hochofen-

Abbildung 21. Viskosität von Thomasschlacken.



schlacken, deren Zähigkeitskurven sich teilweise mit denen der Siemens-Martin-Schlacken überschneiden. In weitem Abstand davon liegen die Thomasschlacken, wobei zunächst nur die technisch wichtigen Endschlacken des Thomasverfahrens berücksichtigt sind.

Abbildung 22. Viskosität von Roheisenmischer-Schlacken.



**Ergebnisse für feuerfeste Stoffe.**

Zum Schluß soll noch kurz ein Gebiet gestreift werden, bei dem der Flüssigkeitsgrad von Schlacken praktisch besonders wichtig ist. Es ist gefühlsmäßig zwar geläufig, daß Schlacken feuerfeste Steine auch um so stärker angreifen, je dünnflüssiger sie sind. Das ist leicht verständlich wegen der größeren Beweglichkeit und der deshalb größeren Leichtigkeit, in die Poren einzudringen. Der zahlenmäßige Nachweis fehlte aber bisher im Schrifttum. Mit einigen der bisher untersuchten Schlacken wurden Verschlackungsprüfungen von Silikasteinen ausgeführt. Die in Abb. 24 eingetragenen umgekehrten Werte der Zähigkeit, also des Flüssigkeitsgrades und der bei der Verschlackungsprüfung gefundenen Gewichtsverluste läßt einen fast gleichartigen



Verlauf der Kurven erkennen, d. h. je flüssiger die Schlacke, desto größer ist in der Tat der Schlackenangriff auf feuerfeste Steine.

Bei den meisten der vorstehend mitgeteilten Untersuchungen von Eisenhüttenschlacken war sowohl die Abhängigkeit der Zähigkeit von der Temperatur als auch der Seger-Kegelschmelzpunkt bestimmt worden. Dieser zeigte dabei bemerkenswerte Streuungen in seiner

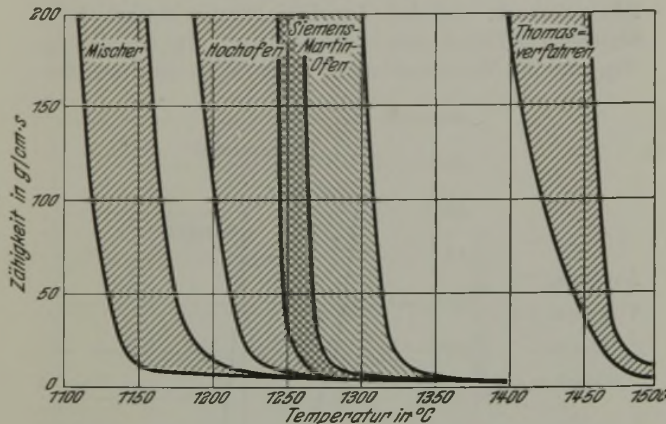


Abbildung 23. Viskositätsbereich der Eisenhüttenschlacken.

Lage zur zugehörigen Viskositätskurve; so lagen beispielsweise bei den erwähnten langen Hochofenschlacken die im Laboratorium gefundenen Schmelztemperaturen bei Viskositäten zwischen 4 und 14 g/cm s (vgl. Abb. 6). Diese

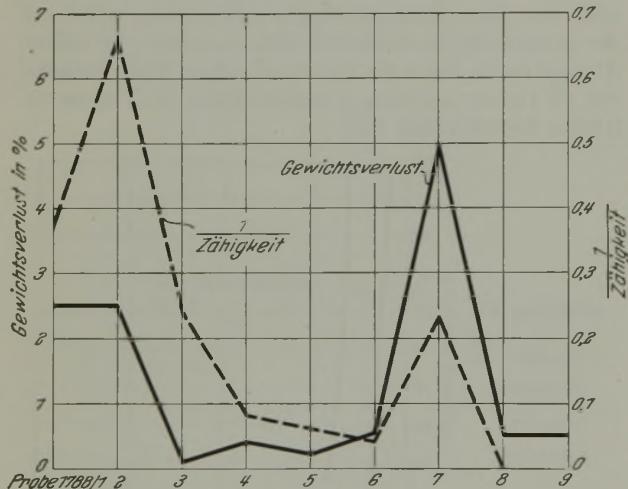


Abbildung 24. Flüssigkeitsgrad und Schlackenangriff von neun Siemens-Martin-Schlacken auf Silikasteine.

Streuung ist nur zum Teil durch den Einfluß oxydierender oder reduzierender Atmosphäre zu erklären. Es ist vielmehr anzunehmen, daß der Seger-Kegelschmelzpunkt einer Schlacke nur ein verhältnismäßig willkürlich herausgegriffener Punkt aus der Kurve der Zähigkeitsänderung einer Schlacke ist, der dadurch gekennzeichnet ist, daß ein nach Form und Größe genau bestimmter Kegel eines Stoffes beim Ueberschreiten eines gewissen Flüssigkeitsgrades unter seinem eigenen Gewicht sich verformt. Für genaue Aussagen

über den Zähigkeitsgrad einer Schlacke oder eines Glases ist demnach die Bestimmung des Seger-Kegelschmelzpunktes unzulänglich. Nur die Bestimmung der Zähigkeits-Temperatur-Kurve gibt ein wirkliches Bild über Erweichen, Schmelzen und Verflüssigung von Schlacken.

#### Zusammenfassung.

Da die Schnelligkeit, mit der sich die Gleichgewichte der metallurgischen Umsetzungen zwischen Metall, Schlacke und Gas einstellen, weitgehend von der Viskosität der Schlacken abhängt, wurden eingehende Untersuchungen über die Zähigkeit der Eisenhüttenschlacken nach dem Drehverfahren von M. Margules unternommen. Es zeigte sich, daß aus der Lage des Schmelzpunktes einer Schlacke grundsätzlich keine Schlüsse auf die Form der Zähigkeits-Temperatur-Kurve zu ziehen sind. Die Lage des Schmelzpunktes selbst wird noch durch oxydierende oder reduzierende Gase stark beeinflusst.

Für Hochofenschlacken wurde zunächst der Beweis geliefert, daß diese den Hochofen in glasigem Zustand verlassen, nicht als Kristall-Glas-Gemenge. Die Untersuchung von langen und kurzen Abstich- und Laufschlacken ergab, daß ihre Zähigkeits-Temperatur-Kurven sehr ähnliche Lage und Form hatten. Bei den Betriebstemperaturen schwankten die Zähigkeitswerte nur wenig, bei langen Schlacken im Mittel um 2,5 g/cm s, bei kurzen um 2 g/cm s. In einem Sonderfall ergab der Zusatz von Magnesia eine zwar verflüssigende, aber geringere Wirkung als eine gleich große Erhöhung des Kalkgehaltes.

Bei drei Siemens-Martin-Schmelzen wurde die Zähigkeit der Schlacke im Verlaufe des Schmelzganges verfolgt. Auf den ungleichmäßigen Flüssigkeitsgrad der Schlackendecke als Folge der Unausgeglichenheit der chemischen Zusammensetzung und der Temperatur wurde hingewiesen. Die Zähigkeit der Schlacken nahm nicht in allen Fällen entsprechend der Zunahme des Kalkgehaltes zu. Bauxit wirkte kaum verflüssigend, ein Flußspatzusatz dagegen drückte die Zähigkeit stark herab. Durch den Zusatz weiterer Bestandteile zu einer als Beispiel herausgegriffenen Siemens-Martin-Schlacke konnte gezeigt werden, daß sich die Zähigkeit der Schlacken stark beeinflussen ließ; Alkalien wirkten in diesem Fall verflüssigend, Barium-, Strontium-, Kalzium- und Magnesiumoxyd machten die Schlacke zähflüssiger.

Untersuchungen von Thomasschlacken ergaben, daß zu Beginn des Blasens niedriger schmelzende Schlacken entstanden, während sich nach dem Uebergehen der Schmelze Schlacken bildeten, deren Zähigkeitskurven in hohen Temperaturbereichen lagen.

Ergebnisse über die Viskosität von Roheisenmischer-Schlacken wurden mitgeteilt, da deren Flüssigkeitsgrad die Schnelligkeit der entschwefelnden Wirkung und die Stärke der Zerstörung der Mischerausmauerung beeinflusst. Es konnte auch nachgewiesen werden, daß mit steigendem Flüssigkeitsgrad von Siemens-Martin-Schlacken ihr verschlackender Angriff auf Silikasteine anstieg.

Die untersuchten Eisenhüttenschlacken ließen sich nach ihrem Zähigkeitsbereich mit steigenden Temperaturen in der Reihenfolge ordnen: Mischer-, Hochofen-, Siemens-Martin-, Thomas-Endschlacken.



## Selbsttätiges Walzwerk für Federstahl mit langsamer Abkühlung der Walzstäbe.

Von Oberingenieur Rudolf Linz in Jünkerath.

(Anordnung der Anlage und Arbeitsvorgang. Ausbildung des Kühlbettes. Beschreibung einzelner Walzwerksteile.)

Für ein ausländisches Hüttenwerk wurde von der Jünkerath Gewerkschaft ein wegen seiner Eigenart bemerkenswertes Walzwerk ausgeführt, mit dem Flachstähle für den Kraftwagenbau von  $63 \times 6,5$  bis  $89 \times 9,5$  mm hergestellt werden. Zum Anstich kommen Knüppel von  $100 \times 100$  mm<sup>2</sup> und  $90 \times 90$  mm<sup>2</sup> mit einer größten Länge von 2650 mm und 200 kg Höchstgewicht. Die verlangte Erzeugung beträgt 100 000 t je Jahr bei 320 Arbeitstagen und  $3 \times 7$ stündigen Schichten.

Die Anlage nach Abb. 1 hat eine Triovorstraße mit einem Walzgerüst für Walzen von 500 mm Dmr. und 1650 mm Ballenlänge, eine Doppelduo-Fertigstraße mit vier Walzgerüsten für Walzen von 370 mm Dmr. sowie 750 und 900 mm Ballenlänge, ein Stauchgerüst mit senkrechten Walzen von 330 mm Dmr. und besonderem Antrieb, sowie ein Duo-Poliergerüst mit besonderem Antrieb für Walzen von 370 mm Dmr. und 500 mm Ballenlänge. Das Stauchgerüst und das Poliergerüst sind in kontinuierlicher Anordnung hinter dem letzten Gerüst der Doppelduostraße aufgestellt. Das Walzen geschieht selbsttätig in 14 Stichen, davon entfallen 5 Stiche auf die Vorstraße und 9 Stiche auf die Fertigstraße. In der Fertigstraße erhält der Stab zwei Stauchstiche, und zwar auf dem zweiten Gerüst der Doppelduostraße und auf dem vorletzten Gerüst, dem Stauchgerüst mit senkrechten Walzen. Die Geschwindigkeiten der Doppelduostraße, des Stauchgerüsts und des Poliergerüsts sind zueinander genau einstellbar. Zum Ausgleich entstehender Unterschiede ist ferner zwischen dem letzten Gerüst der Doppelduostraße und dem Stauchgerüst die Möglichkeit einer Schlingenburgung vorgesehen. Die Geschwindigkeit des Poliergerüsts ist etwas größer als die Geschwindigkeit des Stauchgerüsts, so daß nach Erfassen des Walzstabes durch das Poliergerüst die Walzen des Stauchgerüsts gezogen werden. Es wurde zu diesem Zweck in dem Antrieb der Stauchwalzen eine nachgiebige Klauenkupplung eingebaut.

Die Knüppel werden auf Plattformwagen gewogen, vor die Ofen geschoben und durch Blockdrücker in die Ofen gestoßen. Nach dem Erwärmen werden sie durch Ausstoßvorrichtungen, und zwar bei Ofen I unmittelbar auf den Zufuhrrollgang, bei Ofen II auf einen fahrbaren Tisch ausgesetzt, der die Knüppel auf den Zufuhrrollgang absetzt; dieser führt sie dem Arbeitsrollgang vor der Vorstraße zu. Der Arbeitsrollgang ist mit Kantwänden versehen, die den Knüppel beim Herabfallen kanten. Der Rollgang läuft in der Richtung auf das Walzgerüst ständig durch. Eine Sperrvorrichtung vor dem Gerüst gibt den Zutritt zur Walze erst frei, wenn die Wippe hinter dem Vorgerüst in ihrer tiefsten Lage angekommen ist. Der Wipptisch hinter dem Vorgerüst schaltet sich in seiner höchsten und tiefsten Lage selbsttätig aus. Nach dem Verlassen des Vorgerüsts wird der Walzstab auf einem Rollgang der Fertigstraße zugeführt. Zum Schöpfen oder Unterteilen ist zwischen Vor- und Fertigstraße eine von unten schneidende Schere aufgestellt. Die Doppelduostraße ist mit Umführungen versehen, und zwar hinter der Straße innerhalb des ersten und dritten Gerüsts sowie zwischen dem ersten und zweiten Gerüst, vor der Straße zwischen dem zweiten und dritten sowie zwischen dem dritten und vierten Gerüst. Nachdem der Walzstab die erste Umführung hinter dem ersten Gerüst durchlaufen, also zwei Stiche erhalten hat, läuft er nach der Vorstraße zu aus, wird alsdann von neuem eingesteckt und durchläuft

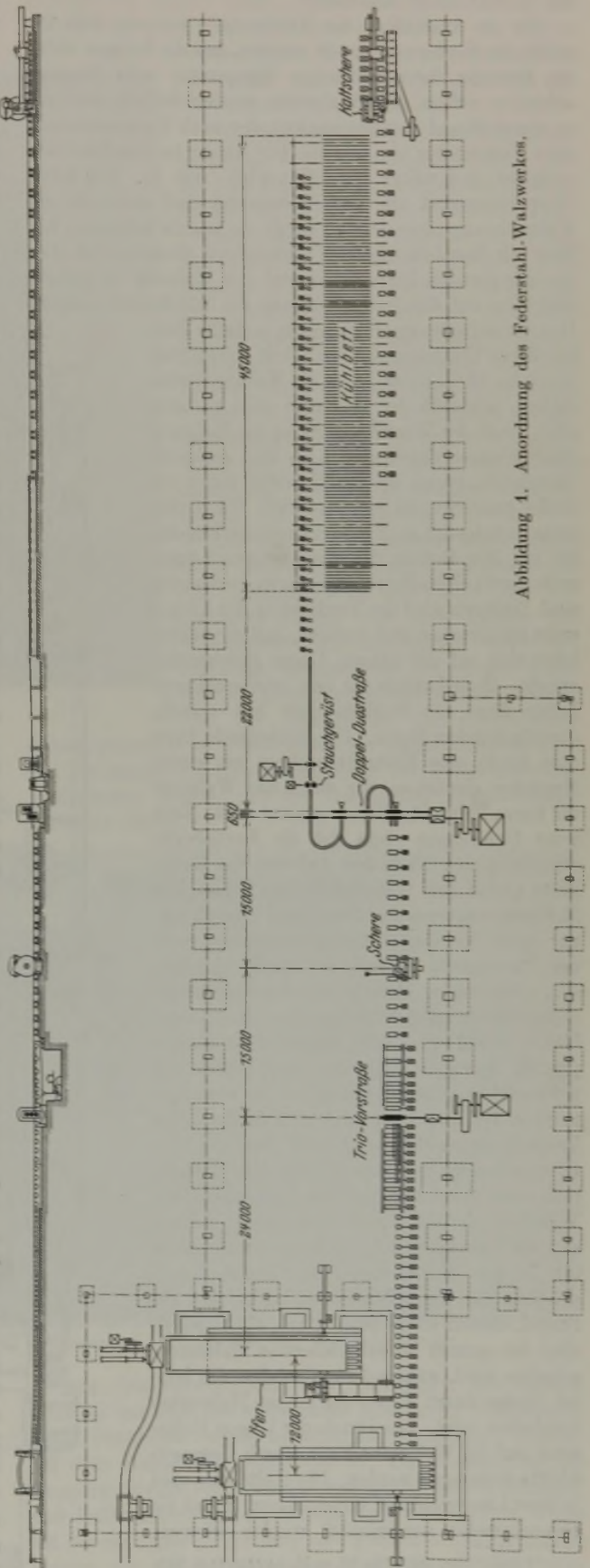


Abbildung 1. Anordnung des Federstahl-Walzwerkes.



nun ohne Unterbrechung sämtliche übrigen Gerüste und Umführungen der Doppelduostraße sowie das Stauchgerüst mit senkrechten Walzen und das Poliergerüst. Der Fertigstab gelangt von dem Poliergerüst auf den Auflaufrollgang des mechanischen Kühlbettes.

Für die Ausbildung des Kühlbettes<sup>1)</sup> war von dem Besteller die Forderung gestellt worden, daß die fertigen Stäbe im Bereiche ihrer kritischen Temperatur sehr langsam abkühlen sollten. Die Walzstäbe werden deshalb zunächst zu einem Stapel zusammengelegt, der nach Unterschreitung einer Temperatur von 400 bis 500° wieder in einzelne Stäbe aufgelöst und weiter abgekühlt wird (Abb. 2). Das letzte Doppelduoerüst und das Poliergerüst sind senkrecht zur Walzrichtung verschiebbar, damit die jeweils benutzten Kaliber mit dem feststehenden senkrechten Stauchgerüst stets in einer geraden Linie liegen und der Walzstab in gerader Richtung auf den Auflaufrollgang des Kühlbettes ausläuft. Der Auflaufrollgang erhält schräg gestellte Rollen, deren Umfangsgeschwindigkeit einregelbar und 5 bis 10 % höher ist als die Walzgeschwindigkeit, wodurch der Walzstab stets gezogen wird. Nach der Warmbettseite ist der Rollgang abgeschlossen durch eine heb- und senkbare Richtleiste, gegen die der Walzstab durch die Rollen gedrückt und gerichtet wird. Die Richtleiste ist befestigt an drehbar gelagerten Bügeln, die mit den Hebeln der gemeinsamen Längswelle durch einstellbare Zugstangen verbunden sind. Dadurch wird der Verdrehung der Längswelle entsprochen und erreicht, daß die Richtleiste sich auf der ganzen Länge gleichmäßig anhebt. Zum Antrieb der heb- und senkbaren Leiste dient ein Kurbelantrieb mit ständig durchlaufendem Motor. Die Kurbelwelle kann man durch eine Momentkupplung mit einem Magneten einrücken, der durch den Walzstab für kurze Zeit unter Strom gesetzt wird. Nach jeder Umdrehung rückt sich die Kurbelwelle selbsttätig aus. Nach dem Anheben der Richtleiste gleitet der Walzstab in eine neben dem Rollgang angeordnete Rinne und kommt hier zur Ruhe. Die dem Rollgang zugewandte Seite der Stapelplatte ist halbkreisförmig ausgebildet. Auf der im Mittelpunkt des Halbkreises angeordneten Längswelle sitzen geeignet ausgebildete Hebel, die sich in Schlitzen der Stapelplatten bewegen und den Stab durch die Schwenkbewegung hochkant auf den etwas geneigten Teil der Stapelplatten befördern. Im Verlaufe dieser Bewegung hebt der Stab eine Gruppe von zwei an den Rahmen des Auflaufrollganges drehbar gelagerten Haltearmen an. Während die Hebel zurückschwingen, stützen sich die Haltearme auf den Stab ab und halten ihn in der Hochkantstellung. Durch Nachdrücken der folgenden Stäbe bildet sich ein Stapel, dessen erster Stab durch die längeren über den ganzen Stapel reichenden Haltearme gehalten wird, während das Umfallen des letzten Stabes durch Nasen der kurzen Haltearme verhindert wird. Der Druck der langen Haltearme auf die Walzstäbe kann durch Gegengewichte eingeregelt werden. Die Haltearme sind in ihrer Längsrichtung verschiebbar, so daß sie gegeneinander ausgerichtet werden können.

Die längeren Arme sind ferner der Breite der Walzstäbe entsprechend in der Höhe einstellbar. Die Nasen der Haltearme sind auswechselbar und aus hitzebeständigem Werkstoff hergestellt. Ist die Stapelplatte voll belegt, so wird durch das Nachdrücken eines folgenden Stabes der erste Stab aus dem Bereich der längeren Haltearme herausgeschoben und rutscht in die Rinne der Stapelplatte, aus der er durch die Rechen des Exzenterbettes herausgehoben wird. Die schwingende Welle der Bündelvorrichtung wird in ähnlicher Weise wie bei der heb- und senkbaren Leiste durch einen Kurbelantrieb mit Moment-

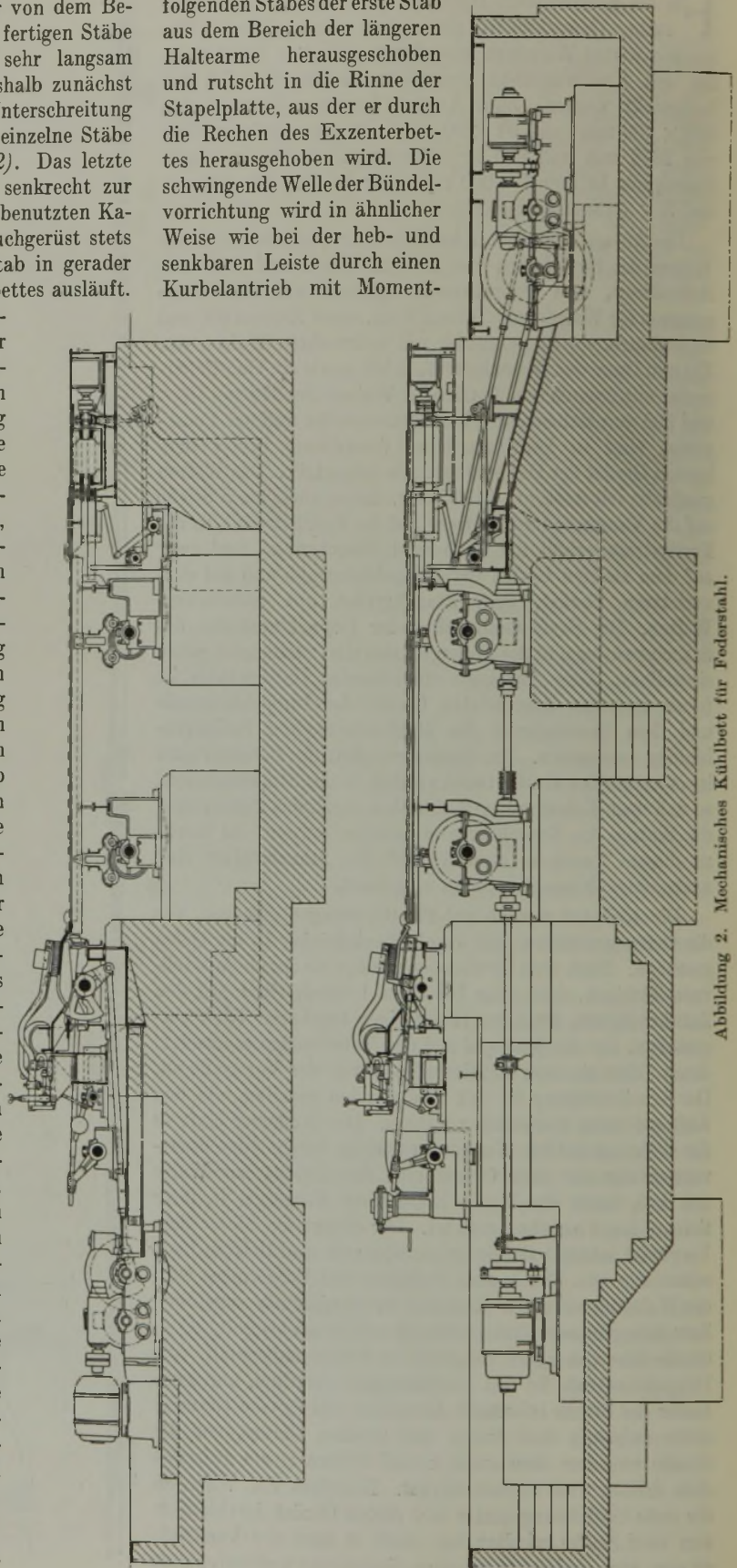


Abbildung 2. Mechanisches Kühlbett für Federstahl.

<sup>1)</sup> DRP. Nr. 586 875; St. u. E. 54 (1934) S. 215.



kupplung angetrieben, dessen Magnet im geeigneten Augenblick von dem Antrieb der Richtleiste unter Strom gesetzt wird, wodurch sich die Momentkupplung einrückt.

Eine besondere Vorrichtung dient dazu, die auf der Stapelplatte aufgestapelten Stäbe bei Unterbrechung der Walzung einzeln auf das Warmlager abzuschieben; sie be-

gebracht. Von der Schere aus wird selbsttätig sowohl der Vorstoß gelüftet als auch die Abschiebevorrichtung betätigt, und zwar durch einen mit der Schere gekuppelten Antrieb mit Momentkupplung, deren Ausrückrolle durch die Exzenterwelle der Schere betätigt wird. Durch die Abschiebevorrichtung werden die geschnittenen Stäbe in die Mulden der neben dem Rollgang angeordneten Stabeisenwaage abgeschoben, gewogen und mit Prätzenkran weiterbefördert.

Die Walzenstraße wird unter Zwischenschaltung von Untersetzungsgetrieben, die mit den Elektromotoren durch nachgiebige Bibby-Kupplungen verbunden sind, angetrieben. Die Getriebe, in genauer Ausführung mit geräuschlosem Gang, erhalten vollkommen geschlossene gußeiserne Gehäuse. Die Zahnkränze bestehen aus verschleißfestem Sonderstahl und werden aufgeschumpft. Auf der Ritzelwelle sind zwei Schwungräder fliegend angeordnet. Zum Schmieren dient eine selbsttätige Oelumlaufrichtung mit eingebauter Kühl- und Filtervorrichtung. Der Motor kann nicht angelassen werden, bevor alle Schmierstellen Öl erhalten haben.

Die Kammwalzengerüste haben sichtbare Oelumlaufrichtung, getrennt für die Laufzapfen und die Zähne. Die Oelpumpen werden von den Zapfen der Kammwalzen aus angetrieben. Große angegossene Oelkammern mit großen Kühlflächen geben dem Öl reichlich Gelegenheit zur Abkühlung. Die Kammwalzen

haben geschnittene Winkelzähne, die großen Kammwalzen des Dreiständer-Kammwalzengerüsts der Doppelduostraße geschnittene gerade und um Halbteilung gegeneinander versetzte Zähne.

steht aus umklappbaren Schlepperdaumen, die in Führungen zwischen den einzelnen Stapelplatten gelagert sind und über Zugstangen und Hebel von einer gemeinsamen Längswelle verfahren werden können. Diese schwingende Längswelle wird durch Kurbel von Hand angetrieben. Dieselbe Vorrichtung kann auch zum Schleppen von Stäben dienen, die nicht gestapelt werden. Für diesen Fall ist ein elektrischer Antrieb vorgesehen. Der Walzstab wird durch die Rechen des Warmlagers mit Exzenterbetrieb aus der Rinne der Stapelplatte gehoben, schrittweise über den festen Rost des Warmlagers befördert und auf die Stapelplatte neben dem Abfuhrrollgang abgelegt und zusammengeschoben. Ein Motor treibt die Exzenterwellen über Schneckenvorlege an; er wird für jeden Hub angelassen und durch Endausschalter ausgeschaltet. Die Einleitung des Antriebes geschieht ebenfalls selbsttätig von der Bündelvorrichtung aus. Man kann jedoch das Warmlager auch unabhängig steuern. Die auf der Stapelplatte neben dem Abfuhrrollgang nebeneinander liegenden Stäbe werden durch Abtragewagen hochgehoben, seitlich verfahren und auf die Rollen des Abfuhrrollganges abgelegt. Hierauf gehen die Abtragewagen unterhalb des Plattenbelages in ihre Anfangsstellung zurück. Sämtliche Bewegungen erfolgen durch einen Antrieb; dieser wird für jede Bewegung von Hand gesteuert und durch Endausschalter stillgesetzt. Der Abfuhrrollgang befördert die Walzstäbe zur Kaltschere. Ueber dem Rollgang hinter der Kaltschere ist ein von Hand verschiebbarer Vorstoß sowie eine Abschiebevorrichtung an-

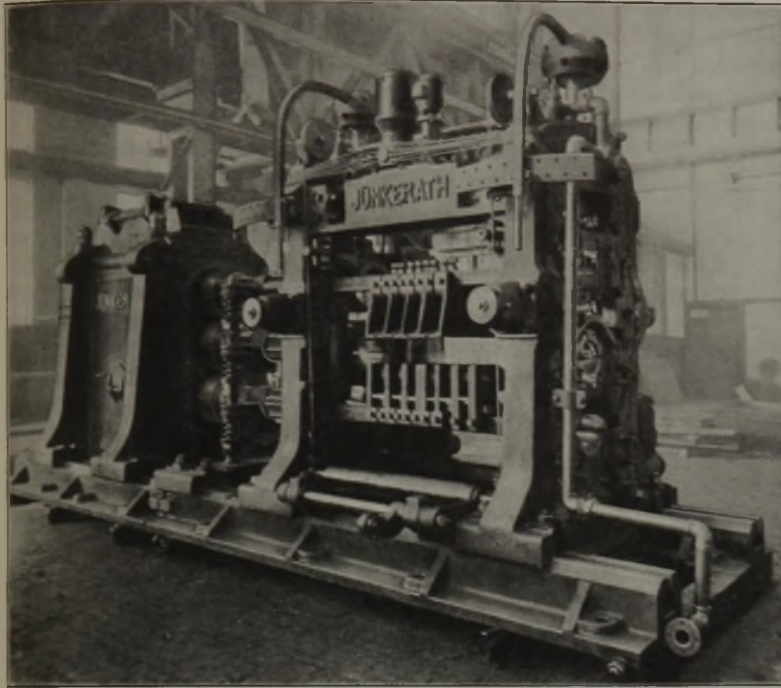


Abbildung 3. Trio-Vorwalzgerüst.

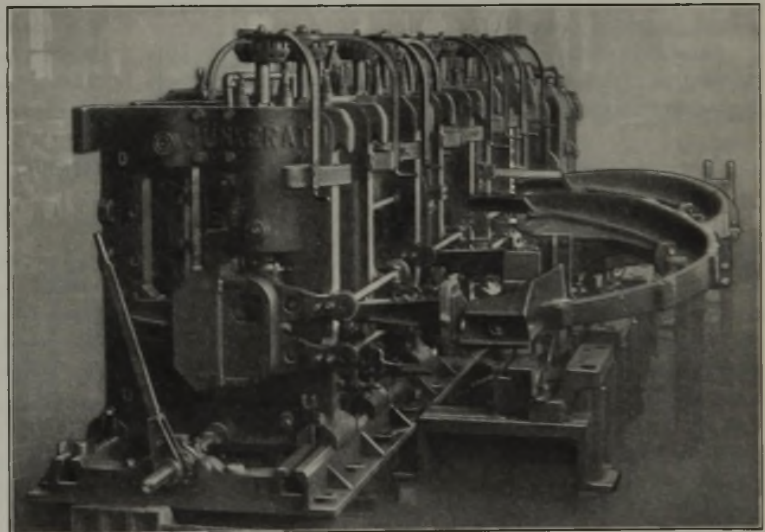


Abbildung 4. Walzgerüste der Doppelduostraße.

Das Trio-Vorwalzgerüst mit Gleitlagern aus Bronze (Abb. 3) hat eine von einer Stelle ausgehende Schmierung, deren Fettpresse mit unmittelbarem elektrischem Antrieb auf dem Walzgerüst angeordnet ist. Die Walzgerüste der Doppelduostraße (Abb. 4) sind mit geschlossenen Ständern und Rollenlagern, Bauart Schöpf, ausgeführt. Jede Walze hat für die axiale Einstellung zwei getrennte Anstellvorrichtungen, die eine ist besonders feinfühlig und dient zum



Einstellen der Lager zur Walze, die andere zum Einstellen der Walzen zueinander. Zur Schonung der Rollenlager sind zwischen den Walzgerüsten Spindelstühle für die oberen Kuppelspindeln aufgestellt, die so ausgebildet sind, daß sie die axial auftretenden Kräfte der Druckspindeln aufnehmen und sie dadurch von den Lagern fernhalten. Die Oberwalzen des letzten Doppelduogerüsts und des Poliergerüsts werden angetrieben durch Vierstirnradantriebe, bei denen ein guter Eingriff der Zahnräder bei allen Stellungen der Oberwalzen gewährleistet ist. In die Antriebe sind Reibungskupplungen eingebaut. Die Ständer sind so gebaut, daß sie es gestatten, die Walzen innerhalb der Gerüste auszubauen, ohne die Ständer verschieben zu müssen.

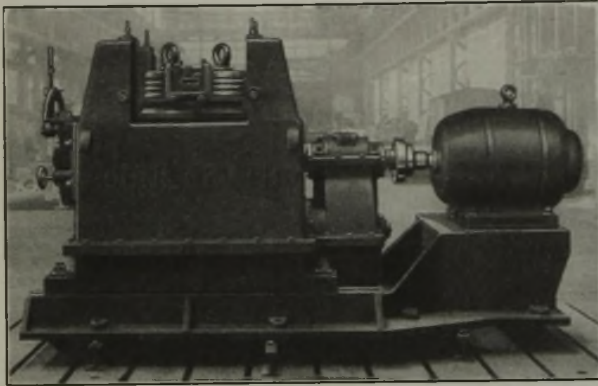


Abbildung 5. Stauchgerüst.

Das Stauchgerüst (Abb. 5) hat zwei angetriebene Walzen mit senkrechten Achsen, von denen die eine im Ständer, die andere in einem verschiebbaren Schlitten in Rollenlagern gelagert ist. Die Walzen mit Achsen, Lagern, Gehäuse und Antriebsteilen bilden in sich geschlossene Sätze, die außerhalb des Gehäuses zusammengebaut werden. Das Stauchgerüst ist so gebaut, daß Wasser weder in die Lagergehäuse noch in die Gehäuse der Antriebsteile dringen kann. In den Antrieb der Stauchwalzen ist eine nachgiebige Klauenkupplung eingebaut.

Sämtliche Rollgänge sind für Einzelrollenantrieb ausgebildet mit langsam laufenden Motoren in Verbindung mit Periodenumformer. Die Rollen laufen in Rollenlagern und

werden fertig zusammengebaut mit allen zugehörigen Teilen in die Rollenböcke eingelegt, so daß sie sehr schnell ein- und ausgebaut werden können. Die Rollen sind mit den Motoren durch nachgiebige Kupplungen verbunden. Bei der Steuerung der Rollgänge und auch aller übrigen Antriebe wurde weitestgehend Druckknopfsteuerung angewendet.

Die Kantwände auf dem Arbeitsrollgang vor dem Vorgerüst sind verschiebbar. Durch einige Kurbelumdrehungen können krumm gewalzte Blöcke, die sich zwischen den Kantwänden festklemmen sollten, sofort freigegeben werden. Die Kantrinnen sind auf ihren Unterstützungsböcken einstellbar.

Bei den Zahnstangenblockdrückern mit elektrischem Antrieb ist bemerkenswert, daß sie in ihren Endstellungen nicht festfahren können, und daß trotzdem der Eingriff der Ritzel mit den Zahnstangen bestehen bleibt. Die Ausstoßvorrichtungen für die erwärmten Knüppel haben Druckstangen, die durch elektrisch angetriebene Reibungsrollen bewegt und durch Druckknopf eingeschaltet werden. Durch Anordnung von Umschaltern und Endschaltern kehren die Druckstangen nach dem Ausstoßen der Knüppel selbsttätig in ihre Anfangsstellung zurück. Die Druckknopfschaltung ist so eingerichtet, daß die Bewegungen der Druckstangen, falls erforderlich, an jeder Stelle unterbrochen werden kann. Das, was über die Steuerung der Ausstoßvorrichtungen gesagt wurde, gilt auch für den fahrbaren Tisch zur Aufnahme der erwärmten Knüppel. Auch dieser kehrt nach Ablegen der Knüppel auf den Zufuhrrollgang selbsttätig in seine Ausgangsstellung zurück.

Die Knüppelwaagen ohne Gleisunterbrechung in den Zufuhrgleisen vor den Oefen sowie die Stabeisenwaage hinter der Kaltschere des mechanischen Kühlbettes sind in neuestlichster Bauart mit elektrischer Entlastungsvorrichtung, mit Kugelstoßfängern sowie mit Sicherheitsschaltgewichts-Einrichtungen ausgeführt, bei denen das Gewicht durch Handgriffe über Rastenbögen bestimmt wird. Das ermittelte Gewicht kann gleichzeitig auf Band und Karte gedruckt werden.

Beide Oefen sind Stoßöfen für Gasfeuerung in bekannter Ausführung mit einer lichten Breite von 3100 mm. Zur Führung der Knüppel beim Ausstoßen ist an der Ausstoßstelle eine Rinne aus hitzebeständigem Gußeisen eingebaut.

## Die staatsrechtliche Struktur des Reiches.

Von Professor Dr. Gustav Adolf Walz, Rektor der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Breslau<sup>1)</sup>.

Es ist wohl kennzeichnend für die veränderte politische und geistige Gesamthaltung seit der Machtübernahme des Nationalsozialismus, daß ich vor einer Versammlung wie der hier anwesenden über einen staatsrechtlichen Stoff sprechen kann. Ich sehe darin die ungewöhnliche Anteilnahme des deutschen Menschen für alle mit dem politischen Aufbau zusammenhängenden Fragen. Staatsrecht verstehen wir heute als begriffliche Widerspiegelung der politischen Kräfte. Wir lassen uns nicht mehr damit abspesen, staatsrechtliche Dinge in der trockenen positivistischen Weise nach einer formallogischen Anleitung zu zergliedern, wie das ehemals üblich gewesen war. Darum sind staatsrechtliche Betrachtungen heute auch nicht mehr die private Angelegenheit einer gelehrten Zunft, sondern sie können und müssen heute wiederum in der breiten Volksgemeinschaft von politischer Warte aus erörtert werden.

Wir können die Vorgänge im letzten Jahre von einem negativen und einem positiven Gesichtspunkt aus betrachten.

<sup>1)</sup> Nach einem Vortrag auf der Hauptversammlung der Eisenhütte Oberschlesien am 15. April 1934.

Negativ ist zunächst festzustellen, daß die Ereignisse seit dem 30. Januar 1933 die vollkommene Ueberwindung des liberalen Staates des 19. Jahrhunderts gebracht haben. Der liberale Staat, der sogenannte bürgerliche Rechtsstaat, die eigentliche Schöpfung des 19. Jahrhunderts, ist für Deutschland endgültig tot. Die Bedeutung dieser Wendung muß man sich in vollem Umfang vor Augen halten, wenn man über staatsrechtliche Dinge reden will. Seit den politischen Lehrmeinungen der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, besonders aber seit der Französischen Revolution, gab es für Europa im Grunde nur ein politisches Staatsideal, das in die positive Staatstheorie später unter der Bezeichnung bürgerlicher Rechtsstaat eingegangen ist. Mit dem Einsetzen der positivistisch-wissenschaftlichen Betrachtungsweise im 19. Jahrhundert hat man den politischen Gehalt dieses Staatsideals mehr und mehr in rein wissenschaftliche Formeln zu bannen versucht. Die Philosophie des deutschen Idealismus hat hierbei für die deutsche Entwicklung eine entscheidende Rolle gespielt. Nichts ist verkehrter, als Kant zu einem Vorgänger des National-



sozialismus stempeln zu wollen, wie das heute des öfteren geschieht. Beim Kantschen Sittengesetz kann man wohl Zusammenhänge mit dem preußischen Pflichtbegriff aufdecken. Kant ist im übrigen der Theoretiker der bürgerlichen Staatsauffassung des 19. Jahrhunderts geworden, der im jungen Fichte und in Wilhelm von Humboldt geistige Nachfolger gefunden hat. Allen diesen Theorien, so verschieden ihre Formulierungen im einzelnen sein mögen, ist gemeinsam der Kampf gegen die Persönlichkeit und ihre Machtstellung im Staat. Sie wollen den Staat zu einer berechenbaren, funktionsgesetzlichen Einrichtung machen, in der nicht mehr die politische Persönlichkeit herrscht, sondern nur noch das Gesetz, nicht mehr der rex, sondern die lex. Die Gesetzlichkeit ist ja das Generalthema der gesamten Kantschen Philosophie. Wenn man diesen Leitgedanken auf die Staatstheorie überträgt, so kommt man zu dem das 19. Jahrhundert beherrschenden Normativismus, der sein Gegenstück in dem Funktionalismus der theoretischen Naturwissenschaft findet.

Das wichtigste Dogma dieser liberalen Staatstheorie ist das der Gewaltenteilung. Danach soll die Staatsgewalt in die drei selbständigen Gebiete der Gesetzgebung, der Verwaltung und der Rechtsprechung aufgeteilt werden. Diese drei Gewalten sind berufen, sich gegenseitig zu überwachen und das Gleichgewicht zu halten. Dieses System der Aufspaltung soll die Machtkonzentration verhindern. Praktisch bedeutet diese Dreiteilung der Gewalten aber den Generalangriff auf den regierenden Staat. Denn in jedem Staat liegt das eigentliche politische Schwergewicht bei der Regierung, bei der Führung. Indem aber die Regierung zur „Exekutive“ erniedrigt wird, wird sie den von der Gesetzgebung aufgestellten Normen und damit der Gesetzgebung selber untergeordnet. In der gesetzgebenden Körperschaft, dem Parlament, aber sitzen die Vertreter des Bürgertums.

Damit gelangen wir zum politischen Sinn dieser Staatslehre. Durch die Unterhöhlung der politischen Staatsgewalt wird die Bahn für das unpolitische, aus dem Reiche des Wirtschaftlichen herkommende Bürgertum freigemacht. Dieses Bürgertum drängt nicht offen zur unmittelbaren politischen Machtübernahme, sondern es versucht eine mittelbare Einflußnahme auf dem Umweg über die von ihm geschaffenen Einrichtungen. Hierbei spielt die „Intelligenz“ eine entscheidende Rolle. Denn ihre Aufgabe ist es, in lehrmäßiger Weise die Sätze aufzustellen, mit deren Hilfe das erstrebte politische Ziel erreicht wird. Die Politik wird dadurch zu einer Angelegenheit der Doktrinäre. Der Prozeß der Entpolitisierung setzt in entscheidender Weise auf dem Gebiet der Wissenschaft, als dessen vornehmster Ausdruck der „Positivismus“ zu gelten hat, ein. Genau wie in der Wissenschaft das entscheidende Gesetz aufgedeckt wird, nach dem sich die Naturvorgänge vollziehen, genau so soll in der Legislative das soziale Gesetz aufgestellt werden, nach dessen Rhythmus sich fernerhin das gesamte politische Sein abzuspielen hat. In der gesetzgebenden Körperschaft aber herrschen die Vertreter des Bürgertums vor, die auf diese Weise ihren „politischen“ Kampf durchfechten.

So wird der liberale Staat mehr und mehr zu einem funktionell garantierten System, bei dem es nicht so sehr auf die politische Führung oder auf den staatlichen Gesamterfolg ankommt, als vielmehr darauf, daß der Wirtschaft und ihrem Träger, dem Bürgertum, die Wege geebnet werden. Mit anderen Worten: Der Staat wird zum Diener der Wirtschaft. Die politischen Gewalten werden zu einem Werkzeug des Bürgertums. Der Grunddualismus, der seit dem Beginn des europäischen Rationalismus und der Französischen

Revolution die ganze abendländische Welt durchzieht, der Gegensatz von Einzelmensch und Gemeinschaft, genauer gesagt von bürgerlicher Gesellschaft und politischer Staatsgewalt, kommt dabei sichtbar zum Ausdruck. Nur aus diesen tiefgreifenden Gegensätzen heraus wird überhaupt der Aufbau des liberalen bürgerlichen Rechtsstaates begrifflich.

In engstem Zusammenhang mit diesem Grunddualismus ist aber auch die Gewaltenteilung zu verstehen. Das trialistische Schema der Gewaltenteilung bildet nichts anderes als ein Mittel zur funktionellen Aufrechterhaltung des Grunddualismus von Staat und bürgerlicher Gesellschaft. Darin liegt der politische Kern dieser Lehre. Bezeichnend für die geistige Haltung des 19. Jahrhunderts ist die Forderung, den Satz von der Gewaltenteilung als eine wissenschaftliche Doktrin zu behandeln, ohne daß auch nur der Versuch gemacht worden wäre, die politischen Hintergründe aufzudecken oder zu erörtern. Diese Art der „positivistischen“ Behandlung politischer Forderungen gehört durchaus zum Rüstzeug „politisch“ handelnder liberaler Menschen, die für ihre Politik immer gern das Vorrecht der Neutralität beansprucht haben. Die Autonomieerklärung des Einzelmenschen geht Hand in Hand mit der Autonomieerklärung der drei Staatsgewalten und der Autonomieerklärung der einzelnen positiven Wissenschaftszweige. Das Zeitalter der politischen Zerspaltungen, der sozialen Zerreißen und der wissenschaftlichen Unabhängigkeitserklärungen (der Autonomieerklärungen der positiven Disziplinen) führt aber auf allen Gebieten schließlich zu derselben Erscheinung, zur atomistischen und pluralistischen Auflösung. Aus dem Kosmos wird — im Zeichen einer vollendeten abstrakten Gesetzlichkeit, darin liegt das Paradoxon — schließlich das zusammenhang- und führerlose Chaos.

Die Spätepoch dieser liberalen Staatsauffassung setzt mit der Parlamentarisierung ein. Die Parlamentarisierung mußte in Deutschland als eine Frucht der siegreichen Welt-demokratien angesehen werden, die den Weltkrieg ja als ihren Kreuzzug zur „Befriedung“, d. h. zur Demokratisierung der Welt geführt hatten. Damit wird die politische Entwicklung der liberal-demokratischen Staatsform auf die Spitze getrieben. Mit der Parlamentarisierung wird zwar an sich das strenge Dogma der Gewaltenteilung scheinbar durchbrochen, sofern nach diesem System dem Parlament die Fülle der politischen Gewalt zugeteilt wird. Politisch gesehen bedeutet die Parlamentarisierung indessen die Zuführung der bürgerlichen „unpolitischen“ Staatsidee, indem das Parlament, d. h. die Versammlung der bürgerlichen Vertreter, die Herrschaft über die politische Gewalt vollkommen in die Hand bekommt. Praktisch bedeutet das die Inthronisation der politischen Parteien. Das Ergebnis ist der „pluralistische Parteien-Koalitionen-Staat“, der schließlich in dem Streitfall Reich contra Preußen selbst den Beweis seiner Sinnlosigkeit lieferte.

Diese Entwicklung muß man sich vor Augen halten, um die politische Neuschöpfung des Nationalsozialismus zu begreifen. Man kann mit kurzen Strichen den Grundriß des neuen Staatsbaues aufzeichnen, wenn man den Ton auf die Neuentdeckung und Wiederherstellung des Politischen legt.

Hierbei muß dringend gewarnt werden vor gewissen politischen Uebergangerserscheinungen, die, aus der Notlage geboren, eine Stabilisierung der zerrütteten politischen Verhältnisse erstrebten, indem sie den zur Machtübernahme bereiten revolutionären Nationalsozialismus sich anzugleichen und damit politisch zu erledigen versuchten. Der Nationalsozialismus als politisch-revolutionäre Volksbewe-



gung mußte seiner ganzen Einstellung nach den Ausschließlichkeitsanspruch erheben. Die Staatsversuche der Uebergangszeit aber, aufgebaut auf dem Diktaturgrundsatz des Artikels 48, versuchten die bürgerliche Welt durch eine formal-autoritäre Ordnung zu retten und setzten sich damit in unlöslichen politischen Gegensatz zum revolutionären Nationalsozialismus. Aus dieser Uebergangszeit stammt die Formel von der autoritären Präsidialregierung. Aus dieser Zeit stammt aber ebenso die Formel vom totalen Staat. Beide Formeln, die ebenso für den neuen österreichischen Staat, den Staat des Austrofaschismus, wie für die deutschen Staatsexperimente der Uebergangszeit Anwendung fanden, und die sich bis heute erhalten und in die nationalsozialistische Staatsterminologie Eingang gefunden haben, sind nach ihrer geschichtlichen Herkunft und nach ihrem ideenmäßigen Gehalt nicht geeignet, als politische Ausdrucksformel für den neuen nationalsozialistischen Staatsgedanken zu gelten.

Wesentlich für das Verständnis des neuen revolutionären Staatsgedankens ist die Idee des Politischen. Politisch ist alles, was die Einheitsbildung der Nation betrifft. Da aber, und das ist die entscheidende Erkenntnis, jede echte Gemeinschaftsbildung in Wirklichkeit nur durch Menschen geschaffen werden kann, welche die Gemeinschaft zu führen berufen sind, so ergibt sich, daß die Einheit der Nation niemals durch abstrakte Institutionen und durch allgemeine Gesetze, sondern immer nur durch konkrete Gliederungen bestimmt werden kann. Mit anderen Worten: Jede politische Einheit kann nur als rangordnungsmäßig gegliederte Einheit in Erscheinung treten, oder anders ausgedrückt, der Sinn des Politischen vollendet sich in der Aufgabe der rangordnungsmäßigen Gliederung der Nation. Damit wird eine Ordnung, die auch in dem bisherigen System dauernd latent vorhanden gewesen, aber ebenso dauernd nicht beachtet worden war, offen zum entscheidenden Lebensgrundsatz erhoben. Daraus ergibt sich auch, daß es keine wirtschaftliche, wissenschaftliche und völkische Betätigungsform geben kann, die sich nicht diesem politischen System eindeutig an bestimmter Stelle einordnen ließe. Die Rangordnungsbestimmung wird zur Kernfrage der politischen Gestaltung. Darum mündet das neue politische System im Grundgedanken aus in die Forderung nach der politischen Führung, und da keine Führung ohne einen Führer möglich ist, so ergibt sich hieraus, daß das rein normativ aufgebaute System der abstrakten Gleichordnung des 19. Jahrhunderts verdrängt wird von einem neuen, auf dem Führerprinzip aufgebauten, politisch bestimmten, persönlichen Einordnungssystem.

Von wesentlicher Bedeutung hierbei ist die scharfe Abgrenzung gegenüber dem formal-autoritären Prinzip der Uebergangszeit, das seine Vertreter mit einer formalen Staatsmacht auszustatten verlangte, um eine hypothetische Autorität gegen die gegenwärtige Wirklichkeit des Volkes durchzusetzen. Der Nationalsozialismus aber als völkische Bewegung sieht in seinen Führern gerade den letzten Ausdruck der völkischen Gemeinschaft. Gemeinschaft und Führer bilden die durch den Gefolgschaftsgedanken unlöslich verbundene Einheit. Darum findet alle echte politische Autorität ihre letzte Rechtfertigung nur in der völkischen Zielsetzung. Im nationalsozialistischen Weltbild erscheint darum die Autorität nicht als ein abstrakter Wert an sich wie im Weltbild eines reaktionären Konservatismus und des politischen Katholizismus, der sich mit den verschiedensten politischen Grundwerten verbinden kann. Nicht die Autorität ist das Ursprüngliche, sondern die

Volksgemeinschaft. Echte Volksgemeinschaft kann aber nur in der Führergefolgschaftsgruppierung politisch verwirklicht werden. Im selben Maße, und nur in dem Maße, wie es dem Führer gelingt, durch die Gefolgschaftsbildung zur Nation vorzustoßen, kommt ihm daher politische Autorität zu.

Aus dieser Grundauffassung heraus ist der neue Gedanke des völkischen Führerstaates erwachsen, wie man den neuen nationalsozialistischen Staat bezeichnen kann. Dieser neue Staat hat mit dem Zeitalter der Zerreißen und Zerspaltungen von Grund aus Schluß gemacht; denn der Grundsatz der umfassenden Politisierung der Nation verlangt nach einer einheitlichen politischen Führung. Außerlich tritt das zunächst in Erscheinung durch die Beseitigung der Gewaltenteilung, durch die Wiederherstellung der Regierung in ihrem vollen Umfang. Indem die Regierung nicht mehr bloße „Exekutive“, sondern echte schöpferische Führung wird, erhält sie auch folgerichtig das Recht der Gesetzgebung, ja das Recht der Verfassungsgebung. Darüber hinaus wird der politische Führergedanke auf allen anderen Gebieten, für die im liberalen Staat dualistische Entgegen- oder Gleichsetzung bestimmend war, verwirklicht. Dies gilt vornehmlich für das Verhältnis Reich und Länder, für das Verhältnis Staat und bürgerliche Gesellschaft und selbstverständlich für das Verhältnis Staat und politische Parteien.

Bei einer echten politischen Gliederung kann es nicht zwei politische, letztentscheidende Territorialgewalten nebeneinander geben; darum mußte bei der politischen Bereinigung des Verhältnisses von Reich und Ländern das Reich als einzige politische Gewalt in den Sattel gehoben werden. Der Nationalsozialismus hat die Entscheidung durch das Reichstatthaltergesetz gebracht. Das Reichsgesetz zum Neubau des Reiches hat die Entwicklung fortgeführt. Die Länder sind heute als selbständige politische Gewalten ausgeschaltet.

Schwerer zu überbrücken war vielleicht der überkommene Gegensatz von Staat und bürgerlicher Gesellschaft. Nur eine radikal-revolutionäre, mit dem politischen Ausschließlichkeitsanspruch auftretende Gesinnung konnte diesen Gegensatz überbrücken. Darin liegt vielleicht der tiefste Gehalt der nationalsozialistischen Bewegung, der diese Bewegung in schärfsten Widerspruch zu jeder Art der formal-autoritären Präsidialregierungen bringen mußte. Denn es zeugt von völligem Verkennen der politisch entscheidenden Kriterien, wenn man eine politische Bewegung einzig nach der Geltendmachung eines formalen Ausschließlichkeitsanspruches beurteilen zu können glaubt. Jeder politische Ausschließlichkeitsanspruch erhält seine letzte Rechtfertigung nur durch die Vollständigkeit der von ihm angestrebten Gemeinschaft. Nur die Tatsache, daß im Nationalsozialismus der Ausschließlichkeitsanspruch mit dem umfassenden völkischen Aufbau der Nation zusammentrifft, rechtfertigt für diese Bewegung den Anspruch auf die politische Totalität und unterscheidet sie von allen konkurrierenden autoritären Organisationen.

Als Mittel für die Ueberwindung des Gegensatzes von Staat und bürgerlicher Gesellschaft ist der berufsständische Aufbau gedacht. Völlig verfehlt wäre es, den nationalsozialistischen Staat als eine Art des Ständestaates zu betrachten. Denn dann würde die politische Macht bei den Ständen liegen. Der Nationalsozialismus erstrebt mit der Politisierung der bürgerlichen Gesellschaft und ihrer rangordnungsmäßigen Eingliederung in den politischen Gesamtbau aber gerade die völlige Politisierung der Nation, indem die bisherige freie bürgerliche Gesellschaft aus ihrer unkontrollierbaren, staatsgegnerrischen Sphäre herausgeholt



und der Bewegung planmäßig eingegliedert wird. Die politische Macht liegt allein bei den von der Bewegung eingesetzten politischen Instanzen.

Genauer zu erörtern bleibt schließlich das Verhältnis von Staat und politischen Parteien. Der Ausschließlichkeitsanspruch der nationalsozialistischen Bewegung bestimmte hier das Gesetz des Handelns. In folgerichtigem Zuendedenken dieses Grundsatzes wurden die bereits moralisch zerrütteten liberalen Parteien schließlich auch im Wege der Gesetzgebung endgültig aus dem politischen Dasein ausgelöscht. Es bedarf kaum einer besonderen Betonung, daß die NSDAP. niemals eine politische Partei im liberalen Sinne des Wortes gewesen ist. Die NSDAP. ist vielmehr der politische Stoßtrupp der Nation auf dem Wege zur totalen völkischen Mobilisierung. Darum ist auch mit der Machtübernahme die Aufgabe der NSDAP. nicht erledigt. Mit der Ausschaltung der NSDAP. würden wir tatsächlich die Wendung zum autoritären und totalen Staat vollziehen, was aufs entschiedenste abzulehnen ist.

Auch im Verhältnis Staat und Kirche hat der Nationalsozialismus neue Wege eröffnet, indem er die Ausschließlichkeit der politischen Führung für Staat und Bewegung in Anspruch nahm und Hand in Hand damit die notwendig gewordene Entpolitisierung der beiden Kirchen herbeizuführen versuchte. Das bedeutet nicht eine Herabsetzung der Kirchen, sondern eine Zurückführung der Kirche auf das ihr allein zukommende Gebiet der religiösen Betätigung. Im Zeitalter des liberalen Rückzugs der politischen Staatsgewalt mußte notwendig die Kirche ihre Macht in das freigewordene Vakuum des politischen Machtbereichs ausdehnen, woraus sich eine Fülle von politischen Unzulänglichkeiten und Meinungskämpfen ergeben mußte, die heute restlos bereinigt werden können und müssen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß der nationalsozialistische Staat niemals nur eine Abart des „autoritären“ Staates ist. Er darf überhaupt nicht auf eine Linie mit den Diktaturstaaten gebracht werden. Er ist seinem Gehalt nach etwas völlig anderes als der austrofaschistische Staat mit seiner autoritären Diktaturregierung, für die der „totale Staat“ ein notwendiges Machtwerkzeug in ihrem Kampf gegen das Volk werden mußte. Gerade darum aber ist auch die Formel vom totalen Staat nicht zutreffend für die Charakterisierung des nationalsozialistischen Staates, wie Alfred Rosenberg und Josef Goebbels mit allem Nachdruck betont haben. Die Formel ist aus der faschistischen Staatslehre entstanden und kann als Ausfluß einer römischen Staatsgesinnung angesehen werden. Wenn man freilich unter der Formel vom totalen Staat nur jene allgemeine Erkenntnis zum Ausdruck bringen will, daß der neue Staat nicht mehr gewillt ist wie der liberale Staat, sich auf ein ihm von der bürgerlichen Gesellschaft zugewiesenes Teilgebiet der Gemeinschaftsregelung zurückzuziehen, daß er also in diesem Sinne nicht mehr ein „partikulärer Staat“ ist, könnte man der Formel eine gewisse Berechtigung zuerkennen. Da aber die Lehre vom totalen Staat folgerichtig zu Ende gedacht zum allmächtigen, absoluten Staat führen muß, und da dieser Staat sehr bald in einen Gegensatz zum Volk, dem revolutionären Träger der politischen Bewegung, kommen müßte, ist diese Formel abzulehnen. Als völkischer Staat ist der nationalsozialistische Staat lediglich ein Mittel zur Verwirklichung der nationalsozialistischen völkischen Mobilisierung. Das deutsche Volk als die Gemeinschaft der Artgleichen ist der eigentliche Träger und das Ziel der gesamten politischen Bewegung.

Trotzdem ist die neue Staatsform keine Erscheinungsform der Demokratie. Die Demokratie ist eine politische Einrichtung des westlichen Menschen. Ihr politisches Formungsprinzip ist der Grundsatz der 51%. Die Grundlage der Demokratie bildet damit die Mehrheit der Individuen, die in ihrer abstrakten Eigenschaft als Menschen als völlig gleichberechtigt gelten. Der Nationalsozialismus denkt in dieser Hinsicht durchaus konkret-politisch. Die wertbildende Gemeinschaft der Rasse ist die Grundlage des Nationalsozialismus. Darum tritt hier das Volk als Gemeinschaft der Artgleichen in die politische Erscheinung. Die Führer- und Gefolgschaftsgruppierung ist die neue Form der Verwirklichung dieser völkischen Gemeinschaftsbildung, die das demokratische Summationsprinzip der 51% ersetzt.

Durch seinen rassenpolitischen Grundsatz unterscheidet sich der nationalsozialistische Staat auch grundsätzlich vom faschistischen Staat. Verschieden ist bei beiden Staatsformen insbesondere auch die Stellungnahme zur Frage des Wirtschafts- und Ständeaufbaues. Während der Faschismus von dem gegebenen Gegensatz der Arbeitnehmer und Arbeitgeber (Syndikate) ausgeht und sie lediglich durch seine Korporationen zu überbrücken versucht, hat der nationalsozialistische Staat durch seine neue ständische Gliederung, die im Gesetz zur Regelung der nationalen Arbeit nur ihren folgerichtigen Ausdruck gefunden hat, diesen liberalistischen Dualismus vollkommen überwunden.

Entscheidend für die Verschiedenheit beider Staatsformen ist aber vor allem ihr Verhältnis zu der Welt-demokratie. Während sich der deutsche Nationalsozialismus von Anfang an im schärfsten Kampf gegen die siegreichen Weltdemokratien entwickelte und dadurch von allem Anfang an zu ihrer vollkommenen Ueberwindung prädestiniert erschien, ist der römisch-faschistische Staat aus dem Lager der siegreichen Weltdemokratien selber hervorgegangen. Der faschistische Staat bedeutet lediglich den Versuch, die völlige Auflösung des liberal-demokratischen Systems zu verhindern. Man wird den faschistischen Staatstyp in diesem Sinn durchaus in eine Linie mit den verschiedenen bürgerlichen Diktaturregierungen bringen und ihn als eine Uebergangserscheinung des auf autoritärer Grundlage stabilisierten, liberal-demokratischen Zeitalters bezeichnen müssen.

Von der faschistischen Staatsauffassung unterscheidet sich der nationalsozialistische Staatsgedanke ferner wesentlich durch das von seinem Führer beim entscheidenden Kampf in den Vordergrund gestellte Legalitätsprinzip, über dessen tiefreichenden politischen Sinn sich die Theoretiker offenbar noch lange nicht klar geworden sind. Es ist wohl mehr als ein Zufall, daß ausgerechnet Mussolini bei einer der großen politischen Krisen vor der Machtübernahme dem Nationalsozialismus mangelnden Mut zur revolutionären Gewaltanwendung vorwerfen zu müssen glaubte. In dem betonten nüchternen Verzicht auf diesen Grundsatz und in seinem politischen Bekenntnis zur Legalität hat der Führer mit seltenem politischen Instinkt nicht nur verstanden, die Demokratie durch folgerechtes Zuendedenken mit ihren eigenen Waffen innerlich endgültig zu überwinden, er hat sich damit vom bloßen politischen Revolutionär zum völkischen Reformator erhoben. Das Legalitätsprinzip hat den Weg für die innere seelische Gewinnung der Nation freigegeben. Mit dem bewußten Verzicht auf die rein äußerliche Gewaltanwendung hat der Führer den Weg für den völkischen Staatsgedanken freigelegt und hat damit jegliche Form der nur autoritären, diktatorischen Staatsbegründung überwunden. Der von Mussolini so sehr



betonte Grundsatz der schöpferischen Gewaltanwendung, den er als marxistischer Syndikalist von Sorel übernommen hat, gibt dem faschistischen Staat gegenüber dem nationalsozialistischen völkischen Staatsgedanken das entscheidende Gepräge.

Es ist in letzter Zeit zu oft der Versuch gemacht worden, das Wesen des nationalsozialistischen Staates durch eine Parallelisierung mit dem faschistischen Staat zu klären. Davon sollte schon die antiromische Grundhaltung des Nationalsozialismus warnen. Die schärfste Abgrenzung gegenüber allen bürgerlichen Uebergangserscheinungen vermag erst den revolutionären neuen Ideengehalt des nationalsozialistischen

Staatstyps herauszukristallisieren. Der nationalsozialistische Staat ist nicht nur autoritärer Staat, er ist ebensowenig eine Verwirklichung des totalen Staates, er ist mehr als beides. Er ist der Versuch zur totalen völkischen Mobilmachung der Nation, er ist das politische Werkzeug eines seiner Artgemeinschaft bewußt gewordenen Volkes. In diesem Sinn bezeichnen wir ihn in klarer Entgegensetzung gegen alle übrigen in der bürgerlichen Welt heute auftretenden autoritären und faschistischen Staatsformen als eine einzigartige artgemäße politische Schöpfung des Führers, mit einem Wort: als den nationalsozialistischen völkischen Führerstaat.

## Umschau.

### Untersuchungen über Bearbeitbarkeitsfragen im Jahre 1933.

Seitdem in dieser Zeitschrift zum letzten Male der Stand der Kenntnisse über die Zerspanbarkeit von Stahl und Gußeisen geschildert wurde<sup>1)</sup>, ist eine große Zahl neuer Arbeiten hierüber veröffentlicht worden, über deren Ergebnisse zusammenfassend berichtet sei.

Hervorzuheben sind die Untersuchungen von F. Schwerd<sup>2)</sup>, der mit außerordentlich fein durchgebildeten Vorrichtungen die Vorgänge bei der Spanbildung aufgenommen hat. Diese Arbeiten versprechen, eine grundsätzliche Klärung über den Einfluß und die Entstehungsbedingungen des Schneidens anzugeben, der für das Oberflächenverhalten von ausschlaggebender Bedeutung ist. Schwerd ergänzt auf diesem Gebiete die den Lesern schon bekannten<sup>3)</sup> Ergebnisse. In einer neueren Arbeit<sup>4)</sup> geht Schwerd dazu über, die Temperaturen an verschiedenen Stellen des Spans und des Werkstückes während der Spanbildung selbst zu messen. Dies gelingt durch äußerst empfindliche Thermoelemente, auf die durch Hohlspiegel und Linsen die von den Meßstellen ausgesandten Wärmestrahlen zusammengedrängt werden. Ein Beispiel für die gefundene Temperaturverteilung gibt Abb. 1. Aus den Versuchen sei noch erwähnt, daß das Verformungsgebiet vor der Schneide mit der Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit zusammenschrumpft; gleichzeitig ergibt sich damit natürlich vor der Schneide eine höhere Temperatur als bei langsamer Zerspanung.

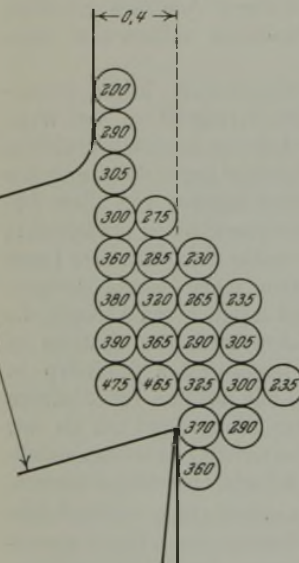


Abbildung 1. Temperaturfeld an der Spanwurzel nach F. Schwerd. (Drehen von St 41.11 mit 50 bis 60 m/min Schnittgeschwindigkeit bei 0,4 mm Spandicke.)

Schwerd prüfte auch die öfter wiederkehrende Behauptung nach, daß über eine gewisse Schnittgeschwindigkeit hinaus die Temperatur an der Schneide wieder abnimmt. Er konnte dabei wohl finden, daß die Temperatur mit steigender Schnittgeschwindigkeit immer langsamer ansteigt, er hält es aber für unwahrscheinlich, daß sie bei noch höheren Geschwindigkeiten wieder sinkt.

Es liegt auf der Hand, welchen Vorteil das Schwerdsche Temperaturmeßverfahren gegenüber dem von K. Gottwein<sup>5)</sup> hat, bei dem der Thermostrom zwischen Meißelschneide und Werkstück bestimmt wird. Während man bei der letztgenannten Meßart nicht sagen kann, welche Stelle die gemessene Temperatur hat, kann man bei dem Schwerdschen Verfahren an verschiedenen Stellen in kürzester Zeit die Temperatur finden. Das Verfahren könnte vielleicht auch noch bei anderen Verformungsvorgängen, bei denen die Temperatur eine Rolle spielt, wichtige Aufschlüsse geben.

<sup>1)</sup> F. Rapatz: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1037/45 (Werkstoffaussch. 190).

<sup>2)</sup> Z. VDI 76 (1932) S. 1257/65.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 481/91 (Werkstoffaussch. 174).

<sup>4)</sup> Z. VDI 77 (1933) S. 211/16.

<sup>5)</sup> Masch.-Bau 4 (1925) S. 1129.

A. Wallichs und H. Opitz<sup>6)</sup> untersuchten das Wesen der Spanentstehung auf andere Weise. Sie bedienten sich dabei eines Gerätes, bei dem während des Schneidvorganges durch schlagartiges Oeffnen der Spanzangen das Werkstück sofort so abgebremst wird, daß der Span praktisch in dem Zustande an der Entstehungsstelle zu beobachten ist, der den Schnittbedingungen während des Arbeitsvorganges entsprach. Zur Beurteilung der Verhältnisse bei der Spanbildung wurde die Probe angeschliffen und im geätzten Zustande untersucht. Auf diese Weise kann man die Vorgänge im Innern des Spans untersuchen, während man bei dem Schwerdschen Verfahren auf die Beobachtung der Vorgänge an der Spanoberfläche beschränkt ist. Fraglich bleibt allerdings, ob man wirklich den Zustand, wie er bei der Bewegung selbst war, erhält. Wallichs und Opitz fanden die auffallende Erscheinung, daß die Spandicke mit wachsender Schnittgeschwindigkeit zunimmt.

Eine wichtige Feststellung machten sie über die Beziehung zwischen Schnittdruck und Schnittgeschwindigkeit<sup>7)</sup>. Während bisher immer behauptet wurde, der Schnittdruck wäre von der Schnittgeschwindigkeit unabhängig, fanden Wallichs und Opitz eine sehr starke Veränderlichkeit, wofür Abb. 2 ein Beispiel gibt. W. Leyensetter<sup>8)</sup> stellte eine Abnahme des Schnittdrucks mit der Drehgeschwindigkeit fest. Daß zwischen den beiden Werten eine Abhängigkeit besteht, leuchtet jedem Werkstoffmann ein, denn die Verformungsarbeit kann bei der Veränderung der Spanform und der Temperatur an der Schneide unmöglich gleichbleiben.

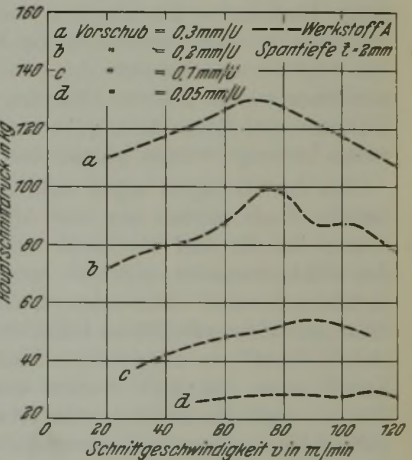


Abbildung 2. Änderung des Schnittdrucks mit der Schnittgeschwindigkeit beim Zerspanen eines Automatenstahls.

T. G. Digges<sup>9)</sup> befaßt sich mit der Kalthärtung, die durch die Spanabhebung entsteht. In Abb. 3 sind seine Ergebnisse für unlegierte Stähle zusammengefaßt; die Oberflächenhärtung nimmt danach mit steigendem Kohlenstoffgehalt ab. Dies ist begreiflich, da weichere Stähle beim Zerspanen eine stärkere Verformung erleiden. Ferner zeigte es sich, daß stärkere Späne auf dem Werkstück eine größere Kalthärtung hinterlassen als kleinere, obwohl die Späne selbst bei kleineren Querschnitten größere Verformungen erleiden. Automatenstahl unterschied sich von den übrigen weichen Stählen dadurch, daß er bei starken Spänen größere Oberflächenhärtung aufwies, während die Tiefenhärtung kleiner war; bei schwachem Span war kein Unterschied zu bemerken. Austenitischer rostfreier Stahl mit 18% Cr und 8% Ni hatte, wie zu erwarten war, auch schon bei kleinen Spänen außergewöhnlich starke Oberflächenhärtung, die beim Drehen mit

<sup>6)</sup> Z. VDI 77 (1933) S. 924/26.

<sup>7)</sup> Masch.-Bau 12 (1933) S. 303/06.

<sup>8)</sup> Masch.-Bau 11 (1932) S. 503/04; Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1184/86 (Werkstoffaussch. 241).

<sup>9)</sup> Bur. Stand. J. Res. 10 (1933) S. 77/78.



starkem Span nicht wesentlich zunahm. Der nichtrostende Automatenstahl wies im Gegensatz zu dem unlegierten Automatenstahl geringere Oberflächenhärtung auf. Man sieht also, daß sich eine klare Deutung der Zusammenhänge aus den Untersuchungen von Digges nicht ergibt.

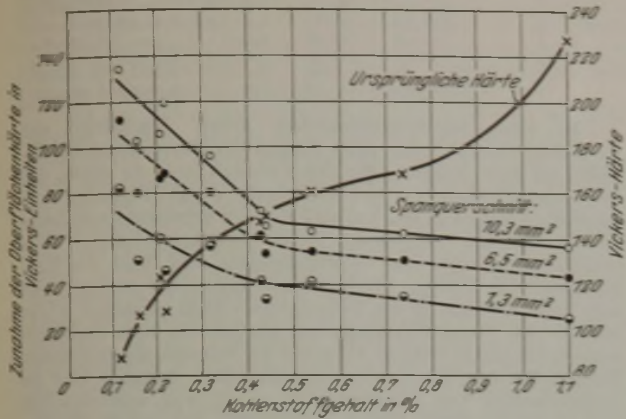


Abbildung 3. Zunahme der Oberflächenhärte von unlegierten Stählen durch Drehbearbeitung (Drehgeschwindigkeit 9,1 m/min).

Einen großen Raum im Schrifttum nehmen die Untersuchungen über die Zerspanbarkeit der einzelnen Werkstoffe beim Standzeitversuch ein. F. Langenbach<sup>10)</sup> wirft die Frage auf, ob tatsächlich vor allem die Zugfestigkeit oder

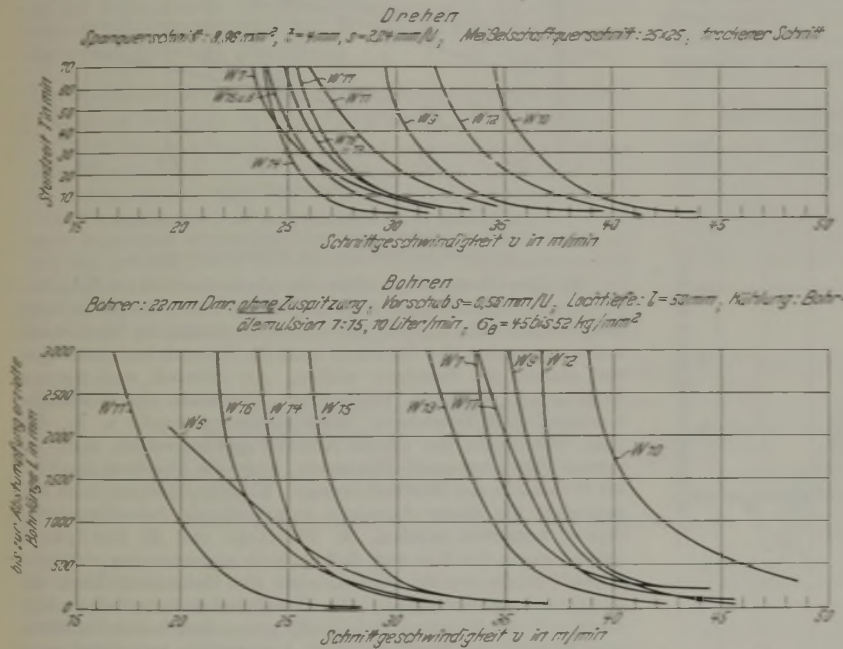


Abbildung 4. Gegenüberstellung der Zerspanbarkeit von legiertem und unlegiertem Stahlguß im Dreh- und Bohrvorgang.

auch andere Eigenschaften für die erzielbare Schnittgeschwindigkeit maßgebend seien. Er will gefunden haben, daß mehr als die Festigkeit die Streckgrenze maßgebend sein soll. Bei Durchsicht der großen Langenbachschen Versuchsreihen findet man, daß zwar überwiegend die Streckgrenze wichtiger ist, in manchen Fällen aber auch die Zugfestigkeit; ein endgültiges Urteil läßt die Arbeit aber nicht zu. Bei Betrachtung aller übrigen Veröffentlichungen über diesen Gegenstand scheint es dem Berichtersteller, daß die Streckgrenze wohl einen gewissen Einfluß hat, daß aber die Zugfestigkeit für die Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit  $V_{60}$  für eine Meißelhaltbarkeit von 60 min wichtiger ist als die Streckgrenze. Bei dieser Gelegenheit ist wieder darauf aufmerksam zu machen, daß man sich vor Verallgemeinerung hüten möge. Wenn man sich nicht auf die unlegierten und niedriglegierten Stähle beschränkt, sind sofort Beispiele dafür zu finden, daß weder die Streckgrenze noch die Zugfestigkeit maßgebend ist. Erinnerung sei an geglihten Schnellstahl, der weit schlechter bearbeitbar ist als gleich fester vergüteter Chrom-Nickel-Stahl, der

<sup>10)</sup> Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Aachen 1932 (Essen: Graphische Anstalt der Fa. Fried. Krupp A.-G. 1932).

Zahlentafel 1. Feststellungen von A. Wallichs und H. Opitz über die Drehbarkeit verschiedener Automatenstähle.

Werkstoff	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Zugfestigkeit $k_g/mm^2$	Dehnung %	Schnittgeschwindigkeit in m/min für eine Standzeit von		
								60 min	120 min	480 min
A	0,07	0,0	0,64	0,093	0,20	61,5	13,5	78	74	67
B	0,10	0,21	0,84	0,098	—	70,0	12,0	38	34	27
C	0,10	5)	—	—	—	63,4	10,0	60	54	45

) Im Elektroofen erschmolzen, mit Silizium beruhigt vergossen.

aber wenig Karbide enthält<sup>11)</sup>, ferner an den austenitischen Manganstahl, der bei sehr niedriger Streckgrenze außerordentlich schwer zu bearbeiten ist. Wenn also überhaupt eine Beziehung der  $V_{60}$ -Zahl zur Zugfestigkeit oder Streckgrenze besteht, so kann sie nur für unlegierte oder schwachlegierte Stähle gelten.

Ueber das Bohren liegen wichtige Untersuchungen aus dem Werkzeugmaschinenlaboratorium an der Technischen Hochschule in Aachen vor. A. Wallichs und H. Beutel<sup>12)</sup> fanden bei Stahlguß eine Abhängigkeit der Bearbeitbarkeit von der Zugfestigkeit nur in großen Zügen, da beim Bohren sekundäre Vorgänge, vor allem die Spanentfernung, eine große Rolle spielen, weshalb zähe Werkstoffe bei gleicher Festigkeit schwerer bohrbar sind, als man nach ihrer Bearbeitbarkeit beim Drehen annehmen könnte. Abb. 4 gibt eine Gegenüberstellung der Zerspanbarkeit von Stahlguß beim Dreh- und Bohrvorgang; beim Bohren ist als Kennzahl in bekannter Weise nicht die  $V_{60}$ -Zahl, sondern die Geschwindigkeit, die bei einer Bohrlänge von 2000 mm erreicht wird, herangezogen. Aus den Versuchen ergab sich auch, daß die Reihenfolge der Bearbeitbarkeit beim Drehen und Bohren ganz verschieden ist. Mehr als bei anderen Zerspanungsvorgängen spielt die Schneidform eine Rolle. Die auftretenden Schnittkräfte hingen trotz starker Streuung in gewissem Maße von der Härte der untersuchten Stahlgußsorten ab. A. Wallichs und W. Mendelson<sup>13)</sup> stellten Gesetze für die Bohrbarkeit des Gußeisens auf. Hierbei fand sich ein besserer Zusammenhang mit der Drehbarkeit als beim Stahl-

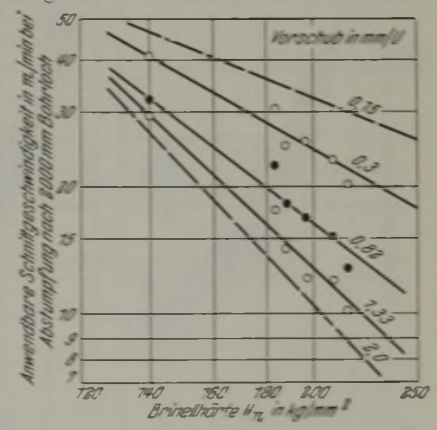


Abbildung 5. Bohrbarkeitskennzahlen von Gußeisen.

guß. Die Erklärung liegt darin, daß die Spanentfernung bei Guß keine Schwierigkeiten macht. Die Bohrbarkeitskennzahlen des Gußeisens sind aus Abb. 5 zu ersehen.

Die Bearbeitbarkeit der Automatenstähle beschäftigte in verstärktem Maße die Zerspanungsforschung. Wallichs und Opitz<sup>7)</sup> fanden auf Grund von Standzeit-Schnittgeschwindigkeitskurven, daß im allgemeinen unruhig vergossene Stähle bessere Bearbeitbarkeit haben. Es gelang aber auch, durch besondere Schmelzföhrung und Wahl einer bestimmten chemischen Zusammensetzung einen neuartigen beruhigten Automatenstahl zu schaffen, der an Zerspanbarkeit dem unberuhigten nahekommt; nähere Angaben über Schmelzföhrung und Zusammensetzung werden leider nicht gemacht. Wie groß die Unterschiede in der Zerspanbarkeit ungefähr gleich fester Automatenstähle sind, zeigt Abb. 6. Bemerkenswert sind bei längerer Drehdauer auch die zulässigen Schnittgeschwindigkeiten; nach Zahlentafel 1 unterschei-

<sup>11)</sup> Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1040 (Werkstoffaussch. 190).  
<sup>12)</sup> Gießerei 19 (1932) S. 241/47.  
<sup>13)</sup> Ber. betriebswissensch. Arb. (Berlin: VDI-Verlag) 8 (1932) S. 19/24; Masch.-Bau 12 (1933) S. 402/04.



den sie sich für 120 und 480 min Standzeit von denen für 60 min nicht so sehr, wie man oft annahm. Wallichs und Opitz untersuchten auch die Eignung der Schnittdruckmessung als Kurzprüfverfahren der Automatenstähle. Sie fanden, daß bei gleicher chemischer Zusammensetzung die Schnittdruckmessung zur Ueberwachung der Gleichmäßigkeit der Schmelzen und der Verarbeitung verwendbar ist. Die Verfasser geben schließlich

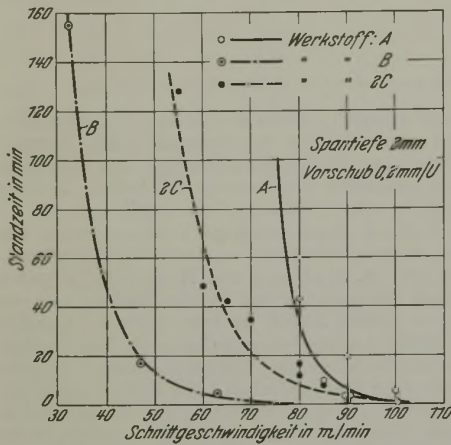


Abbildung 6. Standzeit-Schnittgeschwindigkeits-Kurven für die Automatenstähle nach Zahlentafel 1.

ein Meßverfahren an, um die Oberflächengüte durch eine Absturzkurve zahlenmäßig festzulegen. W. Melle<sup>14)</sup> faßt die verschiedenen Ansprüche an Automatenstähle zusammen. Er teilt die physikalischen Eigenschaften nach dem Schwefel- und Phosphorgehalt ein und weist darauf hin, daß man den Automatenstahl nicht allein nach der Bearbeitbarkeit, sondern in vielen Fällen auch nach seinem Verhalten bei der Einsatzhärtung beurteilen muß.

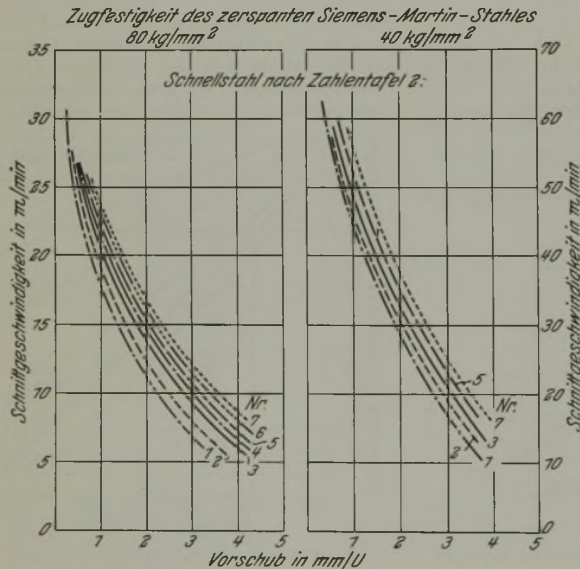


Abbildung 7. Für 1 h Standzeit zulässige Schnittgeschwindigkeit bei verschiedenen Meißelwerkstoffen (Spantiefe 4 mm).

Bemerkenswert sind die Versuche, auch hochlegierte Stähle durch Befügung von Zeilen bildenden Elementen, ähnlich wie Automatenstahl, bearbeitbar zu machen. Bekannt sind die Versuche, den nichtrostenden Stahl mit Zirkon- oder Molybdän-sulfid zu versetzen<sup>15)</sup>. Neuer ist es, einen Stahl mit 18% Cr und 8% Ni durch Zusatz von etwa 0,25% Selen besser bearbeitbar zu machen<sup>16)</sup>.

An Sonderuntersuchungen ist zu erwähnen die Arbeit von A. Pampel<sup>17)</sup> über die Vorgänge beim Mutterngewindebohren. Obgleich die Zugfestigkeit der untersuchten Stähle zwischen 35 und 64 kg/mm<sup>2</sup> schwankt, war eine eindeutige Beziehung zur Zerspanung nicht zu finden.

<sup>14)</sup> Werkst.-Techn. 27 (1933) S. 371/73.

<sup>15)</sup> Vgl. Trans. Amer. Soc. mech. Engr. 53 (1931) MSP-53-6, S. 41/55; Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 20 (1932) S. 549/76.

<sup>16)</sup> Masch.-Bau 11 (1932) S. 451; Iron Age 130 (1932) Nr. 11, S. 404/05; Steel 91 (1932) Nr. 13, S. 23/25.

<sup>17)</sup> Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Dresden 1931; Wiss. Veröff. Bauer & Schaurte, A.-G., Neuß (1933).

Zahlentafel 2. Zusammensetzung neuzeitlicher Schnellarbeitsstähle.

Stahl Nr.	C %	W %	V %	Mo %	Co %
1	0,6—0,8	14—18	0,8—0,2	—	—
2	0,6—0,8	18—20	1,5—1,0	—	—
3	0,8—1,0	18—25	2,5—1,2	0,0—1,2	—
4	0,6—0,9	18—20	2,0—1,2	—	2—3
5	0,6—0,9	17—20	1,8—1,0	0,0—1,0	4—6
6	0,6—0,85	17—20	1,6—1,0	0,0—1,0	9—12
7	0,6—0,85	17—20	1,6—1,0	0,0—1,0	16—20

In einer zusammenfassenden Arbeit beschäftigt sich H. Schallbroch<sup>18)</sup> mit allen Fragen der Zerspanbarkeit. Er wähnt sei seine Ansicht über den Feinschnitt. Er meint, daß die Zerspanbarkeit im Schlichtschnitt durch Versuche noch keineswegs festgelegt sei, und daß sich die Ergebnisse vom Grobschnitt auf den Feinschnitt nicht übertragen ließen. Beim Schlichten ist außer der Oberflächengüte auch noch die Maßhaltigkeit von Belang. Die bisherigen Ergebnisse erlauben noch kein Urteil darüber, ob der Schneidenverschleiß allmählich erfolgt oder ob das Verschleißkennzeichen ähnlich wie beim Standzeitversuch mit einem völligen Ausgeben der Schneide zusammenfällt. Bei Schallbroch finden sich zum ersten Male Angaben über die Zerspanbarkeit von Sonderstählen, z. B. von austenitischem und hitzebeständigem Chrom-Nickel-Stahl und verschleißfestem Stahl mit 12% Mn.

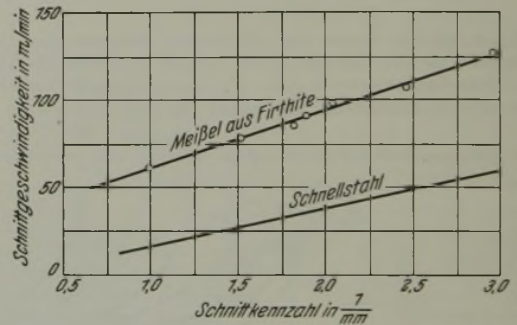


Abbildung 8. Abhängigkeit der für 1 h Standzeit zulässigen Schnittgeschwindigkeit von der Schnittkennzahl bei Firthite- und Schnellstahlmeißeln.

In einer Betrachtung über die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit spricht W. Leyensetter<sup>19)</sup> die Befürchtung aus, daß man die V<sub>60</sub>-Zahl zu sehr überschätze. In Wirklichkeit müsse man neben der Standzeit auch die Rüstzeit berücksichtigen und danach die Standzeit wählen. Als Rüstzeit wird die zum Ausspannen, Schleifen, Einspannen, Einrichten des Werkzeuges benötigte Zeit bezeichnet. Eine Rechnung ergebe z. B., daß beim Schruppen der Chrom-Nickel-Vergütungsstähle dann am wirtschaftlichsten gearbeitet werde, wenn die Standzeit das Vier- bis Sechsfache der Rüstzeit betrage. Es müsse also für jeden Fall gesondert die dieser Standzeit entsprechende Schnittgeschwindigkeit bestimmt werden. A. Wallichs und H. Schöpke<sup>20)</sup> sind hingegen der Meinung, daß dadurch nennenswerte praktische Vorteile nicht erzielt werden, aber die Uebersichtlichkeit unnötigerweise verlorengeht. Der Berichterstatter bemerkt hierzu noch, daß eine Geschwindigkeit, die genau dem besten Verhältnis von Rüstzeit zu Standzeit nach Leyensetter entspricht, unter Umständen nicht erreicht werden kann, weil die Maschine nicht leistungsfähig genug ist. Dieser Fall dürfte vor allem bei Anwendung von hochwertigen Schneidmetallen und nicht ganz leistungsfähigen Maschinen vorliegen, wo die Standzeit notwendig länger sein muß als die nach Leyensetter theoretisch beste. Man könnte nun weiter folgern, daß man in solchen Fällen, um wirtschaftlich zu sein, zu einem weniger leistungsfähigen Werkzeug übergehen muß. Es erscheint aber sehr fraglich, ob dieser Schluß richtig ist, da die Aufwendungskosten zwischen den einzelnen Werkzeugarten eine große Rolle spielen und sicher noch nicht eindeutig erfaßt sind.

Aus den Untersuchungen über die Werkzeugwerkstoffe sei die Arbeit von F. Rapatz<sup>21)</sup> erwähnt, der die V<sub>60</sub>-Zahl für verschiedene Schnellstähle nach Zahlentafel 2 angibt (Abb. 7). M. Kurrein<sup>22)</sup> vermittelt eine Uebersicht über die Verwendung der Schneidmetalle. Ueber die Schneidhaltigkeit der Karbidwerk-

<sup>18)</sup> Z. VDI 77 (1933) S. 965/71; Masch.-Bau 12 (1933) S. 237/40 u. 316.

<sup>19)</sup> AWF-Mitt. 15 (1933) S. 29/32.

<sup>20)</sup> AWF-Mitt. 15 (1933) S. 53/56.

<sup>21)</sup> Werkst.-Techn. 27 (1933) S. 88/91.

<sup>22)</sup> Masch.-Bau 15 (1933) S. 67/70.



zeuge sei auf die frühere Veröffentlichung<sup>23)</sup> und die Werbeschriften der Karbidmetall erzeugenden Werke verwiesen. Ergänzend seien hier Standzeitversuche mit Firthite T 64, einem Wolframkarbid mit großen Mengen Tantalkarbid, angeführt<sup>24)</sup>. In Abb. 8 ist die  $V_{90}$ -Zahl für das Zerspanen eines unlegierten Stahles mit 78 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit wiedergegeben, wobei die Abszisse das Verhältnis der Schneidkantenlänge zum Spanquerschnitt ist; die untere, vom Berichtersteller eingezeichnete Linie gibt die entsprechenden Werte für Schnellstahl an. Die heutigen deutschen Schneidmetalle zeigen eine noch größere Überlegenheit.

Bei den Schneidmetalllegierungen zeigt sich die merkwürdige Tatsache, daß die Mehrleistung gegenüber Schnellstahl nicht bei allen Werkstoffen gleich ist und daß sich auch die Schneidmetalle untereinander verschieden verhalten. So sind die Hartmetalllegierungen, die auf der Grundlage des Wolframkarbides aufgebaut sind, dem Schnellstahl bei Bearbeitung von Gußeisen mehr überlegen als bei der Bearbeitung von Stahl; bei anderen Schneidmetallen, z. B. den Titankarbid enthaltenden, ist es umgekehrt, d. h. sie zeigen sich auf Stahl überlegener als auf Gußeisen. Dieses verschiedene Verhalten überrascht zunächst, da das Titankarbid abnutzungsbeständiger als das Wolframkarbid ist und man deshalb für alle Bearbeitungsvorgänge eine Überlegenheit des Titankarbidmetalles annehmen müßte. Die Erklärung liegt vielleicht darin, daß das Titankarbid die Wärme bedeutend schlechter leitet als das Wolframkarbid. Bei solchen Zerspanungsvorgängen wie bei der Bearbeitung von Stahl, bei denen der Span über eine größere Fläche der Messerbrust abrollt, verteilt sich die Wärme trotz der schlechteren Wärmeleitfähigkeit. Wenn hingegen, wie bei der Zerspanung von Gußeisen, Hartguss und ähnlichen spröden Körpern, kein abrollender Span entsteht, sondern die Späne unmittelbar an der Schneidkante abbrechen, so staut sich die Wärme bei schlecht leitenden Metallen dort an, und die Schneide wird trotz der großen Kalthärte abgerieben.

Franz Rapatz.

### Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb<sup>1)</sup>.

Kontinuierliches Rohrwalzwerk der Bauart Foren.

R. A. Fiske<sup>2)</sup> beschreibt ein neu erbautes kontinuierliches Rohrwalzwerk, das von der Globe Steel Tubes Co. in Milwaukee in Zusammenarbeit mit dem schwedischen Ingenieur Pehr A. Foren erbaut wurde. Das Walzwerk wird als Forensches Walzwerk bezeichnet. Im wesentlichen ist dieses neue Walzwerk ein mit den neuesten Mitteln der Technik ausgestattetes kontinuierliches Rohrwalzwerk, wie es in seiner alten Form in Deutschland als Fassl-Walzwerk bekannt ist. Von diesem unterscheidet es sich hauptsächlich dadurch, daß jedes Gerüst einen eigenen

Abstreifgerüst auf ein Kühlbett ablaufen oder es wird einem Reduzierwalzwerk üblicher Bauart, bestehend aus zwei Gruppen von je dreizehn Gerüsten, zugeführt.

Das wesentlichste Merkmal des Forenschen Walzwerks ist der elektrische Einzelantrieb jedes Gerüstes. Jeder Motor hat einen Strommesser und einen Geschwindigkeitsanzeiger. Die Geschwindigkeit regelt ein Steuermann mit Hilfe zweier Regelwiderstände, von denen der eine für die Grobeinstellung und der andere für die Feineinstellung dient. Die Drehzahl der Motoren muß äußerst genau eingestellt und eingehalten werden, so daß kein Zug und Druck zwischen den Gerüsten entsteht. Für die Schwankungen in der Drehzahl der Motoren sind 0,2 bis 0,3 % zugelassen, d. h. ein Motor mit 1000 U/min darf nur um zwei bis drei Umdrehungen schwanken. In dieser Anordnung ist der größte Fortschritt gegenüber dem Fassl-Walzwerk zu erblicken.

Mit dem Walzwerk der Bauart Foren können angeblich Rohre von etwa 30 m Länge und von 25 bis 102 mm Dmr. hergestellt werden. Die Leistung soll sechs Rohre von 10 m Länge in der Minute, d. h. 360 Rohre von insgesamt 3600 m/h betragen. Die äußerste Leistung ähnlicher Abmessungen in deutschen Walzwerken lag bisher bei etwa 1400 m/h. Die Wandstärken, die dieses Walzwerk liefert, sollen bei allen Abmessungen zwischen 25 und 102 mm Dmr. in Stärken bis herab zu 0,95 mm herstellbar sein, was besonders beachtlich wäre. Die Umstellungszeit auf andere Wandstärken bei gleicher Außenabmessung dauert 5 min. Die Umstellungszeit auf einen anderen Rohrdurchmesser wird nicht angegeben.

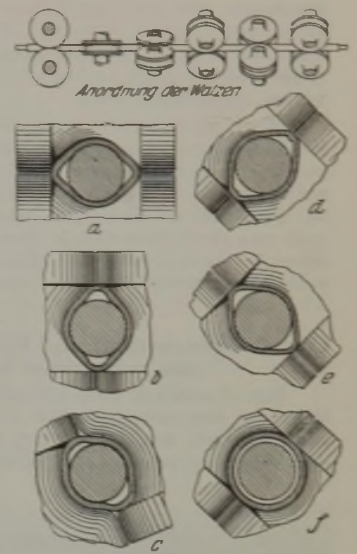


Abbildung 2. Kalibrierung der Walzgerüste.

Sobald der Dorn das letzte Gerüst verlassen hat, greift selbsttätig ein Greifer den Knauf des Dornes, und das Rohr wird von zwei Abstreifwalzen vom Dorn gezogen.

Die weitere Bewegung des Rohres und des Dornes wird durch „elektrische Augen“ selbsttätig gesteuert. Sobald das Rohr die Abstreifwalzen verlassen hat, wird der Dorn selbsttätig vom Rollgang entfernt, durch ein Kühlbecken und über einen Rollgang auf die Eintrittsseite des Walzwerks zurückbefördert. Das Rohr kann aus dem

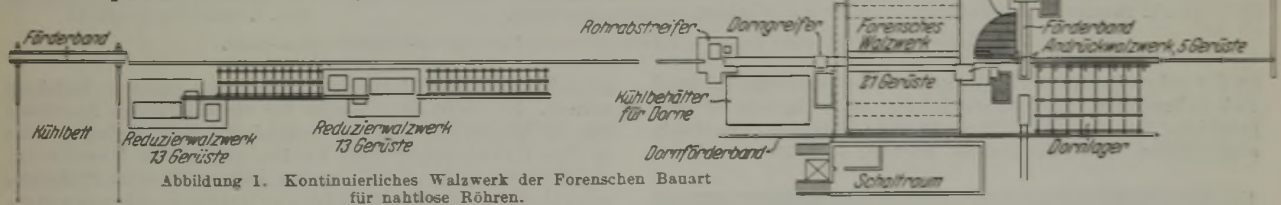


Abbildung 1. Kontinuierliches Walzwerk der Forenschen Bauart für nahtlose Röhren.

elektrischen Antrieb hat, der mit den bei anderen kontinuierlichen Walzwerken bekannten elektrischen Schalt- und Steuerungseinrichtungen äußerst genau geregelt werden kann.

Aus einem ölfefeuerten Rollofen läuft der Rundknüppel einem gewöhnlichen Schrägwalzwerk zu (Abb. 1). In die dem Schrägwalzwerk entfallende Hülse von rd. 6 m Länge wird ein glatter zylindrischer Dorn, der am hinteren Ende einen Halteknopf hat, eingeführt derart, daß ein Drittel seiner Länge über das vordere Ende der Hülse hinausragt, weil der Dorn im Walzwerk eine mittlere Geschwindigkeit annimmt und das vordere Ende des Rohres deshalb über ihn hinweg nach vorne gleitet.

Das kontinuierliche Walzwerk besteht praktisch aus 26 Gerüsten. Die ersten fünf Gerüste dienen nicht der Wandstärkenverminderung, sondern nur dem Zweck, die Hülse, die anscheinend nicht unbedeutend größer in der lichten Weite als der Dorn ist, allseitig fest auf den Dorn zu pressen. Die eigentliche Walz- und Streckarbeit wird in den anschließenden siebzehn Arbeitsgerüsten geleistet.

Die Kalibrierung dieser siebzehn Arbeitsgerüste scheint der Gegenstand der Schutzrechte Forens<sup>3)</sup> zu sein. Diese Kalibrie-

<sup>23)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1037/45.

<sup>24)</sup> M. F. Judkins und W. C. Uecker: AWF-Mitt. 15 (1933) S. 77/80 u. 99.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 398.

<sup>2)</sup> Iron Age 133 (1934) Nr. 11, S. 24/27.

<sup>3)</sup> Amer. Pat. Nr. 1 858 990 vom 17. Mai 1932.



Ein Nachteil dieses Walzwerkes dürfte darin liegen, daß bei der hohen fünffachen Streckung das Walzgut an sechzehn Stellen unter hohem Druck überall mit verschiedener Geschwindigkeit über den Dorn gleitet, weil sich der Dorn ja nur der Geschwindigkeit eines Gerüsts anpaßt. Da außerdem das Walzgut vielfach rund am Dorn anliegt, ist bei den kleinen Abmessungen mit einer erheblichen Erwärmung der Dornstange zu rechnen. Hieraus dürfte sich ein nicht unbeträchtlicher Dornverschleiß ergeben. Es mag natürlich sein, daß dieser erhöhte Dornverschleiß durch andere wirtschaftliche Vorzüge des Walzwerkes wettgemacht wird.

Wenn man die Bedeutung dieses Walzwerkes für Deutschland abschätzt, so entsprechen die gewiß hohen Anlagekosten und die gewaltige Leistungsfähigkeit bei gleicher Abmessung nicht unseren Verhältnissen. Erst wenn man an den Ersatz des geschweißten Gasrohres durch das nahtlose Rohr denkt, muß man dieses Walzwerk in Betracht ziehen. Die Entwicklung neuer Rohrwalzverfahren in Deutschland dürfte aber in Kürze auch dieses Bedürfnis auf billigere und einfachere Art lösen.

Fritz Kocks.

### Oberflächenzustand und Entstehung von Beizrissen an gehärteten Stahlstücken.

Bemerkenswerte Beobachtungen über die Entstehung von Beizrissen wurden gelegentlich an einem Kaltschmiedestempel aus Stahl mit 0,35 % C, 1,2 % Cr, 4,2 % Ni und 0,9 % W gemacht, der nach mehrfacher Härtung verbeizt wurde. Der

Salzsäure (1:1) gebeizt. Da bei dem Spannungszustand des gehärteten Stempels die Verwendung heißer Beizlösungen durchaus unzulässig ist, entstanden dabei zahlreiche Beizrisse, die je nach Oberflächenbeschaffenheit stark unterschiedlich angeordnet waren. Um diese Zusammenhänge stärker hervortreten zu lassen, wurde die zweite Hälfte des Stempels absichtlich noch stärker verbeizt und hierzu  $\frac{1}{2}$  h in der Beizlösung gekocht. Das Aussehen der verschiedenartig bearbeiteten Flächen gestattet eigenartige Einblicke in den Zusammenhang von Beizrißbildung mit geringen Oberflächenunebenheiten sowie Spannungszustand bei gehärteten Stahlteilen.

Auf der vor der letzten Härtung geschliffenen Seitenfläche waren die Beizrisse ziemlich regellos verteilt (Abb. 1). An einem Brinelldruck, der nach der letzten Härtung, also vor der Beizung, an der stärker verbeizten Hälfte angebracht wurde, verliefen die Beizrisse radial; diese strahlige Anordnung kennzeichnet die richtende Wirkung einer durch die Kaltverformung erzeugten Spannungserhöhung. An der gedrehten Stirnfläche hatten die Beizrisse eine ähnliche ringartige Anordnung wie die Drehriefen (Abb. 2). Dagegen lag auf der gehobelten Fläche eine dem Verlauf der Hobelriefen entsprechende Längsrichtung vor, die noch klarer in der etwas schwächer gebeizten Hälfte zu erkennen war (Abb. 3). Da der Stempel nach der Bearbeitung mehrfach gehärtet wurde, schaltet eine Wirkung von Bearbeitungsspannungen auf diese Anordnung der Beizrisse aus. Ebensovienig kann ein an den Seitenflächen längs, im Querschnitt ringartig richtender Einfluß des Faserverlaufes angenommen werden, da an der

$\frac{1}{2}$  natürliche Größe.



Abb. 1. Geschliffene Oberfläche.

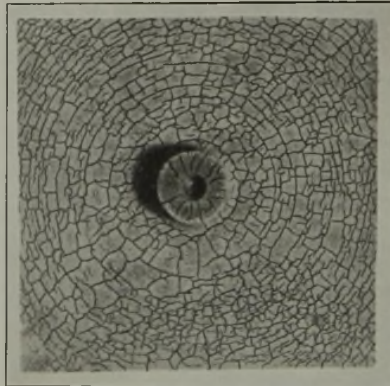


Abb. 2. Gedrehte Oberfläche.

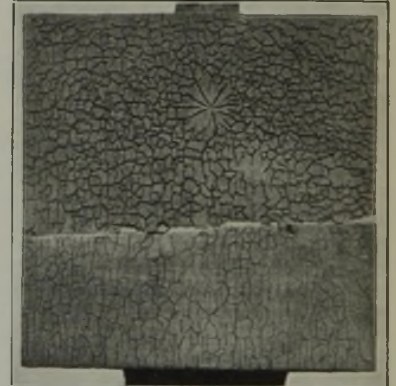


Abb. 3. Gehobelte Oberfläche.

Abbildungen 1 bis 3. Beizrisse an einem gehärteten Stempel aus Chrom-Nickel-Wolfram-Stahl.

an der Stirnseite durch Drehen und an den Seitenflächen durch Hobeln bearbeitete Stempel war bei der ersten Härtung zu weich geblieben. Für eine Shore-Härteprüfung wurde eine Seitenfläche angeschliffen. Nach der zweiten Härtung von 830° in Öl war

× 2

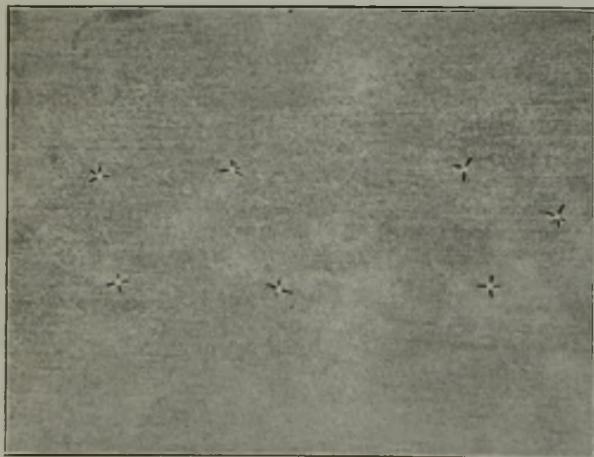


Abbildung 4. Beizrisse, von Rockwell-Eindrücken ausgehend. (Abschreckgehärteter Stahl mit 1,9 % C und 12 % Cr, Härte 65 bis 66 Rockwell-C-Einheiten.)

eine ausreichende Härte von 514 Brinelleinheiten erreicht worden, doch war der Stempel beim Härten gerissen. Zur Klärung der Rißursache wurde der Stempel durchgebrochen und eine Hälfte zur Entwicklung des Rißverlaufes für 10 min in heißer, verdünnter

geschliffenen Seitenfläche eine vollkommen regellose Verteilung auftrat. Es bleibt als Ursache für die eigenartige Anordnung nur die Möglichkeit eines unterschiedlichen Beizangriffes in den Erhöhungen und Vertiefungen der Oberfläche, vielleicht als Folge des Ansetzens kleiner Wasserstoffbläschen, oder aber eines durch die Härtung hervorgerufenen unterschiedlichen Spannungszustandes in den Unebenheiten.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß auch in der gehobelten Fläche (Abb. 3) der strahlenartige Beizrißverlauf in der Umgebung eines Brinelldruckes als Folge von zusätzlichen Kaltverformungsspannungen zu beobachten ist. Daß durch derartige Verformungsspannungen bei gehärteten Teilen sogar eine erhöhte Empfindlichkeit gegen Beizrißbildung hervorgerufen wird, geht z. B. daraus hervor, daß auch bei vorsichtigem Beizen gehärteter Stücke in kalter Säure bei vorausgehender Rockwellprüfung an den Eindrücken vielfach eine feine Rißbildung, wie in Abb. 4 gezeigt, einsetzt, während die übrigen Flächen unbeeinträchtigt bleiben. Für eine Prüfung von gehärteten Werkzeugen auf vorhandene Risse durch Beizen ist also die durch zusätzliche Spannungen, die u. a. an starken Schleifkratzern, Richtschlägen oder Stoßstellen vorliegen können, verstärkte Empfindlichkeit gegen Beizrißbildung zu beachten.

Hans Schrader.

### Fritz W. Lürmann.

Zu seinem 100. Geburtstage am 31. Mai 1934.

„Die Schlackenform ist so klein und unbedeutend, daß sie kaum mit meinem Namen verknüpft ist. Die Schmelzer an den Hochöfen wissen gar nicht, wer sie zuerst gemacht hat und woher sie eigentlich stammt. Als das kleine Ding im Jahre 1867 bei den Hochöfen eingeführt wurde, da machten die größten Hochöfen im hiesigen Revier 70 000 Pfund Roheisen. Das waren 35 t oder  $3\frac{1}{2}$  Eisenbahnwagenladungen. Heute erzeugt ein Hochofen im



Revier 625 t an einem Tage . . . Das sind 62½ Wagenladungen, das ist ein tüchtiger Eisenbahnzug.“ Mit diesen Worten beantwortete Fritz W. Lürmann am 3. Mai 1914 den Beschluß der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, ihn zu seinem bevorstehenden 80. Geburtstag zum Ehrenmitgliede zu ernennen. Obwohl die Schlackenform so unscheinbar war, ermöglichte sie erst die großen Ofeneinheiten und leitete dadurch einen neuen Zeitabschnitt in der Roheisenerzeugung ein.

Weiter gehörte Lürmann zu den Pionieren der Schlackenverwertung, denn er hat als erster Mauersteine aus granulierter Hochofenschlacke hergestellt. Endlich darf auch nicht die umfassende, beratende Tätigkeit Lürmanns übersehen werden, die sich einmal in vielen Gutachten ausdrückte und zum andern in der Planung zahlreicher Hüttenwerksneubauten sowie einzelner Oefen und Einrichtungen. Besonders ans Herz gewachsen war ihm der Hochofen, dem er zeitlebens die Treue bewahrte und über den er nicht nur zahlreiche Aufsätze in „Stahl und Eisen“ veröffentlichte, sondern auch viele Vorträge auf den Hauptversammlungen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und auf den Tagungen anderer technischer Vereine hielt. Man wird die Geschichte des Eisens in den letzten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts nicht schreiben können, ohne dabei immer wieder auf den Namen Lürmann zu stoßen.

Nach langem, arbeitsreichem Leben war ihm im Alter von 85 Jahren ein sanfter Tod beschieden.

### Vortragstagung an der Montanistischen Hochschule in Leoben.

Das Eisenhütteninstitut an der Montanistischen Hochschule Leoben veranstaltet in seiner Abteilung für Nichteisenmetalle vom 7. bis 9. Juni 1934 eine Leichtmetall-Tagung mit Vorträgen und Vorführungen durch geeignete Fachleute. Nähere Angaben sind bei dem genannten Institut zu erfahren.

### Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

#### Ueber den Formänderungswiderstand beim Walzen von Stahl in Kalibern.

Erich Siebel und Werner Lueg<sup>1)</sup> führten Walzversuche an einer 750er Trio-Fertigstraße aus und stellten dabei mit einer elastischen Meßdose den Walzdruck zwischen Oberwalze und Mittelwalze fest. Die Messungen, bei denen außerdem noch die dem Walzmotor zugeführte elektrische Leistung und die Drehzahl der Walzen bestimmt wurden, erfolgten während des gewöhnlichen Erzeugungsbetriebes ohne Änderung der Walzbedingungen. Es wurde dabei für jedes Profil eine größere Reihe von Einzelblöcken ausgewalzt. Aus den Abmessungen der Walzen und der Walzgutquerschnitte wurde sodann mit einer Näherungsformel die gedrückte Fläche zwischen Walze und Walzgut und daraus der mittlere

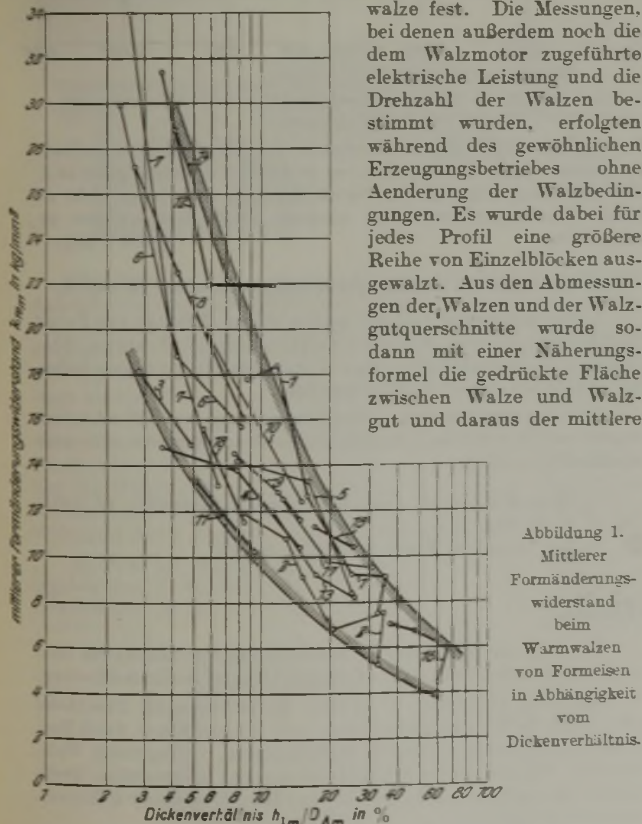


Abbildung 1.  
Mittlerer Formänderungswiderstand beim Warmwalzen von Formeisen in Abhängigkeit vom Dickenverhältnis.

Formänderungswiderstand für die einzelnen Profilvereihen bestimmt.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse zeigte, daß der Formänderungswiderstand mit fortschreitender Profilausbildung ansteigt, was durch Auftragen seiner Werte über dem Verhältnis von mittlerer Kaliberhöhe zu mittlerem Walzendurchmesser deutlich zum Ausdruck kam. Das Auftragen der aus den bekannten Versuchen von J. Puppe<sup>1)</sup> ermittelten Formänderungswiderstandswerte über dieser als Dickenverhältnis bezeichneten Bezugsgröße ergab gemäß Abb. 1, daß der Einfluß der übrigen Walzbedingungen, wie Walztemperatur, Walzgeschwindigkeit usw., hinter dem des Dickenverhältnisses zurücktritt. Auch die Ergebnisse der Walzversuche von H. Hoff und Th. Dahl<sup>2)</sup> fallen wie die der Verfasser in das in Abb. 1 dargestellte Gebiet. Dieser Abbildung können demnach für alle in Betracht kommenden Warmwalzungen von Flußstahl praktisch brauchbare Werte für den Formänderungswiderstand entnommen werden.

Fortlaufende Walzdruckaufzeichnungen mit der zu den Versuchen benutzten Meßvorrichtung gaben ein anschauliches Bild vom zeitlichen Ablauf größerer Walzfolgen und den dabei auftretenden Walzdruckschwankungen.

Werner Lueg.

#### Die Wasserstoffbrüchigkeit des Stahles in Abhängigkeit von der aufgenommenen Wasserstoffmenge.

Peter Bardenheuer und Heinrich Ploum<sup>3)</sup> verfolgten an Drahtproben verschiedener Dicke die Wasserstoffaufnahme von weichem Stahl sowohl durch Elektrolyse als auch durch Erhitzen in Wasserstoff unter verschiedenen Bedingungen. Sie fanden, daß bei elektrolytischer Beladung eine Anhäufung des aufgenommenen Wasserstoffs in der Nähe der Oberfläche vorliegt, während er bei Beladung durch Erhitzen die Probe gleichmäßig erfüllt. Im ersten Falle war die Anhäufung an der Oberfläche zum Teil auf Blasenbildung zurückzuführen.

Die Änderung der mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit von der aufgenommenen Wasserstoffmenge wurde am Biege- und Verdrehungsversuch geprüft, wobei sich zeigte, daß verhältnismäßig geringe Wasserstoffmengen eine große Brüchigkeit herbeiführen. Der Einfluß des Lagerns auf die mechanischen Eigenschaften wasserstoffbeladener Proben wurde in Abhängigkeit von der Zeit verfolgt. Die Biegezahl nimmt hierbei anfangs schnell, dann langsamer zu, bis sie allmählich bei einem Höchstwert ankommt, ohne jedoch den Wert des Ausgangszustandes wieder zu erreichen. Bei rascherem Austreiben des Wasserstoffs, z. B. beim Erhitzen in siedendem Wasser, tritt die Besserung der mechanischen Eigenschaften entsprechend schneller ein. Der schädliche Einfluß des Wasserstoffs auf die Werkstoffeigenschaften konnte auch nach seiner Entfernung aus den Proben nachgewiesen werden. Es ergab sich, daß die Biegezahl um so mehr hinter der ursprünglichen zurückbleibt, je mehr Wasserstoff im Werkstoff vorhanden und je schneller er ausgetrieben worden war. Weiterhin wurde gezeigt, daß Kaltverformung wasserstoffbeladener Proben einen Austritt von Wasserstoff zur Folge hat, und daß umgekehrt die Wasserstoffaufnahme bei Raumtemperatur mit zunehmender Kaltverformung geringer wird.

Heinrich Ploum.

#### Das Eindringen von Messinglot in den Stahl als Folge der Wasserstoffaufnahme beim Beizen.

Nach Hinweis auf die bleibende Beeinträchtigung der Werkstoffeigenschaften, die auf Spannungen und bildsame Verformung durch die Wasserstoffaufnahme zurückzuführen sind, zeigen Peter Bardenheuer und Heinrich Ploum<sup>4)</sup> an Drähten aus weichem Stahl, daß durch Wasserstoffaufnahme das interkristalline Eindringen von flüssigem Messing beim Eintauchen der Proben in das Bad verursacht werden kann, gleichgültig, ob der Wasserstoff noch im Werkstoff anwesend ist oder nicht. Lotbenetzte Proben zeigen auch im wasserstofffreien Zustand Rotbruch. Die durch Wasserstoffaufnahme herbeigeführten Schäden des Werkstoffs lassen sich durch eine nachträgliche Wärmebehandlung so weit beseitigen, daß das Messinglot nicht mehr eindringt. Bei Kohlenstoffstählen ist ein Einfluß des aufgenommenen Wasserstoffs nicht zu erkennen, da beim Eintauchen beladener sowie auch wasserstofffreier Proben das flüssige Lot den entstehenden Härterissen folgt.

Heinrich Ploum.

<sup>1)</sup> Untersuchungen über Walzdruck und Kraftbedarf beim Auswalzen von Knüppeln, Winkeln, U- und I-Eisen. (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1913.)

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 277.

<sup>3)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 16 (1934) Lfg. 11, S. 129/36.

<sup>4)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 16 (1934) Lfg. 11, S. 137/40.

<sup>1)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 16 (1934) Lfg. 9, S. 105/12.



**Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Wärmebehandlung auf die Ziehbarkeit von Stahldraht.**

Anton Pomp<sup>1)</sup> führte mit Drähten aus fünf Stählen mit Kohlenstoffgehalten von 0,36 bis 0,77 %, die bei Ofentemperaturen von 837 bis 1135° und Bleibadtemperaturen von 406 bis 542° betriebsmäßig patentiert worden waren, Ziehversuche mit Gesamtabnahmen bis zu 75 % in sechs Zügen unter Messung der Ziehkraft durch. Die Ziehbarkeit der Drähte, gemessen am Formänderungswiderstand und Formänderungswirkungsgrad, erwies sich als praktisch unabhängig von der Ofentemperatur. Mit steigender Bleibadtemperatur tritt bei den kohlenstoffreicheren Stahldrähten eine Erhöhung des Formänderungswiderstandes ein. Für den Formänderungswirkungsgrad ist die Höhe der Bleibadtemperatur praktisch nicht von Bedeutung. Mit steigendem Kohlenstoffgehalt wird der Formänderungswiderstand bei allen Abnahmen erhöht, während der Formänderungswirkungsgrad erst von Abnahmen von 70 % an eine Verschlechterung erfährt, die um so größer wird, je höher der Kohlenstoffgehalt des Stahles ist.

Anton Pomp.

**Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Patentierungsbedingungen auf die Festigkeitseigenschaften gezogener Stahldrähte.**

Die bei den Versuchen über den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Wärmebehandlung auf die Ziehbarkeit von Stahldraht<sup>2)</sup> entfallenen Proben wurden dazu verwendet, den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Patentierungsbedingungen auf die Festigkeitseigenschaften gezogener Stahldrähte zu untersuchen<sup>3)</sup>. Aus den umfangreichen Versuchsergebnissen sei die in Abb. 1 wiedergegebene Zusammenstellung herausgegriffen, die die Abhängigkeit der Zugfestigkeit, der Biege- und Verwindeszahle von der Ofentemperatur für verschiedene Bleibadtemperaturen darstellt. Sämtliche Werte entsprechen einer Abnahme von rd. 70 %, die in fünf Zügen erreicht wurde. Mit steigender Bleibadtemperatur tritt eine Erniedrigung der Zugfestigkeit ein. Der Einfluß der Bleibadtemperatur auf die Biegezahl ist je nach der Höhe des Kohlenstoffgehaltes des Stahles verschieden. Bei Stahl A mit niedrigem Kohlenstoffgehalt (0,36 %) erweist sich die Biegezahl weitgehend unabhängig von der Höhe der Bleibadtemperatur. Dagegen tritt bei dem kohlenstoffreichsten Stahl E (0,77 % C) mit sinkender Bleibadtemperatur deutlich eine Verbesserung der Biegefähigkeit ein; er erreicht die höchste Biegezahl (16) bei Ofentemperaturen von 1036 und 1135° und einer Bleibadtemperatur von 406°.

Anton Pomp.

**Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Patentierungsbedingungen auf die Festigkeitseigenschaften gezogener Stahldrähte.**

Die bei den Versuchen über den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Wärmebehandlung auf die Ziehbarkeit von Stahldraht<sup>2)</sup> entfallenen Proben wurden dazu verwendet, den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Patentierungsbedingungen auf die Festigkeitseigenschaften gezogener Stahldrähte zu untersuchen<sup>3)</sup>. Aus den umfangreichen Versuchsergebnissen sei die in Abb. 1 wiedergegebene Zusammenstellung herausgegriffen, die die Abhängigkeit der Zugfestigkeit, der Biege- und Verwindeszahle von der Ofentemperatur für verschiedene Bleibadtemperaturen darstellt.

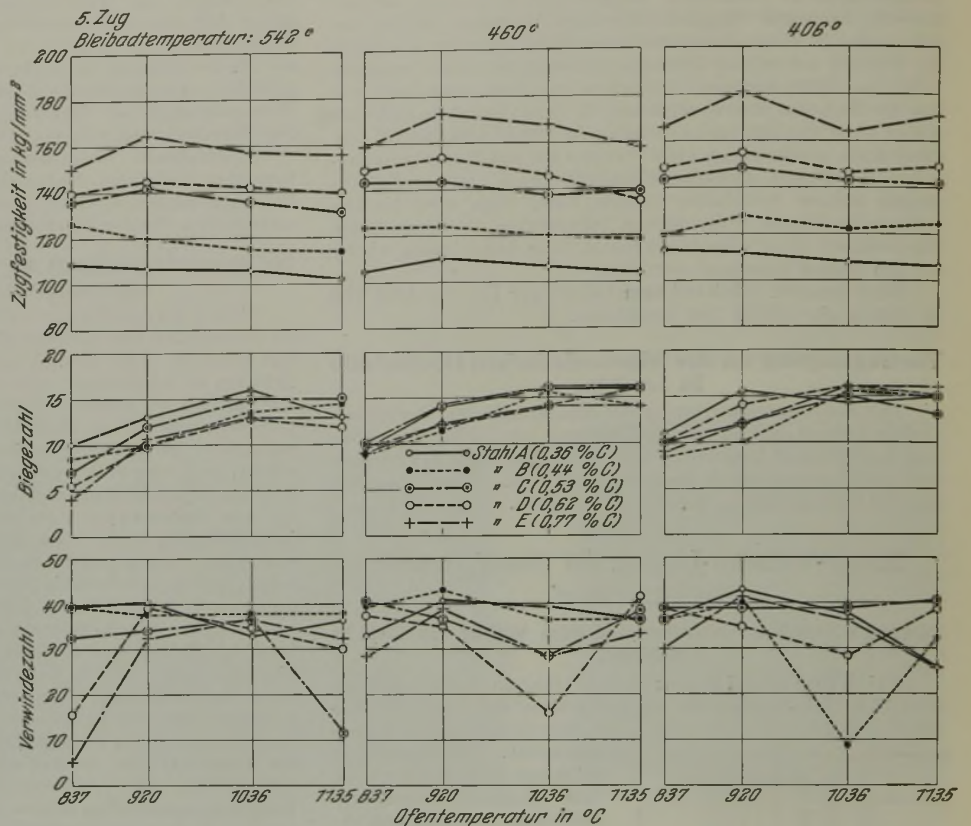


Abbildung 1. Abhängigkeit der Zugfestigkeit, der Biege- und Verwindeszahle von der Ofentemperatur für verschiedene Bleibadtemperaturen (5. Zug).

bei diesem Stahl die Verwindeszahle bei der höchsten Bleibadtemperatur 32,5, bei der mittleren 39 und bei der niedrigsten 41,5. Zur Erzielung einer guten Verwindbarkeit sind daher nicht zu hohe Ofentemperaturen und niedrige Bleibadtemperaturen zu empfehlen.

Anton Pomp.

**Zur Kenntnis des Hochfrequenz-Induktionsofens IX und X.**

Ueber den ersten Teil der beiden obigen Arbeiten von Peter Bardenheuer und Werner Bottenberg<sup>1)</sup>: Weitere Beiträge zur Metallurgie des Tiegelstahlprozesses, haben wir bereits an dieser Stelle<sup>2)</sup> berichtet.

Auf den zweiten Teil: Die Erzeugung von Werkzeugstahl in kernlosen Induktionsofen, kommen wir noch ausführlich zurück.

<sup>1)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 16 (1934) Lfg. 8, S. 93/103.

<sup>2)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 521.

**Patentbericht.**

**Deutsche Patentanmeldungen.**

(Patentblatt Nr. 21 vom 24. Mai 1934.)

Kl. 1 c, Gr. 8/10, B 156 473. Verfahren zur Schwimmaufbereitung von Erzen. H. Th. Böhme A.-G., Chemnitz.

Kl. 18 c, Gr. 1/70, K 22.30. Härtmittel. Otto Kröning, Hannover.

Kl. 18 c, Gr. 10/04, D 65 251. Wassergekühlte Gleitschiene für Wärmöfen. Dipl.-Ing. Karl Hermann Moll, Neuwied-Rasselstein.

Kl. 18 c, Gr. 11/20, K 134 575. Beschickungsvorrichtung für Ofen zum Glühen von Feinblechen. Dr. Paul Küpper, Siegen.

Kl. 24 e, Gr. 9, G 83 006. Beschickungsvorrichtung für Gaserzeuger, Schachtöfen u. dgl. Hermann Goetz, Berlin-Schöneberg.

Kl. 49 a, Gr. 13/04, C 47 221. Vorrichtung für Drehbänke oder ähnliche Werkzeugmaschinen zum Vorbearbeiten durch Entkrusten von rohen, unrunder Metallkörpern, vorzugsweise Walzblöcken, mittels eines Schneidwerkzeugs, insbesondere Drehstahls. Compagnie des Forges de Chatillon Commentry & Neuves-Maisons, Paris.

Kl. 49 c, Gr. 13/02, Sch 99 868; Zus. z. Pat. 593 588. Rotierende Schere für mehrere in Bewegung befindliche Walzadern. Paul Schnütgen, Köln.



**Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.**

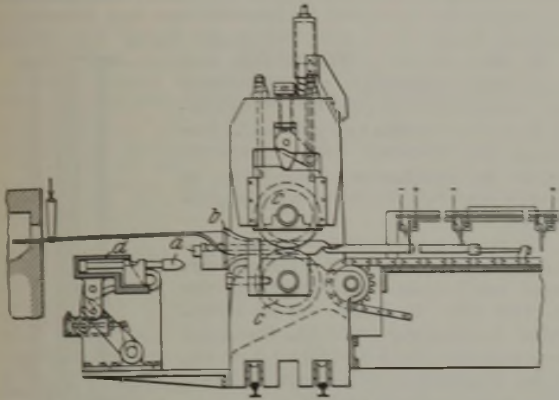
(Patentblatt Nr. 21 vom 24. Mai 1934.)

Kl. 18 c, Nr. 1 301 337 und 1 301 338. Härteofen. Otto Richter, Solingen.

Kl. 18 c, Nr. 1 301 498. Antriebsvorrichtung für den Vor-schub des durch einen Glühofen zu befördernden Glühgutes. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

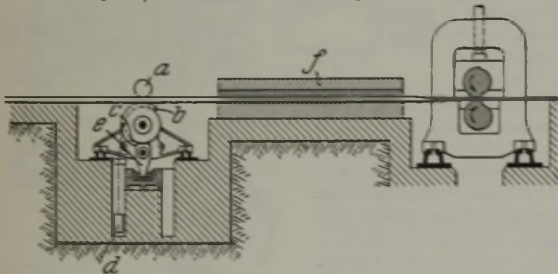
**Deutsche Reichspatente.**

Kl. 7 b, Gr. 7<sub>01</sub>, Nr. 592 065, vom 11. Dezember 1930; aus-gegeben am 31. Januar 1934. Hubert Sassmann in Mülheim (Ruhr)-Styrum. *Vorrichtung für die Herstellung überlappt geschweißter Rohre.*



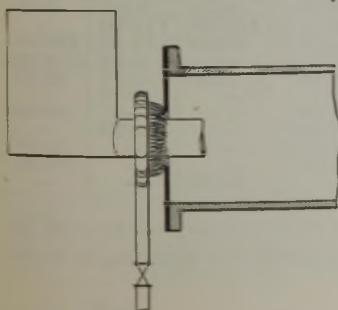
Der Dorn a wird mit der Ziehangel durch den Trichter b bis in ein angetriebenes Walzenpaar c miteingeführt. Das Schwing-schiff d nimmt den losen Dorn a auf, bringt ihn in die Arbeits-stellung und gibt ihn dort ab, dann kehrt es in seine Anfangs-stellung zurück und nimmt einen andern für das nächste Arbeits-spiel bereitzuhaltenden losen Dorn auf.

Kl. 7 a, Gr. 17<sub>01</sub>, Nr. 592 431, vom 5. Oktober 1932; aus-gegeben am 7. Februar 1934. Hoesch-KölnNeuessen A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb in Dortmund. *Rückzug-vorrichtung für Pilgerschrittrollwerke, besonders zum Walzen von dünnem Walzgut (Bändern und Blechen).*



Das Walzgut wird von den Pilgerwalzen zwischen der als Andrückvorrichtung dienenden frei laufenden Oberrolle a und der unteren mit verstellbaren Anschlägen b und c für die Hubbegren-zung versehenen Unterrolle, über die das Seil des Gegengewichtes d zum Rückziehen der Unterrolle auf- und abgewickelt wird, so lange hindurchgezogen, bis daß der rechte Rollenanschlag b auf den durch Federn einstellbaren Hebel e stößt. Lassen die Pilger-walzen das Walzgut frei, so wird das Gegengewicht die aus zwei Scheibenkörpern bestehende Seilrolle nach links zurückziehen und das Walzgut so lange mitnehmen, bis der linke Anschlag c erreicht wird. Die Wärmhaube f dient zum Warmhalten des Walzgutes durch Brenner oder elektrischen Strom.

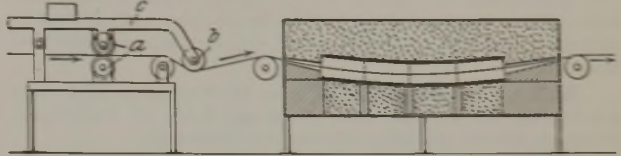
Kl. 31 e, Gr. 18<sub>01</sub>, Nr. 592 456, vom 14. Dezember 1932; aus-gegeben am 7. Februar 1934. Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk in Osnabrück. *Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Schleuder-gußhohlkörpern.*



Um den Luftzutritt in die Kokille zu hindern, wird vor der Kokillen-öffnung durch einen ring-förmigen, den Einfüll-stutzen ganz oder teil-weise umfassenden Bren-ner ein heißer Gasschleier aus brennenden Gasen auf die Einfüllöffnung gerichtet.

Kl. 18 c, Gr. 6<sub>00</sub>, Nr. 592 570, vom 19. Juni 1931; ausgegeben am 8. Februar 1934. Otto Junker G. m. b. H. in Lammers-dorf (Kr. Monschau). *Vorrichtung zur selbsttätigen Regelung des Banddurchganges bei Durchziehöfen.*

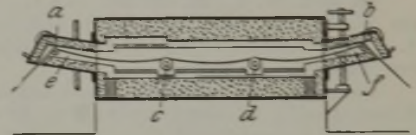
Das Band durchläuft, um einen einstellbaren Normalbrems-druck zu erreichen, vor Eintritt in den Ofen eine durch ein Lauf-gewicht oder eine Feder mit verstellbarem Zug oder Druck ein-stellbare Schleif- oder Rollenbremse a. Auf dem durchhängenden



Bandabschnitt ist zwischen der Bremse und dem Ofenanfang ein sich mit dem Durchhang hebender oder senkender Fühler b vor-gesehen, der mit der Bremse durch einen Hebel c verbunden ist; dieser Fühler betätigt die Bremsvorrichtung unmittelbar mecha-nisch in der Weise, daß er bei vermindertem Durchhang die Bremse lüftet und sie bei vergrößertem Durchhang belastet.

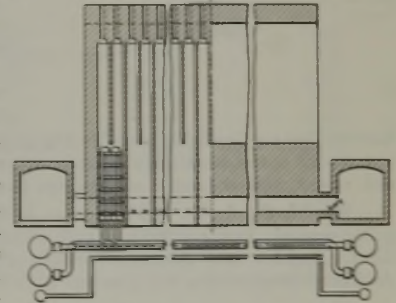
Kl. 18 c, Gr. 6<sub>00</sub>, Nr. 592 589, vom 24. April 1932; ausgegeben am 10. Februar 1934. Emil Friedrich Russ in Köln a. Rh. *Durchziehofen.*

In dem elektrischen Glühofen für Drähte und Bänder wird das Glühgut in einer Seilkurve durchhängend getragen und auf den gegenüber den eigentlichen Tragrol-len a, b tiefer liegenden Stützrollen c, d etwas abgestützt und fortbewegt, die am Ein- und Aus-laufende außerhalb der Heizzone in schwächer als diese wärme-geschützten Vorkammern e, f angeordnet sind; diese Kammern sind gegenüber dem eigentlichen Ofenkörper durch Schraubens-pindeln und Handräder in der Höhe verstellbar.



Kl. 10 a, Gr. 4<sub>15</sub>, Nr. 592 758, vom 17. Juni 1930; ausgegeben am 14. Februar 1934. Großbritannienische Priorität vom 6. August 1929. Woodall-Duckham (1920) Limited and Arthur McDougall Duckham in London. *Wärmeaustauschvorrich-tung für Rekuuperativ-öfen mit senkrechten Heiz-zügen, besonders Reku-perativ-Koksöfen.*

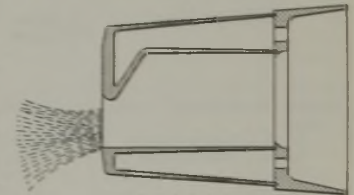
Bei Koksöfen dieser Art, bei denen die Heiz-gase in den Heizzügen aufsteigen, nach Um-kehr am oberen Ende innerhalb des gleichen Zuges abfallen und bei ihrem Austritt an die eintretenden Gase durch eine Wärmeaustausch-vorrichtung, z. B. einen aus Rohrab-schnitten widerstandsfähigen, metallischen oder sonstigen Werkstoffes zusammengesetzten Reku-perator, Wärme abgeben, wird die Wärmeaustauschvorrichtung von dem Ofenmauerwerk getrennt angeordnet und kann aus ihm als eine Einheit herausgenommen werden.



Kl. 18 a, Gr. 5, Nr. 592 760,

vom 8. Juli 1932; aus-gegeben am 14. Februar 1934. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. (Er-finder: Dipl.-Ing. Julius Stoecker in Bochum.) *Blas-form für Schachtöfen.*

Die Düsenmündung ist zur Längsachse versetzt an-geordnet und die Richtung des in den Ofen einzuführenden Windes kann dadurch verändert werden, daß die Düse um ihre Achse drehbar ist.



Kl. 18 d, Gr. 2<sub>00</sub>, Nr. 592 935, vom 29. Mai 1930; ausgegeben am 17. Februar 1934. Zusatz zum Patent 571 882 [vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 894]. Dr. Arved von Vegesack in Munk-fors Bruk, Schweden. *Herstellung von Schneidwerkzeugen mit erhöhter Schmitthaltigkeit.*

Hierzu wird ein rostsischerer Stahl mit über 1,1 bis zu 1,3 % C, 0,75 bis 1,3 % Mn, 10 bis 16 % Cr, Rest Eisen und mit den üblichen Gehalten an Silizium, Phosphor und Schwefel im gehärteten Zustande verwendet.



**Kl. 18 c, Gr. 15, Nr. 592 908**, vom 12. März 1932; ausgegeben am 17. Februar 1934. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. C. Holthaus und Dr.-Ing. W. Bertram in Dortmund.) *Verfahren zum Erkennen von Automatenstahl.*

Auf das zu untersuchende Werkstück, z. B. eine Bruchfläche des Werkstückes, wird das Prüfmittel aufgetragen, wozu in Salzsäure aufgelöste arsenige Säure verwendet wird; bei Gegenwart von Automatenstahl ruft das Prüfmittel entweder einen auf dem hohen Schwefelgehalt dieses Stahles beruhenden gelben Niederschlag hervor, oder es erfährt selbst eine deutlich sichtbare Veränderung.

**Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 592 930**, vom 16. September 1931; ausgegeben am 17. Februar 1934. Demag, A.-G., in Duisburg. *Steuerung für die Anstellvorrichtung von Walzwerken.*

Zur Verkürzung der Anstellzeit werden zwei Steuerspindeln verwendet, von denen die eine die Abschaltvorrichtung bewegt und die andere, auf der eine Anschlagmutter läuft, für die Einstellung der gewünschten Anstelllage dient, so daß beim Zusammenreffen von Schaltvorrichtung und Anschlagmutter der Anstellmotor abgeschaltet wird. Jede Steuerspindel wird durch einen besonderen Motor angetrieben. Der Motor, der die Spindel für die Abschaltvorrichtung bewegt, arbeitet im Gleichlauf mit dem Anstellmotor, dessen Drehsinn durch die vorübergehende Einstellung der Anstell-Endlage eindeutig festgelegt wird, so daß zur Bedienung der Anstellvorrichtung nur ein einziger Stromkreis geschlossen zu werden braucht.

**Kl. 80 b, Gr. 8<sub>15</sub>, Nr. 593 284**, vom 1. Juli 1932; ausgegeben am 23. Februar 1934. Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G. in Oberhausen (Rhld.). *Anwendung einer Sintermasse zum Auskleiden von Rohren.*

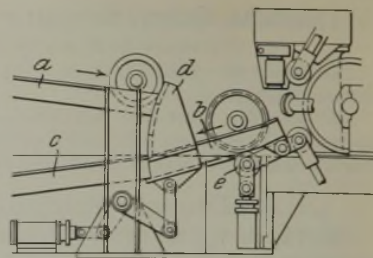
Die mit Wasser angemachte Masse hat etwa 20 Gewichtsteile Schamottmehl, 30 Gewichtsteile Ton, 32 Gewichtsteile Gußeisenspäne, 1 Gewichtsteil Asbestwolle, 1 Gewichtsteil Natrium- oder Kaliumhydroxyd und wird zum Auskleiden von Rohrleitungen für heiße Abgase, besonders bei Gasmaschinen, verwendet.

**Kl. 7 b, Gr. 7<sub>01</sub>, Nr. 593 379**, vom 24. Mai 1932; ausgegeben am 24. Februar 1934. Heinrich Esser in Hilden (Rhld.). *Verfahren zum Schweißen von Rohren.*

Der Ziehtrichter a und die davor gleichmässig angeordnete Düse b bilden einen ringförmigen Spalt, durch den Luft zum Nachwärmen der Schweißstelle und Entfernen der Schlacke unmittelbar vor der Schweißstelle entgegengesetzt der Ziehrichtung auf die zu verschweißenden Kanten etwa durch ein U-förmiges, auf seiner ganzen Länge geschlitztes Rohr c aufgeblasen wird.

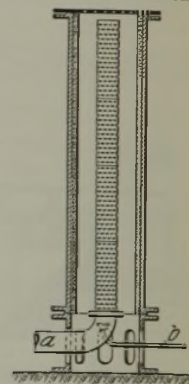
**Kl. 7 f, Gr. 1, Nr. 593 382**, vom 4. September 1932; ausgegeben am 24. Februar 1934. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. *Zufuhr- und Abwurfvorrichtung für die Radscheiben von Radscheibenwalzwerken mit geneigter Zufuhrrinne.*

Das dem Walzwerk zugekehrte Ende der Zufuhrrinne a wird als besondere Schwenkrinne b ausgebildet, die in ihrer unteren Lage gleichzeitig die Verbindung mit einer unterhalb der Zufuhrrinne liegenden Abfuhrrinne c herstellt. Das bewegliche Anschlagsschild d an der Schwenkrinne hält bei der Aufwärtsbewegung der Schwenkrinne das auf der Zulaufrinne anrollende Rad auf. Die Rolle e dient gleichzeitig zum Abheben des Rades von der Schwenkrinne, zum Abwerfen des gewalzten Rades sowie zum Führen des Rades beim Walzen.



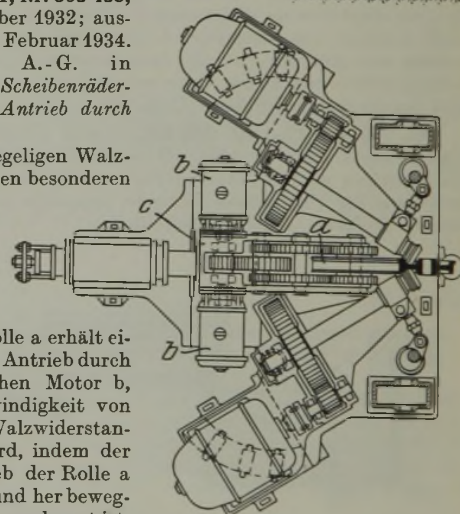
**Kl. 80 c, Gr. 17<sub>01</sub>, Nr. 593 412**, vom 26. Juli 1932; ausgegeben am 26. Februar 1934. Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G. in Oberhausen (Rhld.). *Vorrichtung zum Trocknen und Brennen der feuerfest zu gestaltenden Auskleidung in Rohren, besonders für Gasmaschinen-Auspuffleitungen.*

Ein Gasbrenner ragt in das Innere des Rohres hinein; der Kopf des Gasbrenners besteht aus einem Gaspfeifenrohr, das sich etwa über die Länge der zu behandelnden Auskleidung erstreckt. Durch das Rohr a tritt Gas, durch das Rohr b Luft ein, und das Gasgemisch wird durch die Rohrlochung weitestgehend verteilt.



**Kl. 7 f, Gr. 1, Nr. 593 438**, vom 3. September 1932; ausgegeben am 26. Februar 1934. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. *Scheibenraderwalzwerk mit Antrieb durch Elektromotoren.*

Jede der kegeligen Walzrollen erhält einen besonderen Antrieb etwa durch einen elektrischen Motor. Auch die ständig an das Walzgut angedrückte Rolle a erhält einen besonderen Antrieb durch einen elektrischen Motor b, dessen Geschwindigkeit von der Größe des Walzwiderstandes geregelt wird, indem der gesamte Antrieb der Rolle a auf einem hin und her beweglichen Schlitten c gelagert ist.



## Statistisches.

Die Kohlenförderung des Deutschen Reiches im April 1934<sup>1)</sup>.

Erhebungstezirke	April 1934					Januar bis April 1934				
	Steinkohlen	Braunkohlen	Koks	Preßkohlen aus Steinkohlen	Preßkohlen aus Braunkohlen	Steinkohlen	Braunkohlen	Koks	Preßkohlen aus Steinkohlen	Preßkohlen aus Braunkohlen
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Preußen ohne Saargeb. insges. davon:	9 416 721	8 165 830	1 880 539	285 377	1 835 942	39 233 429	<sup>3)</sup> 36 051 813	7 441 841	1 482 820	8 134 417
Breslau, Niederschlesien . . .	351 786	671 454	69 727	5 288	123 116	1 498 415	3 059 734	288 607	23 411	607 974
Breslau, Oberschlesien . . .	1 316 937	—	75 155	17 375	—	5 580 618	—	307 155	87 142	—
Halle . . . . .	4 699	<sup>2)</sup> 4 048 216	—	4 909	954 440	19 760	<sup>3)</sup> 18 539 118	—	20 672	4 402 042
Clausthal . . . . .	111 520	155 753	25 970	21 543	19 806	461 871	682 350	96 707	102 877	83 595
Dortmund . . . . .	7 062 159	—	1 610 291	223 486	—	29 170 671	—	6 341 380	1 145 352	—
Bonn ohne Saargebiet . . .	569 620	3 290 407	99 396	13 776	738 580	2 502 094	13 770 611	407 992	103 366	3 040 806
Bayern ohne Saargebiet . . .	952	119 432	—	6 503	4 778	4 233	710 771	—	25 298	28 939
Sachsen . . . . .	271 560	866 357	20 714	6 232	217 820	1 170 969	3 749 464	79 640	24 819	918 257
Baden . . . . .	—	—	—	<sup>4)</sup> 25 198	—	—	—	—	100 473	—
Thüringen . . . . .	—	402 837	—	—	162 854	—	1 736 636	—	—	673 506
Hessen . . . . .	—	82 138	—	6 196	—	—	1 736 636	—	—	673 506
Braunschweig . . . . .	—	150 077	—	—	43 150	—	339 450	—	23 702	—
Anhalt . . . . .	—	84 166	—	—	2 690	—	688 073	—	—	194 360
Uebrigtes Deutschland . . . .	11 144	—	37 443	—	—	47 641	481 699	—	—	11 960
Deutsches Reich (ohne Saargebiet) . . . . .	9 700 377	9 870 837	1 938 696	329 506	2 267 234	40 456 272	<sup>3)</sup> 43 757 906	7 681 530	1 657 112	9 961 439

<sup>1)</sup> Nach „Reichsanzeiger“ Nr. 119 vom 25. Mai 1934. — <sup>2)</sup> Davon aus Gruben links der Elbe 2 548 353 t. — <sup>3)</sup> Einschließlich der Berichtigung aus dem Vormonat. — <sup>4)</sup> Teilweise geschätzt.



Der Außenhandel Deutschlands in Erzeugnissen der Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie im April 1934.

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Positions-Nummern der „Monatlichen Nachweise über den auswärtigen Handel Deutschlands“ an.	Einfuhr		Ausfuhr	
	April 1934 t	Januar-April 1934 t	April 1934 t	Januar-April 1934 t
Eisenerze (237 e)	731 551	1 966 075	8 423	33 430
Manganerze (337 h)	54 969	101 473	337	508
Eisen- oder manganhaltige Gasreinigungsmasse; Schlacken, Kiesabbrände (237 r)	134 290	366 750	28 616	78 700
Schwefelkies und Schwefelerze (337 l)	85 479	290 306	867	6 165
Steinkohlen, Anthrazit, unbearbeitete Kannelkohle (238 a)	442 382	1 702 948	1 688 915	6 860 952
Braunkohle (338 b)	127 366	582 019	316	686
Koks (338 d)	55 412	248 843	381 060	1 891 990
Steinkohlenbriketts (238 e)	5 950	38 441	71 578	265 809
Braunkohlenbriketts, auch Naßpreßsteine (238 f)	4 915	28 673	110 723	368 258
Eisen und Eisenwaren aller Art (777 a bis 843 d)	193 547	577 529	193 478	815 619
Darunter:				
Roheisen (777 a)	10 548	33 831	11 319	40 421
Ferrosilicium, -mangan, -aluminium, -chrom, -nickel, -wolfram und andere nicht schmelzbare Eisenlegierungen (777 b)	176	569	421	1 314
Bruchisen, Alteisen, Eisenfeilspäne usw. (842; 843 a, b, c, d)	64 057	163 005	4 687	43 577
Röhren und Röhrenformstücke aus nicht schmelzbarem Guß, roh und bearbeitet (778 a, b; 779 a, b)	5 379	16 643	2 959	19 949
Wälzen aus nicht schmelzbarem Guß, desgleichen [780 A, A <sup>1</sup> , A <sup>2</sup> ]	6	58	489	2 138
Maschinenteile, roh und bearbeitet, aus nicht schmelzbarem Guß [782 a; 783 a <sup>1</sup> , b <sup>1</sup> , c <sup>1</sup> , d <sup>1</sup> ]	116	410	53	259
Sonstige Eisenwaren, roh und bearbeitet, aus nicht schmelzbarem Guß (780 B; 781; 782 b; 783 e, f, g, h)	573	1 928	4 001	17 947
Rohruppen; Rohschienen; Rohblöcke; Brammen; vorgewalzte Blöcke; Platinen; Knüppel; Tiegelstahl in Blöcken (784)	7 026	98 101	23 135	69 101
Stabeisen; Formeisen, Bandisen [785 A <sup>1</sup> , A <sup>2</sup> , B]	65 412	186 014	51 590	241 541
Blech; roh, entzundert, gerichtet usw. (786 a, b, c)	10 399	40 383	21 591	82 506
Blech; abgeschliffen, lackiert, poliert, gebräunt usw. (787)	1	6	25	121
Verzinkte Bleche (Weißbleche) (788 a)	1 930	7 056	14 369	53 109
Verzinkte Bleche (788 b)	261	772	213	1 338
Well-, Dehn-, Riffel-, Waffel-, Warzenblech (789 a, b)	334	1 438	54	763
Andere Bleche (788 c; 790)	63	113	170	897
Draht, gewalzt oder gezogen, verzinkt usw. (791, 792 a, b)	12 570	40 710	10 841	53 253
Schlangenröhren, gewalzt oder gezogen; Röhrenformstücke (793 a, b)	31	73	193	1 116
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen (794 a, b; 795 a, b)	328	1 452	10 436	31 006
Eisenbahnschienen usw.; Straßenbahnschienen; Eisenbahnschwellen; Eisenbahnlaschen; -unterlagsplatten (796)	9 050	33 682	7 054	35 605
Eisenbahnachsen, -radeisen, -räder, -radsätze (797)	80	332	1 734	7 402
Schmelzbarer Guß; Schmiedestücke usw.; Maschinenteile, roh und bearbeitet, aus schmelzbarem Eisen [798 a, b, c, d, e; 799 a <sup>1</sup> , b <sup>1</sup> , c <sup>1</sup> , d <sup>1</sup> , e, f]	948	3 442	6 161	28 446
Brücken- und Eisenbauteile aus schmelzbarem Eisen (800 a, b)	1 100	4 670	2 157	5 554
Dampfkessel und Dampffässer aus schmelzbarem Eisen sowie zusammengesetzte Teile von solchen, Ankertonnen, Gas- und andere Behälter, Röhrenverbindungsstücke, Hähne, Ventile usw. (801 a, b, c, d; 802; 803; 804; 805)	43	210	2 004	8 687
Anker, Schraubstöcke, Ambosse, Sperrhörner, Brecheisen; Hämmer; Kloben und Rollen zu Flaschenzügen; Winden usw. (806 a, b; 807)	25	60	181	632
Landwirtschaftliche Geräte (808 a, b; 809; 810; 816 a, b)	133	467	1 273	4 815
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)	160	406	1 446	6 405
Eisenbahnoberbauzeug (820 a)	622	2 342	183	916
Sonstiges Eisenbahnzeug (821 a, b)	59	335	169	598
Schrauben, Nieten, Schraubenmutter, Hufeisen usw. (820 b, c; 825 e)	268	971	1 240	4 815
Achsen (ohne Eisenbahnachsen), Achsentelle usw. (822; 823)	1	4	88	353
Eisenbahnwagenfedern, andere Wagenfedern (824 a, b)	511	1 980	308	1 344
Drahtseile, Drahtlitzen (825 a)	25	122	596	2 795
Andere Drahtwaren (825 b, c, d; 826 b)	23	1 054	3 744	13 919
Drahtstifte (Huf- und sonstige Nägel) (825 f, g; 826 a; 827)	163	371	2 090	8 389
Hans- und Küchengeräte (828 d, e, f)	11	38	817	3 735
Ketten usw. (829 a, b)	29	97	370	1 670
Alle übrigen Eisenwaren (828 a, b, c; 830; 831; 832; 833; 834; 835; 836; 837; 838; 839; 840; 841)	97	356	5 323	21 364
Maschinen (892 bis 906)	1 171	6 289	17 312	87 503

<sup>1)</sup> Die Ausfuhr ist unter Maschinen nachgewiesen.

Absatz deutscher Gaswerke an Koks und Nebenerzeugnissen.

Die Wirtschaftliche Vereinigung deutscher Gaswerke, Gaskoksyndikat, Aktiengesellschaft, in Frankfurt a. M., Köln und Berlin, veröffentlicht in ihrem 30. Geschäftsbericht 1933 (vom 1. Januar bis 31. Dezember) folgende Angaben über den Absatz ihrer Mitgliedswerke:

Jahr	Gas-erzeugung Mill. m <sup>3</sup>	Absatz an					
		Gaskoks		Teer		Ammoniak	
		t	Wert 1000 M	t	Wert 1000 M	t	Wert 1000 M
1930	3084	753 203	20 369	161 561	6487	31 848	2584
1931	2910 <sup>1)</sup>	941 037	25 850	149 730	5207	31 229	2180
1932	3779	920 510	21 121	142 602	4732	26 459	1468
1933		911 729	21 097	149 215	5540	24 477	1328

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

Die Saarkohlenförderung im März 1934.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im März 1934

insgesamt 927 717 t (Februar 910 875 t); davon entfallen auf die staatlichen Gruben 891 021 t (875 757 t) und auf die Grube Frankenholz 36 696 t (35 118 t). Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 19,39 (18,89) Arbeitstagen 47 843 t (48 220 t). Von der Kohlenförderung wurden 80 041 t (77 111 t) in den eigenen Werken verbraucht, 15 992 t (17 413 t) an die Bergarbeiter geliefert, 26 455 t (29 321 t) den Kokereien, 115 t (236 t) den Brikettfabriken zugeführt sowie 836 741 t (798 301 t) zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände verminderten sich um 31 627 t (11 507 t). Insgesamt waren am Ende des Berichtsmonats 272 769 t (304 396 t) Kohle, 4007 t (3190 t) Koks und 1219 t (1458 t) Briketts auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im März 1934 18 322 t (20 442 t) Koks und 118 t (240 t) Briketts hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 47 480 (47 581) Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 1163 (1171) kg.

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im April 1934.

1934	Roheisen 1000 t zu 1000 kg				Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Rohblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstahl 1000 t		
	Hämatit	ba-sisches	Gießerei-	Puddel-		Siemens-Martin-		son-stiges	zu-sammen		darunter Stahlguß	
						sauer	basisch					
Januar	105,8	234,4	91,1	8,7	448,4	85	138,1	544,1	40,2	792,4	13,5	17,5
Februar	98,3	220,4	90,1	5,6	421,0	90	146,7	535,8	36,3	718,8	13,8	16,3
März	139,1	257,4	107,3	7,1	511,7	95	165,0	643,8	39,0	847,8	15,8	.
April	133,6	247,1	99,8	9,9	504,2	98	.	.	.	728,3	.	.



**Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Februar 1934<sup>1)</sup>.**

	Januar	Februar
	1934 <sup>2)</sup>	1934
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke . . . . .	14,9	16,1
Kesselbleche . . . . .	6,2	6,4
Grobbleche, 3,2 mm und darüber . . . . .	57,6	68,2
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt . . . . .	49,9	45,6
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche . . . . .	62,3	58,7
Verzinkte Bleche . . . . .	24,7	26,8
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber . . . . .	24,2	27,1
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m . . . . .	3,4	3,3
Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	2,0	1,8
Schwellen und Laschen . . . . .	3,8	2,0
Formeisen, Träger, Stabeisen usw. . . . .	169,0	169,2
Walzdraht . . . . .	40,9	34,5
Bandeisen und Röhrenstreifen, warmgewalzt . . . . .	36,4	35,1
Blankgewalzte Stahlstreifen . . . . .	9,4	8,5
Federstahl . . . . .	5,4	5,6
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabeisen, Formeisen usw. . . . .	11,7	11,0
Bandeisen und Streifen für Röhren . . . . .	2,8	2,9
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl . . . . .	0,1	0,1

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

**Die Roheisen- und Stahlherzeugung der Vereinigten Staaten im April 1934<sup>1)</sup>.**

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten behielt auch im April ihre aufsteigende Linie bei. Sie betrug im Berichtsmonat 1 763 996 t gegen 1 651 597 t im Vormonat, nahm also um 112 399 t oder 6,8 % zu; arbeitstäglich wurden 58 799 t gegen 53 277 t im März erzeugt. Gemessen an der tatsächlichen Leistungsfähigkeit, betrug die Aprilherzeugung 42 % gegen 38 % im März. Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen nahm im Berichtsmonat um 12 zu, insgesamt waren 109 von 285 vorhandenen Hochöfen oder 38,2 % in Betrieb.

<sup>1)</sup> Steel 94 (1934) Nr. 19, S. 15; Nr. 20, S. 14.

Auch die Stahlerzeugung nahm im April gegenüber dem Vormonat um 140 652 t oder 4,9 % zu. Nach den Berichten der dem „American Iron and Steel Institute“ angeschlossenen Gesellschaften, die 98,10 % der gesamten amerikanischen Rohstahlerzeugung vertreten, wurden im April von diesen Gesellschaften 2 925 932 t Flußstahl hergestellt gegen 2 787 952 t im Vormonat. Die Gesamterzeugung der Vereinigten Staaten ist auf 2 982 601 t zu schätzen, gegen 2 841 949 t im Vormonat, und beträgt damit 54,19 % (März 47,81 %) der geschätzten Leistungsfähigkeit der Stahlwerke. Die arbeitstägliche Leistung betrug bei 25 (27) Arbeitstagen 119 304 t gegen 105 258 t im Vormonat.

**Italiens Einfuhr im Jahre 1933.**

	Einfuhr		
	1931	1932	1933
	t	t	t
Brennstoffe (Kohlen, Koks, Briquets usw.)	9 614 624	8 778 120	9 562 054
Desgl. auf Reparationskonto aus Deutschland eingeführt . . . . .	1 479 325	—	—
Zusammen	11 093 949	8 778 120	9 562 054
Eisenerz (einschließlich Schwefelkies) . . . . .	263 874	192 307	356 668
Manganerz und manganhaltiges Eisenerz . . . . .	52 218	28 899	54 269
Alteisen . . . . .	612 994	474 186	630 035
Roheisen einschließlich Spiegeleisen . . . . .	84 160	47 890	51 413
Eisenlegierungen . . . . .	1 085	839	907
Eisen und Stahl in Massen und Rohblöcken . . . . .	8 179	7 508	10 985
Vorgewalzte Blöcke, Knüppel und Platinen . . . . .	6 852	15 783	22 539
Stabeisen und Stabstahl . . . . .	69 395	72 655	97 494
Bandeisen, Draht, Seile usw. . . . .	3 469	2 286	2 364
Bleche . . . . .	31 815	17 049	22 662
Weißbleche . . . . .	11 281	10 400	12 704
Andere Bleche . . . . .	7 795	2 756	1 372
Röhren in Eisen und Stahl . . . . .	5 544	4 462	3 038
Gußeiserne Röhren . . . . .	10 925	7 350	7 239
Schienen und Eisenbahnoberbauzeug . . . . .	988	630	532
Sonstige Erzeugnisse aus Eisen und Stahl . . . . .	14 807	10 190	9 429
Insgesamt Eisen und Stahl (ohne Alteisen)	255 937	200 154	242 678

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Wiederaufbau der deutschen Handelspolitik.**

Das Schwergewicht der wirtschaftspolitischen Maßnahmen hat seit der Uebernahme der politischen Führung durch den Nationalsozialismus in der Förderung des deutschen Binnenmarktes gelegen. Auch die meisten anderen Wirtschaftsvölker der Welt haben sich in ähnlicher Weise dem Wiederaufbau ihrer Nationalwirtschaften gewidmet. Diese Entwicklung hat überall einen entscheidenden Antrieb erfahren durch den Fehlschlag der vorjährigen Weltwirtschaftskonferenz in London, welche die Fruchtlosigkeit gemeinsamer weltwirtschaftlicher Maßnahmen ohne Berücksichtigung der Sonderlage der einzelnen Völker in deutlichster Weise offenbar werden ließ. Trotzdem aber konnten die Völker bei der nun einmal bestehenden wirtschaftlichen Verflechtung und Ergänzung der Länder untereinander nicht darauf verzichten, auch in ihren außenwirtschaftlichen Beziehungen wenigstens die allernotwendigsten Hilfs- und Ueberbrückungsmaßnahmen zu treffen, weil sie fast alle erkennen mußten, daß ihnen ein völliges wirtschaftliches Eigenleben, das man mit einem neuzeitlichen Schlagwort gern „Autarkie“ nennt, nicht möglich war. Einer späteren Geschichtsschreibung wird es allerdings schwer werden, die handelspolitischen Wege, welche die Welthandelsvölker in dieser Zeit beschritten haben, auf die Formel bestimmter klar durchgeführter Grundsätze zu bringen. Es war ein Tasten und Suchen, ein Kämpfen und Sichwehren, ein kleinliches Bemühen um Sondervorteile, wo man sie auch ergattern konnte, alles in allem, es geschah nichts, um für den in Krise und Zusammenbruch geschrumpften Weltmarkt neue zukunftssichere Grundlagen zu schaffen.

Vom Standpunkt der überkommenen Welthandelsgrundsätze darf man als wichtigstes Ergebnis dieser Krisenzeit der Weltwirtschaft die Tatsache verzeichnen, daß der Gedanke der Meistbegünstigung zwar meist nicht offen, aber doch praktisch weitgehend aufgegeben worden ist. Es ist müßig, zu untersuchen, wer eigentlich die Schuld an der Aushöhlung und Durchlöcherung dieses Grundsatzes trägt. Jedes Land sucht mehr oder weniger einem anderen diesen Vorwurf zu machen und seine eigenen Sünden gegen den alten Grundsatz als ihm aufgezwungene Folgerung aus den Verfehlungen der anderen zu beweisen. Was wird an die Stelle der Meistbegünstigung treten oder vielleicht neben einer umgewandelten und beschränkten Meistbegünstigung maßgebend werden? Neuerdings spielt in der handelspolitischen Aussprache fast aller Völker der Grundsatz der Gegenseitig-

keit, also des Abwägens der Ergänzungsmöglichkeit und -bereitschaft zwischen den einzelnen Ländern, eine große Rolle. Es muß sich noch erweisen, ob dieser Gedanke geeignet ist, den Weltwirtschaftsverkehr, der heute wertmäßig nur noch ein Drittel des Umfanges von 1929 aufweist, wieder so auszuweiten, daß vom Welthandel wirklich eine nachdrückliche Förderung des Wirtschaftslebens der einzelnen Völker ausgeht. Die Gegenseitigkeit auf niedrigsten Mengenspiegel haben heute manche Völker erreicht, ohne daß man diesen Zustand als irgendwie wirtschaftsfördernd empfinden könnte. Es ist eben ein Irrtum, in dem sich vor allem die kapitalstarken Welthandelsvölker verfangen haben, nur auf einen Ausgleich der Handelsbilanz zu starren, sie womöglich noch im kleinsten Gegenseitigkeitsbereich zweier Völker anzustreben und dabei vor allem die Zahlungsbilanz zu vergessen, die auch große Lücken im Handelsausgleich zum Wohle aller Beteiligten zu schließen vermag und in der Geschichte des weltwirtschaftlichen Aufstieges im neunzehnten und im beginnenden zwanzigsten Jahrhundert ohne Nachteil für die Passivländer in zahlreichen Fällen geschlossen hat. Fruchtbar wird der Gegenseitigkeitsgedanke erst dann werden können, wenn es sich um die gegenseitige Ergänzung größerer Ländergruppen handelt, ein Umstand, der es erklärlich macht, daß mit den Erörterungen über die Gegenseitigkeit in handelspolitisch aufgeschlossenen Kreisen und Ländern der Gedanke der Großraumwirtschaft zur Aussprache gestellt wird. In der praktischen Verwirklichung der Großraumbildung hat sich vor allem England einen großen Vorsprung gesichert durch zähe Weiterführung seiner im Sommer 1932 eingeleiteten Ottawa-Politik, die nicht nur auf eine engere Bindung zwischen Mutterland, Dominien und Kolonien ausging, sondern in ihrer weiteren Entwicklung auch andere Länder, so besonders die nordeuropäischen, in ihren Bereich zu ziehen versuchte. Zu Hilfe kam ihm dabei auch in sehr starkem Umfange die Pfundabwertung, an die sich in schneller Folge mit England wirtschaftlich eng verknüpfte Länder anschlossen. Es hapert aber noch sehr stark damit, daß England in seinen wirtschaftlichen Beziehungen zu außerhalb seines Großwirtschaftsraumes stehenden Ländern den Gegenseitigkeitsgedanken ehrlich zur Geltung kommen läßt; eine Parallelerscheinung übrigens zu dem Verhalten Englands in der Frage der Meistbegünstigung, für die es noch auf der Londoner Weltwirtschaftskonferenz mit allen Mitteln focht, während es gleichzeitig durch seine Präferenzpolitik im



eigenen Weltreich der Meistbegünstigung die Grundlagen entzog. Großwirtschaftsraum Britisches Reich auf der einen und Deutschland auf der anderen Seite bedeutet z. B., daß der Handelsüberschuß, den wir seit langem mit dem englischen Mutterland erwirtschaftet haben, in einen bedeutenden Unterschub verwandelt wird. Dieser belief sich z. B. im vorigen Jahr auf 166,4 Mill. *RM* gegen einen deutschen Ausfuhrüberschuß gegenüber dem englischen Mutterland in Höhe von 211 Mill. *RM*. England hat sich bisher in keiner Weise geneigt gezeigt, die deutsche Ausfuhr in seinem großen Wirtschaftsbereich zu fördern, was nicht nur eine Folge der Gegenseitigkeit sein müßte, sondern auch dem Umstand Rechnung tragen würde, daß England zu unseren wichtigsten Gläubigerländern gehört. Das Beispiel Englands mag genügen, um zu zeigen, wie lange es noch dauern kann, bis Gegenseitigkeits- und Großraumgedanke sich zu einem weltwirtschaftsfördernden Grundsatz verschmelzen.

In dieser verworrenen wirtschafts- und handelspolitischen Weltlage ist es für Deutschland außerordentlich schwer, sich feste und tragfähige Grundpfeiler für den Neubau seines eigenen handelspolitischen Gebäudes zu schaffen. Die Entwicklung der Welthandelspolitik in den letzten Jahren hat in ihren zerstörenden Auswirkungen kaum ein anderes Land so stark getroffen wie Deutschland. Seit 1929 hat sich der Wert des deutschen Außenhandelsumsatzes in Anpassung an die gleiche Entwicklungsrichtung im Gesamt-Weltaußenhandel um zwei Drittel gesenkt, und zwar hat er sich von fast 27 Milliarden *RM* auf 9 Milliarden *RM* vermindert. Die bedeutenden Ueberschüsse, die wir in den ersten Jahren der Weltwirtschaftskrise noch erwirtschaften konnten, haben sich im Jahre 1933 auf 667 Mill. *RM* vermindert und sind im laufenden Jahr sogar in einen Unterschub umgeschlagen, der sich in den ersten vier Monaten bereits auf 135 Mill. *RM* belaufen hat. Gleichzeitig ist unser Gold- und Devisenbestand unter dem Druck der politischen Schuld- und Zinszahlungen auf einen Rest von 154,5 Mill. *RM* — nach dem letzten Reichsbankausweis vom 25. Mai 1934 — gesunken, ein Bestand, der in seiner geringen Höhe unsere Bewegungsfreiheit aufs stärkste einschränkt. Wir haben uns bereits gezwungen gesehen, starke Einschränkungmaßnahmen in der Abwicklung unserer Zinsverpflichtungen und, was volks- und weltwirtschaftlich noch viel schwerer wiegt, in unseren Wareneinkäufen auf dem Weltmarkt zu treffen. Die Reichsbank stellt nach den gegenwärtigen Bestimmungen dem deutschen Einkäufer nur noch 10 % seiner Devisengrundbeträge zur Verfügung gegen 50 % in den beiden Vorjahren. Außerdem sind wichtige Rohstoffimportgruppen (Wolle, Baumwolle, Bastfasern, unedle Metalle mit Ausnahme von Eisen, Felle, Häute und Kautschuk) der Einfuhrregelung durch Ueberwachungsstellen unterworfen worden.

Trotz dem Ernste dieser Lage wäre es verfehlt, mit kleinmütigen Empfindungen an die Weiterentwicklung der deutschen Außenhandelswirtschaft zu denken. Wenn sich in der Welt gerade infolge des Fehlschlages der liberalistischen Welthandelspolitik der richtige Grundsatz durchgesetzt zu haben scheint, daß nur gesunde Nationalwirtschaften einen blühenden Welthandel tragen können, so hat Deutschland in der Schaffung dieser Voraussetzung angesichts der gewaltigen Erfolge des Wiederaufbaues seiner Wirtschaft vor allen anderen Völkern einen erheblichen Vorsprung. Die Neuordnung der Wirtschaftsgliederung, die durch unsere nationalsozialistische Regierung in Deutschland durchgeführt worden ist, hat in entscheidender Weise unsere handelspolitische Stellung von innen her gekräftigt. Wir sind längst aus der Lage heraus, in der wir die uns schädigenden und drückenden Weltvorgänge lediglich passiv wie unabweisbare Schicksalsschläge hinnahmen, es ist vielmehr umgekehrt so, daß wir von der sicheren Grundlage einer neuen Gruppierung der inneren Wirtschaftskräfte aus bereits erfolgreiche Schritte zur Erschließung wichtiger Märkte tun konnten. Hier muß vor allem die handelspolitische Fruchtbarkeit der deutschen landwirtschaftlichen Marktregelung, die nach dem gegenwärtigen Stand weit mehr als die Hälfte der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung umfaßt, hervorgehoben werden. Diente die straffe Zusammenfassung des landwirtschaftlichen Absatzes nicht zuletzt auch dem Zweck, die Ueberschwemmung mit unerwünschten ausländischen landwirtschaftlichen Einfuhren abzuwehren, so hat sie im Endergebnis gleichzeitig die Möglichkeit dazu geschaffen, die notwendigen landwirtschaftlichen Ergänzungseinfuhren in die inländische Güterversorgung einzuordnen. Wir haben jetzt für jeden Zeitabschnitt einen klaren Ueberblick darüber, welche Zufuhren erforderlich sind, und haben es weiter in der Hand, uns die Lieferländer auszusuchen, die bereit sind, die entsprechenden Gegenleistungen in der Aufnahme der deutschen Ausfuhr zu bieten. Die deutsche Landwirtschaft ist handelspolitisch gesehen im Zuge der Marktregelung

für internationale Vereinbarungen gewissermaßen kartellfähig geworden. Auf diese Weise ist es im letzten halben Jahr möglich gewesen, gerade die wichtigsten handelspolitischen Vertragsabschlüsse unter wesentlicher Vorbereitung und Mitwirkung durch die Vertreter des Reichsnährstandes unter Dach und Fach zu bringen. Die Landwirtschaft hat damit für die Handelspolitik der Regierung ähnliche Dienste geleistet wie seinerzeit die Eisenindustrie beim Abschluß des deutsch-französischen Handelsvertrages von 1927.

Für die nächste Zukunft der deutschen Handelspolitik wird die Lösung der Frage wesentlich sein, ob es gelingen wird, auch andere wichtige Gruppen des deutschen Einfuhrbedarfes ähnlich als Waffe bei den Verhandlungen einzusetzen, wie es mit der landwirtschaftlichen Einfuhr geschehen ist. Gegen unseren Willen sind wir, wie bereits erwähnt, gezwungen worden, wesentliche Teile der deutschen Rohstoffeinfuhr einer Einfuhrregelung zu unterwerfen. Bisher sind etwa 45 % der deutschen Rohstoffeinfuhr in dieser Weise erfaßt worden. Der größte Teil dieser Rohstoffe kommt aus Ländern, die Deutschland gegenüber erhebliche Ueberschüsse im Handelsverkehr erwirtschaften. Das trifft beispielsweise zu für die Vereinigten Staaten von Nordamerika, die uns im ersten Vierteljahr 1934 Waren im Werte von 47,2 Mill. *RM* abkauften, während wir ihnen für 127,8 Mill. *RM* abnahmen. Australien, eins unserer hauptsächlichsten Bezugsländer für Wolle, lieferte uns in der gleichen Zeit neunmal soviel wie wir ihm. Es ist ein zwingendes Gebot für die Führung der deutschen Handelspolitik, den Rohstoffimportbedarf in der Richtung auszuwerten, daß entweder die bisherigen Lieferländer sich zu stärkeren Bezügen deutscher Ware entschließen, oder daß wir zur Umlagerung auf kaufwilligere Länder übergehen. Deutschland nimmt heute etwa ein Zehntel der auf dem Weltmarkt gehandelten Rohstoffe auf, ein Umstand, der nicht nur für unsere Wirtschaft, sondern ebenso sehr für die auf den Absatz ihrer Rohstoffe stark angewiesenen Länder von erheblicher Bedeutung ist.

Während die Rohstofffrage in entscheidender Weise unser Verhältnis zu den überseeischen Ländern aufrollt, hat das Schwerk Gewicht der deutschen Handelspolitik im letzten halben Jahr in der Hauptsache bei der Neuregelung unserer Beziehungen zu wichtigen europäischen Nachbarländern gelegen. Der erste der neuen Vertragsabschlüsse, der als beispielhaft betrachtet werden muß und tatsächlich eine Kette von Abkommen auf ähnlicher Grundlage nach sich zog, war der am 15. Dezember 1933 abgeschlossene deutsch-niederländische Vertrag. Er bewies, daß es nicht nur trotz, sondern gerade wegen der neuen deutschen Landwirtschaftspolitik möglich ist, mit Ländern von überwiegend landwirtschaftlich bestimmter Ausfuhr feste Vertragsbeziehungen anzuknüpfen, die auf einem gesunden Austausch zwischen landwirtschaftlichen und industriellen Gütern fußen. Wenn sich Holland auch eine Herabsetzung seiner Lieferungen gegenüber den früheren Jahren gefallen lassen mußte, so tauschte es doch Sicherheit für die zugestandene Menge, vor allem auch in preislicher Beziehung, ein. Durch die Einsetzung von Regierungs- und Sachverständigenausschüssen, die laufend Fragen des gegenseitigen Wirtschaftsverkehrs zu besprechen haben, brachten beide Länder zum Ausdruck, daß es ihnen darauf ankam, die Verbindung miteinander nach der sachlichen und persönlichen Seite ständig zu vertiefen. Für die Verfestigung der wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Holland und Deutschland ist es im übrigen kennzeichnend, daß entsprechend der bei dem Dezembervertrag geschlossenen Vereinbarung vor kurzem auch die Beziehungen zwischen Deutschland und Niederländisch-Indien durch ein neues Abkommen geregelt werden konnten. Ebenfalls im Dezember 1933 kam eine wichtige Zusatzvereinbarung zwischen Deutschland und der Schweiz zustande, bei der die Herbeiführung eines beide Länder befriedigenden Ausgleiches, der durch ein weiteres Zusatzabkommen vom Februar 1934 noch vertieft werden konnte, gelang. Es folgte im Februar weiter der Vertrag mit Ungarn, der insofern als zukunftsweisend betrachtet werden darf, als er unter Erweiterung des schon 1933 getroffenen Leinsaatabkommens nicht nur von den gegenwärtigen Ergänzungsmöglichkeiten der beiden Länder ausging, sondern darüber hinaus die ungarische landwirtschaftliche Erzeugung durch Anregung gewisser Anbaumstellungen stärker auf den deutschen Markt ausrichtete. In ähnlicher Weise ist man später beim Abschluß des deutsch-südslawischen Handelsabkommens am 1. Mai 1934 vorgegangen. Auch bei diesem Vertrag kam es darauf an, der Entwicklung der gegenseitigen Handelsbeziehungen Zukunftsmöglichkeiten dadurch zu bieten, daß auch Vereinbarungen erzeugungswirtschaftlicher Art auf weite Sicht getroffen wurden. Als bedeutsam heben sich weiter unter den



handelspolitischen Ereignissen des ersten Vierteljahres 1934 die Verträge mit Dänemark, Finnland und Polen heraus. Der deutsch-finnische Abschluß war dadurch besonders bemerkenswert, daß er auf eine kurze Zeitspanne handelspolitischen Kriegszustandes folgte, in dem sich die Schärfe der im vorigen Jahr deutscherseits geschmiedeten Waffe des Gesetzes zum Schutz der deutschen Warenausfuhr bewies. Auch das Abkommen mit Polen beendete einen Kampfzustand, der sich zum Schaden beider Volkswirtschaften auf nahezu neun Jahre erstreckte. Wenn es dabei auch nicht möglich war, sofort zu einem alle wichtigen Fragen regelnden Wirtschaftsvertrag zu kommen, so bietet doch der Abbau der gegenseitigen Kampfmaßnahmen für die Zukunft eine geeignete Grundlage zum Ausbau des beiderseitigen Wirtschaftsverkehrs. Die deutsche Eisenindustrie hat das Verdienst, zur Beendigung des Handelskrieges mit Polen dadurch beigetragen zu haben, daß sie in unmittelbarer Verständigung mit der polnischen Eisenindustrie die amtlichen Verhandlungen wesentlich förderte. Erwähnen wir noch, daß vor kurzem auch mit der Türkei ein beiderseits als wertvoll empfundenen Zusatzabkommen geschlossen wurde, daß weiter mit Chile im Januar 1934 ein vorläufiger Handelsvertrag zum Abschluß gelangte, so rundet sich das Gesamtbild zu einem Beweis lebhafter und erfolgreicher deutscher Verhandlungstätigkeit.

Unter den kommenden Aufgaben ist vor allem die Neuregelung der Wirtschaftsbeziehungen zu Frankreich dringlich. Mit Recht hat sich Deutschland zu Beginn dieses Jahres gegen die neuen französischen Einfuhrkontingentierungsbestimmungen gewehrt, die zunächst von einer 75prozentigen Kürzung der früher zugestandenen Mengen ausgingen, aber auch dann nicht befriedigen konnten, als Frankreich von sich aus gewisse Erhöhungen der Kontingente bewilligte. Frankreich hat, nachdem es den alten Handelsvertrag gekündigt hatte, die notwendigen Verhandlungen immer wieder hinausgeschoben, so daß nach Ablauf des Vertrages am 19. April dieses Jahres bereits zweimal eine

vorläufige Verlängerung vereinbart werden mußte, die nunmehr bis zum 30. Juni gilt. Frankreich hat sich durch sein eigenmächtiges Vorgehen in der Kontingentsfrage auch mit anderen Ländern schwierige Auseinandersetzungen zugezogen, die vor allem mit England noch in alter Schärfe fortbestehen. Offenbar will es mit Deutschland erst dann verhandeln, wenn die Hauptschwierigkeiten auf anderen Fronten ausgeräumt sind. Die deutsche Eisenindustrie verfolgt die Entwicklung der deutsch-französischen Handelsvertragsbeziehungen mit um so größerer Aufmerksamkeit, als mit dem alten Vertrag das 1925 zwischen Frankreich und Deutschland geschlossene Kontingentsabkommen im Zusammenhang steht. Mit einer Gefährdung dieses Abkommens braucht aber aller Wahrscheinlichkeit nach nicht gerechnet zu werden.

Gegenwärtig finden in Berlin Verhandlungen mit unseren wichtigsten Gläubigerländern statt, um die notwendigen Folgerungen aus dem deutschen Devisenschwund für die Regelung unserer Kapital- und Zinsverpflichtungen an das Ausland zu ziehen. Selbstverständlich sind die Wege, welche die deutsche Handelspolitik in nächster Zeit zu gehen hat, sehr entscheidend auch vom Ergebnis dieser Verhandlungen abhängig. In diesen Besprechungen steht mittelbar auch die Frage zur Entscheidung, ob die Vereinigten Staaten von Amerika bereit sind, Deutschland gegenüber die Folgerungen aus seiner Gläubigerstellung zu ziehen. Heute verriegelt das deutsch-amerikanische Verhältnis, das die deutsche Handelsbilanz und infolge der politischen Tilgungs- und Zinsverpflichtungen noch stärker die Zahlungsbilanz mit gewaltigen Unterschüssen belastet, in erheblichem Umfange den endgültigen Wiederaufbau der deutschen Außenhandelsstellung. Mit Deutschland ist dadurch die ganze Welt geschädigt. Man kann nur hoffen, daß die Vereinigten Staaten von Amerika ebenso wie unsere anderen Gläubigerländer durch ihre Entscheidung bei den Verhandlungen in Berlin einen Beitrag zur Wiederherstellung einer gesunden Außenhandelswirtschaft Deutschlands und damit auch einer Neubelebung der Weltwirtschaft liefern.

Dr. August Küster.

### Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft im Geschäftsjahr 1933<sup>1)</sup>.

Im Jahre 1933 kam auch bei der Reichsbahn der Einnahmerückgang zum Stehen; die zweite Hälfte des Jahres brachte sogar gegenüber dem Vorjahr einen geringen Anstieg der Einnahmen. Nach der Verkehrsleistung ist die Entwicklung sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr günstiger, als es nach den Einnahmen den Anschein hat; denn die Reichsbahn hat in dem Bestreben, die durchgreifenden Maßnahmen der Reichsführung zur Gesundung von Volk, Staat und Wirtschaft mit allen Kräften zu unterstützen, in großem Umfange Beförderungsleistungen zu besonders ermäßigten Tarifen oder sogar unentgeltlich ausgeführt. Abgesehen hiervon haben die Einnahmen mit dem stärkeren Verkehr aber auch deshalb nicht Schritt gehalten, weil jede Wirtschaftsbelebung im Anfange überwiegend den Rohstoffversand steigert, die zu billigen Massentarifen befördert werden und daher das Einnahmeergebnis nur wenig beeinflussen. Im Güterverkehr sind die beförderten Mengen gegen das Vorjahr um 9,9 %, die Einnahmen im Durchschnitt um 5 % gestiegen. Im Vergleich mit dem bisher besten Jahr 1929 bedeutet dieses Ergebnis ein Weniger von 36,6 % an Tonnen und von 47,9 % an Einnahmen. Im Personenverkehr, der erfahrungsgemäß den Wirtschaftsschwankungen erst in größerem Abstände folgt, bleiben die Zahl der beförderten Personen um 4,9 % und die Einnahmen um 6,1 % hinter dem Vorjahr zurück. Gegenüber 1929 ergibt sich eine Mindereinnahme von 40,6 %. Im ganzen waren die Einnahmen der Betriebsrechnung nur um 13,7 Mill. *RM* = 0,5 % geringer als 1932. Verglichen mit 1929 lagen sie allerdings um 2433 Mill. *RM* = 45,4 % niedriger. Hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß die seit 1929 durchgeführten weitgehenden Tarifermäßigungen erheblichen Anteil an dem Einnahmerückgang haben, z. B. im Güterverkehr unter Einrechnung der Abwanderungen rd. 16 %.

Trotz der erfreulichen Entwicklung von Verkehr und Einnahmen im zweiten Halbjahr ergeben sich für die Wirtschaftsführung des Unternehmens doch noch Schwierigkeiten. Wie bereits in den letzten Geschäftsberichten ausgeführt, sind die Ausgaben schon weitgehend den gesunkenen Einnahmen angepaßt worden. Eine weitere Einschränkung der Ausgaben wäre betriebswirtschaftlich möglich gewesen; sie verbot sich aber angesichts der allgemeinen Pflicht, Personalentlassungen zu vermeiden und neue Arbeitsmöglichkeiten zu schaffen. Infolgedessen hat die

Reichsbahn ihre Ausgaben im eigenen Betrieb zugunsten der Wirtschaft erheblich erhöht. Daher übersteigen die Betriebsausgaben auch im Jahre 1933 wieder die Betriebseinnahmen. Die Betriebszahl, d. h. das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebseinnahmen, hat sich von 102,27 auf 104,66 verschlechtert.

Die Einnahmen der Betriebsrechnung 1933 betragen 2920,6 Mill. *RM*, denen 3056,6 Mill. *RM* Ausgaben für Betriebsführung, Unterhaltung und Erneuerung gegenüberstehen. Rechnungsmäßig ergibt sich demnach ein Betriebsfehlbetrag von 136 Mill. *RM*. Für die Gewinn- und Verlustrechnung treten hinzu: 70 Mill. *RM* Beitrag an das Reich, ferner 33,1 Mill. *RM* für den Dienst der Schuldverschreibungen und Anleihen, 58,4 Mill. *RM* Zuweisung zur gesetzlichen Ausgleichsrücklage und 12,4 Mill. *RM* Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs. Es sind danach rd. 309,9 Mill. *RM* zu decken. Zum Ausgleich dieser Summe sowie zur Zahlung der Vorzugsdividende von 75,7 Mill. *RM*, zusammen 385,6 Mill. *RM*, wurden 467,6 Mill. *RM* außerordentliche Einnahmen herangezogen, und zwar: 135,3 Mill. *RM* aus Steuergutscheinen, 281,5 Mill. *RM* aus der Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs und 50,8 Mill. *RM* aus der Abwertung des Kredits des Reiches aus der Internationalen 5½prozentigen Anleihe des Deutschen Reiches von 1930. Von dem nach Abdeckung der 385,6 Mill. *RM* verbleibenden Beträge werden 40 Mill. *RM* der Dividenderrücklage und 40 Mill. *RM* einer Sonderrücklage zugewiesen, während rd. 2 Mill. *RM* auf neue Rechnung vorgetragen werden (vgl. Zahlentafel 1).

Der Ausgleich ist also im wesentlichen ermöglicht worden durch Rückgriff auf die Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs. In den Vorjahren sind erheblich höhere Abschreibungsbeträge zurückgestellt worden. Die Reichsregierung hat sich jetzt damit einverstanden erklärt, daß das Abkommen über die Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs vom Zeitpunkt der Errichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ab gelten soll. Die hiernach neu errechnete Abschreibungsverpflichtung beläuft sich Ende 1933 auf 163,8 Mill. *RM*, während tatsächlich 445,3 Mill. *RM* zurückgestellt worden waren. Infolgedessen ist es möglich geworden, den Mehrbetrag von 281,5 Mill. *RM* als außerordentliche Einnahme der Gewinn- und Verlustrechnung zuzuführen. Für das Geschäftsjahr 1934 stehen derartige Beträge zum buchmäßigen Ausgleich der Rechnung nicht mehr zur Verfügung. Die Reichsbahn muß daher in Zukunft versuchen, Einnahmen und Ausgaben unter allen Umständen ins Gleichge-

<sup>1)</sup> Die Ausführungen sind dem Geschäftsbericht der Reichsbahn entnommen. Sie enthalten keine Stellungnahme zum Reichsbahnbericht. — Geschäftsbericht 1932 vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 612/14.



Zahlentafel 1. Der Abschluß der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für das Jahr 1933.

1. Betriebsrechnung.		
Einnahmen	<i>RM</i>	<i>RM</i>
Personen- und Gepäckverkehr . . . . .	845 895 773,96	
Güterverkehr . . . . .	1 815 181 829,83	
Sonstige Einnahmen . . . . .	259 515 254,83	
Zusammen		2 920 592 858,62
Ausgaben		
Betriebsführung:		
Bahnhofs- und Abfertigungsdienst . . . . .	1 042 795 111,09	
Bahnbewachungsdienst . . . . .	93 926 007,51	
Lokomotivfahrdienst . . . . .	530 630 684,80	
Zugbegleitdienst . . . . .	182 391 869,41	
Zusammen		1 849 743 672,81
Unterhaltung:		
Bahnanlagen . . . . .	465 710 085,42	
Fahrzeuge . . . . .	332 961 993,85	
Zusammen		798 672 079,27
Erneuerung:		
Bahnanlagen . . . . .	315 817 288,28	
Fahrzeuge . . . . .	92 357 391,72	
Zusammen		408 174 680,—
Zusammen Ausgaben der Betriebsrechnung . . . . .		3 056 590 432,08
Fehlbetrag der Betriebsrechnung . . . . .		135 997 573,46
2. Gewinn- und Verlustrechnung.		
Außerordentliche Einnahmen aus Steuergutscheinen . . . . .		135 322 543,97
Aus der Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs . . . . .		281 460 000,—
Aus der Abwertung des Kredits des Reiches aus der Internationalen 5½prozentigen Anleihe des Deutschen Reiches 1930 . . . . .		50 778 350,02
Zusammen		467 560 893,99
Dieser Betrag wurde verwendet für:		
Deckung des Fehlbetrags der Betriebsrechnung . . . . .		135 997 573,46
Beitrag an das Reich . . . . .		70 000 000,—
Dienst der Schuldverschreibungen und Anleihen . . . . .		33 058 420,52
Zuweisung zur gesetzlichen Ausgleichsrücklage . . . . .		58 411 857,17
Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs . . . . .		12 440 000,—
Zu verteilende Vorzugsdividende . . . . .		75 670 000,—
Zuweisung zur Dividendenrücklage . . . . .		40 000 000,—
Zuweisung zur Sonderrücklage . . . . .		40 000 000,—
Vortrag für 1934 . . . . .		1 983 042,84
Zusammen		467 560 893,99

wicht zu bringen. Diese Aufgabe wird aber dadurch außerordentlich erschwert, daß die Reichsbahn trotz Wegfalls der Reparationssteuer immer noch erhebliche Lasten für das Reich zu tragen hat. Darüber hinaus sind diese politischen Lasten aber auch ein Hindernis für eine weitere Senkung der Tarife, deren Höhe von der an das Reich abzuführenden Beförderungssteuer wesentlich beeinflusst wird. Diese beträgt im Personenverkehr 11 bis 16 %, im Güterverkehr — mit Ausnahme der Kohlentarife — 7 % der reinen Beförderungspreise. Bei einem Wegfall der Steuer könnten die Tarifsätze um die in ihnen enthaltenen Steueranteile ermäßigt werden.

Die Reichsbahn hat einschließlich ihres Beitrages an das Reich von 70 Mill. *RM* gegenwärtig noch folgende politischen Lasten zu tragen:

Stand Ende 1933:

1. Beitrag an das Reich . . . . .	70,0 Mill. <i>RM</i>
2. Vorzugsdividende auf 500 Mill. <i>RM</i> Vorzugsaktien, die dem Reich unentgeltlich überlassen wurden . . . . .	35,0 Mill. <i>RM</i>
3. Beförderungssteuer . . . . .	179,0 Mill. <i>RM</i>
4. Politische Personallast (Ruhegehälter usw.) u. dgl. . . . .	175,0 Mill. <i>RM</i>
5. Mehrkosten aus neuer Grenzziehung . . . . .	15,0 Mill. <i>RM</i>
Zusammen	474,0 Mill. <i>RM</i>

Das sind 16,2 % der Betriebseinnahmen des Jahres 1933.

Zu diesen politischen Lasten treten noch die Ausgaben für Steuern und Zinsendienst, nämlich

6. Steuern . . . . .	22,0 Mill. <i>RM</i>
7. Zinsendienst	
a) Vorzugsdividende auf die übrigen ausgegebenen Vorzugsaktien . . . . .	40,7 Mill. <i>RM</i>
b) Dienst der Schulden . . . . .	33,1 Mill. <i>RM</i>
Zusammen	95,8 Mill. <i>RM</i>

Die jährliche Gesamtbelastung der Reichsbahn an politischen und sonstigen Lasten beträgt daher rd. 570 Mill. *RM*, das ist etwa ein Fünftel der Betriebseinnahmen. Sie ist ungefähr dieselbe wie im Vorjahr (rd. 567 Mill. *RM*).

Die Gesamtschuld der Reichsbahn beträgt unter voller Einrechnung auch der künftigen Wechselverbindlichkeiten aus den Arbeitsbeschaffungsplänen rd. 2,8 Milliarden *RM*; sie wird sich somit um etwa 0,8 Milliarden *RM* gegen 1932 erhöhen. Diese Belastung erscheint zwar im Verhältnis zum Wert des Reichseisenbahn-Vermögens noch erträglich; immerhin bedeutet die weitere Zunahme der kurzfristigen Verbindlichkeiten eine wachsende Gefahr, solange es nicht gelingt, sie in eine langfristige Anleihe umzuwandeln. Außerdem ist die zunehmende Zinsbelastung nicht unbedenklich.

Der gespannten Finanzlage entsprechend und infolge der ungünstigen Ergebnisse der Vorjahre haben sich die flüssigen Mittel weiter vermindert. Trotz den erhöhten Ausgaben für Arbeitsbeschaffung ist es dank der vorsichtigen Finanzpolitik gelungen, Schwierigkeiten in der Barmittelversorgung zu vermeiden. Dabei ist besonders zustatten gekommen, daß in früheren Jahren keine kurzfristigen Verbindlichkeiten eingegangen worden sind. Gerade dieser Umstand hat es der Reichsbahn ermöglicht, im entscheidenden Augenblick ihren Kredit anzuspannen, um durch umfassende Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen zur Belebung der Wirtschaft beizutragen. In 1933 wurde zunächst der im Vorjahre in Angriff genommene zusätzliche Arbeitsbeschaffungsplan 1932/33 im Betrage von 336 Mill. *RM* durchgeführt. Ueber den gesamten Betrag wurden Wechsel gezogen, die in Höhe von rd. 180 Mill. *RM* durch Steuergutscheine gedeckt sind. Auch der für 1933/34 vorgesehene, viel umfangreichere zusätzliche Arbeitsplan von zusammen rd. 700 Mill. *RM* wurde durch Wechselkredite finanziert, da sich bei der Kapitalmarktlage die Aufnahme langfristiger Gelder als unmöglich erwies. Außer den Wechselkrediten standen für zusätzliche Aufträge in geringem Umfange noch Bau- und sonstige Kredite zur Verfügung. Die Aufträge, die im Rahmen der außerordentlichen Arbeitspläne herausgegeben worden sind, erstrecken sich über den gesamten Bereich der Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Notstandsgebiete.

In den Rahmen der Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Regierung fällt auch der Bau der Reichsautobahnen, die für die Weiterentwicklung der deutschen Verkehrswirtschaft von grundlegender Bedeutung sind. In Würdigung dieses Umstandes hat die Reichsregierung durch Reichsgesetz vom 27. Juni 1933 die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft ermächtigt, zum Bau und Betrieb eines leistungsfähigen Netzes von Krafftahrbahnen ein Zweigunternehmen zu errichten, welches den Namen „Reichsautobahnen“ trägt. Demgemäß hat die Reichsbahn die Gesellschaft „Reichsautobahnen“ als Zweigunternehmen errichtet und ihr im Einvernehmen mit der Regierung den Betrag von 50 Mill. *RM* als Grundkapital zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe dieses von der Reichsbahn bereitgestellten Kapitals war es der neugegründeten Gesellschaft „Reichsautobahnen“ möglich, den Bau der Krafftahrbahnen sofort aufzunehmen und die Arbeiten tatkräftig zu fördern.

Die Bautätigkeit der Reichsbahn war entsprechend den in den Arbeitsplänen zur Verfügung gestellten Mitteln stärker als in den Vorjahren. Es war nicht nur möglich, angefangene Bauten zu fördern oder zu beenden, sondern es konnte auch mit der Ausführung neuer bedeutender und umfassender Arbeiten begonnen werden. Von den neu in Angriff genommenen Bauten sind hervorzuheben: die Elektrisierung der Strecke Augsburg-Nürnberg und der Bau der Berliner Nord-Süd-Bahn, einer Verbindung zwischen Anhalter und Stettiner Bahnhof.

In der Bahnunterhaltung konnten die betrieblich notwendigen Arbeiten planmäßig durchgeführt werden. Darüber hinaus sind zusätzliche Mittel für Instandsetzung und Verbesserung von Gebäuden und Anlagen bereitgestellt worden. Im Rahmen der Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen sind zusätzliche Arbeiten zur Erneuerung und Verbesserung des Oberbaues sowie zur Verstärkung der Brücken weitgehend berücksichtigt worden. Außer Gleis- und Weichenerneuerungen ist auf den Schnellzugstrecken die beabsichtigte allgemeine Ausrüstung mit 30 m langen Schienen wesentlich gefördert worden.

Der Fahrzeugbestand ist im allgemeinen immer noch zu hoch und konnte trotz des stärkeren Verkehrs bei weitem nicht ausgenutzt werden. Deshalb dienten die Neubestellungen in erster Linie dazu, die Lokomotiv- und Wagenbauindustrie zu unterstützen, der Fortentwicklung der einzelnen Bauarten Rechnung zu tragen und den Bedarf an Sondergattungen zu decken. In größerem Umfange wurden Kleinlokomotiven und Triebwagen in Auftrag gegeben.

In den Werkstätten waren die Arbeiten einmal wegen der erhöhten Betriebsleistungen größer als 1932, dann aber auch weil für die Verbesserung der vorhandenen Wagen, auch für die Ausrüstung der Personenwagen, zusätzliche Geldmittel zur Verfügung



gestellt wurden. Infolgedessen konnten nicht nur die Feierschichten aufgehoben, sondern sogar 7500 Arbeitskräfte neu eingestellt werden.

Dem in der zweiten Jahreshälfte gesteigerten Güterverkehr entsprechend, in dem die Wirtschaftsbelegung deutlich zum Ausdruck kommt, waren die Betriebsleistungen höher als im Vorjahr, auch konnten die Güterzüge wirtschaftlicher ausgelastet werden. Der Großgüterwagen findet bei den Verfrachtern immer mehr Zuspruch, er wird in der Hauptsache im regelmäßigen Verkehr in geschlossenen Zügen oder in Zuggruppen, ausnahmsweise auch einzeln, verwendet. Immer stärkeren Anklang hat die Einführung von Behältern gefunden, wodurch der Stückgutverkehr wesentlich erleichtert und verbilligt wird.

Die Reichsbahn hat sich in Verfolg des Zieles, ihre Bedeutung als sicherstes und zuverlässigstes Verkehrsmittel zu erhalten, bemüht, die Verkehrsbedienung zu verbessern und die Beförderungszeiten abzukürzen. Geeignete Mittel hierzu sah sie in der verstärkten Verwendung von Kleinlokomotiven im Verschiebedienst, in leichten und schnellfahrenden Güterzügen und als letzte Neuerung in neuen Straßenfahrzeugen. Letztgenannte ermöglichen es, beladene Reichsbahnwagen solchen Empfängern zuzuführen, die wegen der ungünstigen Lage ihrer Werke zur Bahn auf die Vorteile des Anschlußgleises verzichten müssen. Besondere Erfolge verspricht sich die Reichsbahn von dem Einsatz des Lastkraftwagens zur Verbesserung und zum weiteren Ausbau des Reichsbahnverkehrs. Außer zahlreichen Fahrzeugen, die Unternehmern gehören, wurden erstmalig auch bahneigene Lastkraftwagen im Nahverkehr eingesetzt.

Der Regelgütertarif blieb nach den erheblichen Senkungen Ende 1931 und Anfang 1932 im Geschäftsjahr 1933 nach Höhe und Anordnung unverändert. Wie in den Vorjahren sind aber wiederum zahlreiche Einzeltarifermäßigungen gewährt worden, die weiten Kreisen der Wirtschaft, besonders auch der Land- und

Forstwirtschaft sowie notleidenden Gebieten und Wirtschaftszweigen, zugute kommen. Die große Zahl der Ausnahmetarife, welche die Ausfuhr über die Land- und Seegrenze zu fördern bestimmt sind, ist 1933 weiter vermehrt worden. Das Winterhilfswerk 1933/34 wurde durch Gewährung von Frachtfreiheit im Werte von rd. 16 Mill. RM und die Arbeitsbeschaffungs- und Siedlungsmaßnahmen der Reichsregierung durch weitgehende Frachterleichterungen im Jahresbetrag von rd. 7,5 Mill. RM unterstützt.

Der Personalaufwand hat im Jahre 1933 etwa 68 % Betriebsausgaben ausgemacht. Im Verhältnis zu den Verkehrs- und Betriebsleistungen hätte der Personalstand etwas niedriger gehalten werden können, die Reichsbahn hat sich aber in den Kampf der Reichsregierung gegen die Arbeitslosigkeit bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit eingeschaltet. Im Gegensatz zu früheren Jahren wurde davon abgesehen, die in der Bahnunterhaltung tätigen Zeitarbeiter im Herbst zu entlassen; in anderen Dienstzweigen wurden zahlreiche Arbeitsplätze neu geschaffen. Welch außerordentliche Leistung damit trotz der gepannten Finanzlage vollbracht wurde, geht daraus hervor, daß der Personalstand zu Beginn des Jahres 1934 um 78 000 Köpfe höher war als im gleichen Zeitpunkt des Vorjahres. Außerdem wurden die Feierschichten in allen betroffenen Dienstzweigen nach und nach verringert und zuletzt fast ganz beseitigt. Allein die Beibehaltung der Zeitarbeiter in der Bahnunterhaltung über die Wintermonate hat einen Mehraufwand von 30 Mill. RM erfordert.

Die Organisation der Reichsbahn ist durch die Gleichschaltung der Staatsgewalt im Reich und in den Ländern günstig beeinflusst worden. Im Einvernehmen mit der bayerischen Regierung wurde die Gruppenverwaltung Bayern in München aufgelöst, die auf Grund des Staatsvertrages über die Verreichlichung der früheren Länderbahnen als besondere Stelle zwischen Hauptverwaltung und bayerischen Reichsbahndirektionen eingeschoben war.

**Beschränkung des Einsatzes landwirtschaftlicher Arbeitskräfte in nichtlandwirtschaftlichen Betrieben.** — Der Präsident der Reichsanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung hat auf Grund der §§ 2 und 5 des Gesetzes zur Regelung des Arbeitseinsatzes vom 15. Mai 1934 (Reichsgesetzblatt I, S. 381) angeordnet<sup>1)</sup>, daß Personen, die am 18. Mai 1934 in der Landwirtschaft als landwirtschaftliche Arbeiter, ländliches Gesinde, Wanderarbeiter (Schnitter), Melker oder als Familienangehörige des Unternehmens in einer den vorbezeichneten Berufen gleichgearteten Tätigkeit beschäftigt waren, oder die als solche innerhalb der letzten drei Jahre vor Inkrafttreten dieser Anordnung wenigstens 52 Wochen beschäftigt waren, in Betrieben des Bergbaues, der Eisen- und Stahlgewinnung, der Metallhütten- und Metallhalbzeugindustrie, des Baugewerbes und der Baubewerke, der Ziegelindustrie und bei Bau- und Unterhaltungsarbeiten der Reichspost und der Groß- und Kleinbahnen nur mit vorheriger Zustimmung des für die Arbeitsstelle zuständigen Arbeitsamts als Arbeiter oder Angestellte eingestellt werden dürfen.

**Die Lage der österreichischen Eisen- und Stahlindustrie im ersten Vierteljahr 1934.** — Die Nachfrage nach Roheisen und Halbzeug war andauernd sehr gering. Die Roheisenerzeugung wies gegenüber dem letzten Viertel des Vorjahres eine weitere Abnahme auf. Der Inlandsabsatz von fertiger Walzware nahm in der Berichtszeit zwar einen leichten Aufschwung; gegen Ende März trat jedoch wieder eine Stockung ein. Die lebhaften Bemühungen, die Ausfuhr nach Italien und der Schweiz zu fördern, hatten den Erfolg, daß einige kleinere Bestellungen hereingenommen werden konnten. Größeren Umfang konnte das Auslandsgeschäft angesichts des geringen Bedarfes, der gedrückten Preise und der hohen Einfuhrzölle nicht annehmen. Die Aufnahmefähigkeit der Balkanmärkte schrumpft immer mehr und mehr ein; in diesem wichtigsten Absatzgebiet machen sich die Devisenschwierigkeiten sehr unangenehm fühlbar. Auch die Abwertung der tschechoslowakischen Währung verursachte eine Störung des Ausfuhrgeschäftes.

Der Absatz der Feinblechwerke, der im letzten Vierteljahr 1933 nicht unbedeutend zugenommen hatte, entsprach im ersten Viertel 1934 nicht ganz den Erwartungen und bewegte sich um eine Kleinigkeit über dem der Vergleichszeit von 1933. Die Ausfuhr der Feinblechwerke ist auf ein Mindestmaß gesunken, da die Werke nicht in der Lage sind, die verlustbringenden Weltmarktpreise einzuhalten. Dagegen ist die Einfuhr in der Berichtszeit gestiegen; und zwar sind es hauptsächlich die tschechoslowakischen Eisenwerke, die jahrelang ihr Kontingent nach Oesterreich nicht ausgenutzt haben, seit Abwertung der Krone jedoch eine rege

Verkaufstätigkeit nach Oesterreich entfalten. In Mittelblechen hat die schon im Vorjahre beobachtete leichte Steigerung des Absatzes angehalten. Auch der Bedarf an verzinkten Blechen nahm zu, doch kommt diese Steigerung nicht den österreichischen Verzinkereien zugute, da seit der Abwertung der tschechoslowakischen Währung die Lieferungen der Werke in sehr beträchtlichem Maße zunahmen.

Der Beschäftigungsgrad stellte sich bei der Eisenhüttenindustrie im ersten Vierteljahr 1934 wie folgt:

Beschäftigungsgrad (1923 — 1932 = 100):	Januar	Februar	März
	1934	1934	1934
Roheisen . . . . .	34	28	28
Rohstahl . . . . .	45	43	50
Walzware und Absatz von Halbzeug . . . . .	44	43	57
Auftragsbestand in % des Normalbestandes (am Monatsende) . . . . .	30	25	33
Erzeugung in t:	1. Vierteljahr 1934	4. Vierteljahr 1933	1. Vierteljahr 1933
Eisenerze . . . . .	52 000	88 000	—
Stein- und Braunkohle . . . . .	893 607	931 705	916 331
Roheisen . . . . .	23 929	30 819	—
Rohstahl . . . . .	68 080	50 080	49 830
Walz- und Schmiedeware . . . . .	50 399	46 274	40 104

Wie ersichtlich, hat sich die Stahl- und Walzeisenerzeugung sowohl gegenüber dem letzten Viertel als auch gegenüber dem ersten Vierteljahr 1933 wesentlich gebessert.

Die Preise blieben sich gegenüber dem vierten und ersten Jahresviertel 1933 unverändert und stellten sich wie folgt:

Inlandsverkaufspreise je t in Schilling:	1. Vierteljahr 1934
Braunkohle (steirische Würfel) . . . . .	30,50
Roheisen . . . . .	162,—
Knüppel . . . . .	258,50
Stabeisen (frachtfrei Wien einschl. WUST.) . . . . .	340,50
Formeisen (frachtfrei Wien einschl. WUST.) . . . . .	361,50
Schwarzbleche (0,3 bis 2 mm) . . . . .	434,—
Mittelbleche (über 2 bis 5 mm) . . . . .	344,10

Arbeitsverdienst je Schicht in Schilling:	4. Vierteljahr 1933	1. Vierteljahr 1934
Kohlenbergbau: Hauer . . . . .	10,38	10,33
Tagarbeiter . . . . .	6,91	6,97
Erzbergbau: Hauer . . . . .	8,99	8,60
Eisenarbeiter . . . . .	10,42	9,36
Stahlarbeiter . . . . .	9,91	9,97

**Ilse der Hütte, Groß-Ilse.** — Das 75. Jahr des Bestehens der Ilse der Hütte brachte den dringend benötigten Umschwung in Politik und Wirtschaft. Während der Absatz der beiden ersten Monate 1933 der schlechteste in den letzten Jahren war, besserte er sich vom März ab stetig, so daß der Jahresversand von Walzwerkserzeugnissen um fast drei Viertel gegenüber dem Vorjahr stieg. Der Versand des Walzwerks betrug in den letzten sechs

<sup>1)</sup> Reichsanzeiger Nr. 114 vom 18. Mai 1934.



Jahren: 1928: 459 743 t, 1929: 430 643 t. 1930: 301 471 t, 1931: 165 586 t, 1932: 107 062 t, 1933: 177 646 t.

Die Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Reichsregierung wurden von der Gesellschaft nach besten Kräften unterstützt. Die Belegung des Eisenmarktes gab Gelegenheit, viele Arbeiter und Angestellte wieder einzustellen und gleichzeitig die Arbeitszeit wieder zu verlängern. Abgesehen von den Neueinstellungen, die in der Zeit vom 1. Januar 1933 bis 1. April 1934 2320 Mann betrogen, was einer Steigerung der Erfolgshaft um beinahe 60 % gleichkommt, hat sich mit der zunehmenden Beschäftigung auch der Verdienst der in Arbeit gebliebenen wesentlich gehoben. So steigerte sich das durchschnittliche Monateinkommen z. B. der Walzwerksarbeiter im zweiten Halbjahr 1933 um rd. 55 % gegenüber dem Dezember 1932. Der Gesamtwert der von der Gesellschaft vergebenen größeren Aufträge beläuft sich auf mehrere Millionen Reichsmark.

Der Absatz des Berichtsjahres gestattete zwar erst eine Ausnutzung der Anlagen von 32 % ihrer Leistungsfähigkeit gegen 19 % im Jahre 1932 und 86 % im Jahre 1927, so daß die Erzielung eines Kapitalertrags noch nicht möglich war. Die Entwicklung des Absatzes hat sich im laufenden Jahre befriedigend gestaltet. Der Versand an Walzwerkserzeugnissen belief sich vom Januar bis April auf rd. 100 000 t = 25 000 t Monatsdurchschnitt gegenüber einem Monatsdurchschnitt von rd. 14 800 t im Jahre 1933.

An Steuern zahlte die Ilseder Hütte mit den Tochtergesellschaften für das Jahr 1933 1 615 201,07 *RM* gegen 1 604 267,73 *RM* in 1932. Dazu kommt die Aufbringungsumlage mit 355 165,75 *RM* für das Jahr 1933. An sozialen Beiträgen waren einschließlich freiwilliger Leistungen 1 710 413,18 *RM* oder 349 *RM* je Kopf der Belegschaft zu tragen. Die sozialen Versicherungen beanspruchten 15,5 % der Gehalts- und Lohnsummen. Insgesamt betragen die steuerlichen und sozialen Abgaben im ganzen 3 660 780 *RM*, das sind 8,6 % des Aktienkapitals und 20,61 *RM* je t versandter Walzwerkserzeugnisse.

Die Zahl der in sämtlichen Werken beschäftigten Angestellten und Arbeiter betrug im Jahre 1933 durchschnittlich 4894 gegen 4366 im Vorjahre, am 1. April 1934 dagegen

6282. An Gehältern und Löhnen wurden 9 611 506,60 *RM* gegen 7 822 246,93 *RM* im Vorjahre gezahlt.

Der Umsatz der Ilseder Hütte und ihrer Tochtergesellschaften betrug im Jahre 1933 rd. 32 000 000 *RM* gegen rd. 22 500 000 *RM* im Vorjahre.

Im Monat Januar 1933 lagen die Erzgruben zum größten Teil still. Im Februar und März wurde der Betrieb wieder aufgenommen. Am 31. Dezember 1933 bestand die Belegschaft der Gruben aus 690 Mann, Anfang März 1934 aus 792 Mann. Es wurden gewonnen: in Bülten 407 400 t, in Lengede 302 000 t, in Dörnten und Kniestedt 57 893 t Erze.

Im Hochofenwerk waren während des Geschäftsjahres 1933 zwei Ofen ununterbrochen in Betrieb. Ein dritter Ofen stand in Bereitschaft. Er wurde Anfang 1934 in Betrieb genommen. Mit der Neuzustellung eines vierten Ofens wurde gegen Ende des Geschäftsjahres begonnen. Es wurden 193 403 t Roh-eisen gegen 111 679 t im Jahre 1932 erzeugt, je Tag und Hochofen 265,3 t gegen 186,1 t im Jahre 1932.

In den Monaten Januar und Februar 1933 lag das Geschäft in Walzwerkserzeugnissen vollkommen danieder, so daß die Erzeugung auf das äußerste eingeschränkt werden mußte. Von März an setzte eine allmähliche Besserung ein, die sich auch in den sonst stillen Herbst- und Wintermonaten fortsetzte. Die Preise wurden auf ihrem niedrigsten Stand gehalten. Das Breitflanschträgergeschäft war infolge des Auftretens neuen Wettbewerbs ungünstig. Hergestellt wurden in den Walzwerken 174 629 t gegen 97 689 t im Vorjahre. Von den Walzwerkserzeugnissen gingen 6083 t ins Ausland gegen 7735 t im Jahre 1932 und 49 516 t im Jahre 1931.

Die Kohlenförderung der Zeche „Friedrich der Große“ betrug im Berichtsjahre 615 533 t gegen 553 076 t in 1932. Die Koksherstellung stieg von 50 790 t in 1932 auf 66 174 t in 1933.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist eine Roh-einnahme von 19 651 906,71 *RM* und nach Abzug aller Unkosten, Abschreibungen, Zinsen, Steuern usw. einen Reingewinn von 126 499,80 *RM* aus, der auf neue Rechnung vorgetragen werden soll.

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

Guttman, A., Prof. Dr., Düsseldorf: **Die Verwendung der Hochofenschlacke.** Hrsg. im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 2., neubearb. u. verm. Aufl. Mit 99 Zahlentaf. u. 196 Abb. Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1934. (XI, 462 S.) 8°. Geb. 16 *RM*, für Mitglieder des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 14,40 *RM*.

Die im Eisenhüttenbetriebe anfallende Hochofenschlacke war noch vor einigen Jahrzehnten ein lästiger, kaum beachteter und in nur bescheidenem Maße verwerteter Abfallstoff. Seine Aufschüttung verursachte beträchtliche Kosten und nahm wertvolles Gelände in Anspruch. Selbstverständlich legten die Eisenhütten großen Wert darauf, die zu immer größeren Bergen sich ansammelnde Schlacke nutzbringend zu verwenden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden außerordentlich zahlreiche und umfassende Forschungs- und Versuchsarbeiten vom Hochofenausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute sowie in den Forschungsinstituten der Hüttenzementindustrie ausgeführt, zum Teil auch auf Veranlassung der seinerzeit vom früheren Ministerium der öffentlichen Arbeiten eingesetzten Kommission für Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke im Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem. Ihre Ergebnisse gaben bemerkenswerten Aufschluß über Beschaffenheit und Eigenschaften der Hochofenschlacken und ferner über ihre Brauchbarkeit für die verschiedensten Verwendungszwecke. Es war aber trotz der günstigen Ergebnisse der vorerwähnten Forschungen und Untersuchungen und trotz der bereits in der Praxis mit Hochofenschlacke gemachten guten Erfahrungen nicht leicht, diesem Stoff allgemeinere Verbreitung zu verschaffen; galt es doch, das vielfach noch bestehende Mißtrauen weiter Kreise gegen die Hochofenschlacke zu beseitigen. Dieses Mißtrauen hatte seinen Grund teils in der mangelnden Kenntnis der Besonderheiten der Hochofenschlacke, die zu Fehlschlagen geführt hatte, teils in dem Fehlen eines zuverlässigen Verfahrens, geeignete Schlacke von ungeeigneter zu unterscheiden. Eine weitere Ursache lag darin, daß ungünstige Erfahrungen, die man in der Praxis mit Beton aus Verbrennungsrückständen von Kohle oder Koks — leider noch vielfach als Schlacken statt Aschen bezeichnet — gemacht hatte, auf die Hochofenschlacke übertragen wurden.

Wenn auch der unermüdete Kampf der beteiligten Kreise gegen dieses Mißtrauen günstige Ergebnisse zeitigte, so war ihm doch erst ein gewisser Erfolg beschieden, als im Jahre 1919 ein im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute von A. Guttman, dem bekannten Zementfachmanne und bestem Kenner der Hochofenschlacke, verfaßtes Buch „Die Verwendung der Hochofenschlacke im Baugewerbe“ erschien. Dieses seinerzeit von weiten Kreisen mit größter Anerkennung begrüßte Werk<sup>2)</sup> hatte den Zweck, die Kenntnisse über die Gewinnung und die Eigenschaften der Hochofenschlacke und der daraus hergestellten Baustoffe im Zusammenhange weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Einen solchen Ueberblick zu geben, war um so notwendiger, als tatsächliche Unterlagen schwer zu erlangen waren, weil sie in Einzeldarstellungen, Berichten, Niederschriften und Akten verstreut und teilweise auch nur dem Eisenhüttenmanne zugänglich waren, und daher der Allgemeinheit, besonders aber dem Bauingenieur, die Möglichkeit fehlte, die Bedeutung der Verwertung der Hochofenschlacke in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht in vollem Umfange zu erkennen.

Jedenfalls trug gerade das Guttman'sche Buch, das lange Jahre vergriffen war, wesentlich dazu bei, das noch immer in gewissem Maße vorhandene Mißtrauen gegen die Hochofenschlacke zu beseitigen; es vergrößerten sich in der Folgezeit ihre alten und es eröffneten sich ihr viele neue Anwendungsgebiete. So ergab sich von selbst die Notwendigkeit einer Neuauflage des Buches, die jetzt in erweiterter Form unter dem Titel „Die Verwendung der Hochofenschlacke“ erschienen ist. In ihr gibt der Verfasser mit der ihm eigenen Gründlichkeit neben einer gemeinverständlichen Einführung in die wissenschaftlichen Grundlagen und einer Darstellung der geschichtlichen Entwicklung einen umfassenden Ueberblick über die zahlreichen, vor allem in den letzten Jahren neu erschlossenen Anwendungsgebiete der Hochofenschlacke in deren verschiedenen Formzuständen (Stückschlacke, Schlackensand, Schaumslagge und Schlackenwolle). Aufbereitungs- und Herstellungsverfahren sowie die Eigenschaften der Baustoffe aus Schlacke, besonders derjenigen, die für den Straßen- und Wohnungsbau Anwendung finden, werden eingehend behandelt. Die letzten Abschnitte des Werkes befassen sich mit der Verwertung der Hochofenschlacke als Wärme- und Schalldichtungstoff (Schlackenwolle), als Spülversatz, als Dünge-

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

<sup>2)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 35/37.



mittel, als Füllstoff für Filterfelderanlagen und als Rohstoff für die Glaserzeugung. Man ersieht hieraus, wie überaus vielseitig die Anwendungsmöglichkeiten der Hochofenschlacke sind. Den Schluß des textlichen Teiles des Buches bilden die von der Kommission für Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke herausgegebenen „Richtlinien für die Lieferung und Prüfung von Hochofenschlacke als Gleisbettungsstoff, Straßenbaustoff sowie als Zuschlag für Beton und Eisenbeton“<sup>1)</sup>, die nicht nur wegen ihres inneren Wertes, sondern auch deswegen große Bedeutung haben, weil sie bei allen Ländern des Reiches eingeführt sind. Die zahlreichen Abbildungen des Bandes veranschaulichen die vielseitigen Verwertungsmöglichkeiten der Hochofenschlacke. Vervollständigt wird das vorzüglich ausgestattete Werk durch ein ausführliches Namen- und Sachverzeichnis.

Das Guttman'sche Buch zeigt nicht nur dem Eisenhüttenmann Wege für neue Absatzgebiete der Schlacke, sondern gibt auch dem Bauingenieur, Straßenbauer, Eisenbahner, Siedlungsfachmann, Wasserfachmann, Landwirt und Glashüttenmann Anregungen und Unterlagen für die Verbesserung oder Verbilligung ihrer Arbeitsverfahren. Prof. Heinrich Burchartz.

**Brearley, Henry: Steel-Makers.** London, New York, Toronto: Longmans, Green and Co. 1933. (XIII, 156 pp.) 8°. Geb. 5 sh.

Das vorliegende kleine Buch ist nicht etwa als ein wissenschaftlicher Beitrag über die Stahlerzeugungsverfahren, sondern als eine Plauderei im rauen Betriebston aufzufassen, durch die der Verfasser in teilweise humorvollen Betrachtungen über seine eigenen Erfahrungen bei der Ausbildung als Stahlschmelzer in einem alten Tiegelstahlbetrieb in Sheffield berichtet. Inhaltlich behandelt das Büchlein in elf Abschnitten im wesentlichen die Oefen für die Tiegelstahlerzeugung, die Rohstoffe, die Her-

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1623.

stellung der Tiegel sowie die Arbeitsleistung der für das Verfahren benötigten Hilfskräfte im Aschenraum — geschulte Arbeiter zur Entfernung der Tiegel aus den Oefen und zum Vergießen des Tiegelinhaltes — und der Meister, die den ganzen Vorgang leiten. Die Beschreibung des Verfahrens bezieht sich auf die Art, wie es seit langer Zeit in Sheffield ausgeübt wird, und wirft bemerkenswerte Lichter auf die früheste Entwicklung des Tiegelverfahrens. In besonderen Abschnitten werden sodann noch Angaben gemacht über die Eigenschaften der erzeugten Stahlsorten und über die Vor- und Nachteile der später einsetzenden Mitwirkung der akademisch vorgebildeten Chemiker und Metallographen bei der Güteprüfung der Erzeugnisse. Der Verfasser, der selbst von der Pike auf gedient hat, legt besonders großen Wert auf die praktische Ausbildung der Arbeitskräfte, vornehmlich der Meister, während seine Stellung gegenüber allzu theoretischer Wissenschaft oft sehr kritisch ist.

Es ist fesselnd, die rein englische Auffassung eines Praktikers kennenzulernen. Zumal der Schlußabschnitt über die technische Erziehung der Stahlerzeuger (Steel-Makers) — Arbeiter, Meister und Ingenieure — bringt manchen Vorschlag, der beherzigt werden kann, besonders auch den, Arbeiter und Ingenieure gemeinsam auszubilden, um das gedeihliche Zusammenarbeiten der Arbeiter mit den Vorgesetzten zu erleichtern.

Es würde zu weit führen, auf Einzelheiten näher einzugehen. Das Buch ist wegen seines eigenartigen Satzbaues und wegen der vielen ungewöhnlichen englischen Ausdrücke nicht ganz leicht verständlich. Trotzdem wird es bei manchem deutschen Stahlfachmann, der es mit feiner Ironie zu lesen versteht, häufig freudige Zustimmung erwecken, wenn er aus der ansprechenden Darstellung eines englischen Nichtakademikers ersieht, daß es seinen englischen Betriebskollegen im Kampf um den Wert der Betriebserfahrung auch nicht anders geht als ihm selbst.

Wilhelm Venator.

## Vereins-Nachrichten.

### Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

#### Ehrung.

Unserem Mitgliede Geh. Regierungsrat Professor A. Wallich's, Aachen, wurde von der Technischen Hochschule in Hannover in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Zerspanungslehre die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

#### Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Abbotto, Francesco, Dr.-Ing.,** Inspektor der Staatseisenbahnen, Piombino (Livorno), Italien, 7-Via Antonio da Piombino.  
**Böhme, Otto, Dipl.-Ing.,** Hamburg 6, Feldstr. 39.  
**Bühlren jr., Hermann, Dipl.-Ing.,** Wien I (Oesterreich), Landkronengasse 5.  
**Drath, Günter, Dr.-Ing.,** Stahlwerksing. der Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Georgs-Marien-Werke, Georgsmarienhütte (Kr. Osnabrück), Schloßstr. 12.  
**Duckwitz, Carl A., Dr.-Ing.,** Berlin-Adlershof, Handjerystr. 26.  
**Ehring, Eduard,** Oberingenieur, Trier, Kochstr. 11.  
**Erbreich, Friedrich, Dipl.-Ing.,** Neubabelsberg, Verlängerte Augustastr.  
**von Forstner, Ernst, Dipl.-Ing.,** Leiter des Walzw. der Oesterreichisch-Alpine Montanges., Kindberg (Steiermark).  
**Grimm, Wilh., Dipl.-Ing.,** Berlin-Lichterfelde-West, Reuterstr. 11.  
**Haiblen, Carl,** Fabrikdirektor der Fa. Felten & Guillaume Carls-werk Eisen u. Stahl, A.-G., Köln-Mülheim, Prinz-Heinrich-Str. 4.  
**Hansen, Heinrich,** Hüttdirektor a. D., Düsseldorf, Pempelforter Str. 16.  
**Heil, Werner, Dr.-Ing.,** Stahl- u. Walzwerk Hennigsdorf, A.-G., Hennigsdorf (Osthavelland).  
**Hettner, Hermann, Dr.-Ing.,** o. Vorst.-Mitglied der Fa. Joseph Vögele, A.-G., Mannheim; Heidelberg, Bergstr. 110.  
**Hofrichter, Curt, vereid. Chemiker,** Essen, Sibyllastr. 28.  
**Hutin, Edmund,** Ingenieur, Paris V (Frankreich), 4 Place Violet.  
**Jansen, Albert,** Ingenieur, Ruhrstahl, A.-G., Gußstahlwerk Witten, Witten (Ruhr), Winkelstr. 26.  
**Lehnartz, Karl,** Betriebsingenieur der Fa. Ph. Rosenthal & Co., A.-G., Porzellanfabrik, Selb (Bayern), Schloßstr. 1.  
**Niemöller, Max,** Essen, Lindenallee 1.  
**Poel, Ernst, Landrat a. D.,** Hüttdirektor, Hannover, Richard-Wagner-Str. 23.  
**von Post, Knut Rangell,** Bergingenieur, Bultfabriks, A.-B., Hallstahammar (Schweden).  
**Raym, Willibald, Dipl.-Ing.,** Direktor, Düsseldorf, Grunerstr. 40.  
**Reschka, Julius, Dr.-Ing.,** Mitteld. Stahlwerke, A.-G., Stahl- u. Walzwerk Weber, Brandenburg (Havel).

- van Royen, H. J., Dr. phil., Ing.-Chemiker,** Leiter der Versuchsanst. der Fa. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund-Höchst, Kränkelweg 92.  
**Schemmer, Karl, Dipl.-Ing.,** Pieskow (Scharmützelsee), Schloß Pieskow.  
**Schmidt, Wolf, Dr.-Ing.,** Maschineningenieur der Fa. Rudolf Heinz, Rio de Janeiro (Bras.), Südamerika, Rua Buenos Aires 17. 5 and.  
**Schulte-Wissermann, Hugo,** Ingenieur, Berlin W 30, Berchtesgadener Str. 8.  
**Schuster, Ewald, Dr. rer. pol.,** Syndikus, Reichsverband des Ingenieurbauers, Düsseldorf 10, Grunerstr. 25.  
**Staedel, Wilhelm, Dr.-Ing.,** Techn. Hochschule, Institut für Papierfabrikation, Darmstadt, Hölgerstr. 16.  
**Stallmann, Heinz, Dipl.-Ing.,** Stahlwerkschef der Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar, Siechhofstr. 9.  
**Tarmann, Hubert, Ing.,** Oesterreichisch-Alpine Montanges., Donawitz (Obersteiermark), Ledigenheim.  
**Tiemeyer, Hermann, Dipl.-Ing.,** Ruhrstahl, A.-G., Stahlwerk Krieger, Düsseldorf-Oberkassel, Steffenstr. 31.  
**Tigler, Hermann,** Direktor der Fa. Demag, A.-G., Duisburg; Angermund (Bez. Düsseldorf), Auf der Krone 105.  
**Verlohr, Wilhelm,** Fabrikdirektor, Vorst.-Mitgl. der Brennabor-Werke, A.-G., Brandenburg (Havel), Kaiser-Otto-Ring 7.  
**Wiedemann, Ernst,** Oberingenieur, Berlin-Friedenau, Fregestr. 10.  
**Zeyen, Karl Ludwig, Dr.-Ing.,** Abt.-Leiter in der Versuchsanst. der Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen, Billrothstr. 32.

#### Neue Mitglieder.

- Albers, Wilhelm,** Ingenieur der Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Grabenstr. 156.  
**Gärtner, Eduard,** Bergassessor a. D., Bergwerksdirektor der Gewerkschaft Carl Alexander, Saarbrücken 3, Hindenburgstr. 8.  
**Opitz, Herwart, Dr.-Ing.,** Oberingenieur, Techn. Hochschule, Aachen, An der Schanz 18.  
**Viehweger, Erwin, Dr.-Ing.,** Oppeln (O.-S.), Vogtstr. 40.  
**Wilhelm, Johannes, Dr.-Ing.,** Betriebsing. der Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Hilden, Augustastr. 9.

#### Gestorben.

- Froriep, Otto, Dr.,** Fabrikbesitzer, Rheydt. 8. 5. 1934.  
**Kundl, Karl, Ing.,** Wien. 18. 5. 1934.  
**Pattberg, H., Dr.-Ing. E. h.,** Generaldirektor, Homberg. 11. 5. 1934.  
**Schäfer, Ernst, Dipl.-Ing.,** Völklingen. 26. 4. 1934.  
**Steffen, Fritz,** Hüttdirektor, Bochum. 28. 5. 1934.  
**Strohmeier, Theo, Dipl.-Ing.,** Hamborn. 9. 5. 1934.