

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 21

21. MAI 1931

51. JAHRGANG

Beitrag zur Bestimmung der neutralen Linie eines Kalibers.

Von Walter Dahl in Düsseldorf-Rath.

[Bericht Nr. 85 des Walzwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute*].

(Nachteile beim Walzen durch unrichtige Lage der Walzlinie. Bisherige Vorschläge zu ihrer Bestimmung. Neues Verfahren.)

Unter Walzlinie versteht man allgemein die Berührungslinie der beiden gedachten Walzenzylinder, d. h. der nicht eingeschnittenen, nicht kalibrierten Walzen. Die neutrale Linie dagegen ist eine gedachte, waagerechte Gerade im Kaliber, die seine Lage zur Walzlinie bestimmt. Die einwandfreie Bestimmung der neutralen Linie ist insofern von Bedeutung, als die unrichtig gewählte Lage der Kaliber zur Walzlinie schädlich für die Walzenstraße und die Beschaffenheit des Walzgutes sind. Besonders treten diese Erscheinungen auf beim Walzen von U- und T-Eisen, wie aus dem Schrifttum¹⁾ bekannt ist. Haben nämlich die beiden miteinander arbeitenden Walzen verschiedene Durchmesser, so ist die Geschwindigkeit an den Walzenoberflächen ebenfalls verschieden. Ist z. B. der arbeitende Durchmesser der Oberwalze größer als derjenige der Unterwalze, so ist das Walzgut bestrebt, der größeren Geschwindigkeit an der arbeitenden Oberfläche der Oberwalze zu folgen. Dadurch wird die Unterwalze mitgerissen, und zwar um so viel wie Muffen und Spindeln infolge ihres Spiels nachgeben, was wohl eine halbe Umdrehung und mehr ausmachen kann. Um so viel eilt die Unterwalze der sie antreibenden Kammwalze vor. Sobald jedoch das Walzgut die Walze verlassen hat, sind Ober- und Unterwalze voneinander unabhängig. Die Unterwalze wird nicht mehr mitgeschleppt, sondern sie bleibt so lange stehen, bis das Spiel der Muffen und Spindeln zurückgelegt ist. Sodann aber wird die Walze wieder plötzlich in schnelle Bewegung gesetzt. In diesem Augenblick entstehen die jedem Walzwerker bekannten Schläge, die leicht zu Muffen- und Zapfenbrüchen usw. führen können. Während des Walzvorganges wirkt also die Unterwalze als Bremse. Durch dieses Abbremsen entsteht nicht nur ein Mehraufwand an Arbeit, sondern es können die durch das Bremsen dem Walzgut übertragenen Spannungen Ursache dafür sein, daß an den äußersten Kanten des Walzgutes Risse entstehen, ja, daß sogar bei sprödem Werkstoff die Flanschen des Profils glatt abreißen. Diese unangenehmen Erscheinungen werden also durch die unrichtig gewählte Lage des Kalibers zur Walzlinie herbeigeführt. Durch eine richtige Anordnung des

Kalibers würde mithin erreicht: eine regelrecht verlaufende Walzung, ein geringerer Walzenverschleiß, eine geringere Beanspruchung des Kupplungswerkstoffes, ein geringerer Arbeitsbedarf und ein Wegfall unzulässiger Spannungen, welche die Güte des Walzgutes beeinträchtigen würden.

Um dieses zu erreichen, sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. J. Puppe²⁾ empfiehlt, den Schwerpunkt des Profils auf die Walzlinie zu legen, eine alte Regel, die auch heute noch gern von Kalibreuren angewandt wird. Obwohl diese Faustregel zu guten Ergebnissen führen kann, muß jedoch betont werden, daß neutrale Linie und Schwerpunkt nichts miteinander zu tun haben.

L. Schäfer³⁾ kommt den Verhältnissen näher, denn sein Vorschlag zur Anordnung der Stachkaliber für U-Profile beruht auf Ausgleich der Umfangsgeschwindigkeiten, um vor allem den Streckenschlag zu vermeiden. Er legt das Kaliber so, daß der Stegdurchmesser der oberen Walze gleich dem der unteren Walze und dem Oberdruck ist, und die Walzlinie den Steg halbiert. Schäfers Gedanke, eine einwandfreie Lage des Kalibers durch ausgleichende Umfangsgeschwindigkeiten zu erzielen, ist unbedingt richtig, jedoch von ihm nicht folgerichtig durchgeführt worden, denn er berücksichtigt nur den Steg, dagegen nicht die Gurtungen, sowie die Form der Flanschen, ihre Bemessung und Länge. Versuche von E. Werlich⁴⁾ über die Lage von U-Eisenkalibern zur Walzlinie zeigten, daß Schäfers Vorschlag wenig gangbar ist. Ebenfalls fand Puppes Vorschlag, den Schwerpunkt des Kalibers auf die Walzlinie zu legen, wenig Anklang. Dagegen zeigte die Anordnung nach W. Tafel⁵⁾ gute Brauchbarkeit.

Tafel zerlegt das Profil in Rechtecke, zeichnet die Mittellinie der Einzelquerschnitte ein und legt die neutrale Linie so zwischen sie, daß die Entfernung der ersten im Verhältnis der arbeitenden Linie geteilt wird. Tafel versteht hierbei unter arbeitenden Linien diejenigen, auf die der senkrechte Druck der Walzen wirkt. In Abb. 1 beträgt die Entfernung der Mittellinien $X_1 X_1$ und $X_2 X_2$ voneinander: $e = 2$. Nach Tafel muß sich verhalten: $e_2 : e_1 = b : 2a = 6 : 4$.

Mithin: $e_1 + e_2 = e$; $e_2 = \frac{e_1 \cdot b}{2a} = \frac{e_1 \cdot 6}{4} = e_1 \cdot \frac{3}{2}$; $e_1 + e_2 = e = 2 = e_1 + \frac{3}{2} e_1 = \frac{5}{2} e_1 = 2$; $e_1 = \frac{4}{5} = 0,8$; $e_2 = 1,2$.

MM ist die neutrale Linie.

¹⁾ St. u. E. 29 (1909) S. 1678 85. — ²⁾ St. u. E. 29 (1909) S. 425 28; 30 (1910) S. 1836 39. — ³⁾ St. u. E. 33 (1913) S. 1561 63. — ⁴⁾ St. u. E. 29 (1909) S. 748.

* Vorgetragen in der 24. Vollsitzung am 10. April 1931. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 29 (1909) S. 425 28, 748, 1678 85; 30 (1910) S. 1836 39; 31 (1911) S. 58 62; 33 (1913) S. 1561 63; 34 (1914) S. 411 12. J. Dehez: Walzenkalibrierungen (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1919) S. 6. St. u. E. 44 (1924) S. 1012 15; 50 (1930) S. 1430 31. E. Cotel: Die Grundlagen des Walzens (Halle a. d. S.: Wilhelm Knapp 1930) S. 20.

D'm. Die neutrale Linie liegt dann in der Mitte von ZZ — YY. Wie man sieht, fällt die so ermittelte Linie mit der von Tafel zusammen. Genau so wird in Abb. 2 vorgegangen.

Nach Zeichnung der Linien XX — YY ergibt sich F_1 zu $41,2 \text{ cm}^2$, F_2 zu 30 cm^2 ; $Dm = \frac{F_1}{B} \cdot 2 = \frac{41,6}{6} \cdot 2 = 13,75$; $D'm = \frac{30}{6} \cdot 2 = 10$. Vergrößert man D'm um $\frac{y}{2} = \frac{3,75}{2} = 1,88$, so ist $Dm = D'm$. Die neutrale Linie liegt sodann in

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

A. Nöll, Duisburg: Bei Bestimmung der neutralen Linie beliebiger Profile läßt Herr Dahl einen wichtigen Umstand außer acht. Ohne Berücksichtigung des Querschnittes, der in das zu betrachtende Kaliber eingeführt wird, kann die neutrale Linie nicht einwandfrei festgestellt werden. Ebenso wichtig wie das Profil selbst ist der Vorstich. Das Vorhandensein verschieden starker Drücke auf Profiltteile, die in ihrer Lage verschieden sind, ist von größter Wichtigkeit. Oft ergeben sich Störungen beim Walzen, indem z. B. ein Band entsteht. Gewöhnlich hat sich in diesem Falle durch Nachgeben oder Verschleiß der Walzen das Vorprofil wenig verändert, wodurch sich in dem folgenden Kaliber die neutrale Linie folgerichtig verschoben hat. Man kann also nicht die neutrale Linie für ein beliebiges Profil bestimmen, ohne den Anstichquerschnitt gebührend zu berücksichtigen. Die Einführung der Wirkungen der verschiedensten Drücke auf die verschieden geformten Kaliberteile in eine wissenschaftlich genaue Rechnung zur Bestimmung der neutralen Linie dürfte zu sehr verwickelten Rechnungen führen.

W. Dahl, Düsseldorf-Rath: Bei richtiger Druckverteilung würde das Verfahren stimmen. Wenn die Druckverteilung ungleichmäßig ist, d. h. der Steg mehr als der Flansch gedrückt wird, dann verschiebt sich natürlich die neutrale Linie.

der Mitte von ZZ — YY. Aber auch hier fallen die neutralen Linien nach dem obigen Verfahren und dem von Tafel zusammen. Abb. 5 zeigt die Ermittlung der neutralen Linie bei einer Turbinenschaufel.

Zusammenfassung.

Es wurde ein neues Verfahren zur Ermittlung der neutralen Linie eines Kalibers beschrieben. Ausgeführte Beispiele zeigen, daß dieses Verfahren dieselben Werte wie die nach Tafel ergibt und daß es einfacher und vor allem für alle Profile mit noch so unregelmäßigen Formen anwendbar ist.

A. Nöll: Eine gleichmäßige Druckverteilung auf alle Profilizweige ist im allgemeinen nicht möglich. Sämtliche Profile werden gewöhnlich aus einem vierkantigen oder rechteckigen Querschnitt hergeleitet. Das Wesen der Profilwalzung besteht also in der Hauptsache in Anwendung verschiedenster Druckverteilung. Dieses muß natürlich auch bei Bestimmung der neutralen Linie berücksichtigt werden.

C. Holzweiler, Düsseldorf-Rath: Herr Nöll hat recht. Es ist nämlich nicht gleichgültig, ob die neutrale Linie eines Kalibers für ein offenes oder ein geschlossenes Kaliber bestimmt wird. Bei einem U-Eisen mit nach unten liegenden geschlossenen Füßen kann man die neutrale Linie nicht leicht zu hoch legen, dagegen legt man bei einem U-Eisen mit offenen Füßen die neutrale Linie erfahrungsgemäß bei üblichen Querschnittsabnahmen am besten 2 bis 3 mm oberhalb des Schwerpunktes eines Kalibers.

Bei I-Eisen, bei denen die Kaliber im Trio übereinander liegen, ist es unmöglich, für das untere und obere Kaliber eine neutrale Linie zu bestimmen, die, wollen wir einmal sagen, theoretisch richtig ist, da hierbei die Steg- und Flanschdicken verschieden und in dem unteren Kaliber der geschlossene Teil nach unten und im oberen Teil der geschlossene Teil nach oben liegt. Hier hilft man sich gewöhnlich dadurch, indem man den Durchmesser der Mittelwalze um das gleiche dicker macht als die Unterwalze, wie sie dünner ist als die Oberwalze.

Fortschritte in Bau und Betrieb des kernlosen Induktionsofens zur Stahlerzeugung.

Von Dr.-Ing. Nino Broglio in Runderoth.

[Bericht Nr. 208 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.]

(Vergleich mit andern Stahlwerkserzeugungsmitteln. Schlackenarbeit und Schlackenreinheit. Temperaturüberwachung während der Schmelzarbeit.)

[Schluß von Seite 613.]

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß der hier im Bericht behandelte Ofen in erster Linie zur Erstellung hochwertiger Sonderstähle, also derjenigen Stahlsorten dienen sollte, die bisher im Tiegelofen gemacht wurden. Aus diesem Grunde ist vorwiegend sauer gearbeitet und von der gleichen hochwertigen Einwaage ausgegangen worden, wie sie dem früheren Tiegelstahl zugrunde lag. Der Grundsatz der Verwendung „jungfräulichen“ Einsatzes ist also beibehalten worden; nicht deswegen, weil man der Arbeitsweise des neuen Ofens zu wenig traute, sondern weil man nicht von vornherein zu viele Versuche machen wollte. Dabei hat sich einwandfrei gezeigt, daß der Ofen den gestellten hohen qualitativen Anforderungen in jeder Beziehung gerecht wurde und ein Erzeugnis herausgab, das dem Tiegelstahl metallurgisch zumindest gleichwertig, teilweise sogar nicht unerheblich überlegen war.

Kennzeichnend für das Arbeiten mit dem kernlosen Induktionsofen ist, neben der Möglichkeit metallurgisch feinst abgestimmter Arbeitsweise, die außerordentlich große Geschwindigkeit des Schmelzanges, die in den angegebenen hohen Werten für die minutliche Temperaturzunahme oder die Temperaturzunahme je eingebrachter Kilowattstunde deutlich zum Ausdruck kommt. Sie ist nur deswegen möglich, weil sich der Ofen weitestgehend dem thermisch vollkommenen nähert, indem die Wärme

im Wärmgut selbst erzeugt wird. Vergleicht man damit den Wärmefluß im Tiegelofen, so sieht man die Wärme aus der Flamme durch die Tiegelwand in das Bad übergehen. Der Temperaturabfall in der Wand des Tiegels steigert sich bis zur Mitte des Bades im Tiegelinnern natürlich weiter und wird auch durch den Kochvorgang erfahrungsgemäß nicht vollständig ausgeglichen. Ähnlich liegen die Dinge beim Siemens-Martin-Ofen, bei dem die Wärme dem Bade durch die Schlackendecke hindurch mitgeteilt wird, so daß dessen obere Schicht immer wärmer ist als die unmittelbar die Herdsohle berührende unterste Schicht der Schmelzung. Die Wärmeaufnahme des Bades ist also, um zunächst beim Tiegelofen zu bleiben, abhängig von der jeweiligen Haltbarkeit des Tiegels, dessen Innenwandtemperatur ungefähr 75 bis 150° unterhalb seiner höchsten Außenwandtemperatur liegt. Im Durchschnitt kann man die Grenztemperatur, der man einen Tiegel während der Dauer einer 2- bis 2½stündigen Kochzeit aussetzen darf, mit rd. 1750° annehmen. Je nach der keramischen Beschaffenheit des Tiegels wird diese Grenze etwas höher oder niedriger liegen. Die Grenze der Badtemperatur beträgt damit 1600 bis 1650°. Der Tiegel selbst kann höherer Beanspruchung deswegen nicht ausgesetzt werden, weil er von keiner Seite in einem gewissen natürlichen Widerstand gegen seine Zerstörung durch die hohe Temperatur gestützt wird. Anders beim

kernlosen Induktionsofen. Hier wird die Schmelzwärme, wie gesagt, im Bade selbst erzeugt, während der Tiegel durch die außen liegende Wasserkühlung der Spule ganz außerordentlich geschont wird. Infolgedessen wird von den 50 bis 80 mm starken Tiegelwänden immer nur eine erfahrungsgemäß allerhöchstens 1½ mm tiefe Schicht, die unmittelbar dem Einfluß der Badtemperatur ausgesetzt ist, angegriffen, von der sie entsprechend ihrer Höhe unter Umständen bis auf ihren eigenen Schmelzpunkt erhitzt wird (Abb. 10 und 11). Die Tiegelwandtemperatur des kernlosen Induktionsofens fällt also nach außen, und zwar in so starkem Maße, daß sie eine praktisch beliebige Ueberhitzung des Bades gestattet, bevor die Auflösung des Tiegels oder der Eintritt des thermischen Ausgleiches zu befürchten wäre. Wie hoch dieser liegt, konnte noch nicht nachgewiesen werden, jedoch sind mit Leichtigkeit Badtemperaturen bis

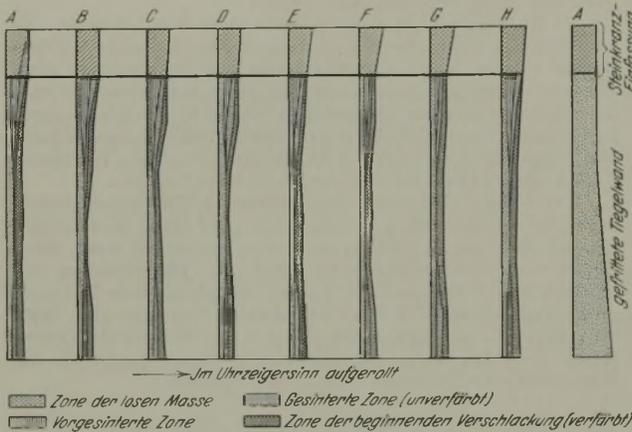


Abbildung 10. Tiegelverschleiß nach 70 Schmelzungen.

zu 1800° erzielbar, ohne daß der Tiegel dadurch allein besonders stark, d. h. bis zum Unbrauchbarwerden, angegriffen würde. Abb. 12 veranschaulicht, wie der Temperaturabfall in der Tiegelwand beim neuen und beim ausgewaschenen Tiegel verläuft, d. h. wie er bei dem letzten steiler wird. Die Grenztemperaturen der Tiegelinnen- und -außenwand unmittelbar an der Spule sind optisch und mit Thermometer einwandfrei gemessen worden. Die Umwandlungspunkte der feuerfesten Stoffe oder die Zustandsänderungen in der Tiegelwand (vgl. Abb. 10 und 11) wurden durch einen Vergleichsversuch gefunden. Rohre, gefüllt mit Zustellmasse, wurden jeweils 12 h um 100° steigenden Temperaturen ausgesetzt und die nach Aufschneiden der Rohre jeweils erhaltene Masse wurde mit den verschiedenen, in der ausgebrochenen Tiegelwand gefundenen Zustandsänderungen der Grundmasse verglichen. Diese Zahlen sind also nur als Anhaltzahlen zu betrachten und machen keinen Anspruch auf wissenschaftliche Einwandfreiheit.

Metallurgisch sehr wichtig und von großem Einfluß auf die Schmelzföhrung ist die auf elektrodynamischer, genauer gesagt auf der Wirkung des Pincheffektes beruhende Durchwirbelung des Bades. Ihre Stärke hängt von der Höhe der angewandten Frequenz ab, mit deren Fallen sie steigt. Bei größeren Oefen, d. h. bei Oefen mit größerem Durchmesser, in denen infolge der verhältnismäßig geringen Eindringtiefe des induzierten Stromes das vergrößerte Trägheitsmoment der flüssigen Schmelze besser zur Wirkung kommt, wird sie ganz erheblich gemildert. Diese Badbewegung, die von oben nach unten und radial von außen nach innen gerichtet ist, bringt immer neu erhitztes Schmelzgut aus dem Bereich der Feldlinien bis herunter auf den Boden und von da durch die Mitte des Tiegels nach oben,

so daß bei der großen Geschwindigkeit der Durchwirbelung praktisch keine Temperaturunterschiede innerhalb des ganzen Badquerschnittes gefunden wurden.

Die Möglichkeit, das Bad in der Temperatur beliebig hoch zu fahren, hat besonders beim Erschmelzen derjenigen legierten Stähle, bei denen wie z. B. bei Doppelkarbiden Lösungsvorgänge angestrebt werden, ganz außerordentliche metallurgische Vorteile. Hierauf ist ohne Zweifel auch die erhebliche Leistungssteigerung bei Schnelldrehstählen zurückzuführen, die einwandfrei bei den im kernlosen Induk-

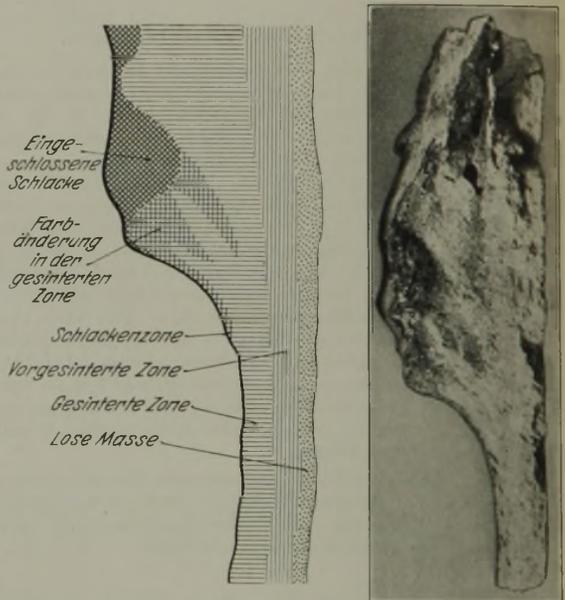


Abbildung 11. Wand des ausgebauten Tiegels im Längsschnitt.

tionsofen erstellten Schmelzen hat nachgewiesen werden können. Die fast unbegrenzte Temperaturzufuhr in das Bad ist gleichzeitig bei basischem Arbeiten für eine Schlackenarbeit günstig. Umgekehrt wie beim Siemens-Martin-Ofen erfolgt der Temperaturabfall in der

Schlackendecke nicht zum Bade hin, sondern vom Bade fort. Ist die Schlackendecke nun genügend stark, so daß eine genügend starke Schicht sich der Badtemperatur anpassen kann, so wird durch die lebhafteste Badbewegung immer neue Wärme aus dem Bade der Schlacke zugeführt und diese damit reaktionsfähig gehalten, während gleichzeitig immer neuer metallischer Einsatz mit der Schlackendecke in Berührung und damit zur Reaktion kommt.

Die Versuche mit basischer Auskleidung sind bei dem hiesigen Ofen noch nicht so weit gediehen, daß Zahlen darüber mitgeteilt werden könnten; diese werden zu gegebener Zeit folgen. Es kann aber heute schon gesagt werden [übrigens bestätigen das eine ganze Reihe ander-

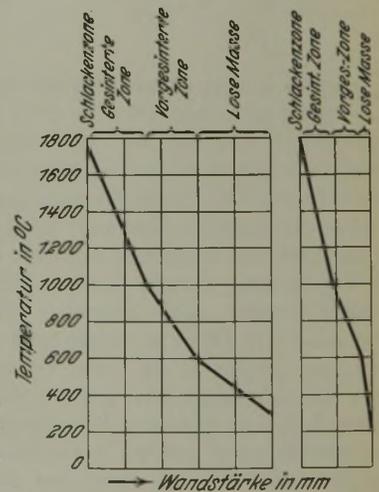


Abbildung 12. Temperaturverlauf in der Tiegelwand. Tiegel nach: 3 Schmelzen 42 Schmelzen

weitig durchgeführter und bereits veröffentlichter Versuche⁴⁾, unter denen immer wieder die grundlegenden Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung⁵⁾ hervorgehoben werden müssen], daß das Frischen und damit auch die Schlackenarbeit im basisch zugestellten kernlosen Induktionsofen durchaus möglich ist, ohne daß die Schlacke irgendwie mit Elektroden (durch die ja ein großer Teil der metallurgischen Vorteile wieder wettgemacht würde) nachgewärmt zu werden braucht.

Der Hauptwert der kräftigen Durchwirbelung des Bades liegt in der Sicherstellung der vollkommenen Gleichmäßigkeit des erzeugten Stahles, unter völligem Ausschluß gleichzeitiger örtlicher Ueberhitzung. Wenn auch das Kochen beim Tiegelofen eine gewisse Durchmischung der entsprechend ihrem spezifischen Gewicht verschieden schweren, nach dem Flüssigwerden anfangs scharf abgegrenzt gelagerten Legierungsbestandteile herbeiführte, so war diese doch lange nicht so vollständig wie hier. Die verschiedenen Metalle Eisen, Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadin u. a. m. haben zudem sehr weit auseinander liegende Schmelzpunkte. Nach dem Flüssigwerden mußte also auf der Herdfläche des Tiegelofens eine höhere Temperatur als beispielsweise in der Mitte oder am Gewölbe herrschen, um die schichtenweise gelagerten Legierungsbestandteile thermisch richtig zu bedienen. Jeder Edeltahlwerker weiß, wie schwierig in dieser Beziehung die richtige Führung einer Tiegelschmelze ist, bei der es trotz aller Vorsicht vorkommt, daß z. B. das nicht völlig ausgeschmolzene Wolfram teigig im Tiegel zurückbleibt, anstatt in den Stahl zu gehen.

Man hat geglaubt, dem kernlosen Induktionsofen seine starke Badbewegung zum Vorwurf machen zu müssen, weil man befürchtete, daß infolgedessen die Schlackeneinschlüsse im Stahl viel zahlreicher auftreten würden als beispielsweise bei anderen Stählen. Der kernlose Induktionsofen ist jedoch in dieser Beziehung nicht mehr vorbelastet als andere Stahlerzeugungsmittel auch, in denen man hinsichtlich der Schlackeneinschlüsse jeden Stahl verderben kann, wenn man nachlässig arbeitet. Mit richtiger Schmelzungsführung arbeitet der Ofen auch in dieser Beziehung völlig einwandfrei. Bei diesen Schlackeneinschlüssen handelt es sich sowohl um die sogenannten Oxydschlacken als auch um ausgesprochene Fremdkörper. Ohne auf die Frage nach deren Gefährlichkeit in diesem Zusammenhang näher einzugehen, kann gesagt werden, daß sich beide Arten der Schlackeneinschlüsse bei vorsichtigem Arbeiten mit Sicherheit verhindern lassen. Die ersten sind lediglich eine Frage der Desoxydation durch richtige Schmelzungsführung während der Feinzeit, zu der ausreichendes Abstehtlassen gehört. Das letzte ist wichtig, weil nur dann die Schlackeneinschlüsse und die gelösten Gase die Möglichkeit haben, aus dem nach Abstellen der Stromzuführung und damit bendeter Baddurchwirbelung gewissermaßen entspannten Bade zu entweichen. Die Frage, ob das Abstehtlassen im Ofen selbst erfolgen soll, ist vorwiegend betriebstechnischer Natur und entscheidet sich oft mit der Güte des erstellten Stahles. Die Abkühlungsgeschwindigkeit der Schmelze, das sei ergänzend bemerkt, ist bei abgestelltem Strom und mit Schlacke abgedecktem Bad, jedoch bei vollaufender Wasserkühlung, gering und beträgt etwa 5,5 bis 6° je min (Zahlentafel 8). Art und Menge der fremden Schlackeneinschlüsse sind dagegen wie bei allen anderen metallurgischen Verfahren in erster Linie abhängig von der richtigen

Zahlentafel 8. Abkühlungsgeschwindigkeit der flüssigen Schmelze im stromlosen Tiegel.

Lfd. Nr.	Qualität	Temperatur beim Ausschalten °C	Temperatur im Tiegel vor dem Gießen °C	Abstehtzeit min	Abkühlgeschwindigkeit °C/min	Bemerkungen
7143	Cr-Stahl	1650	1560	15	6	275 kg
7144	„	1620	1540	15	5,3	280 „
7145	„	1620	1540	14	5,7	275 „
7146	„	1625	1550	14	5,3	275 „

Gießtemperatur und der einwandfreien Beschaffenheit der Gießeinrichtungen. Wurde die Schmelze im Ofen richtig geführt und ließ man ihr nach erfolgter Desoxydation durch genügendes Abstehtlassen ausreichend Zeit zum Entgasen oder zum Hochsteigen mitgerissener Schlackenteilchen, waren zudem die Gießeinrichtungen in Ordnung und war die Gießtemperatur richtig gewählt, so war bei den einzelnen Stählen eine Schlackenreinheit festzustellen, wie sie den metallurgischen Anforderungen durchaus genügte und jedenfalls von keinem anderen Verfahren besser erzielt werden konnte.

Zur großen Arbeitsgeschwindigkeit des kernlosen Induktionsofens sei noch nachgetragen, daß er in dieser Beziehung sehr scharfer Ueberwachung bedarf, und daß sich vor allen Dingen für die verschiedenen Stahlsorten eine ganz bestimmte Fahrweise herausfinden muß, die beispielsweise bei einem niedriggekokhten rostfreien Stahl ganz anders zu sein hat als bei einem Schnelldrehstahl. Diese teilweise sehr feinen Unterschiede liegen in der höchst erreichten Badtemperatur, im Wärmeverbrauch für die metallurgischen Umsetzungen während des Kochens, in der Berücksichtigung der mehr oder weniger großen Neigung des Stahles zur Oxydbildung, in der Art der Schlackenführung u. ä. m. Schon nach verhältnismäßig kurzem Arbeiten an dem Versuchsofen hatte sich diese unterschiedliche Fahrweise einwandfrei herausgebildet; eine Entwicklung, die durch die jederzeitige Möglichkeit ständiger Ueberwachung von Bad und Schlacke während des Schmelzanges ganz wesentlich erleichtert wurde. Die Badtemperaturen sind ebenfalls sehr gut entweder optisch oder thermoelektrisch überwachbar. Besonders bemerkenswert waren in dieser Richtung Versuche, die Temperatur des Einsatzes vom Beginn bis kurz vor dem Abstehten thermoelektrisch laufend zu messen (Abb. 1). Aus betriebstechnischen Gründen wurden diese Versuche an dem Versuchsofen nicht fortgesetzt. Sie werden derzeit im Eisenhüttenmännischen Institut der Montanistischen Hochschule zu Leoben weiter ausgebaut und vertieft, eine Arbeit, von der später metallurgisch wie betriebstechnisch sehr aufschlußreiche Ergebnisse zu erwarten sein dürften. Schwieriger ist die Temperaturmessung, wie sie in der Arbeit von Campbell³⁾ aus der Nachrechnung des zugeführten Stromes empfohlen wurde. Selbst bei genauester Kenntnis des Ofenbetriebes stößt man hierbei vorläufig bei der Mannigfaltigkeit der elektromagnetischen Einflüsse und der stets wechselnden Betriebsbedingungen auf erhebliche Schwierigkeiten. Anstatt zur Klärung der metallurgischen Vorgänge beizutragen, ruft dieses Meßverfahren eher gefährliche Verwirrung hervor.

Zusammenfassung.

Es werden einige ergänzende Mitteilungen über die schon früher beschriebene Anlage gemacht und verschiedene mit der Zustellung gemachte Versuche beschrieben, auf Grund deren die Tiegelhaltbarkeit so gesteigert werden konnte, daß es möglich ist, bei normalem Betrieb den Ofen durchlaufend während der ganzen Arbeitswoche ohne

⁴⁾ Vgl. D. F. Campbell: St. u. E. 50 (1930) S. 1652/55. Ferner C. Tama: Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 55/61.
⁵⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) S. 171/79; ferner Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) S. 319/37.

Instandsetzung und ohne Neuzustellung in Betrieb zu halten. An Hand von Energiebilanzen werden die Strom- und Zeitverbrauchswerte während eines Schmelzganges erläutert und im Anschluß hieran die gefundenen Betriebswerte mit denen anderer Stahlwerkserzeugungsmittel verglichen, und zwar der Reihe nach mit dem Gastiegelofen, dem Siemens-Martin-Ofen und dem Lichtbogenofen. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des neuen Verfahrens soll in Verbindung mit den vorerwähnten Betriebszahlen dazu anregen oder die Möglichkeit geben, nachzurechnen, wo für einen bestimmten Betrieb die Grenze der Wirtschaftlichkeit des kernlosen Induktionsofens liegt. In metallurgischer Richtung wird zunächst die Möglichkeit besprochen, die Schmelze in der Temperatur beliebig hoch zu treiben, was für bestimmte Stähle von Vorteil sein kann. Dem weiteren Vorteil der kräftigen Durchwirbelung des Bades können Nachteile hinsichtlich der Schlacken-

reinheit des Stahles gegenüberstehen, wenn die Schmelzung nicht sehr aufmerksam geführt wird. Wird jedoch aufmerksam gearbeitet — diese Voraussetzung gilt ebensowohl für die Schmelz- als auch für die Feinzeit —, so erhält man ein durchaus hochwertiges Erzeugnis, das allen Anforderungen entspricht. Auch die Schlackenreinheit läßt sich in allen gewünschten, ja sogar den anspruchsvollsten Grenzen halten. Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß beim kernlosen Induktionsofen der Temperaturverlauf während der ganzen Schmelze bis kurz vor dem Abstieg thermoelektrisch und optisch durchaus einwandfrei gemessen werden kann, daß dagegen die rechnerische Feststellung der Temperatur unter Zugrundelegung der dem Einsatz zugeführten Energie mit Rücksicht auf die verschiedenen, während des Schmelzganges andauernd wechselnden, elektromagnetischen Erscheinungen weniger sicher und daher nicht zu empfehlen ist.

* * *

An den vorliegenden sowie den von F. Pölzger auf der gleichen Sitzung erstatteten Bericht¹⁾ schloß sich folgende gemeinsame Erörterung an.

W. Rohland, Bochum: Es ist besonders zu begrüßen, daß seit geraumer Zeit in so ausgiebigem Maße der Erfahrungsaustausch über kernlose Induktionsofen und die darin durchgeführten Schmelzweisen in die Wege geleitet worden ist. Nur so ist es möglich, mit den wenigen uns zur Verfügung stehenden Mitteln größere Fortschritte zu erzielen und den eben von Herrn Broglio erwähnten Vorsprung des Auslandes wieder einzuholen.

Besonders in Amerika haben die kernlosen Induktionsofen in den letzten Jahren, begünstigt durch den Kapitalreichtum des Landes, durch das Vorangehen einzelner Werke und nicht zum mindesten durch scharfe Zusammenfassung der Herstellung aller kernlosen Induktionsofen durch eine einzige Firma eine schnelle Entwicklung genommen. Die Ajax Electrothermic Corporation hatte bis zum 1. Januar 1930 insgesamt 50 Ofen mit 20 Generatoren und einer Gesamtleistung von 6000 kW gebaut. 80 % dieser Ofen stehen in der Stahlindustrie, und zwar sind es vor allen Dingen die Firmen: Bethlehem Steel Co., Carpenter Steel Co., Firth Sterling Steel Co., Heppenstall Co., Midvale Co., Babcox & Wilcox, Hoskins Mfg. Co., die bahnbrechend ihre Sonderstahlerzeugung zum Teil vom Tiegelofen auf den kernlosen Induktionsofen umstellten. Ich hatte Gelegenheit, die Anlagen der Firth Sterling Co., Heppenstall Co., Midvale Co. und Hoskins Mfg. Co. eingehend zu besichtigen und des weiteren mit den Herren der Ajax Electrothermic Corp. ausführlich die Frage der Entwicklung der kernlosen Induktionsofen zu besprechen. Ich möchte Ihnen ganz kurz in Ergänzung zu den beiden vorhergehenden Vorträgen über die in den Vereinigten Staaten gesammelten Erfahrungen berichten.

Ganz allgemein ist zu bemerken, daß man dort je kg Ofenfassungsvormögen eine größere Generatorleistung vorsieht (Zahlentafel 1); so findet man besonders bei kleinen Ofen nicht selten

Zahlentafel 1. Gebräuchliche Angaben für Hochfrequenzöfen in Nordamerika.

Ofeninhalte kg	Normale Generatorleistung kW	Ungefähre Schmelzleistung kg/h	Ungefährer Einschmelzstrombedarf kWh/1000 kg Stahl
50	60	90	1000
100	100	170	700
150	150	300	650
300	150	250	700
500	300	500	600
1000	600	1000	550

je kg Ofenfassung 1 kW Generatorleistung, bei mittleren und größeren Ofen ist das Verhältnis etwa 2 : 1, und nur selten trifft man 3 : 1 an. Der Grund ist wohl darin zu suchen, daß einerseits die Kapitalanlage in den Vereinigten Staaten nicht die ausschlaggebende Rolle spielt, und daß weiterhin, wie später noch ausgeführt wird, der kernlose Induktionsofen drüben ausschließlich als Umschmelzofen benutzt wird, d. h. der Ofen läuft fast stets mit voller Ausnutzung des Generators, und die Schmelzzeit kann durch die hohe Generatorleistung auf ein Mindestmaß herunter-

gedrückt werden. Der größte Ofen besitzt ein Fassungsvermögen von 1000 kg bei einem Generator von 300 kW, im Bau befindet sich ein 2000-kg-Ofen mit einem 800-kW-Generator.

Die Generatoren werden ausschließlich von der General Electric und der Westinghouse Co. geliefert. Sie arbeiten mit rd. 900 Perioden, und die Umlaufgeschwindigkeit beträgt rd. 1500 bis 1800 U/min. Die Lager sind alle mit Oeldruckkühlung

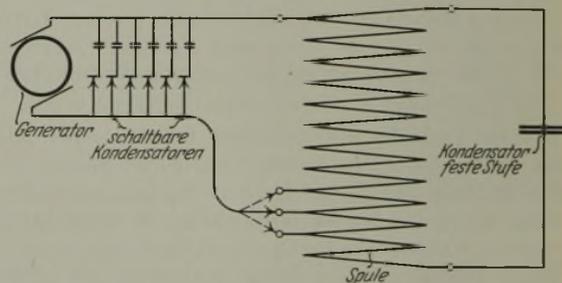


Abbildung 13. Uebliche Schaltungsweise einer amerikanischen Anlage.

verschen und haben sich selbst bei schärfstem Dauerbetrieb bestens bewährt. Abb. 13 zeigt die übliche Schaltungsweise mit der bekannten Stufenanzapfung, die es ermöglicht, die Schmelzspannung in weiten Grenzen zu ändern (zwischen 1300 und 900 V).

Die Anordnung der elektrischen Aggregate zum Ofen ist meistens zwecks Einschränkung der elektrischen Verluste derartig, daß die Kondensatoren rechts und links von dem etwas

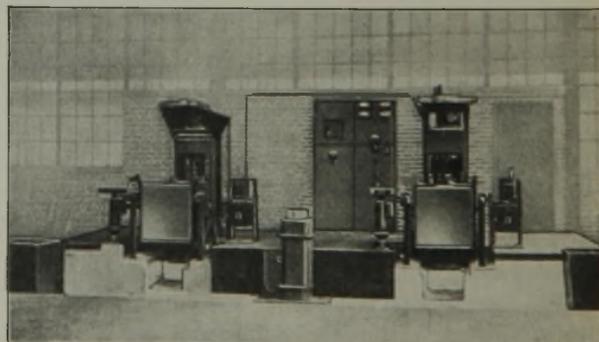


Abbildung 14. Ofenanlage bei der Heppenstall Co.

erhöht aufgestellten Ofen im Keller ihren Platz finden und der Generator unmittelbar hinter dem Ofen in einer besonderen Halle aufgestellt wird. Abb. 14 zeigt eine kennzeichnende Anlage (Heppenstall Co., 300-kg-Ofen mit 150-kW-Generator).

Zur Ofenkonstruktion und Zustellung ist folgendes zu bemerken. Der äußere Ofenmantel besteht aus einer Messing-Asbest-Konstruktion. An Ofenbauarten unterscheidet man vorwiegend zwischen dem normalen Kippofen und dem „Lift Coil Furnace“, bei dem die Spule mit Ofenmantel nach dem Einschmelzen gehoben werden kann. Der Tiegel wird hierdurch frei,

¹⁾ Vgl. St. u. E. 51 (1931) S. 513/20.

und die Schmelze kann unmittelbar aus dem Tiegel von Hand in die Kokillen oder Formen vergossen werden. Diese letzte Ausführung wird vorwiegend für kleinere Oefen und für Metallöfen, weiter auch in einer etwas abgeänderten Form für Vakuumöfen verwendet.

Als Spulen nimmt man ausschließlich wassergekühlte Kupferspiralen. Bei größeren Oefen verwendet man zur Verminderung der Kupferverluste solche mit rechteckigem Querschnitt. Versuche mit luftgekühlten Spulen hat man wegen der ungünstigen Ergebnisse aufgegeben.

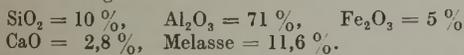
Bei der Zustellung der Oefen geht man grundsätzlich anders vor als in Europa. Auf die Kupferspule wird zunächst zum Schutz bei einem Ofendurchbruch eine dünne Schicht Klebsand naß aufgetragen (etwa 7 mm dick). Die Innenseite dieser Sandschicht wird zur elektrischen Isolation mit Glimmer (Blätter von 0,25 mm Dicke) ausgelegt. Hierauf stampft man je nach Art der Zustellung den Boden mit Sand oder Magnesit vor, setzt einen entsprechenden fertig gebrannten Tiegel ein und stampft den Zwischenraum zwischen Tiegel und Glimmer möglichst hart mit Sand oder Magnesit trocken aus. Den Abschluß am oberen Rande bildet eine dünne Schicht von Feuerton, die nach der ersten Schmelzung ein Ausbröckeln der gestampften Masse verhindert. Das Verfahren hat sich schmelztechnisch sehr gut bewährt und hat den Vorzug, daß das Auswechseln der Tiegel sehr schnell und ohne besonderes Einbrennen erfolgt.

Die Tiegel werden fertig von einschlägigen Firmen bezogen; als Stampfmasse verwendet man folgende Zusammensetzungen:

Bei reinen Magnesittiegeln elektrisch gesinterten Magnesit verschiedener Korngröße, gemischt mit etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 % trockener Borsäure, die die Sinterung in der Nähe der Tiegelfwandung beschleunigen soll. Statt dessen kann auch 85 % Chromerz (100 Maschen) mit einem besonderen Binder verwendet werden.

Bei sauren Tiegeln (Silika) wird einfach feinkörniger Sand ohne Bindemittel gebraucht.

Die Haltbarkeit der Tiegel schwankt natürlich je nach Art des Betriebes sehr. Bei unterbrochenem Betrieb wurden im ungünstigsten Falle 15 Schmelzungen (Midvale) erzielt, bei stetigem Betrieb, jedoch mit stark wechselnder Stahlzusammensetzung und sehr viel Chromeisen (Firth Sterling), hielten die sauren Tiegel 40 bis 60 Schmelzungen; werden beim stetigen Betrieb stets Schmelzungen gleicher Zusammensetzung erzeugt (Hoskins mit Chrom-Nickel-Legierungen), so konnten im Magnesittiegel bis zu 400 Schmelzen erreicht werden. Ein besonderes Verfahren wurde bei der Heppenstall Co. entwickelt. Dieses Werk arbeitet mit einem Generator auf zwei Oefen, die von Tag zu Tag abwechselnd 10 bis 12 h schmelzen. Während der eine Ofen in Betrieb ist, wird der zweite Ofen mit Tonerde, getragenen von Melasse, sauber ausgeschmiert. Sofern die Eigenwärme des Ofens nicht mehr ausreicht, die aufgetragene Masse einzutrocknen, wird mit einer elektrischen Heizspirale nachgeholfen. Man erreicht hier nach dieser Arbeitsweise 200 bis 240 Schmelzungen je Tiegel. Die erwähnte Masse, „Savalox“ genannt, wird von der Firma „The Sava Crucible Co.“, Zelenopol (Pa.), geliefert und hat folgende Zusammensetzung:



Wieweit es gelingen wird, dieses Tiegeltstellungsverfahren auch für größere Oefen anzuwenden, muß die Erfahrung zeigen.

Ueber das Schmelz- und Gießverfahren sowie die Betriebsergebnisse sei folgendes gesagt. Bei sämtlichen von mir besuchten Firmen wurde der kernlose Induktionsofen nur als Umschmelzofen, d. h. als elektrisch beheizter Tiegelofen benutzt. Man vertritt die Ansicht, daß ein reiner Einsatz bei einfachem und kurzem Schmelzverfahren die beste Sicherheit für eine gute Qualität und auch für die größte Wirtschaftlichkeit ist. Man arbeitet infolgedessen besonders bei den Edeltahlwerken mit reinsten Rohstoffen, wie: Puddeleisen oder Lancashire-Eisen, Zementstahl, schwedisches Roheisen, dies letzte sogar ausgesucht nach Kohlenstoffgehalten, um mit größter Sicherheit die gewünschte Zusammensetzung zu treffen.

Wieweit sich später mit der Zeit das Feinungsverfahren einführen wird, hängt unabhängig von den metallurgischen Möglichkeiten in starkem Maße von wirtschaftlichen Rücksichten ab. Zwar sind jetzt die Einsatzkosten höher, jedoch ist als reiner Umschmelzofen der Stromverbrauch wesentlich niedriger und der elektrische Wirkungsgrad der Anlage — da fast nur mit voller Ausnutzung des Generators gearbeitet wird — besser. Außerdem ist die Ausnutzung der Anlage in bezug auf die Erzeugung und die Haltbarkeit der Zustellung wesentlich günstiger.

Das Gattieren und Beschicken erfolgt mit größter Sorgfalt. Um beim Einsetzen die Zustellung möglichst wenig zu beschädigen und weiterhin die Zeit zwischen Abstich und Schmelzbeginn

weitest gehend abzukürzen, hat man bei der Heppenstall Co. eine sehr sinnreiche Beschickungseinrichtung im Gebrauch: Ein dem Durchmesser des Tiegels angepaßter Blechzylinder mit aufklappbarem Boden wird möglichst gleichmäßig mit der vorgesehenen Beschickung gefüllt, mit dem Kran in den Tiegel gesenkt und nach Öffnen der Bodenklappen aus dem Ofen wieder herausgezogen, wobei der Inhalt im Tiegel verbleibt. Das eigentliche Einsetzen dauert auf diese Weise nicht einmal 1 min.

Nach dem vollkommenen Einschmelzen des Einsatzes werden die Legierungen, sofern sie nicht schon in der Beschickung enthalten waren, zugesetzt, und durch geringe Zusätze an Mangan und Silizium wird die Schmelzung fertiggestellt. (Aluminium wird nicht gebraucht.) Der Abstich erfolgt über die Schnauze, und zwar teilweise unmittelbar in die Kokillen, die auf einer Drehscheibe (Hoskins) oder auf einem Wagen (Midvale und Heppenstall) vor dem Ofen bewegt werden, oder aber zunächst in die Pflanne. Zu diesem letzten Verfahren ist neuerdings die Firth Sterling Co. übergegangen, nachdem man festgestellt hat, daß bei direktem Guß der Stahl meistens zu heiß in die Kokille vergossen wurde und außerdem trotz größter Sorgfalt Schlacke mit in die Kokille gelangte, ohne immer genügend Zeit zu haben, sich vollkommen auszuschneiden.

Als Kokille verwendet man stets Vierkantformate, je nach Schmelzungsgewicht und Stahlorte von 125, 150 und 175 mm \square mit einer Konizität von 25 mm und 600 bis 800 mm Länge. Die Kokillen sind meistens geteilt (Split mold), und die Oberfläche wird vor dem Guß mit Harz gerußt (besonders gute Oberfläche). Als Haube verwendet man Schamotteformsteine, die auf etwa 800° vorgewärmt werden.

Die Schmelzungsdauer beträgt bei reinen Umschmelzungen bei Heppenstall etwa 45 bis 50 min bei 800 kWh Stromverbrauch je t, bei Firth Sterling rd. $1\frac{1}{2}$ bis 2 h bei 800 bis 900 kWh Stromverbrauch je t, bei Hoskins etwa 30 bis 40 min bei 750 kWh Stromverbrauch je t, bei Midvale rd. 2 h bei 800 bis 900 kWh Stromverbrauch je t. Bei diesen Zahlen ist zu berücksichtigen, daß die Firth Sterling Co. sehr viel Chromeisen und Schnellstahl und hochlegierte Stahlsorten in dem Ofen herstellt, und daß die Midvale Co. nur tageweise schmilzt.

Mit Ausnahme von der Midvale Co., bei der schmelztechnisch wenig Erfahrungen vorliegen, geht das Urteil über die in dem kernlosen Induktionsofen erzeugten Stähle einheitlich dahin, daß bei Verwendung von reinem Einsatz diese Stähle den alten Tiegeltählen unbedingt gleichkommen. Die Firth Sterling Co. und Heppenstall Co. haben daraufhin ihre alten Tiegelföfen vollkommen stillgelegt. Die erste lobt vor allen Dingen die aus dem Ofen hergestellten Schnellstähle und Chromstähle und betonte, daß man mit Schließung der Tiegelföfen keineswegs einen Güteabfall, eher eine Besserung habe feststellen können. Ich hatte Gelegenheit, einen von der Firth Sterling Co. im kernlosen Induktionsofen erschmolzenen 8prozentigen Kobaltstahl praktisch zu erproben. Es war hierbei möglich, mit diesem Stahl einen 12prozentigen Manganstahl mit 10 m Schnittgeschwindigkeit, 1 mm Spantiefe und 0,25 mm Vorschub im Dauerbetrieb anstandslos zu drehen. Des weiteren gelang es mit diesem Stahl auch, Manganhartstahl zu hobeln, und die Firth Sterling Co. teilte mir neuerdings mit, daß sie mit Bohren aus diesem besonderen Stahl bei 50 bis 70 U/min und 0,2 mm Vorschub Manganhartstahl bohren konnte.

Ein endgültiges Urteil ist in qualitativer Beziehung natürlich noch nicht möglich. Jedes Verfahren braucht zu seiner Entwicklung eine gewisse Zeit und Erfahrung, und ich glaube, daß der rege Erfahrungsaustausch hier im Elektroofen-Ausbeß zu einer Beschleunigung dieser Entwicklung beitragen wird.

F. Pölguter, Bochum: Bei der Bestellung unseres Maschinenaggregates hatten wir seinerzeit wenig zuverlässige Unterlagen für die Wahl der richtigen Frequenz und sonstigen Durchbildung der elektrischen Anlage. Wir wurden damals in vorzüglicher Weise durch das Eisenforschungsinstitut beraten und können jetzt wohl sagen, daß wir in keiner Weise enttäuscht worden sind.

Zu den Ausführungen von Herrn Rohland möchte ich sagen, daß ich zwar einen gewissen Vorrang des Auslandes anerkennen kann, wenn man damit die größere Anzahl der bereits im Betrieb befindlichen kernlosen Induktionsofen meint. Die Durchbildung der einzelnen Oefen selbst sowie die Ausführung der elektrischen Anlagen ist jedoch bei den deutschen Anlagen genau so gut wie in Amerika oder im übrigen Ausland. In Deutschland wurde bei der Einführung dieser neuen Oefen nur aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus eine größere Zurückhaltung geübt. Jetzt, wo die Einzelheiten ziemlich genau festliegen, kann man wohl mit der Einführung solcher Oefen einen Schritt weitergehen.

Zur Bemessung der Generatorleistung möchte ich sagen, daß es natürlich auch beim Bau der kernlosen Induktionsofen zweck-

mäßig ist, die Leistung der Stromquelle nicht zu gering zu halten. Zu beachten ist aber, daß wir es mit einem rotierenden Umformeraggregat zu tun haben, und daß man während des Feinens die Gesamtleistung des Umformers nicht ausnutzen kann. Eine allzu große Generatorleistung im Verhältnis zum Einsatzgewicht ist daher bei größeren Oefen nicht zu empfehlen, weil die anteiligen Verluste bei nur teilweiser Ausnutzung des Generators zu hoch werden.

Für einen 1-t-Ofen reicht eine Generatorleistung von 450 kW vollkommen aus. 600 kW scheint mir etwas zu viel zu sein. Für einen 3-t-Ofen würden dann 1000 kW ausreichend sein. Man muß dabei bedenken, daß man beim Hochfrequenzofen nicht die gleichen Erwägungen anstellen darf wie beim Lichtbogenofen, bei dem die Verluste durch die Anwendung eines ruhenden Transformators sehr gering gehalten werden können, und bei dem hin und wieder auftretende Ueberlastungsspitzen eine besonders reichliche Transformatorbemessung angebracht erscheinen lassen. Eine allzu große Beschleunigung des Schmelzanges ist meines Erachtens auch deshalb nicht am Platze, weil bei der Herstellung größerer Schmelzeinheiten eine gewisse Zeit zur Vornahme von Schmelde- und Analysenproben erforderlich ist. Auch mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Zustellung ist eine allzu große Beschleunigung des Einschmelzens wenigstens bei größeren Oefen nicht zu empfehlen.

Zur Zustellungsfrage an sich möchte ich erwähnen, daß das Einbringen von fertigen Tiegeln in den Ofenraum natürlich nur bei kleineren Einheiten möglich ist. Für größere Schmelzgewichte von 1 t und mehr Inhalt macht das Brennen der Tiegel Schwierigkeiten. Sie würden auch im Ofen sehr leicht reißen und außerdem sehr teuer sein. Bei der Anwendung der basischen Zustellung unter Verwendung einer ausreichenden Pufferschicht ist es durchaus denkbar, auch bei der Anwendung der von mir beschriebenen Zustellungsart eine Spitzenhaltbarkeit von 200 und mehr Schmelzungen je Tiegel zu erzielen, namentlich dann, wenn eine einheitliche Stahlsorte erzeugt wird.

Was schließlich die Anwendbarkeit des neuen Stahlschmelzverfahrens anbelangt, möchte ich dem beistimmen, was Herr Rohland in Amerika beobachtet hat. Der kernlose Induktionsofen ist in erster Linie als Umschmelzofen anzusehen, wobei man zweckmäßig von reinen Ausgangsstoffen ausgeht. Wir haben es also mit einem elektrisch beheizten Tiegelofen zu tun, wenigstens soweit es sich um die heute verwendeten Oefen handelt. Es mag sein, daß bei größeren Oefen anderer Bauart später neue Erfahrungen gesammelt werden. Ich habe schon in meinem Bericht erwähnt, daß man nicht ohne weiteres die Erfahrungen an kleinen Oefen auf große Ofeneinheiten übertragen darf. Die sonstigen Angaben über Schmelzzeit und Stromverbrauch stimmen mit unseren Beobachtungen überein.

E. Houdremont, Essen: In letzter Zeit sind viele verschiedenartige Mitteilungen über die Verwendung von kernlosen Induktionsofen erschienen, und es gebührt den beiden Vortragenden ein besonderer Dank, daß sie in so ausführlicher Art und Weise über ihre Erfahrungen an ihren Schmelzanlagen berichtet haben.

Aus dem, was ich soeben gehört habe, entnehme ich, daß die beiden Vortragenden — nach ihren Erfahrungen — den kernlosen Induktionsofen, besonders als Umschmelzofen für reine Einsätze betrachten und weniger für die Durchführung metallurgischer Reaktionen geeignet halten. Sollte diese Ansicht zutreffen (ich komme nachträglich noch auf die metallurgische Seite zurück), so würde dem neuen Ofen selbstverständlich nur ein ganz bestimmter Bereich in der Stahlerzeugung zufallen. Unsere heutigen Verhältnisse werden es uns nämlich aus wirtschaftlichen Gründen nicht immer gestatten, nur mit reinen Einsätzen zu arbeiten, sondern wir sind gezwungen, Schrott jeder Art zu einem einwandfreien Enderzeugnis zu verarbeiten, was mit unseren heutigen Stahlverfahren — im Lichtbogen-, Niederfrequenzofen usw. — auch bereits möglich ist.

Bei der Einführung eines neuen Schmelzverfahrens wird man zwei Gesichtspunkte in Betracht ziehen müssen:

1. ist das neue Verfahren wirtschaftlicher als das bisher bestehende, oder aber
2. hat es derartige qualitative Vorteile, daß irgendwelche entstehenden Mehrkosten hierdurch aufgehoben werden?

Ich weiß nicht, ob die Frage der Wirtschaftlichkeit des im kernlosen Induktionsofen erzeugten Stahles gegenüber solchem aus anderen Herstellungsverfahren heute schon geklärt werden kann. Ich glaube, es ist überflüssig, diesen Stahl heute mit Siemens-Martin-Stahl irgendwie zu vergleichen; es würde also nur der wirtschaftliche Vergleich von Tiegel- und Elektro Stahl nach bisherigen Verfahren in Frage kommen. Die Wirtschaftlichkeit der Herstellung von Stahl im kernlosen Induktionsofen gegenüber dem Tiegelofen dürfte wohl, wenn man vielleicht von sehr großen

Einheiten von Tiegelöfen absieht, als erwiesen betrachtet werden. Beim Vergleich der bisherigen Elektro Stahlverfahren wird man zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit nicht, wie es geschehen ist, einen kernlosen Induktionsofen der jetzigen Größe mit Niederfrequenz- oder Lichtbogenöfen gleich großen Inhalts vergleichen können. Bekanntlich arbeitet gerade der Lichtbogenelektrofen in kleinen Einheiten ungünstig. Da man aber einwandfrei in dieser Ofengröße bereits Schmelzungen von 10 bis 15 t erzeugen kann, was im Hochfrequenzofen nicht möglich ist, muß man den derzeitigen Stand der beiden Ofenarten miteinander vergleichen, um ein einwandfreies Bild zu erhalten.

Wie die Verhältnisse durch Vergrößerung der kernlosen Induktionsofen gestaltet werden, wissen wir noch nicht. Wir hörten, daß bei der Firma Gebr. Böhrer ein 5-t-Ofen für flüssigen Einsatz aufgestellt wird. Wie sich die wirtschaftlichen Verhältnisse für flüssigen Einsatz bestimmter kernloser Induktionsofen gegenüber bisher bestehenden mit flüssigem Einsatz arbeitenden Niederfrequenzöfen und Lichtbogenöfen stellen, muß wohl noch abgewartet werden.

Der zweite Gesichtspunkt, der zur Beurteilung herangezogen werden muß, ist die rein qualitative Seite des Hochfrequenz- oder kernlosen Induktionsofens. Wegen der zu erschmelzenden Stahlqualität wird man wohl zum Vergleich nur Tiegelstahl und normalen Elektro Stahl heranziehen können.

Seit der Einführung von Legierungselementen bei hochwertigen Werkzeug- und Baustählen hat die Frage der Herstellung von Tiegelstahl in immer größerem Maße an Bedeutung verloren. Während man in früheren Zeiten bei Herstellung von reinen Kohlenstoffstählen je nach der Güte des Tiegelwerkstoffs und den Ausgarungszeiten im Tiegel verschiedene Eigenschaften bei Kohlenstoff-Werkzeugstählen erzielen konnte — z. B. Unterschied zwischen Kruppschem und englischem Tiegelstahl —, erreicht man heute durch Zugabe von 0,1 bis 0,3 % Legierungselementen Wirkungen auf die Härte, Unempfindlichkeit, Tiefenhardtung usw., wie sie auch durch geschickteste Führung des Tiegelverfahrens nicht erreicht werden konnten. Die Wirkung der Legierung ist eben so vorherrschend, daß kleinere Unterschiede im Schmelzverfahren nicht mehr so klar in Erscheinung treten, und je höher der Legierungsgehalt eines Stahles sein wird, um so schwieriger wird es wohl sein, qualitative Vorzüge des einen oder anderen metallurgischen Herstellungsverfahrens herauszuschälen, es sei denn, daß besonders grobe Fehler bei der Herstellung nach qualitativ anerkannten Verfahren unterlaufen.

So ist es heute ohne weiteres möglich, bei normalem Elektro Kohlenstoffstahl Durchschnitts-Vielhardtungszahlen von 16 bis 18 bei eutektoiden Stählen zu erreichen bei einem gleichzeitigen Härtungsbereich von 740 bis rd. 900^o, wie er vom Tiegelstahl nicht übertroffen werden kann. Bei Chromstählen mit 1 % C, 0,25 % Cr sind sogar Vielhardtungszahlen von über 25 zu erzielen. Auch nach anderen Prüfverfahren, wie Schnittleistungen usw., wird es kaum möglich sein, heute guten Elektro Stahl von Tiegelstahl zu unterscheiden. Man wird daher in sehr wenigen Sonderfällen auf Tiegelstahl zurückgreifen.

Bei diesem Stand unserer heutigen Erkenntnisse ist es mir daher nicht verständlich, warum man den Hochfrequenzofen stets in Vergleich zum Tiegelofen stellen will. Metallurgisch haben die beiden Verfahren gar nichts gemeinsam. Die Verwendung von reinen Einsätzen in beiden Fällen wird man nicht als metallurgisch gleichsetzend bezeichnen dürfen. Die Frage der Qualität von Hochfrequenzstahl ist vielmehr vollkommen für sich im Rahmen der allgemeinen Stahlgüte zu betrachten. Eine vorteilhafte Verwendung von Frequenz-, ob Hoch- oder Niederfrequenzofen, ist, wie Herr Pölguter auch bereits andeutete, ganz besonders bei praktisch kohlenstofffreien Legierungen am Platze, da hier der Lichtbogenofen durch die kohle Wirkung der Elektroden im Nachteil ist. Das Gebiet solcher Legierungen wird besonders bei physikalischen Stählen von Wichtigkeit sein. Ueber Baustähle als Hochfrequenzstähle bereits heute zu sprechen, halte ich für verfrüht, da die größte Menge wohl im Siemens-Martin-Ofen erschmolzen wird, und diese Qualität den gestellten Ansprüchen der Konstrukteure wohl an und für sich genügt, so daß hier die wirtschaftliche Seite in der größten Mehrzahl der Fälle in den Vordergrund zu stellen ist.

Es bleibt noch das Gebiet der hochwertigen Werkzeugstähle und höhergekohlten physikalischen Stähle. Wir haben selbstverständlich gerade über dieses Gebiet, das als qualitatives Vergleichsgebiet an erster Stelle in Frage kommt, viele Versuche durchgeführt, die sich auf unlegierte eutektoiden Werkzeugstähle, auf wolframlegierte Werkzeugstähle, auf Schnellstähle, auf Wolfram-Magnetstähle usw. erstreckt haben. Bisher ist es uns nicht gelungen, bei diesen Versuchen im Hochfrequenzverfahren höhere Durchschnittswerte als bei Stählen anderer Erzeugungsart

zu erzielen. Ich kann auf jeden Fall nach dem heutigen Stand unserer Untersuchungen nicht unterschreiben, daß gerade bei Schnellstahl durch Erschmelzung im Hochfrequenzofen 30 bis 40 % Mehrleistungen erzielt werden können, wie dies von anderer Seite hervorgehoben wird.

Was die metallurgische Beurteilung des kernlosen Induktionsofens anlangt, bin ich mit den Vortragenden einverstanden, daß sich die hochwertige Schlackenarbeit, wie wir sie beim Lichtbogenofen durchführen, während der Desoxydation im Hochfrequenzofen niemals wird durchführen lassen. Die selbständige gasförmige Reduktion im Lichtbogenofen hat unbestreitbar ihre Vorzüge, und es ist möglich, bei verschiedenen Stahlsorten den Vorteil des Lichtbogenofens in dieser Beziehung allen Induktionsöfen gegenüber nachzuweisen. Dies schließt aber nicht die Möglichkeit jedweder Schlackenarbeit im kernlosen Induktionsofen aus.

Wenn aber bei den Vorträgen hervorgehoben wird, daß Schlackenarbeit, besonders Entphosphorung und Entschwefelung, Reduktions- und Oxydationsarbeit im kernlosen Induktionsofen schwer durchzuführen sind, und andererseits betont wird, daß wir uns sehr anstrengen müssen, um den Vorteil, den die Metallurgie im Ausland hat, aufzuholen, so bin ich hierin mit den Vortragenden nicht ganz einer Meinung. Ueber die metallurgischen Arbeitsverfahren bin ich der Ansicht, daß der kernlose Induktionsofen nicht in dem Maße etwas Neues darstellt, wie man es bisher vielfach in Veröffentlichungen liest. Er hat meines Erachtens im Niederfrequenzofen einen Vorläufer gehabt, bei dem die wertvollen Erkenntnisse, die zur Herstellung von Frequenzstählen erforderlich sind, weitgehend haben untersucht werden können. Wenn wir bedenken, daß der demnächst zur Aufstellung kommende 5-t-Hochfrequenzofen für flüssigen Einsatz bestimmt ist, so werden wir ja tatsächlich einen Frequenzofen im alten Sinne des Niederfrequenzofens vor uns haben mit dem Vorteil einer günstigeren Herdgestaltung. Nach persönlichen Erfahrungen ist es im Niederfrequenzofen möglich gewesen, weitgehende Oxydations- und Reduktionsarbeit vorzunehmen und auch bei wenig reinen Einsätzen, wie z. B. über 0,06 % P und S, den Phosphor- und Schwefelgehalt auf Werte unter 0,02 % herabzudrücken. Es ist nicht einzusehen, warum bei der noch günstigeren Herdform des kernlosen Induktionsofens nicht ohne weiteres dieselbe Arbeit geleistet werden kann, und ich bin der Ansicht, sie kann gewährleistet werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß durch die günstigere Herdform die Berührungsfläche zwischen Schlacke und Bad verringert wird und hierdurch ein Nachteil gegenüber dem Niederfrequenzofen besteht. Ich bin überzeugt, daß der kernlose Induktionsofen sich seine Stelle in der metallurgischen Stahlerzeugung erobern wird und auch bereits heute an bestimmten Stellen wirtschaftlich und qualitativ gefunden hat. Ob es zu einer restlosen Verdrängung anderer Stahlerstellungsverfahren durch den kernlosen Induktionsofen kommen wird, ist hierbei einstweilen belanglos. Wenn sie kommen wird, so glaube ich allerdings, daß sie zum mindesten so sehr infolge wirtschaftlicher als rein qualitativer Vorteile eintreten wird.

F. Körber, Düsseldorf: Es ist mehrfach bei den Vorträgen und in der Erörterung in anerkennenden Worten der Arbeit gedacht worden, die das Eisenforschungsinstitut auf dem Gebiete des Hochfrequenzschmelzens geleistet hat. Mit bestem Dank nehme ich diese Worte der Anerkennung für mein Institut und gleichzeitig für die an der Förderung dieser Fragen beteiligten Mitarbeiter entgegen, an deren Spitze Herr Wever zu nennen ist, der als erster den Gedanken des Stahlschmelzens im Hochfrequenzofen aufgeworfen und mit zäher Energie und unter Ueberwindung vieler Schwierigkeiten und Widerwärtigkeiten an der Verwirklichung dieser Idee gearbeitet hat. Wenn ich heute das Schlüßergebnis ziehe aus dem, was ich hier gehört habe, so glaube ich nach der schnellen Entwicklung, die das Hochfrequenzschmelzverfahren genommen hat, für mein Institut eine starke Befriedigung darüber äußern zu können, daß wir uns als die Keimzelle des Hochfrequenzverfahrens in Deutschland betrachten dürfen.

Was hat nun das Eisenforschungsinstitut inzwischen für das Hochfrequenzschmelzverfahren getan? Es ist nicht mehr sehr viel, und das liegt auch in der Natur der Sache begründet, denn nachdem die Weiterentwicklung des Verfahrens in die Praxis hineinverlegt worden ist, tritt die Laboratoriumsforschung in ihrer Bedeutung weit hinter der Erfahrung des praktischen Betriebes zurück. Ich kann jedoch feststellen, daß die kleinen Hochfrequenzanlagen, die wir im Institut haben, sich nach wie vor als ein ausgezeichnetes und betriebs sicheres Schmelzgerät für alle möglichen Zwecke bewährt haben. Darüber hinaus ist uns durch das Entgegenkommen der Firmen Lorenz und Siemens & Halske gestattet worden, auch eine Versuchsschmelzanlage mit

einem Fassungsvermögen von 250 bis 300 kg bei der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik in Rath für weitere Versuche zu benutzen. Dort haben wir auch planmäßige Versuchsreihen durchgeführt, besonders haben wir im Zusammenhang mit der heute aufgeworfenen Frage der Schlackenarbeit und der Frischwirkung im Hochfrequenzofen Versuche gemacht über die Abbrandverhältnisse für die verschiedenen Begleitelemente des Stahles bei saurer und basischer Zustellung, und zwar mit blanker Badoberfläche sowie unter einer Schlackendecke. Soweit ich die Ergebnisse in der Erinnerung habe, haben bei diesen Versuchsreihen die Abbrandverhältnisse wesentlich günstiger gelegen, als nach dem von Herrn Pölguter gezeigten Lichtbilde zu schließen ist. Meiner Meinung nach sollte man nicht heute schon endgültig die Frage der Verwendung des Hochfrequenzofens auch für Frisch- und Feinarbeiten nach der negativen Seite beantworten. Das hat wohl auch keineswegs in der Absicht von Herrn Pölguter gelegen. Ich glaube, daß wir auf diesem Gebiete noch planmäßige Forschungsarbeit leisten müssen. Ich hoffe, daß es möglich ist, Ihnen die Ergebnisse unserer Versuchsreihen in nicht zu ferner Zeit durch eine Veröffentlichung zugänglich zu machen. Bei der Gelegenheit werden wir auch unsere Erfahrungen über Zustellungsfragen usw. mit bekanntgeben, die sich im großen mit dem decken, was heute vorgetragen worden ist.

Sehr wichtig erscheint mir auf der anderen Seite die Frage der Güte der Erzeugnisse aus dem kernlosen Induktionsofen. Da kann ich nur sagen, daß bei den mit dieser Anlage durchgeführten Untersuchungsreihen durchweg sehr befriedigende Ergebnisse erzielt worden sind. Es wurden Stähle erzeugt, die in ihren Qualitäten fast ausnahmslos über den mittleren Qualitäten der im Lichtbogenofen erzeugten Stähle gelegen haben; besonders wurde auch hinsichtlich der Schnelldrehstähle eine ganz erhebliche Leistungssteigerung festgestellt. Gerade diese Frage der Steigerung der Schnittleistung der im Hochfrequenzofen hergestellten Schnelldrehstähle im Vergleich zu gleich zusammengesetzten Stählen, die im Lichtbogenofen erzeugt worden sind, soll in Zusammenarbeit mit „Rheinmetall“ zum Gegenstand einer planmäßigen Forschungsarbeit gemacht werden. Die Versuche sind bereits eingeleitet worden, und ich hoffe, daß wir Ihnen auch darüber in Kürze werden berichten können.

O. Dörrenberg, Runderoth: Zur Frischwirkung möchte ich noch bemerken, daß die Versuche, die wir in dieser Beziehung in unserem verhältnismäßig kleinen und sauer zugestellten Ofen gemacht haben, allerdings ohne irgendwelche Zugabe von Erzen, keinen wesentlichen Abbrand ergeben haben. Wenn man den Stahl heftig kochen läßt, erhält man leicht eine Ueberhitzung, und es ist dann sehr schwierig, wieder ordentlich zu desoxydieren, abgesehen von Schäden, die unter Umständen am Tiegel auftreten. Bei Schnelldrehstahl, der eine ziemlich lange Kochzeit nötig hat, haben wir nur einen verhältnismäßig sehr geringen Abbrand von Kohlenstoff feststellen können. Außerdem haben wir versuchsweise einmal einige Schmelzungen unlegierten Stahles ganz ohne Schlacken geführt, dabei aber allerdings das Bad nicht besonders stark kochen lassen. Irgendwelche merklichen Nachteile bei diesem Stahl gegenüber normalen Schmelzungen konnten wir nicht feststellen, ein Zeichen, daß die verhältnismäßig kleine Badoberfläche keinen besonders ungünstigen Einfluß auf die Oxydation hat. Auch ein weitergehender Abbrand an Kohlenstoff war nicht zu ermitteln. Zu berücksichtigen ist natürlich, daß der Ofen mit einem Stein gut abgedeckt ist.

Weiterhin möchte ich darauf hinweisen, daß eine Ueberhitzung des Bades beim Einschmelzen doch leicht stattfinden kann, wenn nämlich nicht so eingesetzt wird, daß ein ganz gleichmäßiges Herunterschmelzen stattfindet. Besonders beim Erschmelzen niedriggekohlter Stähle, bei denen man gern Puddel- und Lancashire-Eisen verwendet, die leicht schweißen, ist große Vorsicht erforderlich. Wir haben festgestellt, daß sich leicht Brücken bilden, unter denen eine starke örtliche Ueberhitzung stattfindet, und es ist sehr schwierig, den Stahl dann sauber zu bekommen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch erwähnen, daß es gerade beim Niederschmelzen solcher Stähle wichtig ist, möglichst rostfreie, besser gesagt, nicht angerostete Einsatzstoffe zu verwenden, denn wenn eine örtliche Ueberhitzung eintritt, findet leicht eine Aufnahme von Sauerstoff durch diesen Rost statt, und dann ist die Desoxydation außerordentlich erschwert.

F. Trurnit, Düsseldorf-Rath: Ich komme auf die Ausführungen von Herrn Broglio über die Schlackenreinheit zurück. Ich nehme an, daß der Vortragende die Schlackenreinheit auf Schnellstahl bezogen hat, der auf saurem Herde — nicht auf basischem Herde — erschmolzen wurde. (Zuruf: Saurer Herd.)

Auch wir beobachten bei Rheinmetall, daß eine Ueberhitzung beim Einschmelzen sehr wohl möglich ist. Diese Ueberhitzung ist

namentlich bei Schnellstahl außerordentlich schädlich, und zwar mit Rücksicht auf die spätere Drehleistung solcher Schmelzungen.

Außerdem sind bei anderen Stahllarten, falls eine Ueberhitzung des Bades stattgefunden hat, bedeutend mehr Desoxydationsmittel notwendig, um das Bad wieder restlos zu desoxydieren. Einen größeren Schlackengehalt in solchem Stahl können wir auch dann feststellen, selbst wenn er genügend abgestanden ist und vor dem Vergießen noch etwa 2 bis 3 min lang in der Pfanne abgehängt hat.

F. Pölguter: Ich möchte zunächst Herrn Houdremont antworten, daß sich seine Ausführungen mit meiner Auffassung decken. Ich bin niemals der Meinung gewesen, daß es ausgerechnet im kernlosen Induktionsofen im allgemeinen möglich ist, besonders gute und hervorstechende Qualitäten zu erzeugen. Ich habe vielmehr immer die Ansicht vertreten, daß dieser Ofen zur Erzeugung ganz bestimmter Stahlsorten besonders geeignet ist, und es dabei auch gestattet, alle übrigen Stähle mit gleicher Güte herzustellen.

Herrn Körber möchte ich antworten, daß es mir fernliegt, anzunehmen, daß der Hochfrequenzofen nicht auch zur Feinung benutzt werden kann. Ich habe nur bewußt darauf hingewiesen, daß allzu große Hoffnungen in dieser Hinsicht verfrüht sind. Besonders glaube ich nicht, daß dieser Ofen vorteilhaft zur Entkohlung von hochgekohltem Ferrochrom verwendet werden kann. Ich habe auch aus der letzten Arbeit des Herrn Tama nicht den Schluß ziehen können, daß es möglich ist, wirtschaftlich Ferrochrom zu entkohlen. Weiterhin habe ich mich dagegen gewandt, daß an anderer Stelle auf Grund der Versuche in einem 6-Pfd.-Schmelzgerät Rückschlüsse auf die Möglichkeit einer Zusammenarbeit zwischen Kupol- und Hochfrequenzofen gezogen wurden. Zweifellos wird man für kernlose Induktionsöfen größerer Einheiten nicht immer so vorzüglichen Schrott zur Verfügung haben, daß man ohne Schaden für die Güte auf jegliche Feinarbeit verzichten kann. Man wird aber diesem Ofen nie Arbeiten zumuten, die wirtschaftlicher im Windfrisch- oder Herdofen durchgeführt werden können.

Was die Beiträge von den Herren Dörrenberg und Trurnit anlangt, möchte ich nochmals darauf hinweisen, daß die Gefahr einer Ueberhitzung beim Einschmelzen besonders dann sehr groß ist, wenn man den Einsatz mit allzu großer Leistung niederschmilzt. Der Hochfrequenzofen ist schließlich auch kein Stahlschmelzautomat. Wir werden uns auch da gewisse Beschränkungen auferlegen müssen, um in einer bestimmten Schmelzzeit ein qualitativ hochwertiges Erzeugnis herauszubringen. Diese Zeit muß natürlich bei großen Öfen auch größer sein.

O. Heerhaber, Dortmund: Ich möchte auf die Frittung zurückkommen. Herrn Pölguter kann ich zustimmen, daß man eine eigentliche Frittungszeit nicht benötigt. Der Hochfrequenzelektroofen braucht nicht, wie der Siemens-Martin-Ofen, eingeschmolzen zu werden. Wir haben die fertige Zustellmasse, die nur getrocknet zu werden braucht; da genügt es, sofern die Zustellung nicht einfällt, sofort mit dem Einsetzen und Anwärmen der Schmelzung zu beginnen. Die erste Schmelzung wird nicht für die beste Qualität genommen und dauert länger, so daß man eine besondere Frittung, die nur eine sehr geringe Tiefe erreicht, sparen kann.

Nach wenigen Schmelzen konnte über den Einsatz folgende Beobachtung gemacht werden: Für einen 1-t-Ofen wurden etwa 700 kg schwere, der Tiegelform entsprechende, vorgegossene „Klotze“ eingesetzt (um einen gleichmäßigen, leicht einsetzbaren Schrott zu erhalten). Ein solcher Klotz schmilzt in der Form einer Blume ab. Unten bleibt ein fester Kelch stehen, der den oberen, kälteren Teil des Klotzes wie eine Blüte trägt. Dadurch wird ein rechtzeitiges Nachsetzen verhindert, das weitere Einschmelzen erschwert, die Schmelzungsdauer verzögert und der Stromverbrauch erhöht. Zudem ist die Dicke des Klotzes auf das Maß des neuzugestellten Tiegels beschränkt. Wenn die Zustellung dünner wird, kann der vergrößerte Tiegel nicht voll ausgenutzt werden; die elektrische Kopplung wird daher nicht besser, das Einschmelzen aber ungünstiger, da die Badhöhe kleiner wird.

Was die Bemessung der elektrischen Leistung eines Hochfrequenzelektroofens betrifft, so muß ich ebenfalls Herrn Pölguter zustimmen, daß man beispielsweise für den 1-t-Ofen nicht so große Leistungen anzusetzen braucht. 600 kW sind hier zu hoch. Das elektrische Aggregat ist derart teuer, daß man Bedenken hat, eine solche Anlage aufzustellen. Wir betreiben eine Anlage für flüssigen und für festen Einsatz mit 350 kW. Für einen 1-t-Ofen mit festem Einsatz sind 450, allerhöchstens 500 kW ausreichend.

Eine andere Frage, die noch zu wenig gelöst erscheint, ist die Bemessung der Frequenz. Man wird nicht unnötig hohe Frequenzen nehmen, wenn man mit niedrigeren auskommt. Die Frequenz

muß sich meines Erachtens auch nach dem Tiegeldurchmesser richten, um bei den kleinen wie bei den großen Öfen gleiche Verhältnisse zu erhalten. Je größer der Ofen wird, um so geringer sollte die Frequenz sein, damit dieselbe Durchwirbelung des Bades eintritt wie bei den kleineren Öfen mit hoher Frequenz. Es handelt sich bekanntlich um den Haupteffect. Die Wirbelbewegung entsteht daher am Rande. Damit sie bei den größeren Öfen in gleicher Stärke bis in das Badinnere gelangt, wird man eine stärkere Wirbelbewegung benötigen. Bei niedriger Frequenz entstehen stärkere Stromstöße, die eine kräftigere Wirbelbewegung zur Folge haben. Die Wirbelbewegung durch eine größere kW-Leistung zu erhöhen, führt beim Fertigmachen leicht zur Ueberhitzung des Stahles.

J. Hundhausen, Remscheid: Über die Entschwefelung und die Entphosphorung im Niederfrequenzofen ist zu sagen, daß eine Entschwefelung in diesem sehr einfach ist. Besonders in der ersten Zeit, wenn die Ofenzustellung noch gut ist, ist es eine Leichtigkeit, auf 0,01 % S zu kommen. Später, wenn der Ofen sehr stark ausgefressen und der Ofeninhalt bedeutend größer ist, wird es etwas ungünstiger, aber auch dann bleibt man leicht unter 0,02 % S. Hochgekohlte Stähle lassen sich dabei leichter entschwefeln als niedriggekohlte.

Eine Entphosphorung ist auch möglich, besonders dann, wenn das Bad eine stark wirbelnde Bewegung hat.

N. Wark, Krefeld-Rheinhausen: Die Erfahrungen des Herrn Hundhausen mit der Entschwefelung in Niederfrequenzöfen können wir voll und ganz bestätigen; bei genügender Schlackenmenge und geeigneter Badtemperatur werden in kürzester Frist Schwefelgehalte unter 0,01 % erreicht; natürlich hängt die zur Schwefelabscheidung benötigte Zeit unter sonst gleichen Verhältnissen von der Ofengröße und dem Zustande des Ofens ab. Öfen mit hoher Schmelzungszahl und schlechtem Leistungsfaktor entschwefeln weniger flott und weniger vollständig als neu zugestellte Öfen mit guten Leistungszahlen.

Die Phosphorabscheidung kann in Niederfrequenzöfen ebenfalls bis zu sehr geringen Gehalten durchgeführt werden; allerdings ist zu bedenken, daß der Induktionsofen kein guter Frischapparat ist, und daß jegliche Frischarbeit von ungünstigem Einfluß auf die Ofenhaltbarkeit ist. Dies gilt ebenso für die erreichbaren Kohlenstoff- und Mangangehalte; bis zu welchem Grade die Entfernung der Fremdbestandteile getrieben werden kann, erhellt aus der Tatsache, daß Versuchsschmelzungen mit 0,09 % Fremdbestandteilen (C + Mn + P + S) dargestellt wurden.

Zur Erreichung einer guten Haltbarkeit der Zustellung soll dem Induktionsofen vom Vorschmelzapparat das flüssige Metall mit geeignetem Kohlenstoff- und Phosphorgehalt zugeführt werden; in dem Elektroofen wird nur die Legierung, Entschwefelung usw. durchgeführt; so erreicht man auch einen flotten Schmelzungsgang.

Die Öfen der Reinholdhütte, die rechnerisch 8 t Fassungsraum haben, wurden durch Tieferlegung des Arbeitsherdes auf 10 bis 12 t Fassungsraum gebracht, und wir haben bei der angegebenen Arbeitsweise 130 Schmelzungen je Zustellung erreicht.

Die Seitenrinnen und auch der Arbeitsherd der Öfen wurde während mehrerer Jahre nach besonderem Verfahren geflickt; die Haltbarkeit konnte auf diese Weise recht hoch — bis 200 Schmelzungen und mehr — gebracht werden. Diese Arbeitsweise haben wir in der letzten Zeit ganz verlassen, denn die Errechnung ergab, daß die Unkosten für Flickarbeit, Strom und Erzeugungsausfälle je t höher lagen als bei Herdzustellungen, die gänzlich, ohne jedwede Flickarbeit, abgenutzt wurden.

Die Gleichmäßigkeit der Stahlerzeugnisse bezüglich der einzelnen Legierungselemente läßt im Niederfrequenzofen in keiner Hinsicht zu wünschen übrig; infolge der Badwirbelung werden die Legierungsmetalle, bei geeigneten Zusatzmengen, in kürzester Frist, ohne Umrühren, im gesamten Stahlbade äußerst gleichmäßig verteilt.

Was nun die Güte der in den einzelnen Elektroofenarten dargestellten Stahlerzeugnisse anlangt, so kann gesagt werden, daß sowohl die bekanntgewordenen Untersuchungen als auch der wiederholte Meinungs-austausch hierüber jede Eindeutigkeit vermischen lassen, so daß es müßig wäre, unter den jetzigen Verhältnissen auf diesen Punkt einzugehen. Jedenfalls steht fest, daß die Betriebserfahrungen am Niederfrequenzofen mit den bis heute am kernlosen Induktionsofen gemachten Erfahrungen weitgehend übereinstimmen, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß manche am gewöhnlichen Induktionsofen gemachte Feststellungen sinngemäß auf den Betrieb des kernlosen Induktionsofens angewendet werden können.

F. Sommer, Düsseldorf-Oberkassel: Darf ich fragen, welche Erfahrungen Herr Broglio mit der Entschwefelung gemacht hat?

N. Broglio, Ränderoth: Da wir, was ich ja ausdrücklich betonte, vorwiegend mit ganz reinen Einsätzen arbeiten, fehlen uns wegen der Durchführung ausgesprochener Entschwefelungsarbeiten im kernlosen Induktionsofen bisher noch genügend bemerkenswerte Erfahrungen.

Von den vorherigen Ausführungen waren für mich die des Herrn Rohland besonders bemerkenswert, die einen ebenso klaren wie übersichtlichen Querschnitt durch den gegenwärtigen Stand der amerikanischen Arbeiten am kernlosen Induktionsofen darstellen. Wenn wir vielleicht auch nach Ansicht von Herrn Pölguter bereits in etwa den Vorsprung des Auslandes aufgeholt haben, so dürfen wir nicht übersehen, daß die Erfahrungen des Auslandes schon wegen der uns überlegenen wirtschaftlichen Lage auf wesentlich breiterer Grundlage stehen als die, die wir in Deutschland bisher zu sammeln vermochten.

Ich habe in meinem Bericht bewußt die Frage der Zustellung und ihrer Haltbarkeit mit als die dringendste in den Vordergrund gestellt, weil diese zusammen mit der Aufgabe der Erniedrigung der Frequenz als nächste in Angriff genommen und gelöst werden muß, wenn wir mit dem kernlosen Induktionsofen weiterkommen wollen. Es war daher besonders lehrreich, von Herrn Rohland zu hören, daß die Amerikaner ihre Tiegel außerhalb des Ofens fertig vorbrennen und nach dem Einsetzen in die Spule den vorgebrannten Tiegel hinterstampfen, ihn also gewissermaßen als Schablone benutzen. Da keine entsprechende Einschränkung gemacht worden ist, nehme ich an, daß dort Tiegel bis zu 500 kg Fassungsvermögen in dieser Weise vorbereitet und zugestellt werden. Darüber hinaus bin ich der Ansicht von Herrn Pölguter, daß die Zustellung für Ofen mit noch größerem Fassungsvermögen mittels Schablone und Preßluftstamper nur innerhalb der Ofenspule selbst betriebssicher durchgeführt werden kann.

Herr Houdremont wird in meiner Arbeit diejenigen Zahlen finden, die es ihm ermöglichen, die Wirtschaftlichkeit des kernlosen Induktionsofens gegenüber seinen derzeit betriebenen Erzeugungsmitteln nachzurechnen.

F. Leitner, Kapfenberg: Zur Frage der Entschwefelung im kernlosen Induktionsofen kann ich allerdings erst über Ergebnisse von Versuchsschmelzen berichten.

Bei basischer Zustellung ist z. B. bei Werkzeugstählen die Entschwefelung ohne weiteres in normaler Zeit zu erreichen.

Ein besonderer Vorteil des kernlosen Induktionsofens ist die Durchwirbelung des Bades, was z. B. bei höherlegierten Schmelzungen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Im Lichtbogenofen ist die Herstellung derartiger Stähle insofern schwierig, als eine innige Durchmischung nicht ohne weiteres erzielt werden kann, so daß je nach der Badtiefe mehr oder weniger große Konzentrationsunterschiede vorhanden sind. Die ganze Durchührarbeit hat nie den Erfolg wie die beim Hochfrequenzofen in Erscheinung tretende Baddurchwirbelung.

Was die Schlackengehalte betrifft, so konnte ich feststellen, daß sie in der Regel nicht höher sind als bei normalen Stählen aus dem Lichtbogenofen. Es kann bei diesen Vergleichen in manchen Fällen der Lichtbogenofen wohl wesentlich bessere Ergebnisse zeigen; man muß sich aber vor Augen halten, daß die Ergebnisse durch die Erfahrungen im Dauerbetrieb stets im günstigen Sinne beeinflusst werden, so daß auch von dieser Seite der Hochfrequenzofen befriedigen wird.

Schließlich möchte ich noch kurz darauf verweisen, daß für die Erzeugung der weichen Chrom- oder mit Chrom und Nickel legierten, rost- und säurebeständigen Stähle der Hochfrequenzofen die richtigste Schmelzeinrichtung sein dürfte. Im letzten Falle wird sich schon im Stahlwerksbetrieb die besondere Wirtschaftlichkeit durch die uneingeschränkte Wiederverwendung der Abfälle für die Erzeugung der kohlenstoffarmen, hochlegierten Stähle erweisen.

F. Pölguter: Herr Heerhaber hat nochmals die Frage der Kopplung besprochen. Ich will darauf zurückkommen, weil mir auch ein Punkt im Berichte des Herrn Broglio aufgefallen ist. Ich bin bisher immer der Ansicht gewesen, daß die Kopplung günstiger wird, wenn der Tiegel durch natürlichen Verschleiß größer wird. Wenn man dann mit einer gegebenen Maschine keine ausreichende Leistungsaufnahme erzielt, so sind zu wenig Kondensatoren vorhanden, die den größer werdenden Ofenstrom liefern. Zur Frage der Frequenz möchte ich schließlich sagen, daß man mit möglichst niedriger Frequenz arbeiten soll. Schon aus dem Vortrage des Herrn Broglio war zu entnehmen, daß kleinere Schwierigkeiten bei den Stromleitungen aufgetreten sind. Dies hängt zum Teil zweifellos mit der verhältnismäßig hohen Frequenz des dortigen Aggregates zusammen. Bei unserer Anlage für 500 Hertz haben wir solche Unzuträglichkeiten nicht gehabt. Wir konnten auch die Kondensatoren ohne größere Leistungs-

verluste ziemlich weit vom Ofen entfernt aufstellen, wie dies durch den Bau unserer Schmelze bedingt war. Ofen, Maschine und Kondensatoren können dabei so übersichtlich aufgestellt werden, wie es für die Bedienung und gute Wartung geboten erscheint. Ausbesserungen lassen sich dabei sehr gut ausführen.

Den luft- oder wassergekühlten Kondensatoren möchte ich nicht das Wort reden. Wir haben bei unseren ungekühlten Kondensatoren keine Schwierigkeiten gehabt, obwohl sie im Sommer sogar der Sonnenhitze ausgesetzt waren. Wenn man wassergekühlte Kondensatoren anwendet, dann kommt die Möglichkeit einer Verstopfung der Wasserrohre dazu, die luftgekühlten Kondensatoren können leicht verstauben, die Kühlung kann ungenügend sein. Wenn die Kondensatoren unter dem Ofen liegen oder ganz nahe an den Ofen hergebaut werden, dann leidet sehr leicht die Uebersichtlichkeit der Anlage. Meiner Meinung nach muß der Ofen ganz frei stehen, von allen Seiten zugänglich sein, damit man die Spule gut beobachten kann und das Auswechseln der Tiegel sowie das Arbeiten am Ofen möglichst einfach ist. Wir haben trotz 15monatiger Betätigung einen eigentlichen Ofendurchbruch nicht gehabt. Der Stahl ist wohl schon bis zur Spule gekommen, aber dort an der wassergekühlten Spirale sofort erstarrt, so daß sie nicht gänzlich zerstört wurde.

N. Broglio: Ich bin der gleichen Meinung wie Herr Pölguter, daß die Verwendung wassergekühlter Kondensatoren unvorteilhaft ist. Sie sind aber in Bauart und Betrieb noch gleich neu, so daß über ihre endgültige Bewährung trotz bisheriger einwandfreier Arbeit noch nichts Sicheres gesagt werden kann. Das richtige störungsfreie Arbeiten der Wasserkühlung wird durch eine besondere elektrische Vorrichtung am rücklaufenden Kühlwasser selbsttätig überwacht. Eine gewisse Gefahr liegt jedoch vielmehr in der Möglichkeit der Wasserabscheidung aus schwitzenden Kühlrohren in den Kondensatoren, was unter besonderen Umständen, beispielsweise bei fehlerhaftem Oel, zu Schwierigkeiten durch Ueberschläge, Durchschlägen usw. führen kann. Ich glaube, daß man im Kondensatorbau heute schon die Wasserkühlung vermeiden kann und Kondensatoren geschaffen hat, die auch gleich für welche Frequenzen derartig starker Kühlung nicht mehr bedürfen.

Am kernlosen Induktionsofen handelt es sich bei der Kopplung zwischen der primären Kupferspule und dem Einsatz (als Sekundärspule) um eine rein induktive. Je nach der Wandstärke des Tiegels kann man diese Kopplung enger und loser gestalten. Die Berechnung der Spule läuft nun in erster Linie auf die Bestimmung der Amperewindungszahl hinaus, von der die im Einsatz in Wärme umgesetzte elektrische Energie abhängig ist. Die Tiegelwandstärke ist zusammen mit sämtlichen anderen elektromagnetischen Faktoren wie Leistung, Spannung, Belastung, Frequenz, Permeabilität, Feldliniendichte und Selbstinduktion abhängig von dieser Amperewindungszahl, und mit ihr ist gleichzeitig auch das Maß der Kopplung für den der ganzen Rechnung zugrunde gelegten mittleren Normaleinsatz gegeben. In diesem Zusammenhang ist ferner zu bedenken, daß für die Tiegelwandstärke nicht nur elektromagnetische, sondern infolge ihrer großen mechanischen Beanspruchung auch große statische und keramische Ueberlegungen mit maßgeblich zu sein haben. Gestaltet man nun aus diesen Gründen die Kopplung loser, d. h. verstärkt man im Anfang einer Tiegelreise die Wandstärke über das elektrisch günstigste Maß hinaus, so verringert sich die Leistungsaufnahme aus der Spule, weil eine Reihe der Feldlinien, die bekanntlich um die Spule parallel zu deren Achse herumlaufen, nicht zur Wirkung kommen. Die Verringerung der Leistungsaufnahme richtet sich prozentual ziemlich genau nach dem Prozentsatz des wirkungslos werdenden Kraftlinienfeldes. Zunächst wird sich nun die Leistungsaufnahme mit der durch den Tiegelverschleiß enger werdenden Kopplung verbessern. Das der Ofenberechnung weiter zugrunde gelegte mittlere Einsatzgewicht bestimmt raumtechnisch die Höhe und den Durchmesser des Tiegels. Steigt jetzt der Verschleiß der Wandstärke an, so verringert sich die Höhe des Bades unter gleichzeitiger Vergrößerung des Tiegeldurchmessers. Mit diesem Absinken des Badspiegels kommen aber die oberen Windungen der Spule mit ihren Feldlinien nicht mehr voll zur Wirkung, so daß der dadurch bedingte Spannungsabfall selbsttätig die Leistungsaufnahme verringert. Gleichzeitig bleibt die Selbstinduktion der Spule mit konstantem Einsatz ziemlich unverändert. Erfolg: Der Leistungsfaktor des Ofenkreises verschlechtert sich. Die Verbesserung der Leistungsaufnahme durch die enger werdende Kopplung kann diese Nachteile allein nicht aufheben, wodurch sich nach Einschalten der letzten Kondensatoren — deren Blindleistung ebenfalls mit der sinkenden Spannung abnimmt — das stetige Absinken der Leistungsaufnahme im zu Ende gehenden, d. h. dünner werdenden Tiegel erklärt.

Um nicht zu weit zu gehen, will ich hier außer acht lassen, daß mit immer enger werdender Kopplung zwischen beiden Spulen eine Beeinflussung der gegenseitigen Schwingungen eintritt, was auch zu einem gewissen Energieverlust führt, der aber neben den anderen genannten Verlusten mehr oder weniger zurücktritt. Man kann diesen Erscheinungen außer durch die Schaltung des Ofensystems am besten dadurch begegnen, daß man von einem mittleren Tiegelzustand als elektrischer Berechnungsgrundlage für den Entwurf der ganzen Anlage ausgeht. Das aber muß zur Folge haben, daß Kraftquelle und Ofen nicht zu scharf und in zu engen Grenzen abgestimmt werden.

Die Bedenken der Herren Vorredner gegen großzügige Bemessung der Aggregate teile ich deswegen nur bedingt, weil man bei dem heutigen Stand der Technik durchaus in der Lage ist, selbst bei rotierenden Umformern die durch nur teilweise Belastung hervorgerufene Verschlechterung des Umformerwirkungsgrades und damit des Motorleistungsfaktors am Netz durch Kondensatoren oder Unterbringung der Blindleistung unmittelbar in der Maschine auszugleichen. Auch diese Betrachtung verweist die Entwicklung des kernlosen Induktionsofens eindeutig unmittelbar auf den Anschluß ans Netz, eine Forderung, der hoffentlich recht bald auch technisch stattgegeben werden kann.

Die Ausführungen von Herrn Heerhaber beschäftigten sich mit einem besonderen der Form nach vorher vorbereiteten Einsatz. Ich habe Herrn Heerhaber wohl richtig verstanden, daß er diesen „Normeinsatz“ der Tiegelform entsprechend vorher aus einem anderen Stahlwerkserzeugungsmittel abgießt und diesen der Normaltiegelform entsprechenden Block jeweils kalt oder auch vorgewärmt in den Tiegel einsetzt. Bei Inbetriebnahme unseres Ofens haben wir den gleichen Gedanken erwogen, ihn aber sehr schnell fallen gelassen, nachdem wir sahen, wie unregelmäßig die Wand eines Tiegels ausfrißt und welche Schwierigkeiten infolgedessen das Einsetzen solcher Normblöcke bieten kann. Diese Schwierigkeiten können übrigens auch elektrischer Natur sein, wenn der auf die Anfangstiegelform berechnete Block im ausgewaschenen Tiegel einen nicht ausgefüllten Zwischenraum mit der Tiegelwand bildet und dadurch die Kopplung verschlechtert. Wenn man den kernlosen Induktionsofen in der Erzeugung schon mit anderen Stahlwerksöfen koppelt, dann sollte das so geschehen, daß man ihn nicht fest, sondern flüssig beschickt. Man kann dann bei gleich starker elektrischer Ausrüstung aus dem Ofen ein Vielfaches der Erzeugung herausholen wie bei festem Einsatz, weil ja die Hauptarbeit von der Kraftquelle während des Einschmelzens zu leisten ist. Wie sich die im Einsatz in Wärme umgewan-

derte elektrische Energie während der beiden Perioden zueinander verhält, zeigen die von mir aufgenommenen Wärmebilanzen. Bei der Frage nach der Größe der elektrischen Leistung, mit der eine Ofenanlage ausgestattet werden soll, ist dieser Unterschied im Energieverbrauch während der beiden Arbeitsabschnitte wohl zu berücksichtigen. Meiner Ansicht nach sind wir heute noch nicht so weit, daß wir schon bestimmte Normen für die Stärke der Ausrüstung festlegen können. Jedenfalls sollte uns die Tatsache zu denken geben, daß die Amerikaner mit ihren umfangreichen Erfahrungen vor dieser Größensteigerung und der Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit des Ofens nicht zurückschrecken. Sie werden ihre Gründe haben, diese Entwicklung ihrer Ofen zu betreiben, um so mehr, als sie der Schuh der Kostenfrage, die wir besonders schmerzlich in unserem kapitalarmen Deutschland empfinden, weniger stark drückt. Hier verspricht die Erniedrigung der Frequenz eine wesentliche Verbilligung der Kosten.

Um zum Schluß noch einmal auf die Güte des im kernlosen Induktionsofen erstellten Stahles zurückzukommen, so habe ich mich gefreut, zu hören, daß auch nach Ansicht der anderen Herren diese mindestens ebenso gut ist, wie man sie in den bisher gebräuchlichen Stahlwerkserzeugungsmitteln für jeden Sonderzweck erreichen kann. Wenn meine Ausführungen besonders auf einen Vergleich mit der Tiegelqualität zugespitzt waren, so ist das durchaus erklärlich. Ich habe ja ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der kernlose Induktionsofen in unserem Betrieb den alten Gastiegelofen ablöste.

Was nun die Frischwirkung angeht, so bestärkt mich die Zusammenfassung der von den Herren Vorrednern darüber geäußerten Ansichten darin, Sie zu bitten, das Kapitel über diesen Punkt heute noch nicht endgültig zu schließen. Ich glaube, daß wir von dem demnächst ans Arbeiten kommenden 5-t-Ofen in dieser Richtung beachtliche Aufschlüsse zu erwarten haben, bis zu deren Vorliegen die weitere Erörterung dieser Frage ruhen kann.

F. Sommer: Das Wort wird nicht weiter gewünscht. — Wenn wir auch dem Hochfrequenzofen eine weitere Entwicklung wie bisher wünschen, so wird man doch in einem Punkte den optimistischen Gedankengängen von Herrn Broglio bezüglich des Wettbewerbes des Hochfrequenzofens mit einem 50-t-Siemens-Martin-Ofen so lange nicht folgen können, als man den kernlosen Induktionsofen nicht unmittelbar an das Netz anschließen kann und damit den Umformer mit seinen hohen Abschreibungskosten sowie anderen Stromverlusten nicht ersparen kann; aber das ist ja das Ziel, an dem die Elektrotechniker heute arbeiten.

Ueber den Sauerstoffabbau des Eisenoxyds und des Eisenoxyduls mit festem Kohlenstoff im Vakuum.

Von W. Baukloh und R. Durrer in Berlin¹⁾.

Die Untersuchung der Reduktion des Eisenoxyds mit festem Kohlenstoff bietet gegenüber der vieler anderer fester Reaktionen besondere Schwierigkeiten. Das Reaktionsgemisch darf einmal nicht mit Luftsauerstoff in Berührung kommen, da das Kohlenoxyd, das sich bei der Verbrennung der Kohle bilden kann, weit wirksamer die Oxyde reduzieren würde, als der feste Kohlenstoff dazu imstande ist. Weiterhin ist es für die sichere Durchführung der Reduktion von größter Wichtigkeit, daß die aus der Reaktion entstehenden Gase möglichst schnell weggeführt werden. Um diese Bedingungen einzuhalten, wurden die Reduktionsversuche im Vakuum durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, daß bei einem Vakuum von $\frac{2}{100}$ bis $\frac{4}{100}$ mm Q.-S. die in der Versuchseinrichtung verbleibenden Gasmoleküle für die Gesamtreduktion praktisch keine Rolle spielten.

Das Reaktionsgemisch war ein inniges Gemenge aus Eisenoxyd mit Graphit bzw. Eisenoxydul mit Graphit. Die Reduktionsversuche wurden mit Acheson- und böhmischen Graphit durchgeführt. Eingehende Entgasungsversuche mit Zucker- und Knochenkohle hatten ergeben, daß es praktisch

nicht möglich ist, diese Kohlearten völlig gasfrei zu bekommen, so daß sie für die einwandfreie Durchführung einer festen Reduktion ausschieden. Der Reduktionsgrad der Eisenoxyde wurde durch den Sauerstoffgehalt des Reduktionsgutes bestimmt.

Da die im Schrifttum bekannt gewordenen Arbeiten, die sich mit der Reduktion der Eisenoxyde mit festem Kohlenstoff befassen, durehweg die Diffusion, die zweifelsohne diese Vorgänge beherrscht, außer acht lassen, so erschien es angezeigt, die Reaktionen, mit denen sich die vorliegende Arbeit befaßt, nach dieser Richtung zu beleuchten. Bilden Kohlenstoff und Eisenoxyd bei der festen Reaktion metallisches Eisen, so gestalten sich die Verhältnisse folgendermaßen: Bei den Temperaturen, bei denen sich dieser Vorgang abspielen kann, wird sich an der Trennungsschicht von Eisenoxyd bzw. Eisenoxydul und Kohlenstoff eine geringe Menge Eisen bilden. Soll jetzt weitere Reduktion stattfinden, so muß Kohlenstoff oder Eisenoxyd durch das entstandene Eisen diffundieren. Damit setzt sich der Vorgang aus einem Diffusionsvorgang und der eigentlichen Reaktion zusammen. Der langsamste Vorgang von beiden wird die Reduktionsgeschwindigkeit bestimmen, und das wird in den meisten Fällen die Diffusion sein. Um diesen Vorgang bei

¹⁾ Auszug aus Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 455/60 (Gr. A: Nr. 80).

einer bestimmten Temperatur zu untersuchen, darf die Reaktion nicht exotherm verlaufen, da sich das Reaktionsgemisch von sich aus erhitzen und die Temperaturmessung ungenau würde.

Nimmt man nun nach W. Jander der Einfachheit halber an, daß durch die entstandene Eisenschicht nur eine Komponente diffundieren kann, in diesem Falle der Graphit, so lautet für die vorliegende Reaktion die Diffusionsgleichung:

$$\frac{d_y}{d_x} = D \cdot \frac{C_0}{y}$$

worin

D = der Diffusionskoeffizient,

y = die Schichtdicke des entstandenen Eisens,

C_0 = die Konzentration des Graphits in Eisen an der Berührungsstelle des Graphits mit dem Eisen,

$\frac{d_y}{d_x}$ = der Schichtdickenzuwachs des Reduktionsproduktes in der Zeiteinheit

ist.

Die Integration ergibt

$$y = \sqrt[2]{2 D \cdot C_0 \cdot z}$$

Drückt man in dieser Gleichung den Schichtdickenzuwachs durch den prozentualen Umsatz aus, so erhält man:

$$\left(1 - \sqrt[3]{\frac{100 - x}{100}}\right)^2 = \frac{2 \cdot D \cdot C_0 \cdot z}{r^2} = k \cdot z,$$

worin

r = der mittlere Radius der Körner der Reaktionskomponenten, die in geringerer Menge vorhanden sind, in unserem Falle die Eisenoxyde,

x = Sauerstoffabbau in Prozenten bedeuten.

Bestätigt sich diese Gleichung für die Reaktionen, mit denen sich die vorliegende Arbeit befaßt, d. h. ist die Schichtdicke (in diesem Fall durch den prozentualen Umsatz ausgedrückt) proportional der Wurzel aus der Zeit oder, was dasselbe ist, das Quadrat der Schichtdicke einfach proportional der Zeit, so ist der Beweis dafür geliefert, daß man es bei der Reduktion der Eisenoxyde durch festen Kohlenstoff mit einer einfachen Diffusion zu tun hat.

In der Tat bestätigte sich diese Annahme für den Fall, daß die Reaktionstemperaturen oberhalb 700° liegen. Es wurde festgestellt, daß die Bildung des metallischen Eisens aus der Reaktion mit festem Kohlenstoff bei 700° beginnt. Unterhalb 700° ist die Bildung metallischen Eisens aus der festen Reduktion des Graphits mit Eisenoxyd und mit Eisenoxydul nicht möglich. Im Gegensatz zum Eisenoxydul, das unterhalb 700° keinen praktisch feststellbaren Sauerstoffabbau mehr zeigte, tritt das Eisenoxyd noch bis zu Temperaturen von 300° hinunter mit Graphit in Reaktion. Der Sauerstoffabbau des Eisenoxyds kommt bei diesen Temperaturen zu Grenzwerten, die für verschiedene Teilchengrößen verschieden sind, über die hinaus selbst bis zu 50stündiger Glühzeit praktisch kein weiterer Sauerstoffabbau zu verzeichnen ist. Erst oberhalb 700° verläuft der Abbau wieder nach einer Kurve, die nach hinreichend langer Reaktionszeit einen 100prozentigen Abbau erwarten läßt.

Es ist möglich, daß in dem Temperaturbereich von 300 bis 700° der Abbau des Eisenoxyds derart erfolgt, daß bis zu einer gewissen Temperatur nur Eisenoxyduloxyd, darüber hinaus nur Eisenoxydul entsteht. Die Grenzwerte, die in der vorliegenden Arbeit zwischen 400 und 600° gefunden wurden, liegen jedoch so dicht zusammen, daß aus ihnen eine derartige Folgerung noch nicht gezogen werden kann. Es wurde festgestellt, daß der böhmische Graphit besser reagiert als der Acheson-Graphit.

Untersuchungen über gehärteten und angelassenen Stahl.

Die Aetzung mit alkalischer Natriumpikratlösung und ihre Anwendung zur Erforschung der Anlaßvorgänge im gehärteten Stahl.

Von H. Hanemann und A. Schrader in Berlin¹⁾.

Die Aetzung ist auch in Zimmertemperatur anwendbar und ergibt dabei die gleiche tief schwarze Aetzung des Zementits wie in der Wärme. Es hat sich gezeigt, daß die Aetzungsgeschwindigkeit für die einzelnen Bestandteile des angelassenen Stahles, besonders bei mittleren Temperaturen von etwa 40 bis 60°, verschieden ist, und zwar in einem Grade, daß eine Unterscheidung der Gefügebestandteile auf Grund des Aetzangriffes durch Natriumpikratlösung möglich wird.

Zementit wird von Natriumpikratlösung stets geätzt in grober und in feinsten Ausscheidungsform, z. B. im weißen und grauen Roheisen, im Perlit, Sorbit und Abschrecktroostit.

Ferrit, Austenit und die γ -Phase werden von alkalischer Natriumpikratlösung nicht gefärbt. Bekanntlich zersetzt sich die γ -Phase beim Anlassen. Die Anlaßwirkung hat schon bei 70° merkbare Geschwindigkeit. Als dann tritt in γ eine Dunkelfärbung beim Ätzen auf. Es empfiehlt sich daher, bei Beobachtung γ -haltiger Schiffe zunächst nur bei Zimmertemperatur zu ätzen.

Die ζ -Phase²⁾ wird durch alkalische Natriumpikratlösung angegriffen. Sie nimmt eine gleichmäßige Färbung

an, die von Nadel zu Nadel wahrscheinlich infolge ihrer verschiedenen Lage wechselt. Die Aetzzeiten bei Zimmertemperatur und in der Wärme sind in der Originalarbeit angegeben. Man sieht daraus, daß sich der ζ -Bestandteil bei Zimmertemperatur viel langsamer (etwa 60mal) ätzt als der Zementit. Man hat daher ein mikroskopisches Unterscheidungsverfahren zwischen Zementit und der ζ -Phase, indem man bei Zimmertemperatur 40 min ätzt, wobei Zementit tief dunkel gefärbt wird, während ζ noch hell ist.

Die Temperaturwirkung der Aetzung der ϑ -Phase³⁾ ergibt sich aus den Kurven in Abb. 1 a bis c. Man sieht, daß ζ schneller als ϑ angegriffen wird. Die beste Aetztemperatur zur Unterscheidung von ζ und ϑ liegt zwischen 50 und 60°. Man kann also durch Anwendung geeigneter Aetzzeiten Zementit von ζ und ϑ und andererseits auch ζ von ϑ unterscheiden.

Während der Austenit von alkalischer Natriumpikratlösung in der Hitze und bei Zimmertemperatur ungefärbt bleibt, erhält man eine Aetzungswirkung, sobald man den Stahl über etwa 250° erhitzt hat. Die Aetzzeit in der Hitze und bei Zimmertemperatur ist nun gleich derjenigen des Zementits. Man kann daher folgern, daß aus dem Austenit Zementit abgeschieden ist.

Die ζ -Phase ätzt sich mit Natriumpikratlösung, wie erwähnt, bis zur zweiten Martensitumwandlung homogen. Oberhalb dieses Anlaßvorganges jedoch wird das Ätzbild heterogen. Die dann auftretenden kleinen Körner verhalten sich beim Ätzen genau wie Zementit.

¹⁾ Auszug aus Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 475/77 (Gr. E: Nr. 153).

²⁾ St. u. E. 46 (1926) S. 1508/14.

³⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 763/71 (Gr. E: Nr. 60).

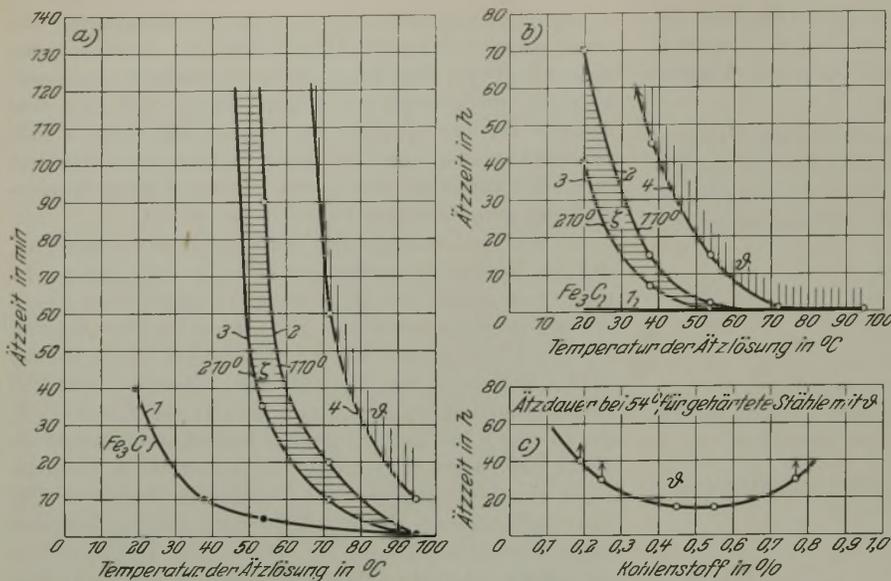


Abbildung 1a bis c. Aetzzeiten für die Gefügeentwicklung im Stahl mit alkalischer Natriumpikratlösung.

Ueber die Vorgänge bei der Ausbildung des Martensitgefüges.

Von H. Hanemann, K. Herrmann, U. Hofmann und A. Schrader in Berlin⁴⁾.

Die Ergebnisse der Verfasser bestätigen im wesentlichen diejenigen von W. L. Fink und E. D. Campbell⁵⁾, N. Seljakow, G. Kurdjomow, G. Sachs⁶⁾ sowie von K. Honda und S. Sekito⁷⁾. In den abgeschreckten Stählen sind röntgenographisch zu unterscheiden:

1. verwaschene Interferenzen, die zu einem kubisch-raumzentrierten Gitter gehören;
2. Interferenzen eines tetragonalen raumzentrierten Gitters;
3. Interferenzen eines kubisch-flächenzentrierten Gitters (Austenit).

In dem von E. Gebhard, H. Hanemann und A. Schrader der η -Phase zugeordneten Gebiet (Stahlproben von 0,19 bis 0,51 % C) wurden also nur die verwaschenen Interferenzen des kubisch-raumzentrierten Gitters gefunden in gleicher Lage mit den Interferenzen des α -Eisens, also „gestörtes α -Eisen“.

Die Verwaschenheit der Interferenzen erklären die Verfasser, wie Honda und Sekito, mit einer Störung des Gitters durch eingelagerte Fremdatome (Kohlenstoff). Von 0,35 % C ab ist eine weitere Zunahme der Verwaschenheit nicht zu beobachten. Dagegen sind die Interferenzen des Stahles mit 0,19 % C deutlich schärfer, was wahrscheinlich auf einen geringeren Gehalt an gestörtem α -Eisen zurückzuführen ist⁷⁾. Die Interferenzen des gestörten kubischen Gitters liegen bei annähernd denselben Werten wie die des ungestörten α -Eisens.

In dem mit η bezeichneten Gebiet (Stahlprobe mit 0,91 %) wurden die Interferenzen des tetragonalen raumzentrierten Gitters gefunden.

Bei Stählen mit 0,91 % C, also im Gebiet der η -Phase, wurde untersucht, ob die Interferenzen des tetragonalen

Kristallgitters, die ja bekanntlich beim Anlassen auf 100° verschwinden, vielleicht auch bei verhältnismäßig langsamem Abschrecken nicht mehr zu beobachten sind. Bei den von 1100 und 900° in Eiswasser und von 900° in Öl abgeschreckten Proben waren die tetragonalen Interferenzen in gleicher Weise erkennbar, ebenso zeigt sich im Schlibbild keine Verschiedenheit, so daß die tetragonal-raumzentrierte Kristallstruktur innerhalb weiter Grenzen der Abschreckgeschwindigkeit erhalten bleibt.

Bei der Entstehung der η -Phase lagert sich der im Austenit gleichmäßig verteilte Kohlenstoff in anisotroper Weise, nämlich nur in den Basisflächen des tetragonal-raumzentrierten Elementarkörpers ein. Man kann deshalb

die η -Phase nicht als α -Eisen, aufgeweitet durch dazwischen eingelagerten Kohlenstoff, auffassen; denn in diesem Fall könnte sich nicht eine Bevorzugung von nur zwei der kristallographisch gleichwertigen sechs Würfflächen einstellen. Die η -Kristallart ist eine neue besondere Phase der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, die strukturmäßig durch eine bestimmte anisotrope Verteilung der Kohlenstoffatome gekennzeichnet ist. Dies stimmt mit der im Aetzbild und den physikalischen Eigenschaften ebenfalls auftretenden Eigenart der η -Kristalle überein.

Bei dieser Untersuchung wurde eine neue Beobachtung über die Gefügevorgänge in der η -Phase beim Anlassen gemacht. Zunächst werden die Angaben von Ed. Maurer und G. Riedrich⁸⁾ bestätigt, daß die η -Phase an abgeschreckten, hochgeköhlten Stählen von Natriumpikratlösung nicht geschwärzt wird. Es sei bemerkt, daß man die η -Nadeln auch schon im ungeätzten Schlibf neben Austenit nach sorgfältigem Polieren an ihrer etwas abweichenden Eigenfarbe erkennen kann⁹⁾, wogegen nach Anlassen auf 110° (bei genügend langem Halten in Temperaturen oberhalb der ersten Umwandlung) eine gleichmäßige Dunkel-färbung der Nadeln eintritt. Läßt man nun höher an, so tritt zunächst eine wesentliche Änderung des Aetzbildes in den ζ -Nadeln ein. Hat man aber auf etwa 320° erhitzt (Temperatur der zweiten Martensitumwandlung), so wird mikroskopisch festgestellt, daß an Stelle der gleichmäßigen Färbung in den ζ -Nadeln ein Gefüge aus tiefer schwarz geätzten Pünktchen in hellem, ungefärbtem Grunde tritt. Dieser Uebergang von der gleichmäßig dunklen Aetztonung zu dem heterogenen mit dunklen Pünktchen durchsetzten Aetzbild ist nicht stetig, sondern unstetig. Es ist möglich, diese Unstetigkeit im Bilde festzuhalten. Das heterogene Aetzbild, bestehend aus schwarzen Pünktchen in einer hellen Grundmasse, ist [abgesehen von der Zusammenballung der Körner durch Einformung¹⁰⁾] das gleiche, was man auch erhält, wenn man die Nadeln bis zum sorbitischen Zustand in die Nähe der Perlitlinie angelassen hat. Man darf daher schließen, daß die kleinen schwarzen Pünktchen Zementitkügelchen entsprechen. Da dieses Aetzbild bei

⁴⁾ Auszug aus Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 479/84 (Gr. E: Nr. 154).

⁵⁾ Trans. Am. Soc. Steel Treat. 9 (1926) S. 717/54 u. 780.

⁶⁾ Z. Phys. 45 (1927) S. 384/415; 53 (1929) S. 696/707; 55 (1929) S. 187/98; St. u. E. 49 (1929) S. 1836/37; Z. Phys. 64 (1930) S. 325/43.

⁷⁾ Science Rep. Tôhoku Univ. 17 (1928) S. 743/60.

⁸⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 95/98 (Gr. E: Nr. 121).

⁹⁾ Desgl., s. Abb. 10.

¹⁰⁾ H. Hanemann und A. Schrader: Atlas Metallographicus (Berlin: Gebr. Borntraeger) Lfg. 9, S. 40.

derselben Temperatur auftritt, bei der auch im Röntgenbild Zementitlinien erscheinen⁶⁾, ist nicht zu bezweifeln, daß die dunklen bei 300° zuerst erscheinenden Pünktchen Zementitkriställchen entsprechen. Unterhalb dieser Temperatur sind in so behandelten Stählen im Röntgenbild Zementitlinien auch nur andeutungsweise nicht gefunden worden, während sie bei 300° gleichzeitig mit der erwähnten un stetigen Gefügeänderung sofort deutlich auftreten.

Die Verfasser folgern, daß der Zementit nicht, wie bisher angenommen, der einzige Gefügebestandteil der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen ist, der durch alkalische Natriumpikratlösung gefärbt wird, sondern daß der von Hanemann und Traeger seinerzeit als ζ -Bestandteil bezeichnete Zustand des angelassenen Stahles von alkalischer Natriumpikratlösung ebenfalls gedunkelt wird. Da kohlenstoffreies Eisen von Natriumpikratlösung nicht gefärbt wird, auch nicht, wenn es hochgradig kaltgereckt ist und Zementit nicht zugegen ist, muß die ζ -Phase Kohlenstoff in anderer Form enthalten.

Wie bereits erwähnt⁶⁾, geht die tetragonale η -Phase durch Erhitzen auf etwa 100° in eine kubisch-raumzentrierte mit verbreiterten Interferenzlinien über. Diesen Befund kann man als „gestörtes“ α -Gitter deuten. Bei Erhitzung auf 300° werden alsdann weitere Kohlenstoffatome aus den kubisch-raumzentrierten Eisenkristallen ausgeschieden und bilden zugleich mit dem adsorbierten Anteil des Kohlenstoffes und den benachbarten Eisenatomen Zementit. Diese Auffassung erklärt das Zusammenfallen der Umwandlung bei 300° mit den bei dieser Temperatur im Röntgenbild auftretenden Zementitlinien und der mikroskopisch feststellbaren, bei der gleichen Temperatur auftretenden Gefügeänderung.

Nach dem Anlassen des gehärteten, hochgekohlten Stahles auf 110°, wenn die Röntgenuntersuchung bereits das Verschwinden der tetragonalen η -Phase angezeigt hat, kann man nichtsdestoweniger im Gefügebild unverändert die nadelförmige η -Struktur feststellen. Gefügemäßig findet sich nur beim Ätzen mit alkoholischer Salpetersäurelösung der Unterschied, daß vor der Anlaßbehandlung die Nadeln hell und nach der Anlaßbehandlung dunkel getönt sind. Das Gefügebild zeigt die äußere Form der η -Nadeln unverändert, während die Gitterform bereits eine andere geworden ist. Man hat also eine echte Pseudomorphose vor sich. Hieraus werden manche Meinungsverschiedenheiten über die Härtungsvorgänge erklärlich. Die Beobachtung des Gefügebildes weist durch die im Ätzbild vorliegenden Gefügebilder nach, daß aus dem Austenit eine Kristallart ausgeschieden worden war. Die Röntgenaufnahme dagegen kann über die betreffende Kristallart nachher nichts mehr aussagen, wenn mittlerweile eine innere Umwandlung vor sich gegangen ist, also eine Pseudomorphose vorliegt.

Dieser Gesichtspunkt muß auch für die Beurteilung der ϑ -Phase herangezogen werden. Das Auftreten von ϑ als Gefügebildner neben ϵ und η führt zu der Auffassung, daß man auch in der ϑ -Kristallart eine eindeutig bestimmte Phase ähnlich wie bei der η -Kristallart vor sich hat.

Jedoch liegt die ϑ -Phase in der Hauptsache bereits als Pseudomorphose vor, in dem Sinne, daß das im Röntgenbild beobachtete gestörte α -Eisengitter nicht der ursprünglichen ϑ -Phase zukommt, sondern bereits das Zerfallprodukt vorstellt.

Unter diesem Gesichtspunkt hat sich der Härtungsvorgang im Stahl als eine Aufeinanderfolge verschiedener gegenseitiger Einwirkungen und Bindungen von Kohlenstoff und Eisen erklären lassen. Das Eisen geht aus dem

kubisch-flächenzentrierten als Anfangszustand in den kubisch-raumzentrierten als Endzustand über, jedoch unter Einschaltung von Zwischenlagen. Der Kohlenstoff geht ebenfalls unter Einschaltung von Zwischenstellungen aus der statistisch gleichmäßigen Verteilung im Austenit in den Zementit über. Diese Zwischenlagen (ϵ , ϑ , η , ζ) geben dem gehärteten und angelassenen Stahl die verschiedenen mechanischen, magnetischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften und bedingen sein Gefügaussehen.

Die Verfasser gelangen zu folgenden zusammenfassenden Schlußfolgerungen:

1. Der mikroskopisch festgestellte, als η bezeichnete Gefügebildner stimmt primär mit der tetragonalen Phase im gehärteten Stahl überein.
2. Im gehärteten Stahl treten Pseudomorphosen auf:
 - a) beim Anlassen (vielleicht auch durch Lagern bei Zimmertemperatur) ändert sich der Feinbau der η -Phase, ohne daß im Gefügebild eine Änderung der Form auftritt;
 - b) die ϑ -Phase zeigt im Ätzbild eigene Kristallform, während im Röntgenbild eine von α -Eisen verschiedene Primärstruktur bisher nicht ermittelt werden konnte. Es ist daher wahrscheinlich, daß auch hier eine Pseudomorphose vorliegt.
3. Es ist gefügemäßig nachgewiesen worden, daß erst bei der zweiten Martensitumwandlung Zementit gebildet wird.
4. Der Zustand zwischen der ersten und der zweiten Martensitumwandlung, mit ζ bezeichnet, enthält ein gestörtes α -Eisengitter mit eingelagerten und adsorbierten Kohlenstoffatomen.

Ueber den Kohlenstoffgehalt in der η -Phase.

Von H. Hanemann in Berlin¹¹⁾.

Der Zementit ballt sich beim Anlassen von Abschrecktroostit nach und nach zu wenigen größeren Kügelchen innerhalb des ehemaligen Troostitflecks zusammen. Außerdem sitzt ein anderer Teil auf dem Rande des Troostitflecks. Der Zementit formt sich also ein, ohne aber eine Neigung zur Abwanderung aus dem Troostit zu bekunden.

Wenn gehärteter Stahl auf Temperaturen (etwa 300°) oberhalb der zweiten Martensitumwandlung¹²⁾ angelassen ist, besteht er aus einer Grundmasse von α -Eisen mit eingelagerten, sehr kleinen Zementitkügelchen⁴⁾). Bei längerem Glühen geht die bekannte Einförmigkeit der Zementitkügelchen vor sich. Es wird von der Teilchengröße des Zementits im Austenit und in den η -Nadeln abhängen, ob der Kohlenstoff aus den η -Nadeln in den Austenit oder aus dem Austenit in die η -Nadeln diffundiert. Wenn die Teilchengrößen gleich sind, wird der Kohlenstoff in den Bezirken verbleiben, in denen er sich von vornherein befindet. Man wird also nach längerer Diffusionszeit nur dann noch den ursprünglichen Kohlenstoffgehalt vorfinden, wenn von vornherein die Teilchengröße des Zementits im Austenit und in den η -Nadeln gleich ist. Ob diese Bedingung jeweils erfüllt ist, entzieht sich der Kenntnis. Es erscheint daher unsicher, aus dem Gefügebefund nach längerer Diffusion auf die ursprüngliche Kohlenstoffverteilung zu schließen.

Auf Grund dieser Erwägung wurden Erhitzungsversuche mit kurzer Erhitzungszeit ausgeführt, so daß die Möglichkeit

¹¹⁾ Auszug aus Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 485/86 (Gr. E: Nr. 155).

¹²⁾ Vgl. H. Hanemann und L. Traeger: St. u. E. 46 (1926) S. 1508/14.

einer Diffusion ausgeschaltet war. Ein gehärteter Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von 1,67 %, also aus Austenit mit γ -Nadeln bestand, wurde in einem auf 930° erhitzten Laboratoriumsofen gebracht¹⁾. Nach 10 min, gerechnet vom Augenblick des Hineinbringens in den Ofen, wurde die Probe in Wasser abgeschreckt. Das nun vorhandene Gefüge zeigt eine dem ehemaligen Härtegefüge entsprechende Kohlenstoffverteilung. Flächen, die den ehemaligen γ -Nadeln entsprechen, enthalten nur Martensit, während die Flächen, die dem ehemaligen Austenit entsprechen, Marten-

sit mit Zementit enthalten¹³⁾. Man kann sich nicht vorstellen, wie eine derartige Verteilung des Kohlenstoffgehaltes in dem Stahl zustande kommen konnte, falls nicht die γ -Nadeln nach dem ersten Abschrecken schon einen Kohlenstoffgehalt von etwa 1,1 % gehabt haben. Damit ist gezeigt, daß in der Tat von vornherein ein Unterschied im Kohlenstoffgehalt zwischen dem Austenit und den γ -Martensitnadeln angenommen werden muß.

¹³⁾ Vgl. H. Hanemann und A. Schrader: Ber. Werkstoff.-aussch. V. d. Eisenh. Nr. 61 (1926) Abb. 69 bis 71.

Umschau.

75 Jahre Verein deutscher Ingenieure.

Am 12. Mai 1931 konnte der Verein deutscher Ingenieure sein 75jähriges Bestehen feiern. Im Jahre 1856 fuhr an diesem Tage eine Schar jugendlicher Mitglieder des akademischen Vereins „Hütte“, der damals in Halberstadt gerade das 10. Stiftungsfest beging, von dort auf Leiterwagen nach Alexisbad im Harz, um hier die Grundlage zu schaffen für ein „inniges Zusammenwirken der geistigen Kräfte der deutschen Technik zur gegenseitigen Anregung und Fortbildung der gesamten vaterländischen Industrie“. Diese Zweckbestimmung stand über den Satzungen des Vereins deutscher Ingenieure, dessen Gründungsprotokoll 23 Namen aufweist. Von ihren Trägern hatten die

Muschelkalkstein trägt die in Bronze gegossene Figur eines jungen Mannes als eines Vertreters der jugendlichen Gründer in der Erscheinung der damaligen Zeit. Seine zur Arbeit gestraffte Gestalt und die große Willenskraft verratenden Gesichtszüge sollen an die Tatkraft erinnern, mit der jene jungen Männer hinausgingen, um in allen Gegenden Deutschlands am Ausbau ihres Vereins zu arbeiten.

Die Enthüllung fand an dem Jubiläumstage im Anschluß an eine Vorstandssitzung mit einer schlichten Feier statt, an der auch einige Angehörige der Gründer teilnahmen.

Im übrigen wird die bevorstehende Hauptversammlung am 26. bis 29. Juni in Köln im Zeichen des Jubiläums stehen.

Neue Aufreißmaschine für Feinbleche.

Beim Walzen gedoppelter Bleche kommt es oft vor, daß die einzelnen Tafeln im Paket aneinanderkleben und nach dem Erkalten voneinander getrennt werden müssen. Wenn dieses Trennen oder Aufreißen im allgemeinen ohne übermäßige Schwierigkeiten zu erreichen ist, so bleibt doch stets ein gewisser Teil übrig, bei dem die Bleche derart aneinander haften oder kleben, daß sie nur unter großen Schwierigkeiten, teilweise überhaupt nicht, voneinander gelöst werden können. Dabei ist dieses Kleben eine Erscheinung, die durch sorgfältige Zusammensetzung des zur Verarbeitung gelangenden Werkstoffes und durch passende Wahl der Walztemperatur zwar herabgesetzt, nie aber vollkommen vermieden werden kann.

Die Bleche wurden bisher mit Zangen und Schlagmessern nur von Hand getrennt, da maschinelle Einrichtungen hierfür nicht vorhanden waren. Gerade bei Blechen, die stark aneinander kleben, kam es sehr oft vor, daß die Zangen beim Aufreißen Löcher in die Bleche drückten, so daß dadurch viel Ausschuß entstand. Die untrennbaren oder doch infolge der gewaltsamen Behandlung stark beschädigten und damit minderwertigen Bleche stellen einen recht empfindlichen Verlust dar, der oft bis 5 % und mehr der Gesamtproduktion des Walzwerks ausmacht.

Beim Aufreißen von Hand kommt als weiterer wesentlicher Nachteil noch hinzu, daß bei stärkeren Blechen, etwa über 0,5 mm Dicke, und bei Blechen von großen Abmessungen, den sogenannten Japanblechen, die Trennung mit großer Kraftanstrengung verbunden und dadurch außerordentlich zeitraubend ist, also von einem Arbeiter nicht erledigt werden kann.

Im Laufe der Zeit sind viele Vorschläge zum raschen Öffnen von Feinblechpaketen gemacht und auch hier und da einige Maschinen gebaut worden, die ein Aufreißen der Kleber gestatten, doch war es bis jetzt nicht gelungen, eine Maschine herzustellen, die allen Anforderungen einwandfrei genügt.

Die neue Maschine der Demag, Duisburg (Abb. 1), wird diesen in weitestem Maße gerecht. Sie wurde aus einem Vorläufer entwickelt¹⁾, der sich ebenfalls im angestrengten Dauerbetrieb bewährt hat. Obwohl die Maschine die Pakete gut auftrennte, hatte sie doch den Nachteil, daß die Bleche nach dem Aufreißen wieder zurückgezogen werden mußten und es damit unmöglich machten, mit der Maschine ununterbrochen zu arbeiten.

Im Gegensatz hierzu gestattet die neue Maschine Blechpakete dauernd aufzureißen. Zwei auf entsprechenden Wellen angeordnete Messer führen schnäbelnde Bewegungen aus, während gleichzeitig die aufeinanderklebenden Bleche über sie gezogen werden. Abb. 2 zeigt die beiden Werkzeuge in geschlossenem Zustande und vor ihnen die beiden voneinander



meisten noch nicht das 30. Lebensjahr überschritten. Den Vorsitz übernahm Friedrich Euler, damals Hüttenmeister in Trippstadt bei Kaiserslautern. Der erste Vereinsdirektor war Franz Grashof, Lehrer am Königlichen Gewerbeinstitut in Berlin.

Schon viele Jahre vor dem Kriege hatte man sich im Verein deutscher Ingenieure mit dem Gedanken getragen, den Gründern des Vereins auf den Höhen von Alexisbad ein in die grünen Berge des Harzes weit hinausschauendes Denkmal zu errichten. Unter Zustimmung der Vertreter aller Bezirksvereine hatte sich nunmehr der Vorstand des Vereins entschlossen, den alten Gedanken gelegentlich des jetzigen Jubiläums in einfachster Form zu verwirklichen. Vor dem Gründungshause, dem Kursaal in Alexisbad, wurde das von dem Berliner Bildhauer E. Encke geschaffene Denkmal (siehe Abbildung) aufgestellt. Eine schlanke Säule aus

¹⁾ Vgl. St. u. E. 48 (1928) S. 662/64, Abb. 3 bis 5.

zu trennenden Bleche, die vorher am Rande von Hand etwas geöffnet worden sind. Die nächsten Teilbilder veranschaulichen das Auftrennen und die Bewegungen der Werkzeuge. Die Bewegung der Messer wird durch Stangen von einer Exzenterwelle abgeleitet, die mit einem besonderen Antriebsmotor gekuppelt ist (Abb. 3).

Die Bleche werden über die Trennmesser durch zwei Walzenpaare gezogen, die ebenfalls durch einen eigenen Motor mit Kuppelspindeln angetrieben werden. Besondere Antriebe für die Messer

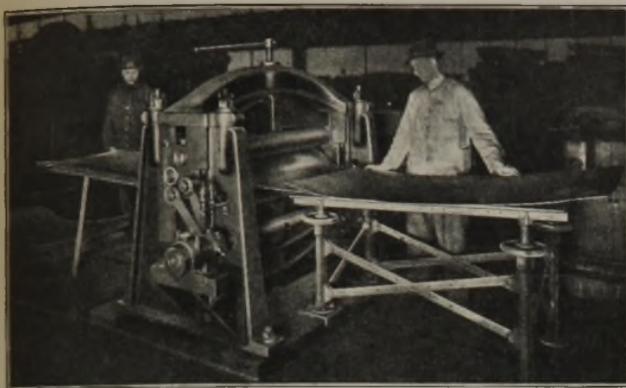


Abbildung 1. Blechauftrennmachine.

und die Walzen sind aus dem Grunde zweckmäßig, weil der erste Motor für den Antrieb der Messer vorteilhaft mit 750 U/min ständig durchlaufen soll, während die Umlaufzahl des zweiten Motors zweckmäßig in weiten Grenzen regelbar sein muß, um die Walzen und damit die Bleche je nach dem Klebgrad schneller oder langsamer fahren zu können. Die beiden Mittelwalzen sind im Maschinengerüst festgelagert, die äußeren Walzen sind in der Höhe verstellbar und durch kräftige Federn belastet, um ein sicheres Durchziehen der Bleche zu gewährleisten.

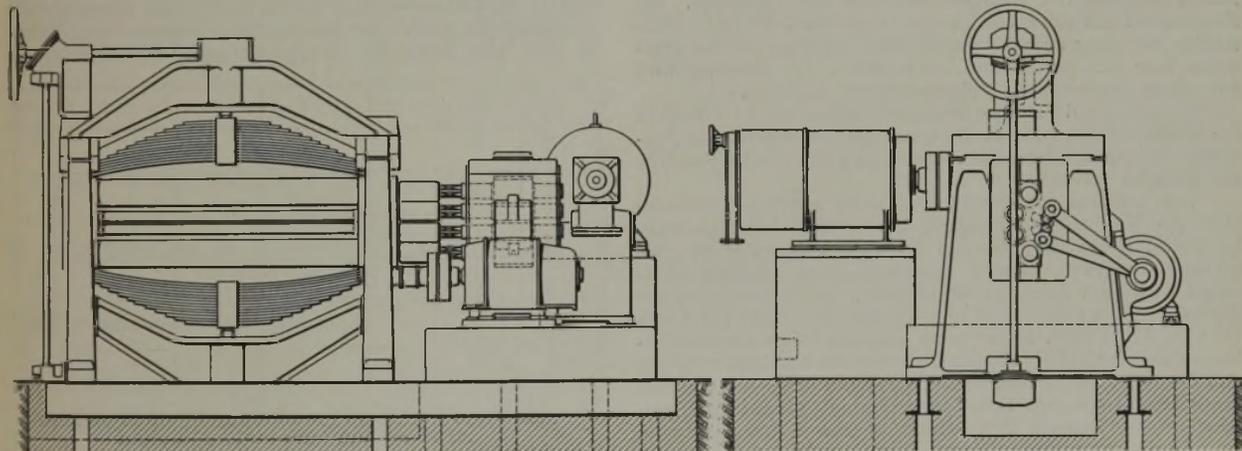


Abbildung 3. Blechauftrennmachine mit Antriebsmotor.

Zur Durchführung eines lückenlosen Betriebes wird der erste Kleber von Hand über die Messer hinweg in die Walzen eingesteckt, während die nächstfolgenden jeweils etwas über das Ende der bereits in der Maschine befindlichen Bleche gestreift werden. Zum Einführen der Blechpakete wird vor der Maschine ein in der Höhenlage einstellbarer Tisch vorgesehen. Auf der Ausfahrseite werden die getrennten Bleche von einem zweiten Tisch abgenommen.

Durch monatelange Betriebsaufzeichnungen wurde festgestellt, daß auch stark klebende Bleche in kürzester Zeit und unter größter Schonung des Werkstoffes getrennt werden konnten. Von den beim Trennen von Hand vollständig verlorengehenden Blechen konnten etwa zwei Drittel in vollkommen einwandfreiem und unbeschädigtem Zustand zurückgewonnen werden, während von dem Rest noch ein erheblicher Teil nach Zerschneiden als Stückbleche Verwendung finden konnte.

Die Leistung der Maschine beträgt in zehnstündiger Schicht bis 3000 Bleche und hängt vor allem von der Stärke des Klebens ab, da bei sehr starken Klebern oder bei verschweißten Blechen die Fahrgeschwindigkeit der Maschine herabgesetzt werden muß.

Die Handhabung der Maschine ist äußerst einfach und stellt keine Ansprüche an die Uebung und Geschicklichkeit der Bedienung. Es erübrigt sich deshalb auch, gelernte Arbeiter zur

Bedienung vorzusehen, denn es ist auch für die Blechreißer am vorteilhaftesten, wenn sie mit ihren Klebern zur Auftrennmaschine gehen und sie selbst trennen, da auf diese Weise die Bleche wieder zu ihrem Stapel zurückgelangen. Die Maschine verringert mithin bedeutend den Abfall unter niedrigem Zeitaufwand, besonders bei starken Blechen, und es ist nicht erforderlich, die Belegschaft zu erhöhen, es kann sogar die Zahl der Blechreißer herabgesetzt werden. In einem Blechwalzwerk waren früher zum Trennen der Bleche eines Gerüsts, das in drei Schichten von je 8 h etwa 30 t

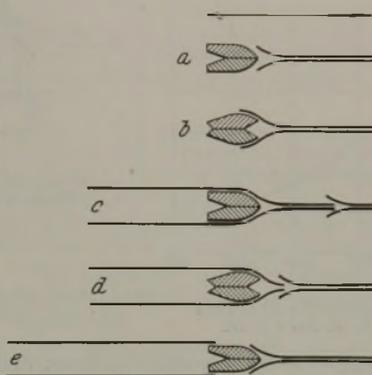


Abbildung 2. Arbeitsweise der Trennmesser.

lieferte, fünf Blechreißer tätig. Nach Aufstellung der Blechtrennmaschine genügen 2 bis 3 Mann für eine Erzeugung von 35 t.

Die großen Zeit- und Lohnersparnisse sowie der Wert der geretteten Blechesichern der neuen Blechtrennmaschine eine hohe Wirtschaftlichkeit und stempeln sie zu einer für neuzeitliche Feinblechwalzwerke unentbehrlichen Maschine.

Fritz Christ,
Mülheim (Ruhr).

Legierte Stähle für industrielle Zwecke.

R. L. Duff¹⁾ gibt eine Beschreibung der Versuchsanlage zur Bestimmung der Dauerstandfestigkeit bei der Union Carbide and Carbon Corp. Die Anlage besteht aus 25 Dauerbelastungsmaschinen mit Hebelgewichtsbelastung, die in Einheiten von je fünf Maschinen unterteilt sind. Vier von diesen Einheiten haben selbsttätige Temperaturregler für je eine Einheit, während bei der fünften Einheit jeder der fünf Oefen mit einem eigenen

Temperaturregler versehen ist. Die Einrichtung gestattet es, die Temperatur innerhalb 3° über Monate hindurch gleichmäßig zu halten.

Als Probestäbe werden Rundstäbe von 25 mm Dmr. und 425 mm Länge benutzt, die auf einer Meßlänge von 50 mm auf 12,8 mm Dmr. abgedreht und hochglanz poliert sind. Um den Wärmeabfluß nach Möglichkeit zu verhindern, sind die Probestäbe an ihren Enden mit einer Asbestwicklung versehen. Die elektrisch geheizten Oefen, die in der Versuchsanstalt selbst hergestellt werden, haben eine Heizspirale, deren Windungen zur gleichmäßigen Verteilung der Wärme über die gesamte Meßlänge des Probestabes in der Mitte des Ofens einen größeren Abstand haben als an den beiden Enden. Die Warmlötstelle des Thermoelements liegt innerhalb der Meßlänge an der Probe an und ist durch Asbestwicklung gegen Wärmestrahlung geschützt.

Die Dehnung wird mit einem Mikrometer gemessen, das Längenänderungen von 0,0006 mm abzulesen gestattet. Die Anlage ist gegen Zugluft und Temperaturschwankungen sorgfältig geschützt.

In der Hauptsache werden auf der seit drei Jahren in Betrieb befindlichen Anlage Dauerversuche durchgeführt, und zwar wird

¹⁾ Petroleum Mech. Eng. (1930) S. 93/97.

in mindestens 1000 h umfassenden Versuchen diejenige Belastung ermittelt, die für eine angenehme Lebensdauer von 25 000 bis 100 000 h eine Dehnung von 1% bewirkt.

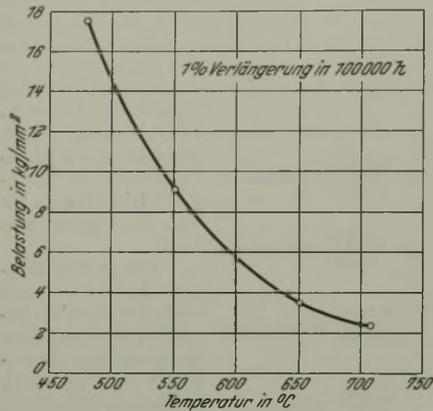


Abbildung 1. Dauerstandfestigkeit eines Stahles mit 18% Cr und 8% Ni.

Abb. 1 zeigt die Ergebnisse von Versuchen an einem Stahl mit 18% Cr und 8% Ni im Temperaturbereich von 480 bis 700°.

Wegen der außerordentlich langen Zeiten, die zur Bestimmung der Dauerstandfestigkeit erforderlich sind, werden Versuche unternommen, um ein Abkürzungsverfahren zu entwickeln. Die Versuche sollen bereits zu recht befriedigenden Ergebnissen geführt haben. Nähere Angaben über das Abkürzungsverfahren werden jedoch nicht gegeben.

Außer den Dauerversuchen werden auch Kurzzeitprüfungen bei höheren Temperaturen vorgenommen. Zur Bestimmung der Zugfestigkeit wird eine Olsen-Universalprüfmaschine benutzt. Für Belastungsversuche mit Feinmessungen steht eine 85-t-Amsler-Maschine mit Druckwasserantrieb zur Verfügung. Die Maschine ist mit einer Vorrichtung ausgerüstet, die eine gleichmäßige Belastung auch bei eintretender Verlängerung des Prüfstabes über jede gewünschte Zeit gestattet. Die Dehnung wird mit einem Martensschen Spiegelmeßgerät ermittelt.

Weiterhin sind Versuche begonnen worden, um das Verhalten der Werkstoffe bei höheren Temperaturen bei wechselnder Zugbeanspruchung zu untersuchen. Hierzu wird eine Amsler-Maschine mit Pulsator verwendet.

Von weiteren Untersuchungen seien erwähnt: Versuche über die Verzunderungsfähigkeit bei erhöhten Temperaturen bis 1000°, Kerbschlagprüfungen bei Raumtemperatur und bei erhöhten Temperaturen nach vorausgegangen längeren Glühzeiten (24 h bis 1 Jahr) bei 450 bis 800°. Die Abmessungen der Kerbschlagproben sind 10 x 10 x 60 mm. Der Kerb hat 2 mm Dmr. bei 5 mm Tiefe. Diese letzten Versuche haben wertvolle Erkenntnisse über die Gefügebeständigkeit bei austenitischen Stählen und über die Temperaturgrenzen, innerhalb deren die verschiedenen Werkstoffe ohne Schädigung ihrer physikalischen Eigenschaften über längere Zeit erhitzt werden dürfen, erbracht.

A. Pomp.

Ein neuer Temperatur-Zeit-Regler.

Für viele Zwecke ist es erforderlich, bei Wärmebehandlungsverfahren einen bestimmten Temperatur-Zeit-Verlauf vorzuschreiben, der mit möglicher Genauigkeit eingehalten wird und auch beliebig zu wiederholen ist. Bisher war es hierzu notwendig, die Temperatur ständig zu überwachen und die Wärmezufuhr danach von Hand zu regeln. Bei lange dauernden Versuchen werden hierdurch viele Arbeitskräfte gebraucht; unter Umständen machen Versehen durch die Bedienung ganze Versuche unbrauchbar. In manchen Fällen, wo es auf Anheißvorgänge ankommt, kann man sich bei elektrischen Öfen so helfen, daß man der Apparatur von Beginn an eine bestimmte, gleichbleibende Strommenge zuführt und den Ofen nach der ihm eigenen Temperatur-Zeit-Charakteristik, die im wesentlichen von der in der Zeiteinheit zugeführten Wärmemenge, von der Wärmekapazität und dem Wärmeschutz des Ofens abhängig ist, sich aufheizen läßt. Auf diese Weise kann man, abgesehen von Spannungsschwankungen im Netz, einigermaßen wiederholbare Aufheizkurven erhalten, solange nicht der Ofeninhalt eine wesentliche Rolle spielt. Doch sind hiermit die Aufheizgeschwindigkeiten in größeren Temperaturbereichen nur wenig zu beeinflussen.

Eine vollkommen selbsttätige Regelung von elektrischen Öfen nach einer vorgeschriebenen Zeit-Temperatur-Kurve er-

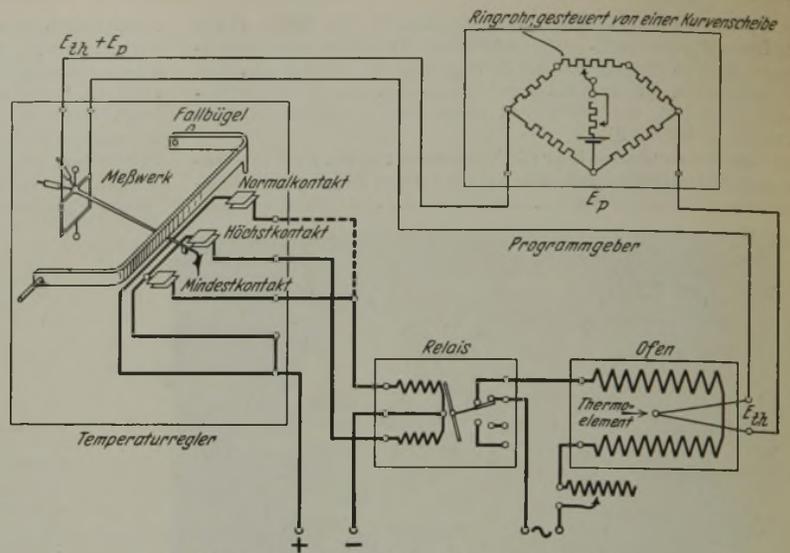


Abbildung 1. Schaltschema des Programmreglers.

möglicht ein Programmgeber, der von der Firma Siemens & Halske, A.-G., entwickelt wurde. Die Wirkungsweise dieses Geräts geht aus Abb. 1 hervor. Es gehört dazu ein Temperaturregler, der auf eine gleichbleibende Spannung $E_{th} + E_p$ eingestellt ist. In bestimmten Zeitabständen drückt ein Fallbügel den Zeiger des Temperaturreglers nieder, wodurch je nachdem der Höchst- und Mindestkontakt niedergedrückt und so mit Hilfe eines Relais die Stromzufuhr zum Ofen geändert wird. Eine empfindlichere Regelung erhält man, wenn an Stelle des Mindestkontaktes der Normalkontakt angeschaltet wird (in Abb. 1 gestrichelt angedeutet); in diesem Falle tritt bereits dann eine Erhöhung der Stromzufuhr ein, wenn der Zeiger durch den Fallbügel in den Zwischenraum zwischen Höchst- und Mindestkontakt herabgedrückt wird. Der gewünschte Temperatur-Zeit-Verlauf im Ofen wird durch den Programmgeber herbeigeführt; bei

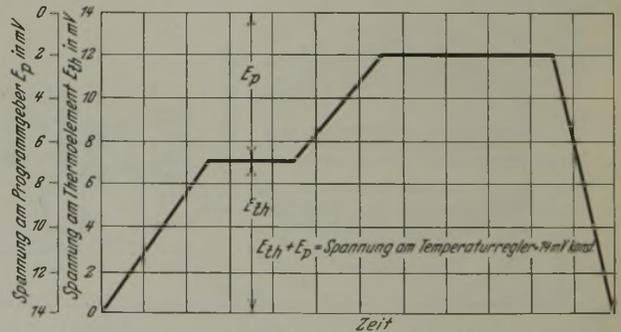


Abbildung 2. Beispiel einer Zeit-Spannungs-Kurve als Grundlage für die Regelung durch den Programmregler.

diesem wird eine Hilfsspannung E_p , die einer Brückenschaltung entnommen wird, entsprechend dem zu regelnden Programm, z. B. nach Abb. 2, geändert. Dies geschieht dadurch, daß das Ringrohr, das die Brückenschaltung aus dem Gleichgewicht bringt, durch eine der Zeit-Temperatur-Kurve angepaßte Kurvenscheibe gesteuert wird. Da der Temperaturregler auf die konstante Summenspannung $E_p + E_{th}$ regelt, so ist durch E_p auch die Spannung des Thermoelements im Ofen E_{th} und damit die Ofentemperatur festgelegt. Es ist selbstverständlich, daß mit dem Programmregler nur eine solche Temperaturkurve gesteuert werden kann, die ohne Regelung, sowohl beim Aufheizen als auch beim Abkühlen, vom Ofen schneller erreicht würde. Die natürliche Ofencharakteristik muß bei Temperaturanstieg ständig über und für die Abkühlung ständig unter der vorgeschriebenen Temperaturkurve liegen, da die Steuerung in jedem Fall verzögernd wirkt.

Der Programmregler hat sich bei den verschiedensten Verwendungen im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., bestens bewährt. Durch geeignete Wahl der Wärmekapazität des Ofens und der Energiezufuhr können die gewünschten Kurven mit einer auch für wissenschaftliche Zwecke erforderlichen Genauigkeit eingehalten und wiederholt werden.

Als ein Anwendungsbeispiel ist in Abb. 3 die Differential-Erhitzenkurve (Saladin-Kurve) eines gehärteten Stahles

in Abhängigkeit von der Anheizgeschwindigkeit mitgeteilt. Hiernach ist man in der Lage, die für die Darstellung eines Effektes günstigste Geschwindigkeit herauszusuchen. Eine Wiederholung des Versuches ergab stets in jeder Weise genau gleich verlaufende Kurven.

Bei Pendelglühungen, deren Umkehrtemperaturen auch mit dem Temperaturregler allein eingehalten werden können, ist es wichtig, den dazwischen liegenden Temperaturverlauf ebenfalls steuern zu können. Da es sich hier, wie auch sonst bei den meisten Untersuchungen, um den Verfolg von Gleichgewichts-

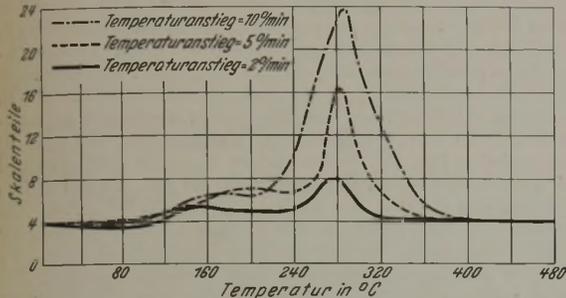


Abbildung 3. Differential-Erhtzungskurve eines gehärteten Stabes.

reaktionen handelt, die aber nicht zu Ende verlaufen, ist es von besonderer Bedeutung, wenn man den Verlauf solcher Wärmebehandlungen wiederholbar regeln kann.

Ein besonderes Anwendungsgebiet für den Programmregler bildet die Untersuchung von Verkockungsvorgängen. Die Eigenschaften des Kokes und die Art und Menge der Nebenerzeugnisse sind wesentlich durch den Temperaturverlauf bei der Garung bedingt; bei schlecht kokenden Kohlen z. B. ist die Erzielung bestimmter Aufheizverhältnisse in der Beschickung sogar eine unerläßliche Voraussetzung für die Stückkoksbildung. Da mit Hilfe des Reglers den zu verkockenden Kohlenproben ein beliebiger Aufheizgang aufgezwungen werden kann, läßt sich der Einfluß der Aufheizung auf die Bildung des Kokes und der Nebenerzeugnisse und auf die wichtigen Einzelvorgänge des Schmelzens, Treibens und Schwindens gut verfolgen. Auch ist es möglich, bei Aufzeichnung der Kraftzufuhr auf diese Weise Aussagen über exo- und endotherme Umsetzungsvorgänge zu erhalten.

Erich Gerold.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

Ein Beitrag zur Frage der Verarbeitbarkeit von beruhigtem und unberuhigtem Stahl.

Der beruhigte Stahl ist frei von Blasen Hohlräumen und Seigerungen und wird daher für manche Zwecke dem unberuhigten Stahl vorgezogen. Nach den Erfahrungen der Praxis soll seine Verarbeitung jedoch schwieriger sein. Zur Kennzeichnung dieser beiden Werkstoffe und namentlich zur Untersuchung des Einflusses des Herstellungsverfahrens auf die Verarbeitbarkeit wurden von P. Bardenheuer und H. Wünnenberg¹⁾ eine Anzahl Stähle aus dem Hochfrequenzofen, die auf verschiedene Art fertiggemacht wurden, eingehend geprüft.

Der erste Teil der Arbeit befaßt sich mit den Vorgängen der Desoxydation und des Beruhigens sowie mit dem Verhalten des unruhig und beruhigt vergossenen Stahles beim Erstarren in der Blockform. Auf die Fehler der Gußblöcke, wie Lunker, Gasblasen, Seigerungen und Rotbruch, und auf die daraus erwachsenden Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung wird hingewiesen.

Die praktischen Versuche wurden mit sechs Stählen mit rd. 0,1 % C durchgeführt. Die Behandlung der einzelnen Schmelzen war wie folgt:

Schmelze Nr.	Behandlung
1	Mit Mangan desoxydiert, mit Aluminium beruhigt, siliziert auf 0,2 % Si.
2	Mit Mangan desoxydiert, siliziert auf 0,2 % Si.
3	Mit Mangan desoxydiert, beruhigt mit dem eben erforderlichen Silizium.
4	Mit Silizium desoxydiert, siliziert auf 0,2 % Si.
5	Mit Aluminium desoxydiert, legiert auf 0,1 % Al.
6	Mit Mangan desoxydiert.

¹⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) Lfg. 4, S. 63/77.

Ein Teil der Blöcke wurde zu Stabeisen von 22 mm Dmr. bzw. 26 × 16 mm ausgeschmiedet; hieraus wurden die Proben für den Zug- und Druckversuch und die Kerbschlagproben hergestellt.

Ein anderer Teil wurde zu Draht von 7 mm Dmr. verwalzt. Nach dem Vorziehen auf 5,4 mm Dmr. und Normalisieren diente der Draht zur Bestimmung des Kraftverbrauches beim Ziehen.

Der dritte Teil, der zur Vornahme von Walzversuchen bestimmt war, wurde zu Bandeseisen von 70 × 2 mm ausgewalzt und normalisiert.

Die Zerreißversuche ergeben in allen Fällen gute Werte. Das Verhältnis der Streckgrenze zur Zugfestigkeit der Schmelzen 5 und 6 ist auffallend gering. Schmelze 5 hat die größte Kerbzähigkeit.

Bei der Alterungsprobe mit um 10 % kaltgestauchten Proben weist die Schmelze 5 das weitaus beste Verhalten auf; am stärksten wirkt sich die Alterung bei den Schmelzen 1, 3 und 6 aus.

Die Stauchversuche mit zylindrischen Proben von 20 mm Dmr. und 40 mm Höhe ergeben nur geringe Unterschiede bei den verschiedenen Werkstoffen; den geringsten Wert zeigt Werkstoff 5.

Die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchung lassen keine bestimmten Schlüsse über die Verarbeitbarkeit der einzelnen Werkstoffe zu.

Die Ziehversuche wurden auf einer Kettenziehbank mit einer Geschwindigkeit von 0,4 m/s durchgeführt. Die Steigung der Ziehdüsen betrug 10°. Die Düse war mit der Meßdose zur Kraftmessung verbunden. Bestimmt wurde der Formänderungswirkungsgrad und der Anstrengungsgrad.

Für die Walzversuche stand ein Kaltwalzwerk mit Walzen von 180 mm Dmr. und 200 mm Ballenlänge zur Verfügung. Die Stichabnahme betrug einmal 20 und einmal 13 bis 15 %. Es wurde der mittlere Formänderungswiderstand und der Formänderungswirkungsgrad bestimmt.

Diese Versuche ergaben übereinstimmend mit der praktischen Erfahrung eine bessere Verarbeitbarkeit des unberuhigten Stahles. Die festgestellten Unterschiede sind aber nur gering. Nach den Versuchsergebnissen darf man annehmen, daß größere Unterschiede nur bei einem Ueberschuß an Beruhigungselementen auftreten.

Es konnte ein Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf das Verhalten des Werkstoffes bei der Verarbeitung beobachtet werden, und zwar läßt sich ein Stahl mit rauher Oberfläche wahrscheinlich infolge der damit verbundenen besseren Schmiering leichter verarbeiten als ein solcher mit glatter Oberfläche.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit denen einer zur selben Zeit in der Praxis durchgeführten Arbeit, die zum Teil abweichende Werte gezeitigt hatte, führte zu dem Schluß, daß die Arbeitsbedingungen bei der Weiterverarbeitung, z. B. Verformungsgeschwindigkeit, Form des Werkzeuges und Art der Schmierung, von überragendem Einfluß auf die Verarbeitbarkeit der auf verschiedene Weise fertiggemachten Stähle sein können.

P. Bardenheuer.

Das Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Nickel.

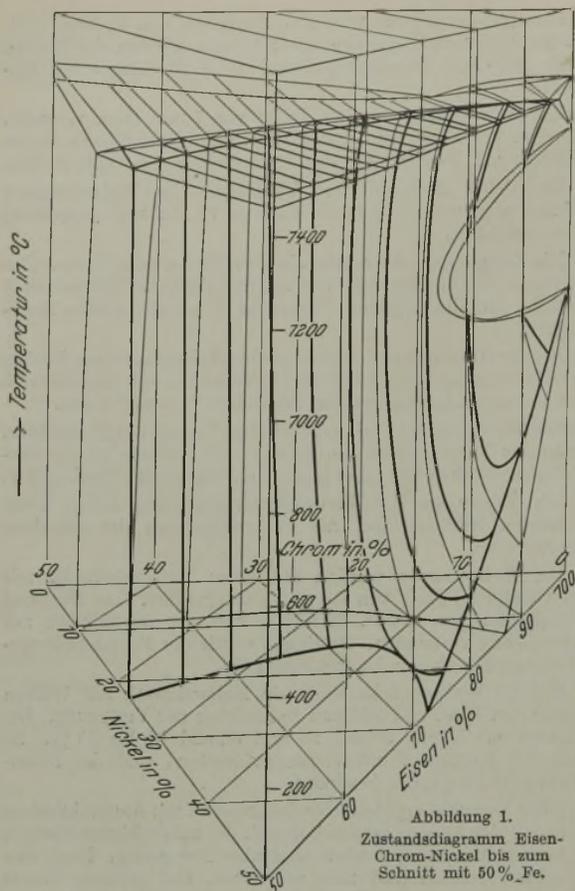
In den Zweistoffsystemen Eisen-Nickel und Eisen-Chrom wird vollkommene Mischbarkeit des Legierungselementes mit dem Eisen angenommen mit dem Unterschied, daß im System Eisen-Chrom bei abgeschlossenem γ -Feld eine lückenlose Reihe von kubisch raumzentrierten α -Mischkristallen auftritt, während im System Eisen-Nickel bei erweitertem γ -Feld die ununterbrochene Mischkristallreihe aus flächenzentrierten γ -Mischkristallen besteht. Das Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Nickel schien daher F. Wever und W. Jellinghaus¹⁾ besonders geeignet zur Prüfung der Frage, wie sich der Polymorphismus des Eisens in solchen Dreistoffsystemen auswirkt, bei denen die zugehörigen Zweistoffsysteme entgegengesetzten Typen nach F. Wever²⁾ angehören.

Die Form des ternären Schaubildes kann unter gewissen Voraussetzungen aus den Zweistoffsystemen abgeleitet werden. Nimmt man völlige Mischbarkeit der drei Metalle im flüssigen Zustand an, so darf man, da beim Fehlen von binären Verbindungen erfahrungsgemäß auch keine ternären Verbindungen im Dreistoffsystem auftreten³⁾, erwarten, daß außer den drei

¹⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) Lfg. 6, S. 93/108.

²⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 739/48 (Gr. E: Nr. 58).

³⁾ Vgl. G. Tammann: Heterogene Gleichgewichte (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1924) S. 267.



Phasen Schmelze, flächenzentrierte γ -Kristalle und raumzentrierte α -Kristalle keine weiteren Phasen vorkommen. Für die gestellte Aufgabe, die Auswirkung des Eisenpolymorphismus zu klären, gilt es daher, in erster Linie den α - γ -Zweiphasenraum festzulegen. Die von E. C. Bain und W. E. Griffiths¹⁾ gefundene spröde Kristallart im System Eisen-Chrom wurde wegen ihrer geringen Bildungsgeschwindigkeit nicht in die Untersuchung einbezogen.

Die versuchsmäßige Bearbeitung erfolgte teils durch thermische und dilatometrische Analyse, teils durch Gefüge- und Feinbauuntersuchung an kleinen 50-g-Schmelzen. Die Ergebnisse wurden in einem Isothermenschaubild der Schmelzfläche und in 14 Schnitten gleichen Eisengehalts sowie einem Temperatur-Konzentrations-Raummodell (Abb. 1) dargestellt. In diesem sind drei Einphasenräume α , γ , S, drei Zweiphasenräume $\alpha + S$, $\gamma + S$ und $\alpha + \gamma$ und ein Dreiphasenraum $\alpha + \gamma + S$ zu unterscheiden. Von der peritektischen Waagerechten des Systems Eisen-Nickel gehen die Schmelzkurve doppelter Sättigung und zwei Kanten der α - und γ -Einphasenräume aus, die alle drei an der eutektischen Linie des Systems Chrom-Nickel enden. Die Schmelzfläche wird durch die Schmelzkurve doppelter Sättigung in zwei Teile geteilt, das Chrom-Nickel-Eutektikum besitzt die niedrigste Erstarrungstemperatur des ternären Systems. Die α - und γ -Einphasenräume erstrecken sich von den Umwandlungspunkten des reinen Eisens bis zu den eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen. Die Grenzflächen der Einphasenräume bzw. des Zweiphasenraums $\alpha + \gamma$ gehen, wie hier nicht näher beschrieben werden kann, von den Umwandlungskurven der Zweistoffsysteme Eisen-Nickel und Eisen-Chrom aus und enden in den Löslichkeitskurven der beiden Mischkristalle des Zweistoffsystems Chrom-Nickel.

Dieser Befund bestätigt die theoretisch aus den Zweistoffsystemen abgeleitete Form des Dreistoffsystems vollauf. Die Wirkung der Zusatzelemente auf den Polymorphismus des Eisens erfolgt additiv, d. h. es findet ein stetiger Uebergang vom System Eisen-Chrom mit geschlossenem γ -Feld zum System Eisen-Nickel mit erweitertem γ -Feld statt.

W. Jellinghaus.

¹⁾ Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 75 (1927) S. 166.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 19 vom 13. Mai 1931.)

Kl. 7 a, Gr. 15, D 110.30. Aufweitewalzwerk für Rohre. Demag A.-G., Duisburg, Werthauer Str. 64.

Kl. 7 a, Gr. 16, V 100.30. Walzenkalibrierung für Pilgerschrittwalzwerke. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, Breite Straße 69.

Kl. 7 a, Gr. 20, Sch 154.30. Kuppelspindel zum Antrieb der Oberwalze von Walzwerken. Schloemann A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 18 a, Gr. 3, V 24 869. Vorrichtung zur Entfernung und Weiterbeförderung von Hochofengichtstaub. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, Breite Str. 69, und Heinrich Rösener, Duisburg-Meiderich, Heisingstr. 46.

Kl. 18 b, Gr. 20, J 34 576. Verfahren zur Herstellung von Eisenlegierungen. I.-G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 18 b, Gr. 20, K 112 858. Verfahren zur Herstellung und zur Behandlung von Stahl und Eisen oder Stahllegierungen. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 18 b, Gr. 21, R 77 259. Elektrisch beheizter Schmelzofen. Emil Friedrich Ruß, Köln a. Rh., Kaiser-Friedrich-Ufer 37.

Kl. 18 c, Gr. 3, Sch 89 986. Verfahren zum Härten von Eisenlegierungen (z. B. Stahl-, Gußeisenlegierungen). Dipl.-Ing. Gustav Schulze, Essen-Borbeck, Stolbergstr. 41.

Kl. 24 e, Gr. 2, B 35.30. Verfahren und Einrichtung für Entgasung und Vergasung bituminöser Brennstoffe in Wechselbetriebsgeneratoren. Albert Breisig, Wien.

Kl. 31 a, Gr. 1, G 17.30. Drehbarer Vorherd für Kupolöfen. Gewerkschaft Zuversicht VIII, Schladern a. d. Sieg.

Kl. 31 a, Gr. 6, St 30.30. Wechseldüse für Kupolöfen. Dr.-Ing. Rudolf Stotz, Düsseldorf-Lohausen, Am Vogelsang 7, Otto Brossard, Düsseldorf, Adlerstr. 81, und Richard Gerisch, Düsseldorf, Bahnstr. 63.

Kl. 31 c, Gr. 18, B 332.30. Dichtung für wassergekühlte Schleudergußkokillen. Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar.

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

Kl. 31 c, Gr. 24, B 82.30. Verfahren zur Befestigung von hochschnitthaltigen Werkzeugteilen auf Schneidwerkzeugen aus weniger schnitthaltigem Werkstoff. Richard Braun, Stuttgart, Frauenstr. 4.

Kl. 35 b, Gr. 6, Sch 88.30. Muldentransport- und Magnetkran. Schenck und Liebe-Harkort A.-G., Düsseldorf, Hansaallee 131.

Kl. 49 h, Gr. 22, M 20.30. Rollenrichtmaschine für Rundstangen und Rohre. Robert Müller, K.-G., Essen, Hindenburgstr. 14.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 19 vom 13. Mai 1931.)

Kl. 7 a, Nr. 1 170 722. Walzenantrieb für Schrägwalzwerke. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, Berger Ufer 1 b.

Kl. 7 a, Nr. 1 171 482. Förderrolle, insbesondere für Walzwerksrollgänge. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18 b, Nr. 1 170 903. Konverterboden. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, und Dipl.-Ing. Johannes Postinett, Hückingen.

Kl. 18 c, Nr. 1 170 621. Glühofen mit Dichtungsrinne. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18 c, Nr. 1 170 904. Durchziehofen für die Wärmebehandlung von Metallbändern, -drähten o. dgl. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

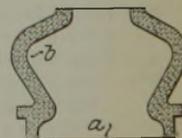
Kl. 18 c, Nr. 1 170 945. Wärme-, Stoß- bzw. Rollofen mit Wanderrostfeuerung. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz 2, Brenneckerstr. 16.

Kl. 31 c, Nr. 1 171 030. Vorrichtung zur Herstellung zylindrischer Hohlkörper durch Schleuderguß. Dr.-Ing. Karl Pardun, Gelsenkirchen, Bulmker Str. 56.

Deutsche Reichspatente.

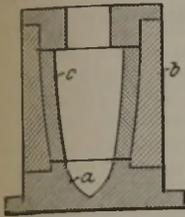
Kl. 31 c, Gr. 10, Nr. 517 778, vom 2. Juni 1928; ausgegeben am 10. Februar 1931. Maxwell Gerson Dumas in Pittsburg, Penns., V. St. A. Blockformaufsatz.

Der Durchgangsquerschnitt des Aufsatztopfes ist in seinem mittleren Teile b am größten und wird nach der oberen und



unteren Oeffnung allmählich kleiner. Der Durchmesser der unteren Oeffnung a beträgt zweckmäßig mindestens ein Viertel des Durchmessers des Teiles b.

Kl. 31 c, Gr. 18, Nr. 518 122, vom 26. März 1929; ausgegeben am 18. Februar 1931. Dr.-Ing. Heinrich Lent in Duisburg-Ruhrort, Dr.-Ing. Hermann Josef Schiffler und Dipl.-Ing. Gustav Tichy in Düsseldorf. *Kokille zur Herstellung von Hohlkörpern durch senkrechten Schleuderguß.*



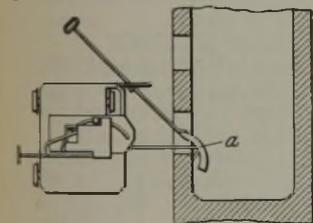
Der Boden a der Kokille ist topfförmig nach unten gewölbt. An den Boden schließt sich ein Kokillenteil b an, der entsprechend der Wandstärke des zu gießenden Hohlkörpers c nach außen abgesetzt ist und dessen Absatz etwa der Wandstärke des zu erzeugenden Hohlkörpers o entspricht.

Kl. 42k, Gr. 21, Nr. 518 352, vom 9. Februar 1929; ausgegeben am 14. Februar 1931. Carl Schenck, Eisengießerei und Maschinenfabrik Darmstadt, G. m. b. H., und Dr.-Ing. Ernst Lehr in Darmstadt. *Vorrichtung zum optischen Anzeigen der elastischen Hysteresisschleife bei Dauerprüfmaschinen.*

Der Spiegel, der die der Belastung entsprechende Koordinate der Lichtkurve erzeugt, ist unmittelbar auf dem Einspannkopf des Dynamometers befestigt, das die Belastung mißt. Der Lichtstrahl pendelt entsprechend der wechselnden Kraft des Dynamometers in einer zur Dynamometerachse senkrechten Ebene und wird durch eine Anzahl ortsfester Spiegel, Prismen o. dgl. in eine Bewegungsrichtung umgelenkt, die mit der Dynamometerachse zusammenfällt. Durch zwei Drehspiegel, deren Schwingungsachsen zur Dynamometerachse gleichgerichtet sind und die je mit einem Prüfstabende in Verbindung stehen, wird dieser Lichtstrahl senkrecht zur Dynamometerachse in einem Maße ausgelenkt, das der gegenseitigen Verdrehung der beiden Endquerschnitte des Prüfstabes, also seiner Dehnung, entspricht. Die der Dehnung und der Belastung entsprechende Schwingung des Lichtstrahles stehen also senkrecht aufeinander, so daß sie sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Kl. 18 b, Gr. 20, Nr. 518 942, vom 31. Dezember 1926; ausgegeben am 21. Februar 1931. Amerikanische Priorität vom 2. Januar 1926. Granular Iron Company in New York. *Hochwertiger Spezialstahl.*

Der Stahl enthält, abgesehen von den übrigen Bestandteilen, 5 bis 50 % Eisen, das durch Reduktion von Eisenerzen durch ein Reduktionsmittel unterhalb der Schmelztemperatur und Abkühlen unter Ausschluß der Luft in fester körniger Form gewonnen worden ist.



Kl. 24 k, Gr. 5, Nr. 518 954, vom 28. Februar 1929; ausgegeben am 21. Februar 1931. Blaw-Knox-Company in Blaw-Knox, V. St. A. *Schleudervorrichtung für lose Stoffe, besonders zur Ausbesserung von Feuerraum- und Ofenauskleidungen.*

Um den Stoff nicht nur in einer geradlinigen, sondern auch in einer gebogenen Bahn an die gewünschte Stelle zu schleudern, wird ein U-förmiger, gebogener Führungsteil a verwendet.

Kl. 31 c, Gr. 15, Nr. 519 235, vom 9. April 1929; ausgegeben am 25. Februar 1931. Hubert Kamps in Tervuren, Belgien, und Hermann Zepernick in Brüssel. *Doppelwandige Kokille mit radialen Wänden zwischen den Wandungen zur Führung der Kühlflüssigkeit.*

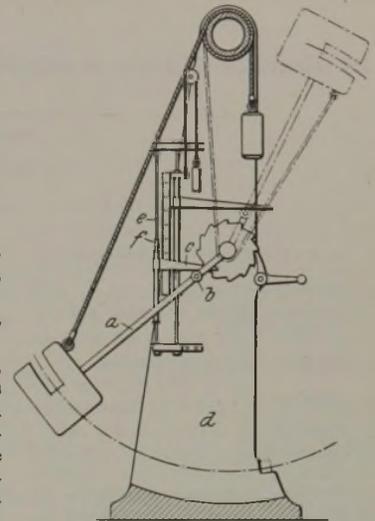
Die Führungswände sind nicht in einem Zuge auf der ganzen Höhe der Kokille durchgeführt, sondern in mehrere Einzelplatten unterteilt, die senkrecht übereinander angeordnet sind. Zwischen den Einzelplatten sind Zwischenräume von etwa der Höhe der Platten frei gelassen, und die Platten der einen Reihe sind zu denen der beiden benachbarten Reihen versetzt. Auch bei fadenförmiger Strömung des Kühlwassers werden daher immer neue Flüssigkeitsschichten an die Kühlrippen geführt und zur Wärmeaufnahme herangezogen.

Kl. 18 b, Gr. 14, Nr. 519 124, vom 18. September 1927; ausgegeben am 24. Februar 1931. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. *Verfahren zur Herstellung eines Brenngases mit guter Wärmeübertragung für Regenerativöfen.*

In den zum Ofen strömenden Brenngasstrom wird durch ein brennbares Gas Kohlenstaub eingeblasen, der vor dem Eintritt in den Herd mindestens teilweise vergast wird.

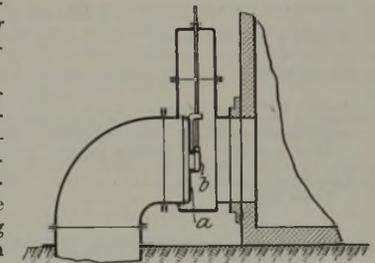
Kl. 42 k, Gr. 25, Nr. 518 969, vom 8. November 1927; ausgegeben am 21. Februar 1931. Alfred I. Amsler in Schaffhausen, Schweiz. *Pendelschlagwerk mit einem Schleppzeiger, der vom Pendel mitgenommen und längs einer Skala verschoben wird.*

Mit dem Pendel a ist ein Mitnehmer b, der als kreisförmige Scheibe ausgebildet ist und mit einem waagerechten Lineal c zusammenwirkt, fest verbunden. Dieses Lineal wird in einer am Maschinengestell d angebrachten Gradführung e senkrecht geführt und verschiebt bei der Aufwärtsbewegung den Schleppzeiger f längs der Skala mit gleichförmiger Einteilung. Die Verschiebung entspricht der senkrecht wirkenden Kraft der Aufwärtsbewegung des Pendelschwerpunktes nach dem Schlag.



Kl. 18 a, Gr. 15, Nr. 518 941, vom 3. August 1929; ausgegeben am 24. Februar 1931. Dingler'sche Maschinenfabrik A.-G. in Zweibrücken, Pfalz. (Erfinder: Wilhelm Spieth in Zweibrücken, Pfalz.) *Absperrschieber für Winderhitzer und Verfahren zum Betriebe des Schiebers.*

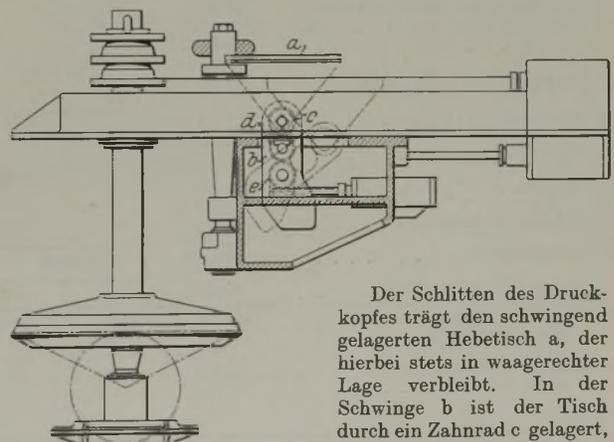
Die Absperrvorrichtung a in der Abgasleitung hat ein Entlastungsventil b, das bei Bedienung der Absperrvorrichtung die angeschlossene Abgasleitung selbsttätig teilweise freigibt. Dadurch kann die im Winderhitzer unter Druck stehende Luft entweichen, bevor die Absperrvorrichtung a selbst von ihrem Sitz abgehoben wird.



Kl. 18 b, Gr. 20, Nr. 519 066, vom 9. April 1926; ausgegeben am 23. Februar 1931. I.-G. Farbenindustrie A.-G. in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dr. Carl Müller in Mannheim, Dr. Alfred Curs und Dr. Leo Schlecht in Ludwigshafen a. Rh.) *Eisen-Silizium-Legierungen.*

Die Legierungen werden durch Zusammenschmelzen von reinem Eisen, das durch thermische Zersetzung von Eisenkarbonyl gewonnen worden ist, mit Silizium oder Ferrosilizium hergestellt. Sie sind frei von den sonst im Eisen enthaltenen Verunreinigungen.

Kl. 7f, Gr. 1, Nr. 519 438, vom 8. April 1930; ausgegeben am 27. Februar 1931. Demag A.-G. in Duisburg. *Hebetisch für ein mehrkalibriges Radreifenzwanzwerk mit verschiebbarem Druckkopf.*



Der Schlitten des Druckkopfes trägt den schwingend gelagerten Hebetisch a, der hierbei stets in waagerechter Lage verbleibt. In der Schwinge b ist der Tisch durch ein Zahnrad c gelagert, das in ein in der Schwinge drehbar gelagertes Zahnrad d eingreift. Beim Ausschwingen des Hebeträgers rollt dieses Zahnrad auf einem festen Zahnkranz e ab, dessen Achse mit der Schwenkachse des Hebeträgers zusammenfällt.

Statistisches.

Die Leistung der Walzwerke einschließlich der mit ihnen verbundenen Schmiede- und Preßwerke im Deutschen Reiche im April 1931¹⁾.
In Tonnen zu 1000 kg.

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	Land Sachsen	Süd- deutschland	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	1931 t	1930 t
Monat April 1931: 24 Arbeitstage, 1930: 24 Arbeitstage								
A. Walzwerksfertigerzeugnisse								
Eisenbahnoberbaustoffe	44 579	—	4 120	—	6 609	—	55 308	61 144
Formeisen über 80 mm Höhe und Universaleisen	21 765	—	11 079	—	6 140	—	38 984	78 210
Stabeisen und kleines Formeisen . .	103 542	3 062	10 552	11 081	9 817	6 811	144 865	206 779
Bandeseisen	21 354	1 930	—	—	863	—	24 147	31 287
Walzdraht	71 563	5 189 ²⁾	—	—	—	— ³⁾	76 752	82 646
Universaleisen	8 740 ⁴⁾	—	—	—	—	—	8 740	15 659
Grobbleche (4,76 mm und darüber) .	31 875	1 802	7 025	—	52	—	40 754	72 639
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	8 519	941	2 966	—	221	—	12 647	13 852
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	9 887	7 562	1 723	—	2 034	—	21 206	30 116
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	10 872	6 560	—	3 152	—	—	20 584	32 076
Feinbleche (bis 0,32 mm)	2 655	—	1 833 ⁴⁾	—	—	—	4 488	4 079
Weißbleche	11 553	—	—	—	—	—	11 553	9 661
Röhren	33 336	—	—	3 421	—	—	36 757	56 881
Rollendes Eisenbahnzeug	6 948	—	572	—	965	—	8 485	11 592
Schmiedestücke	10 459	—	1 113	719	—	218	12 509	17 661
Andere Fertigerzeugnisse	8 688	—	1 112	—	107	—	9 907	11 181
Insgesamt: April 1931	399 949	28 802	26 181	34 469	18 050	20 235	527 686	—
davon geschätzt	5 160	1 450	—	—	—	900	7 510	—
Insgesamt: April 1930	554 772	38 004	25 465	73 685	23 467	22 070	—	736 463
davon geschätzt	6 350	—	—	—	—	—	—	6 350
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							21 987	30 644
B. Halbzeug zum Absatz be- stimmt April 1931	68 362	1 444	1 794	929	677	—	73 206	—
April 1930	84 269	1 727	1 803	4 628	188	—	—	92 565
Januar bis April 1931: 100 Arbeitstage, 1930: 100 Arbeitstage								
A. Walzwerksfertigerzeugnisse								
Eisenbahnoberbaustoffe	224 445	—	18 863	—	31 513	—	274 821	318 369
Formeisen über 80 mm Höhe und Universaleisen	98 898	—	22 904	—	16 386	—	138 188	305 344
Stabeisen und kleines Formeisen . .	449 466	11 747	40 383	41 407	40 806	24 205	608 014	916 486
Bandeseisen	93 310	7 732	—	—	2 753	—	103 795	146 734
Walzdraht	255 291	18 428 ²⁾	—	—	—	— ³⁾	273 719	338 199
Universaleisen	38 265 ⁴⁾	—	—	—	—	—	38 265	67 555
Grobbleche (4,76 mm und darüber) .	126 674	8 463	33 473	—	1 185	—	169 795	330 154
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	39 473	2 773	12 043	—	949	—	55 238	66 175
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	37 062	30 554	11 510	—	7 035	—	86 161	135 756
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	42 896	25 041	—	16 559	—	—	84 496	142 711
Feinbleche (bis 0,32 mm)	11 734	—	2 544 ⁴⁾	—	—	—	14 278	21 575
Weißbleche	41 186	—	—	—	—	—	41 186	53 829
Röhren	145 785	—	—	13 360	—	—	159 145	240 682
Rollendes Eisenbahnzeug	29 354	—	2 206	—	4 372	—	35 932	54 516
Schmiedestücke	43 375	—	5 738	2 994	946	—	53 053	77 182
Andere Fertigerzeugnisse	38 425	—	3 930	—	914	—	43 278	53 901
Insgesamt: Januar/April 1931 . . .	1 689 345	108 991	97 613	134 607	77 824	70 984	2 179 364	—
davon geschätzt	18 510	1 450	—	—	—	900	20 860	—
Insgesamt: Januar/April 1930 . . .	2 490 006	170 323	103 856	298 656	125 758	80 569	—	3 269 168
davon geschätzt	25 400	—	—	—	—	—	—	25 400
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							21 794	32 692
B. Halbzeug zum Absatz be- stimmt Januar/April 1931	255 268	4 639	7 780	7 915	977	—	276 579	—
Januar/April 1930	335 720	7 296	8 905	12 880	483	—	—	365 284

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. ²⁾ Einschließlich Süddeutschland und Sachsen. ³⁾ Siehe Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen. ⁴⁾ Ohne Schlesien. ⁵⁾ Einschließlich Schlesien, Nord-, Ost- und Mitteldeutschland und Sachsen.

Die Kohlenförderung im Ruhrgebiet im April 1931.

Im Monat April 1931 wurden insgesamt in 24 Arbeitstagen 6 860 395 t verwertbare Kohle gefördert gegen 7 710 384 t in 26 Arbeitstagen im März 1931 und 8 747 832 t in 24 Arbeitstagen im April 1930. Arbeitstäglich betrug die verwertbare Kohlenförderung im April 1931 285 850 t gegen 296 553 t im März 1931 und 364 493 t im April 1930.

Die Kokserzeugung des Ruhrgebietes stellte sich im April 1931 auf 1 535 060 t (täglich 51 169 t), im März 1931 auf 1 768 559 t (57 050 t) und 2 390 847 t (79 695 t) im April 1930. Auf den Kokereien wird auch Sonntags gearbeitet.

Die Brikettherstellung hat im April 1931 insgesamt 253 556 t betragen (arbeitstäglich 10 565 t) gegen 269 374 t (10 361 t) im März 1931 und 222 941 t (9289 t) im April 1930.

Die Bestände der Zechen an Kohle, Koks und Preßkohle (das sind Haldenbestände, ferner die in Wagen, Türmen und Kähnen befindlichen, noch nicht versandten Mengen einschließlich Koks und Preßkohle, letztere beiden auf Kohle zurückgerechnet) stellten sich Ende April 1931 auf rd. 10,44 Mill. t gegen 10,17 Mill. t Ende März 1931. Hierzu kommen noch die Syndikatslager in Höhe von 1,40 Mill. t.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende April 1931 auf 260 995 gegen 268 498 Ende März 1931 und 354 968 Ende April 1930.

Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels belief sich im April 1931 nach vorläufiger Ermittlung auf rd. 771 000. Das entspricht etwa 2,95 Feierschichten auf einen Mann der Gesamtbelegschaft.

Die Saarkohlenförderung im März 1931.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im März 1931 insgesamt 1 061 138 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 1 018 972 t und auf die Grube Frankenholz 42 166 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 23,12 Arbeitstagen 45 894 t. Von der Kohlenförderung wurden 96 424 t in den eigenen Werken verbraucht, 15 418 t an die Bergarbeiter geliefert und 33 979 t den Kokereien zugeführt sowie 875 032 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände vermehrten sich um 40 285 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtsmontats 324 781 t Kohle und 9263 t Koks auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im März 1931 21 921 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 60 087 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 880 kg.

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im Monat April 1931.

Die Zahl der im Betrieb befindlichen Hochöfen belief sich Ende April auf 78 oder 3 weniger als zu Beginn des Monats. An Roheisen wurden im April 328 400 t gegen 362 800 t im März 1931 und 629 500 t im April 1930 erzeugt. Davon entfallen auf Hämatit 75 200 t, auf basisches Roheisen 124 800 t, auf Gießereiroheisen 98 800 t und auf Puddelroheisen 16 500 t. Die Herstellung von Stahlblöcken und Stahlguß betrug 403 800 t gegen 508 100 t im März 1931 und 707 200 t im April 1930.

Die Steinkohlenförderung der Welt im Jahre 1930.

Die anhaltend gedrückte Wirtschaftslage im Jahre 1930 zwang die europäischen Kohlenüberschußländer und auch die Vereinigten Staaten von Amerika zu einer beträchtlichen Verringerung ihrer Steinkohlenförderung. Die Gesamtförderung der europäischen Länder ohne Rußland (U. d. S. S. R.) nahm im Jahre 1930 um 44 928 000 t oder 7,5% auf 550 341 000 t ab. Die Steinkohlenförderung der Hauptkohlenländer Europas war im Jahre 1930 um 68 Mill. t größer als die Förderung in den Vereinigten Staaten von Amerika gegen 43 Mill. t im Jahre 1929¹⁾.

¹⁾ Vgl. Wirtsch. Stat. 11 (1931) S. 182/83.

Im Deutschen Reich wurden im Jahre 1930 142,7 Mill. t Steinkohle gegen 163,4 Mill. t im Vorjahr gefördert. Die Ausfuhr betrug 24,4 Mill. t oder 2,4 Mill. t = 9% weniger als im Jahre 1929. Auch der Auslandsversand von Koks ging um 2,7 Mill. t oder 25,2% auf 8 Mill. t zurück. Die Ausfuhr von Steinkohlenbriketts stieg gegen das Vorjahr um 112 800 t auf 897 300 t.

Die Jahresförderung Großbritanniens betrug 247,7 Mill. t oder 14,4 Mill. t = 6% weniger als 1929. Die Ausfuhr an Steinkohle in Höhe von 55,8 Mill. t war um 5,4 Mill. t oder fast 9% geringer als im Vorjahre. An Bunkerkohle wurden 15,8 Mill. t gegen 16,7 Mill. t im Vorjahr abgegeben. An Steinkohlenkoks gelangten 2,5 Mill. t oder 15,3% weniger zur Ausfuhr.

Frankreichs Gesamtförderung von Stein- und Braunkohle ergab im Jahre 1930 55 Mill. t gegen 54,9 Mill. t im Vorjahre. Die Kohleneinfuhr stieg um 1 Mill. t auf 24,7 Mill. t. An Zechenkoks wurden 5,05 Mill. t oder 274 000 t mehr als 1929 gewonnen. Die Brikettherstellung der den Zechen angeschlossenen Brikettfabriken nahm um 142 000 t auf 4,78 Mill. t zu.

Die belgische Steinkohlenförderung belief sich im Jahre 1930 auf 27,4 Mill. t gegen 26,9 Mill. t im Vorjahre. An Koks wurden 5,36 Mill. t oder 591 000 t weniger gewonnen. Auch die Briketterzeugung erreichte mit 1,9 Mill. t nicht ganz die Höhe des Vorjahres. Die Haldenbestände an Steinkohlen stiegen im abgelauften Jahr um rd. 2 Mill. t und betragen Ende Dezember 2485 200 t.

Im Jahre 1930 war die Förderung Polens mit 37,5 Mill. t um 8,7 Mill. t oder 19% geringer als im Vorjahre. In Ostoberschlesien wurden 28,2 Mill. t oder 5,9 Mill. t weniger gefördert. Auch die Kokserzeugung verringerte sich um 280 000 t auf 1,58 Mill. t.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wurden an Hart- und Weichkohle zusammen im Jahre 1930 482,1 Mill. t gefördert oder 70,2 Mill. t (13%) weniger als im Vorjahre. Von der Minderförderung entfielen 66,5 Mill. t auf Weichkohle und 3,7 Mill. t auf Anthrazit. Die gesamte Koksherstellung aus Nebenerzeugnisse- und Bienenkorbföfen betrug 43,83 Mill. t gegen 54,33 Mill. t im Jahre 1929.

Italiens Einfuhr an Bergbau- und Hüttenerzeugnissen im Jahre 1930¹⁾.

	1930 t	1929 ²⁾ t	1928 ²⁾ t
Brennstoffe (Kohlen, Koks, Briketts usw.) Desgl. auf Reparationskonto aus Deutschland eingeführt	10 530 871 2 371 426	11 480 927 3 121 851	9 152 612 3 544 469
Zusammen	12 902 297	14 602 778	12 697 081
Eisenerz einschl. Schwefelkies	443 218	397 200	190 234
Manganerz u. manganhaltiges Eisenerz	71 620	106 785	95 366
Alteisen	855 378	994 747	861 988
Roheisen in Masseln	156 679	176 671	138 936
Eisenlegierungen	1 078	1 242	878
Stahl in Blöcken	6 585	23 928	29 329
Stahl in Brammen und Platinen	14 361	16 291	15 807
Walzeisen, Stabeisen	104 348	94 183	70 107
Bandeisen, Draht, Seile usw.	5 369	5 786	5 251
Schwarzbleche	57 517	42 657	48 936
Weißbleche	33 410	44 170	47 987
Anderer Bleche	7 733	3 480	2 494
Röhren in Eisen und Stahl	7 223	8 590	6 203
Gußeiserne Röhren	9 553	10 810	6 895
Schienen und Eisenbahnoberbauzeug	1 241	1 416	3 010
Maschinenguß, gewöhnlicher	4 811	5 545	5 231
Schmiedbarer Guß	1 202	2 017	1 950
Stahlguß	1 648	1 527	1 882
Schmiede- und Preßstücke	3 598	4 550	4 249
Schrauben, Nieten usw.	4 306	3 106	3 193
Hähne, Ventile, Schieber	993	970	978
Ketten	1 035	581	1 194
Federn	465	420	439
Behälter, Geschirre, Gefäße	1 043	1 152	1 338
Schlösser, Beschlüge usw.	932	942	1 087
Scheren, Sägeblätter	130	157	148
Sonstige Erzeugnisse aus Eisen und Stahl	6 593	11 641	9 381
Insgesamt Eisen und Stahl (ohne Alteisen)	431 843	461 832	406 903

¹⁾ Nach Metallurgia Ital. 23 (1931) S. 319.

²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft im Geschäftsjahr 1930¹⁾.

Im 6. Geschäftsjahr der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (1. Januar bis 31. Dezember 1930) sind die unerfreulichen Aussichten, die beim Abschluß des vorigen Berichts²⁾ festgestellt werden mußten, zur Wirklichkeit geworden. Das Jahr 1930

¹⁾ Die Ausführungen sind dem Geschäftsbericht der Reichsbahn entnommen. Sie enthalten keine Stellungnahme zum Reichsbahnbericht. — ²⁾ Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 748/50.

brachte der deutschen Wirtschaft und damit auch dem Reichsbahnunternehmen schwere Rückschläge. Die volkswirtschaftliche Erzeugung sank gegenüber 1929 um etwa ein Sechstel, und dementsprechend verminderte sich auch der Gütertausch. Im ganzen blieben die Einnahmen um 783,5 Mill. R.M., d. s. 14,63%, gegen das Vorjahr zurück. Bei der Größe des Rückschlages bedurfte es außergewöhnlicher Maßnahmen, um Einnahmen und Ausgaben in Einklang zu halten.

Da die Reichsbahn bei der Neuregelung der Tribute keine Entlastung erhielt, wurde im Februar 1930 beim Reichsverkehrsminister der Antrag auf Erhöhung der Tarife mit einem Ertrag von etwa 150 Mill. *R.M.* gestellt. Dem Antrag hat die Reichsregierung nur z. T., und zwar mit etwa 110 Mill. *R.M.* Jahresertragnis, entsprochen, so daß für etwa 40 Mill. *R.M.* die Deckungsfrage ungelöst blieb. Inzwischen aber hat sich das Verhältnis zwischen Einnahmen und Ausgaben infolge des verstärkten Verkehrs- und Einnahmerückgangs noch weiter verschlechtert.

Die deutsche Wirtschaft hätte eine weitere Tarifierhöhung in dieser Zeit nur schwer ertragen können. Deshalb wurde darauf verzichtet, den Ausgleich zwischen Einnahme und Ausgabe auf diesem Wege zu versuchen. Das besondere Bestreben war vielmehr, den gewaltigen Einnahmefall durch außerordentliche Einschränkungen auf allen Gebieten aufzufangen. Wie weit dies gelungen ist, zeigt der Vergleich mit den Zahlen der Betriebsrechnung des Vorjahres. Freilich konnte hierdurch allein keine volle Deckung erreicht werden. Sie wurde dadurch erleichtert, daß das Reich in Anerkennung der Leistungen, mit denen sich die Reichsbahn trotz ihrer eigenen schwierigen Lage den Maßnahmen der Reichsregierung zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit angeschlossen hatte, dankenswerterweise auf Forderungen von zusammen 133,6 Mill. *R.M.* verzichtete. Es handelte sich dabei um zwei Kredite für Arbeiten, die in früheren Jahren auf Veranlassung der Reichsregierung vorgenommen worden waren. Um den vollen Ausgleich zu schaffen, war es außerdem nötig, auf den Vortrag aus dem Vorjahr zurückzugreifen.

Die Einnahmen der Betriebsrechnung betragen 4570 Mill. *R.M.*, ihnen stehen 4090 Mill. *R.M.* Ausgaben für Betriebsführung, Unterhaltung und Erneuerung gegenüber, so daß rechnermäßig ein Betriebsüberschuß von rd. 480 Mill. *R.M.* verbleibt. Aus dem Verhältnis der Betriebsausgaben (ohne Tributsteuer) zu den Betriebseinnahmen ergibt sich eine Betriebszahl von 89,50 (im Vorjahr 83,93). Unter Berücksichtigung der Tributsteuer von 660 Mill. *R.M.* ergeben sich 180 Mill. *R.M.* Mehrausgaben der Betriebsrechnung. Außer 660 Mill. *R.M.* für die Tributsteuer waren noch erforderlich 14,2 Mill. *R.M.* für den Dienst der neuen Schuldverschreibungen und Anleihen und 14,2 Mill. *R.M.* als Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs. Zur Deckung dieser Bedürfnisse standen neben dem Betriebsüberschuß von 480 Mill. *R.M.* der Vortrag aus dem Vorjahr mit 178,9 Mill. *R.M.* sowie 133,6 Mill. *R.M.* aus der Niederschlagung von Reichskrediten zur Verfügung. Von dem hiernach verbleibenden Betrag sind 75,7 Mill. *R.M.* für die Vorzugsdividende auf bereits begebene Vorzugsaktien bestimmt, während 28,4 Mill. *R.M.* der Dividendenrücklage zugewiesen werden (vgl. *Zahlentafel 1*).

Den Verpflichtungen aus den Tributgesetzen ist die Reichsbahn wie bisher auch in diesem Jahre pünktlich nachgekommen. Der „Neue Plan“ hat, soweit die unmittelbare Belastung für Tributzwecke in Betracht kommt, die Lage der Reichsbahn nicht erleichtert. Die Höhe der ihr auferlegten Tributlasten, die nach dem neuen Reichsbahngesetz vom 13. März 1930 zu leisten sind, ist mit 660 Mill. *R.M.* unverändert geblieben. Der „Neue Plan“ hat sogar eine geldliche Verschlechterung gebracht, weil die Zahlungen nicht mehr wie früher halbjährlich in Goldmark, sondern monatlich in Reichsmark zu entrichten sind; dies bedeutet im Jahre 1930 eine Mehrzahlung von 8 Mill. *R.M.* Die Reichsregierung hat von der ihr durch den „Neuen Plan“ gegebenen Möglichkeit, die Beförderungssteuer zu erleichtern, bisher keinen Gebrauch gemacht. Für die Reichsbahn ist die Beförderungssteuer, die sie für das Reich erhebt und voll an das Reich abführt, nur ein durchlaufender Posten, der deshalb in ihren Einnahmen und Ausgaben nicht zum Ausdruck kommt. Für die Wirtschaft aber ist diese Steuer ein Teil des Entgelts, den sie für die Beförderungsleistung aufzubringen hat, der also den Verkehr wie ein erhöhter Tarif belastet. Für die Reichsbahn wirkt sie als unmittelbare Belastung, welche Tarife in der Höhe unmöglich macht, wie sie die eigene Wirtschaftsführung erfordern würde. An Beförderungssteuer sind im Jahre 1930 289 Mill. *R.M.* erhoben und an das Reich abgeführt worden.

Die Reichsbahn trägt für das Reich die folgenden Lasten:

1. Tributsteuer	660 Mill. <i>R.M.</i>
2. Dividende auf 500 Mill. Goldmark Vorzugsaktien, die dem Reich in Verbindung mit den Tributen seinerzeit unentgeltlich überlassen worden sind	35 „ „
3. Beförderungssteuer	289 „ „
4. Vermehrte Ruhegehaltslast usw.	226 „ „
5. Mehrkosten aus neuer Grenzziehung	18 „ „
Zusammen	1228 Mill. <i>R.M.</i>

Die Höhe dieser Lasten, welche die Reichsbahn zugunsten des Reiches trägt, wird meist nicht richtig gewürdigt. Tatsächlich

Zahlentafel 1. Der Abschluß der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für das Jahr 1930.

1. Betriebsrechnung.		<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>
Einnahmen			
Personen- und Gepäckverkehr		1 345 531 063,99	
Güterverkehr		2 839 150 974,56	
Sonstige Einnahmen		385 635 019,32	
Zusammen			4 570 317 057,87
Ausgaben			
Betriebsführung			
Bahnhofs- und Abfertigungsdienst		1 306 840 558,03	
Bahnbewachungsdienst		104 649 710,27	
Lokomotivfahrdienst		724 282 818,21	
Zugbegleitdienst		270 429 527,61	
Zusammen			2 406 202 614,12
Unterhaltung			
Bahnanlagen		569 375 732,34	
Fahrzeuge		520 393 001,68	
Zusammen			1 089 768 734,02
Erneuerung			
Bahnanlagen		413 126 235,61	
Fahrzeuge		181 255 107,39	
Zusammen			594 381 343,00
Zusammen Ausgaben der Betriebsrechnung vor Zahlung der Tributsteuer			4 090 352 691,14
Überschuß der Betriebsrechnung vor Zahlung der Tributsteuer			479 964 366,73
Tributsteuer			660 000 000,00
Mehrausgaben der Betriebsrechnung			180 035 633,27
2. Gewinn- und Verlustrechnung.			
Überschuß der Betriebsrechnung vor Zahlung der Tributsteuer			479 964 366,73
Vortrag aus 1929			178 943 992,64
Niederschlagung von Reichskrediten			133 559 642,95
Zusammen			792 468 002,32
Dieser Betrag wurde verwendet für:			
Tributsteuer		660 000 000,00	
Dienst der neuen Schuldverschreibungen und Anleihen		14 223 593,04	
Rückstellung für Abschreibung auf das Betriebsrecht am Anlagezuwachs		14 200 000,00	
Zusammen			688 423 593,04
Der Reingewinn beträgt also			104 044 409,28
Zur Verteilung wie folgt:			
Vorzugsdividende		75 670 000,00	
Zuweisung zur Dividendenrücklage		28 374 409,28	

sind sie aber so hoch, daß selbst in günstigen Wirtschaftszeiten keine Mittel bereitgestellt werden können, um die aus der Kriegs- und Nachkriegszeit vorhandenen Rückstände in der Unterhaltung und Erneuerung nachzuholen. Noch weniger gestatten sie, die für jedes Wirtschaftsunternehmen notwendigen Rücklagen für schlechtere Zeiten zu bilden. In schlechten Geschäftsjahren kann daher der Ausgleich nur durch Wertminderung des Reichsvermögens geschehen, das die Gesellschaft verwaltet.

Nachdem im Berichtsjahr der Ausgleich zwischen Einnahmen und Ausgaben nur durch die Inanspruchnahme des Vortrags und den Verzicht der Reichsregierung auf einige Forderungen gerade noch geschaffen werden konnte, muß darauf hingewiesen werden, daß für das Jahr 1931 derartige Mittel zum Ausgleich der Rechnung nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Reichsbahn ist der Überzeugung, daß sie für das Reich Lasten trägt, die unbedingt zu hoch sind und dringend der Erleichterung bedürfen. Die Verwaltung ist nicht in der Lage, unter den jetzigen Umständen die Verantwortung dafür zu tragen, daß über die selbstverständliche Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit hinaus die Vorschriften des Gesetzes auf Erneuerung der Anlagen erfüllt werden und eine Verkehrspolitik betrieben wird, die den Bedürfnissen der Wirtschaft entspricht.

Die Kapitalrechnung wurde aus einem Teile des Erlöses der 5½prozentigen Anleihe des Reiches gespeist, an der die Reichsbahn mit rd. 253 Mill. *R.M.* Reinerlös beteiligt war. Für Arbeiten, die auf Wunsch der Reichsregierung zur Linderung der Arbeitsnot ausgeführt wurden, sind weiter 150 Mill. *R.M.* 6prozentige fünfjährige Reichsschatzanweisungen begeben worden, deren „Effektivverzinsung“ die Reichsregierung übernommen hat. Am Schluß des Vorjahrs waren von den Vorzugsaktien Gruppe A 894 Mill. *R.M.* nicht ausgegeben. Von den ausgegebenen Vorzugsaktien im Betrage von 1106 Mill. Goldmark befinden sich noch 25 Mill. Goldmark im Eigentum der Gesellschaft.

Der Oberbau ist trotz der durch die geldlichen Verhältnisse gebotenen Einschränkungen in dem erforderlichen Umfang unterhalten und erneuert worden. Neue Arbeitsverfahren und leistungsfähigere Geräte haben es möglich gemacht, den Unterhaltungszustand der Gleise allgemein zu verbessern und gleichzeitig die Kosten zu senken. Die Unterhaltung und Erneuerung der sonstigen baulichen Anlagen wurde im Rahmen der verfügbaren Mittel durchgeführt. Dies gilt besonders für den Umbau und die

Verstärkung solcher Brücken, die den gesteigerten Lasten und Geschwindigkeiten nicht mehr genügen.

Die Neubestellungen für den bei weitem nicht ausgenutzten Lokomotiv- und Güterwagenpark halten sich in engen Grenzen und beschränken sich auf Schnellzuglokomotiven und Sonderwagen; sie reichen indessen nicht aus, um den Mangel an gewissen Fahrzeuggattungen zu beseitigen. Dagegen wurde auch in diesem Jahre großes Gewicht auf die Verbesserung und Erneuerung des zum Teil überalterten Personenwagenparks gelegt. Nach mehrjährigen Versuchen sind Einheitsbauarten für die in Eilzügen laufenden Personenwagen festgelegt und größere Bestellungen in Auftrag gegeben worden.

Im Werkstätdienst haben sparwirtschaftliche Maßnahmen weitere Fortschritte gemacht. Da der Fahrzeugpark nur gering beansprucht war, verminderte sich der Arbeitsanfall in den Werkstätten beträchtlich. Entlassungen waren deshalb nicht zu vermeiden, außerdem wurde mit Feierschichten gearbeitet und die tägliche Arbeitszeit verkürzt.

Im Güterverkehr haben die beförderten Mengen gegen das Vorjahr um 18 $\frac{1}{2}$ % abgenommen. Besonders stark ist hieran der Kohlenverkehr beteiligt, dessen Tonnenkilometer um 24 % zurückgegangen sind. Dem allgemeinen Verkehrsrückgang mußten die Betriebsleistungen angepaßt werden. Immerhin konnte durch organisatorische Maßnahmen auf allen Gebieten die Verkehrsbedienleistung verbessert und die Beförderung beschleunigt werden. Die Verwendung von Großgüterwagen hat zugenommen, ihre Vorzüge werden immer mehr anerkannt.

Trotz eigener Notlage suchte die Reichsbahn die Preisenkampfbestrebungen der Reichsregierung durch Ermäßigung wichtiger Ausnahmetarife zu unterstützen. Demselben Zweck dient der im Februar 1931 mit der Deutschen Bahnspedition Schenker & Co., G. m. b. H., abgeschlossene Vertrag, der die Rollfuhrgebühren und Sammelgutfrachten senken und durch Schaffung von Haus-Haus-Tarifen verkehrsfördernd und verkehrswerbend wirken soll. In Durchführung der bisher verfolgten Tarifpolitik ist die Reichsbahn der deutschen Wirtschaft durch eine große Anzahl Einzeltarifermäßigungen zu Hilfe gekommen. Durch Senkung der Tarife für Ausfuhrkohle und durch Erweiterung des tarifarisch begünstigten Küstenkohlengebietes, das zum Teil mit ausländischer Kohle versorgt wird, wurde versucht, den Absatz der deutschen Kohle zu fördern. Die gleichfalls beantragte Tarifiermäßigung für Kohlen nach der Ilseder Hütte genehmigte die Reichsregierung nicht, ermäßigte dagegen die Kanalabgaben, so daß dieser Verkehr für die Reichsbahn verlorenging und auf den Mittellandkanal abgelenkt wurde. 59 % der Tonnenkilometer des Gesamtgüterverkehrs wurden im Berichtsjahre zu Ausnahmetarifen gefahren.

Der Wettbewerb des Kraftwagens hat sowohl in den Fernverbindungen als auch in den hochtarifierten Gütern weiter zugenommen. Zu seiner Abwehr sind eine Reihe von K-Tarifen neu eingeführt worden. Dadurch und durch organisatorische Maßnahmen war es möglich, einen beträchtlichen Verkehr mit bedeutenden Einnahmen für die Reichsbahn zu sichern. Aus eigener Kraft allein ist es der Reichsbahn jedoch nicht möglich, ihr auf volkswirtschaftlichen Grundsätzen aufgebautes Tarifsystem, insbesondere stärkere Belastung der hochwertigen Güter, dagegen niedrige, zum Teil unter den Selbstkosten liegende Tarife für Rohstoffe, auf die Dauer aufrechtzuerhalten. Schon lange hat die Reichsbahn darauf hingewiesen, daß die Wettbewerbsverhältnisse in der Verkehrsbedienleistung geregelt werden müssen. Leider ist ihr Verlangen nach gesetzlicher Regelung bisher nicht erfüllt worden. Wenn die erforderlichen gesetzlichen Maßnahmen nicht sehr bald ergriffen werden, ist eine Erhöhung der Rohstofftarife unerlässlich.

Auf dem Personalgebiete galt es, die Zahl der Beamten, Angestellten und Arbeiter den stark verminderten Verkehrs- und Betriebsleistungen anzupassen. Bei einem Personalkörper, der heute zu 49 % aus Beamten besteht, ist es nicht möglich, dies in kurzer Zeit zu erreichen. Der Gesamtpersonalbestand ist im

Durchschnitt des Geschäftsjahres um mehr als 30 000 Köpfe gesunken; trotzdem ist die Anpassung an den heutigen Geschäftsumfang noch nicht erreicht. Die Besoldung der Beamten und die Löhne der Arbeiter blieben im Jahre 1930 unverändert. Erst im Jahre 1931 wurden die Beamtengehälter im Anschluß an die vom Reich nach der Notverordnung des Herrn Reichspräsidenten vorgenommene Regelung mit Wirkung vom 1. Februar 1931 um 6 % gekürzt. Ferner wurden die Grundlöhne der Arbeiter durch Schiedsspruch mit Wirkung vom 1. April 1931 an um durchschnittlich 6 % gesenkt. Die Ersparnis aus beiden Maßnahmen beträgt für das Geschäftsjahr 1931 etwa 110 Mill. *RM*. Die Personalausgaben sind bei Beginn der Gesellschaft im Herbst 1924 bis Anfang 1928 um 750 Mill. *RM* für das Jahr gestiegen; diese Mehraufwendungen haben sich infolge der Senkung der Belegschaft im Berichtsjahr auf 622 Mill. *RM* für das Jahr ermäßigt. Die Personalkosten sind im ganzen gesehen im Verhältnis zu den Einnahmen zu hoch. Jedoch ist die Reichsbahn von sich aus nicht in der Lage, den Ausgleich herbeizuführen.

Im laufenden Jahre wurden 3101 km Gleise erster Ordnung einschließlich der Sonderklasse mit Neustoffen vollständig erneuert. Das bedeutet gegenüber dem Vorjahre einen geringen Rückgang, der auf die geldliche Lage der Reichsbahn zurückzuführen ist. Andererseits hat, nachdem die neuen Reichsbahnweichen weiterentwickelt und die ersten Schwierigkeiten in der Anfertigung dieser Weichen überwunden worden sind, die Zahl der erneuerten Weichen gegenüber dem Vorjahre etwas gesteigert werden können. In diesem Jahre sind 12 687 Weichen, auf einfache Weichen berechnet, vollständig erneuert worden.

Für die vollständige Erneuerung der Gleise mit Neustoffen ist Reichsbahnoberbau K auf Holz- oder auf Eisenschwellen verwendet worden. Auf den wichtigsten Strecken, die dem internationalen und dem FD-Zug-Verkehr dienen, wurde dieser Oberbau weiter mit Schienen S 49 von 30 m Länge verlegt. Es liegen jetzt schon 3400 km dieses Langschienenoberbaues. Bei Gleiserneuerungen in Tunneln wurden die Schienen im Zusammenhang geschweißt. Die größte durchgehende Länge einer Schiene im Tunnel beträgt z. Z. 2400 m.

Die im Jahre 1929 und im Berichtsjahre verlegten Probestrecken auf Eisenschwellen nach Reichsbahnoberbau K haben sich auch auf den stärkstbelasteten Strecken bewährt. Die bei manchen älteren Bauarten des Eisenschwellenoberbaues unangenehme Geräuschbildung, auf die im Geschäftsbericht 1928 hingewiesen worden war, ist praktisch beseitigt.

Die sich dauernd verschärfende Wirtschaftskrise, die anhaltende und wesentliche Einnahmeausfälle zur Folge hatte, zwang dazu, die schon Ende des Vorjahres herabgesetzten monatlichen Liefermengen an eisernen Oberbaustoffen trotz der Notlage der Eisenindustrie noch weiter zu drosseln, zumal da zur Durchführung des gegenüber dem Vorjahre zunächst wesentlich eingeschränkten Erneuerungsprogramms noch erhebliche Bestände aus den vorjährigen Beschaffungen zur Verfügung standen. In den Monaten Juni bis August erreichten diese Liefermengen ihren größten Tiefstand, und erst vom September an konnten die Abrufe in Ausführung des Arbeitsbeschaffungsprogramms der Reichsregierung wieder auf fast normale Höhe gebracht werden. Im August kam ein neuer Abschluß mit dem Stahlwerksverband über 400 000 t eiserne Oberbaustoffe zustande, der bemerkenswerte, zum Teil von den Liefermengen abhängige Preiszugeständnisse brachte.

Der Verkauf von Altstoffen, insbesondere von Eisenschrott und alten Nichteisenmetallen, litt im Berichtsjahre unter dem Daniederliegen des Marktes. Dagegen konnten in altbrauchbaren Oberbaustoffen, insbesondere Schienen, mehrere große Abschlüsse nach dem Ausland getätigt werden.

Der Einkauf der Kohle wickelte sich im allgemeinen glatt ab. Die im Berichtsjahre benötigten 11,9 Mill. t Lokomotivkohlen und 1,5 Mill. t Kohlen für sonstige Zwecke, die rd. 275,2 Mill. *RM* kosteten, konnten ohne Schwierigkeiten beschafft werden.

Zur Lage der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie.

Nach drei Monaten stetiger, doch geringer Zunahme der Erzeugung, die im März nahezu 60 % der Leistungsfähigkeit erreichte, ist seit dem 1. April wieder eine Abwärtsbewegung eingetreten; gegenwärtig ist die amerikanische Stahlindustrie nur wenig über 50 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt; die Aussichten für die nächsten Monate sind ziemlich unsicher geworden, besonders im Hinblick auf die Tatsache, daß der Auftragseingang im ersten Vierteljahr nicht ausreichen wird, um den üblichen Geschäftsrückgang der Sommermonate auszugleichen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wird die Stahlindustrie auch weiterhin mit 50 bis 60 % ihrer Leistungsfähigkeit für die nächsten

Monate arbeiten. Auf- und Abwärtsbewegungen scheinen bei der gegenwärtigen schwankenden Nachfrage unvermeidlich zu sein. Sollte überhaupt eine Besserung im nächsten oder in den beiden nächsten Monaten eintreten, so wird sie wahrscheinlich nur kurz sein, da für eine andauernde Aufwärtsbewegung alle Voraussetzungen fehlen. Die Stahlindustrie erwartet denn auch vor dem letzten Jahresviertel keine tatsächliche Geschäftszunahme.

Die Kraftwagenindustrie, die gewöhnlich 18 % der Fertigerzeugnisse aufnimmt, hat beträchtlich zu der gegenwärtigen Unsicherheit in der Stahlherstellung beigetragen. Anfang des

Jahre rechneten die Hersteller noch mit einer Erzeugung von 4 Mill. Kraftwagen gegen 3 1/2 Mill. im Jahre 1930. Bald kam man jedoch zu einer ungünstigeren Beurteilung. Der Präsident der Studebaker Corporation schätzte kürzlich die Kraftwagenherstellung auf etwa 3 100 000 ohne Ausfuhr. Aber auch diese Zahl mag noch zu hoch gegriffen sein in Anbetracht dessen, daß die Erzeugung im ersten Vierteljahr unter 700 000 Stück lag. Die Kraftwagenindustrie tätigt im allgemeinen einen beträchtlichen Teil ihres Jahresgeschäftes in den ersten sechs Monaten.

Die Kraftwagenindustrie, das Baugewerbe und die Eisenbahnen nehmen gewöhnlich ungefähr die Hälfte des gesamten Verbrauchs an Fertigerzeugnissen der Vereinigten Staaten auf. Obgleich das Baugewerbe jetzt noch an umfangreichen öffentlichen Bauten arbeitet, wird seine Beschäftigung noch beträchtlich hinter dem üblichen Stand zurückbleiben; auch die Eisenbahnen, die weniger Fracht- und Personenverkehr und infolgedessen verringerte Einnahmen haben, kaufen nur sehr spärlich. Alles in allem scheint die geringe Besserung im ersten Vierteljahr weitgehend saisonbedingt gewesen zu sein; man wird zufrieden sein dürfen, wenn man einigermaßen über den Sommer hinwegkommt. Die Börse spiegelt die ungünstigen Aussichten der Industrie wider; umgekehrt wirken die fallenden Aktienkurse ziemlich störend auf die Geschäftslage. Das vor kurzem noch bestehende Vertrauen schwindet jedenfalls schnell dahin.

Die Berichte der großen Stahlgesellschaften lassen erkennen, daß sich die Lage gegenüber den vernichtenden Ergebnissen im letzten Vierteljahr 1930 kaum gebessert hat. So wurde z. B. auf der Hauptversammlung der Bethlehem Steel Corporation am 14. April festgestellt, daß der Ueberschuß der Bethlehem-Werke im ersten Vierteljahr gerade ausreichte, um einen Gewinn auf die Vorzugsaktien zu verteilen. Dagegen dürfte der Gewinnanteil der Stammaktien, wie auch bei der United States Steel Corporation, erheblich herabgesetzt werden. Wenn schon diese beiden großen Stahlgesellschaften nicht ihren üblichen Gewinn verteilen, so folgt daraus, daß von anderen Stahlgesellschaften, die sich in ungünstigerer Lage befinden, noch weniger zu erwarten ist.

Mit dem Rückgang des Geschäftes anfangs April sind auch die Verkaufspreise, hauptsächlich für Feinbleche Nr. 10 und dünner sowie Bandeisen, gesunken, was besonders auf die Kraftwagenindustrie zurückzuführen ist. Kraftwagenbleche, die jetzt 3.10 c je pound, ab Pittsburgh, kosten, liegen 20 \$ je t unter dem Preise von 1929. Gewöhnliche Schwarzbleche (einmal kalt nachgewalzt) werden mit 2.25 c, ab Pittsburgh, bezahlt, einige größere Verkäufe sind sogar zu 2.15 c zustande gekommen. Verzinkte Bleche liegen unter 2.80 bis 2.85 c, ab Pittsburgh; blaugelühten Bleche Nr. 10 und Nr. 13 sind neuerdings um 1 \$ je t gesunken, kosten also 1.85 c für Nr. 10 und 2 c für Nr. 13. Der Wettbewerb der kontinuierlichen Feinblechwalzwerke beeinflusst hier die Marktlage ernstlich, indem sie ihre Erzeugnisse zu 1.70 c, ab Pittsburgh, für Nr. 10 und 1.85 c für Nr. 13 verkauften. Die Feinblechpreise gingen auf den niedrigsten Stand seit 1915 zurück.

Die Hersteller von Stabeisen, Grobblechen und Baueisen haben Ende März eine Preiserhöhung auf 1.65 c je pound, ab Pittsburgh, festgesetzt, zu welchem Preise die meisten der Verträge für das zweite Vierteljahr abgeschlossen wurden. Die Verträge für das erste Vierteljahr lauteten allgemein auf 1.60 c. Nach dem Abschluß der Verträge stieg der Preis wiederum auf 1.70 c, ab Pittsburgh, er ist in der Hauptsache jedoch nur ein Nennpreis. Wenn der gegenwärtige Marktstand behauptet werden kann, so würde dies ein durchschnittliches Anwachsen der Preise um ungefähr 1 \$ je t bedeuten. Jedoch hat sich die ganze Stimmung des amerikanischen Eisen- und Stahlmarktes in den letzten zwei oder drei Wochen so geändert, daß es fraglich ist, ob die Hersteller von Stabeisen, Grobblechen und Baueisen ihre gegenwärtigen Preise behaupten können.

Die Rohstahlherstellung betrug im ersten Vierteljahr insgesamt 8 162 507 t; sie nahm damit gegenüber dem letzten Vierteljahr 1930 um rd. 1,1 Mill. t oder 15,4 % zu, blieb jedoch hinter der Leistung in den ersten drei Monaten des Jahres 1930 mit 12 369 110 t um rd. 34 % zurück. Die durchschnittliche tägliche Erzeugung stieg während des ersten Vierteljahres 1931 ständig an, und zwar auf 93 443 t im Januar, 106 990 t im Februar und 118 147 t im März.

Im gleichen Verhältnis hat sich auch die Roheisenerzeugung vermehrt. Die durchschnittliche tägliche Herstellung für Januar betrug 56 222 t, für Februar 62 092 t und für März 66 495 t. Die Gesamterzeugung an Roheisen, einschließlich Ferromangan und Spiegeleisen, betrug 5 542 829 t im ersten Viertel gegen 9 099 103 t im ersten Viertel 1930; sie nahm mithin gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres um rd. 39 % ab.

Am günstigsten war die Lage der Weißblechindustrie, die durchschnittlich zu ungefähr 85 % der Leistungsfähigkeit be-

schäftigt war. In den Schienenwalzwerken wurde nur zu etwa 50 % gearbeitet. Ein Schienenwalzwerk wurde infolge Aufhebung bereits abgeschlossener Verträge zeitweilig geschlossen. Der Schienenabsatz ist in diesem Jahre noch geringer als im verfloffenen Jahr, in dem nur 1 903 205 t Schienen, die geringste Menge seit 1897, hergestellt wurden¹⁾. Die Eisenbahnen nahmen nur kleine Mengen aus ihren Abschlüssen ab, die sie für dieses Jahr erteilt haben, da sie infolge ihrer eigenen niedrigen Erträge zur Vorsicht gezwungen sind. Zur Verwicklung der Lage haben auch Erhebungen der Bundesregierung über die Höhe des Schienenpreises von 43 \$ beigetragen, der seit 1922 unverändert geblieben ist. Die Schienenhersteller stehen diesen Erhebungen nicht ablehnend gegenüber, obwohl sie andererseits auch keine Gründe angeben, daß die Schienenpreise trotz der Preissenkung in anderen Erzeugnissen achteinhalb Jahre fest geblieben sind. Wahrscheinlich liegt dies jedoch daran, daß die Bestellungen der Eisenbahnen in dieser Zeit ziemlich gleichmäßig erfolgten. Die Pennsylvania Railroad, eine der größten amerikanischen Gesellschaften, hat z. B. gerade 10 000 t Schienen von 68,9 kg/m Gewicht bestellt, der schwersten je hierzulande gewalzten Sorte. Weitere Untersuchungen der Bundesregierung erstreckten sich auf die Zunahme der Preise für Stabeisen, Grobbleche und Baueisen, wobei jedoch nichts herausgekommen ist. Die Tatsache, daß die Bundesregierung keinen Versuch zu unlauteren Preisabmachungen dulden will, zeigt ein neuer Erlaß, durch den der Bolzen-, Schrauben- und Nieten-Verband aufgelöst worden ist. Der Verband hatte zum Schutze der Händler eine Bestimmung erlassen, nach welcher die Schrauben- und Mutterhersteller, abgesehen von einzelnen großen Sorten, den Verbrauchern nicht mehr zu so niedrigen Preisen wie den Händlern liefern durften. Das Bundesgericht sah in dieser Bestimmung eine unbillige Unterscheidung und verurteilte sie.

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf. — Der im Oktober-November 1929 einsetzende Umschwung der Wirtschaftslage entwickelte sich fortschreitend während des ganzen Jahres 1930 und gelangte in den letzten Monaten des Berichtsjahres zu den schärfsten Auswirkungen. Trotz der Schwere dieser Krisenzeit konnte die Gesellschaft im Berichtsjahr noch etwa 85 % ihres vorjährigen Gesamtabsatzes erreichen.

Die im Mai 1929 dem Betrieb übergebene Huckinger Hochofen- und Thomasstahlanlage und das seit dieser Zeit betriebene Duplex-Verfahren haben sich restlos bewährt. Infolge Arbeitsmangels mußten die Hochofen und Stahlwerke eingeschränkt arbeiten. Im September wurde ein Hochofen gedämpft und später ausgeblasen. Die Blechwalzwerke wiesen insgesamt eine geringere Beschäftigung als im Vorjahr aus. Bei Grobblechen erlitt der Mengenumsatz eine Verminderung um nur etwa 5 %, dagegen mußten die Verkaufspreise, besonders im Ausland, entsprechend der sinkenden Wirtschaftslage fortlaufend ermäßigt werden. Bei Mittelblechen konnte der Verband die Werke nur unzureichend mit Arbeit versehen, so daß hier die Beschäftigung um rd. 40 % zurückging. Die Entwicklung der Preiskurve zeigt dasselbe Bild wie bei Grobblechen. In Feinblechen waren die Auslandsgeschäfte scharf umstritten, doch gelang es, größere Aufträge auf Qualitätsbleche hereinzuholen. Der Umsatz in Feinblechen erfuhr gegenüber dem Vorjahr mengenmäßig eine Einbuße von rd. 25 %. Der Anteil der Gesellschaft im Inlands-Feinblechverband beträgt etwa 6 %. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Feinblechwalzwerke wurde auf dem Werk Gelsenkirchen ein neues Platinenwalzwerk errichtet, das seit dem Sommer 1930 zufriedenstellend arbeitet. Der Halbzeugabsatz entsprach der eingangs gekennzeichneten Lage. Der Gesamtversand der Röhrenwerke an nahtlosen und mittels Wassergas geschweißten Röhren und Röhrenzeugnissen erreichte etwa 82 % des Umsatzwertes vom Vorjahr. Der Minderversand wurde von dem Mindereingang an Aufträgen noch übertroffen. Der Auftragsbestand am Jahresende war dementsprechend sehr gering. Er betrug nur 59 % des Bestandes am 31. Dezember 1929. Dem deutschen Röhren-Verband trat mit einem Teil ihrer Erzeugung auch die Kronprinz A.-G. in Ohligs bei, deren Anteil in Höhe von 1,08 % die Berichtsgesellschaft erwarb. An den wichtigsten Verkaufsvereinigungen für Röhren und Röhrenzeugnisse ist die Gesellschaft wie folgt beteiligt: im deutschen Röhren-Verband mit etwa 22 %, in der Vereinigung für große nahtlose Röhren mit 50 %, im Schweißrohr-Verband mit 44,86 %, im Stahlflaschenverband mit 36,53 %; die Beteiligung der Tochtergesellschaft, der Mannesmannröhren-Werke A.-G., Komotau, im tschechoslowakischen Röhrenkartell beträgt 37,85 %.

Durch den Rückgang im Brennstoffabsatz hat sich die Lage der Steinkohlenbergwerke von Monat zu Monat weiter verschärft. Trotz einer weiteren Verminderung der Belegschaft um 1517 Bergleute = 14,27 % mußten zahlreiche Feierschichten

¹⁾ Vgl. St. u. E. 51 (1931) S. 575.

ingelegt werden; der hierdurch entstandene Ausfall erreichte 298 072 Schichten gegen 35 446 im Vorjahr. Am 3. August 1930 wurde die Benzolfabrik auf Schacht Hubert der Zeche Königin Elisabeth durch Explosion zerstört. Die Anlagen sind inzwischen wiederhergestellt und in Betrieb genommen.

Die Notlage der deutschen Eisenindustrie hat sich im vollen Maße auf die Lage der Erzgruben an Lahn, Dill und Sieg ausgewirkt. Auf Grund besonderer Abmachungen war es möglich, die Förderung der Gruben einigermaßen unterzubringen. Die Absatzschwierigkeiten bei der Gewerkschaft Braunsteinbergwerke Doktor Geier in Waldalgesheim halten unverändert an. Im Kalksteinwerk Neanderthal mußte stark eingeschränkt gearbeitet werden. Erzeugt wurden 120 000 t Rohkalkstein, 65 000 t gebrannter Kalk und 4000 t Feinkalk. Die Fabrik feuerfester Baustoffe in Hönningen am Rhein stellte 25 000 t her. Das Tonwerk Erpel am Rhein war mit Lieferungen für den Werksbedarf ausreichend beschäftigt.

Die Gesamtzahl der auf den inländischen Werken am 31. Dezember 1930 beschäftigten Angestellten und Arbeiter betrug 19 251.

Die Mannesmannröhren-Werke A.-G. in Komotau, die für das Jahr 1929 eine Dividende von 15 % verteilen konnten, sind während des Jahres 1930 von dem allgemeinen wirtschaftlichen Niedergang nicht unberührt geblieben. Die British Mannesmann Tube Co. Ltd. in London beendete ihr am 30. Juni 1930 abgelaufenes Geschäftsjahr mit einem kleinen Ueberschuß. Der Betrieb des Landore-Werkes wurde vorläufig eingestellt, um, wenn einige unerläßliche Aenderungen nicht durchführbar sind, eine Verlegung des Werkes vorzubereiten. Die Acieries & Usines à Tubes de la Sarre in Paris haben für das Jahr 1929 wie im Vorjahr eine Dividende von 6 % verteilt. Für 1930 ist voraussichtlich mit demselben Ergebnis zu rechnen.

	1. 1. bis 31. 12. 1928	1. 1. bis 31. 12. 1929	1. 1. bis 31. 12. 1930
	<i>RM</i>	<i>RM</i>	<i>RM</i>
Aktienkapital:			
Stammaktien	165 000 000	165 000 000	165 000 000
Vorzugsaktien	20 263 800	20 263 800	20 263 800
Anleihen	2 173 150	2 143 450	2 094 950
Gewinn-Vortrag	3 201 666	3 121 839	3 177 292
Rohgewinn (einschl. Vortrag)	38 798 920	44 087 930	41 822 967
Allgemeine Unkosten	8 396 584	9 018 608	8 724 657
Zinsen, Steuern	7 845 579	9 308 000	9 698 400
Abschreibungen	8 833 105	9 687 746	9 143 726
Reingewinn	13 723 652	16 073 576	14 256 184
Ueberw. an gesetzl. Rücklage	526 100	647 587	553 945
Vergütung an Aufsichtsrat	259 887	332 860	199 077
Gewinnanteil			
a) auf Stammaktien	9 799 986	11 550 000	9 900 000
	= 7 %	= 7 %	= 6 %
b) auf Vorzugsaktien	1) 15 840	1) 365 836	1) 365 836
	= 6 %	= 6 bzw. 7 %	= 6 bzw. 7 %
Vortrag auf neue Rechnung	3 121 839	3 177 292	3 237 326

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

Die Maschinenfabrik Meer, Aktiengesellschaft in M. Gladbach, hat für das am 30. Juni 1930 beendete Geschäftsjahr 10 % Dividende ausgeschüttet.

Die eigenen im In- und Auslande in Form besonderer Gesellschaften betriebenen Handelsunternehmungen und die Beteiligungen an fremden haben, soweit ihr Geschäftsjahr bis zum 30. September 1930 schließt, noch leidlich angemessene Ertragnisse gebracht.

Ueber Abschluß und Gewinnverteilung gibt vorstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen. — Im Jahre 1930 wurden die Neubauten zwar stark gefördert, aber wider Erwarten nur teilweise fertiggestellt. Schwierigkeiten bei der Freimachung der Wege und Bauschwierigkeiten mancherlei Art verlangsamten das Bautempo und verursachten auch eine Verteuerung der Bauten. Immerhin konnten wichtige Teilstrecken des Netzes ihrer Bestimmung übergeben werden. So kamen Anfang Februar die Strecke Zeche Rheinpreußen—Krefeld, Anfang Mai die Leitung Hamm—Hannover und Anfang September die Leitung Niederschelden—Wissen in Betrieb. Insgesamt wurden im Berichtsjahre 121 km neuer Leitungen verlegt. Das gesamte, in Betrieb befindliche Rohrleitungssystem der Gesellschaft umfaßte am Schlusse des Berichtsjahres 803 km. Ende 1930 waren 23 Zechenkokereien angeschlossen, gegenüber 15 im Jahre 1929 und 8 im Jahre 1928. Der gesamte Zugang auf den Anlagekonten stellt sich auf rd. 14 Mill. *RM*. Der Betrieb der neuverlegten Ruhrgasleitungen verlief ohne jede Störung. Der Gasabsatz stieg von 405 Mill. m³ im Jahre 1929 auf 710 Mill. m³ im Berichtsjahre. Von der Gesamtmenge im Jahre 1930 wurden rd. 330 Mill. m³ auf Grund von Durchleitungsverträgen an Konzernwerke der Aktionäre abgegeben, rd. 380 Mill. m³ wurden auf Grund von Einkaufs- und Verkaufsverträgen abgesetzt. Von dieser Menge gingen 135 Mill. m³ an Gemeinden und kommunale Gasverteilungsgesellschaften und 245 Mill. m³ an industrielle Werke, die unmittelbar von der Gesellschaft beliefert wurden.

Das in Angriff genommene Bauprogramm wird in den nächsten Monaten vollendet. Die neue Westleitung ist bis Düsseldorf schon seit Januar 1931 in Betrieb. Die Lieferung an die Stadt Köln wird ab Mitte Mai 1931 auch vom Ruhrgebiet aus aufgenommen. Das Leitungssystem von Duisburg bis Köln wird von den Thyssenschen Gas- und Wasserwerken und der Gesellschaft gemeinsam gebaut und betrieben. Die als Sammelleitung dienende Strecke Gelsenkirchen—Dortmund ist zum größten Teil vollendet und wird in einigen Monaten in Betrieb genommen.

Der Abschluß weist einen Ueberschuß aus dem Gasgeschäft abzüglich der Gaseinkaufskosten von 4 492 243,74 *RM* aus. Nach Abrechnung von 1 868 988,26 *RM* Verwaltungskosten einschließlich Steuern, 2 673 811,13 *RM* Zinsen, 1 699 392,30 *RM* Abschreibungen und Rückstellungen sowie 3 576 587,58 *RM* Verlustvortrag aus 1929 verbleibt ein Verlust von 5 326 535,53 *RM*, der auf neue Rechnung vorgetragen wird. Das Aktienkapital beträgt 25 Mill. *RM*.

Buchbesprechungen¹⁾.

Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf. Hrg. von Friedrich Körber. Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 4^o.

Bd. 12. Abhandlung 142 bis 170. Mit 226 Zahlentaf. u. 684 Abb. im Text u. auf 25 Taf. 1930. (390 S.) Geb. 53,50 *RM*.

Fast genau ein Jahr nach Besprechung des vorhergehenden Bandes²⁾ kann hier über den zwölften mit seinen insgesamt 29 Einzelabhandlungen zusammenfassend berichtet werden. Auch er setzt einmal den Ausbau größerer bereits länger laufender Forschungsarbeiten fort und geht daneben an eine ganze Anzahl neuer Aufgaben heran. Bemerkenswert ist die mehrfache Entwicklung auf apparativem Gebiete, namentlich für magnetische Messungen. Im folgenden soll versucht werden, den Band im ganzen zu würdigen und auf bedeutsame Stellen hinzuweisen, nachdem über die einzelnen Abhandlungen in dieser Zeitschrift schon jeweils nach Erscheinen ausführlich berichtet worden ist³⁾.

Zwei Arbeiten behandeln die Erzaufbereitung; die eine den Einfluß des Eisengehaltes der Zinkblenden auf die Flotierbarkeit, die andere eine betriebsanalytische Untersuchung der Aufbereitungsanlage einer Spateisensteingrube, und zwar besonders eingehend die wichtige wirtschaftliche Frage verschiedener Arbeitsweisen. — Eine Abhandlung über die Reduktion der Eisenoxyde

durch Kohlenstoff unter Ausschluß von Sauerstoff bringt in erster Linie Feststellungen über die Temperatur des Reaktionsbeginnes.

Eine erfolgreiche Entwicklung nahmen die Arbeiten über die Konstitution von technischem Eisen und Eisenlegierungen. Das Phosphideutektikum im Gußeisen ist Gegenstand zweier Untersuchungen, die die Konstitution dieses Eutektikums besonders unter Anwendung eines neuen Aetzverfahrens und ferner den Einfluß des Siliziums und der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Konstitution des genannten Gefügebestandteiles behandeln. — Im vorigen Band wurde bereits berichtet über das Zweistoffsystem Kobalt-Chrom; die Untersuchungen hierüber wurden fortgesetzt in einer Abhandlung über die Temperaturabhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, die gleichzeitig einen Beitrag zu der noch strittigen Frage nach der Natur der magnetischen Umwandlung bei ferro-magnetischen Legierungen liefert. Ferner wurde das Zweistoffsystem Eisen-Vanadin auf Grund thermischer, mikroskopischer, magnetischer und röntgenographischer Prüfungen neu untersucht.

Die Verarbeitung des Stahles wird wieder stark berücksichtigt. So wird das Querwalzverfahren zur Herstellung großer nahtloser Rohre eingehend behandelt und die Nutz- und Verlustarbeit beim Walzen erneut untersucht, mit dem Endergebnis, daß sich Nutzleistung und Nutzarbeit praktisch genügend genau aus der Höhenabnahme des Walzgutes und dem Walzdurchmesser, dem Walzdruck und der Walzgeschwindigkeit oder der Länge des Walzgutes bestimmen lassen. Ferner wird eine Meßdose entwickelt, die mittels elektrischer Steuerung die während der

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

²⁾ Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 751.

³⁾ Vgl. St. u. E. 51 (1931) S. 480.

Walzung auftretenden Drucke erkennen läßt. In der bewährten planmäßigen Art wird wieder das Drahtziehen behandelt. Geprüft wird der Einfluß einer erhöhten Ziehgeschwindigkeit auf den Kraftverbrauch und die Werkstoffeigenschaften. Eine weitere Arbeit betrifft die Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften und Gefügeausbildung bei gezogenem Stahldraht von der vorausgegangenen Wärmebehandlung; sie dürfte zeigen, daß im Sinne der Qualitätsarbeit auch in der Verfeinerung mehr und mehr die Differenzierung je nach den Beanspruchungen in der Praxis weiter getrieben werden muß. Endlich wird ein Verfahren mitgeteilt, die Elastizitäts- und Fließgrenze von Drähten — besonders Federdrähten — durch den Verwindversuch zu bestimmen.

Auch die grundlegenden Arbeiten des Instituts über die Warmfestigkeit des Stahles wurden in der Berichtszeit weiter gefördert, wobei vorzugsweise die Versuchsausführung und Einrichtung behandelt werden. Klargelegt wird besonders der wichtige Einfluß der Versuchsbedingungen auf das Ergebnis der Streckgrenzenbestimmung an einem weichen Flußstahl bei erhöhter Temperatur. Auch das Prüfverfahren zur Bestimmung der Dauerfestigkeit wird weiter entwickelt. In einer Untersuchung über Kesselbleche wird erneut festgestellt, daß zwischen der Warmstreckgrenze und der Zugfestigkeit bei Raumtemperatur ein Zusammenhang besteht, so daß aus dem Ergebnis des Zugversuchs bei Raumtemperatur angenähert die Streckgrenze für höhere Wärmegrade bis 500° zu errechnen ist. Ein neues Gebiet wird in zwei Arbeiten über die magnetische Prüfung von Stahl betreten, und zwar wurden Kesselrohre und Drahtseile mit teilweise recht gutem Erfolge untersucht.

Berichtet wird ferner über die Anwendung der potentiometrischen Maßanalyse zur Bestimmung von Mangan, Chrom und Vanadin nebeneinander; das Verfahren dürfte den Eisenhüttenlaboratorien große Vorteile bringen. — Die im Vorjahre durch die Mitteilungen über das im Institut entwickelte Farbpyrometer angeschnittenen Fragen werden in einer größeren Arbeit weiter verfolgt. Auf dem Gebiet der Pyrometrie liegt ferner eine neue Untersuchung über das Emissionsvermögen von flüssigen Eisenlegierungen. Endlich befassen sich grundlegende Arbeiten mit der Abkühlung von Körpern mit inneren Wärmequellen und dem Wärmeinhalt von Schlacken.

Wenn so diese Uebersicht den Nachweis erbringen dürfte, daß wohl alle Zweige des Eisenhüttenwesens berücksichtigt worden sind, so mag noch betont werden, daß, ebenso wie jede einzelne Arbeit auf ihrem Gebiete wieder einen wichtigen Baustein darstellt, auch in der gesamten Tätigkeit des Instituts von neuem die Gründlichkeit und Klarheit festzustellen ist, die von jeher ein Kennzeichen seiner Arbeiten war. *E. H. Schulz.*

Pitois, E.: Sparking of steel. Facts which everybody using steel should know and use. (With 32 plates.) Preface by General Hirschauer. Translated from the French and enlarged by John D. Gat. Easton, Pa., U. S. A.: The Chemical Publishing Co. — Tokyo (Japan, 6 Nihonbashi Tori-Nichome): Maruzen Company, Ltd., 1929. (XI, 89 p.) 8°. Geb. 2 \$.

Das Werkchen bringt sowohl vom theoretischen als auch vom praktischen Standpunkt aus so bemerkenswerte Beobachtungen, daß man es mit wirklichem Vergnügen durchliest. Der Verfasser erklärt das Entstehen des Funkens dadurch, daß sich durch die große Erwärmung beim Schleifen Stahltröpfchen bilden und infolge der mit der Oxydation verbundenen Gasentwicklung platzen. Legierungselemente, wie Wolfram und Chrom, verzögern diese Oxydation und verändern das Funkenbild. Wenig

beachtet wurde bei der Funkenprobe bisher, daß auch das Gefüge das Funkenbild beeinflussen kann; überhitzter Stahl hat ein anderes Bild als normaler, austenitisch abgeschreckter Stahl unterscheidet sich von demselben Stahl im nicht abgeschreckten Zustande.

Sehr bemerkenswerte Rückschlüsse auf die Vorgänge bei der Funkenbildung lassen sich ziehen, wenn man die Funken auf eine Glasplatte schleudert und die dabei entstehenden tintenklecksähnlichen Flecke beobachtet. Diese Kleckse haben Formen, die für jeden Stahl kennzeichnend sind.

Da die Funken eine Oxydationserscheinung sind, so wird das Funkenbild im Kohlensäurestrom träge und im Sauerstoffstrom lebhaft. Der Verfasser gibt auch Anleitungen dafür, wie man die Funkenbilder mit der photographischen Platte festhalten könnte, was bisher kaum gelungen ist. *F. Ropatz.*

Schacht, Hjalmar, Dr.: Das Ende der Reparationen. Oldenburg i. O.: Gerhard Stalling (1931). (246 S.) 8°. Kart. 6,20 *R.M.*, in Leinen geb. 6,80 *R.M.*

Schacht gehört zu den wenigen Persönlichkeiten, die den Mut haben, selbständige Auffassungen zu vertreten, selbst wenn dadurch der Unwillen mancher Kreise erregt wird und diese zu dem Urteil kommen, Schacht sei kein Politiker. Das hat aber die Zeitungswelt nicht gehindert, die Veröffentlichung dieses überaus lebhaft und anschaulich geschriebenen Buches als großes politisches Ereignis so eingehend zu behandeln, daß der Buchinhalt hier als bekannt vorausgesetzt werden darf. Als besonderer Vorzug der Ausführungen Schachts ist hervorzuheben, daß sie einleuchtend den unheilvollen Einfluß nachweisen, den eine ungeschickte Regierungs- und Pressepolitik bei zwischenstaatlichen Verhandlungen ausüben kann. Wie weit das bei den Tributverhandlungen Deutschlands in Paris und im Haag tatsächlich der Fall war, wird man allerdings nicht allein auf Grund der Ausführungen dieses Buches in allen Einzelheiten entscheiden wollen, da es hin und wieder einseitig den persönlichen Blickpunkt Schachts hervorkehrt oder manche Punkte unerörtert läßt, wie den Wegfall der Goldklausel. Jedenfalls gibt Schacht hier einen sehr anregenden Einblick in die ganze Tributfrage; dabei gelangt er von den verschiedensten Gesichtspunkten aus zu der Ueberzeugung, daß am Auslauf des beschrifteten Weges das Ende der Tributzahlungen stehen müsse. Besonders gäbe es nach Schacht keine dringendere Aufgabe für eine verantwortliche deutsche Politik, als die bisher durchaus vermißte Erfüllung der im Youngplan von den Gegnern übernommenen Verpflichtungen unverzüglich zu verlangen und die Tributzahlungen so lange einzustellen, bis von den Tributgläubigern die Vorbedingungen erfüllt sind, die Deutschland in den Stand setzen, die ihm auferlegten Lasten zu tragen und abzutragen. *Dr. Rudolf Wedemeyer.*

Vereins-Nachrichten.

Eisenhütte Oberschlesien,

Zweigverein des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Dienstag, den 2. Juni 1931, 18 Uhr, findet im Bibliotheksaal der Donnersmarckhütte in Hindenburg (O.-S.) ein Lichtbildervortrag statt. Dr. G. Baum, Essen, spricht über:

Die Anwendungsgebiete der neuen deutschen Schmieröle im Hütten- und Maschinenbetrieb.

Eisenhütte Oesterreich,

Zweigverein des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Einladung zur Hauptversammlung

am 30. Mai 1931, 16 Uhr, in der Montanistischen Hochschule zu Leoben.

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Tätigkeits- und Rechenschaftsbericht.
3. Wahl des Vorstandes.
4. Anträge und Anfragen.
5. Vortrag von Oberingenieur Dr.-Ing. Bernhard Matuschka (Ternitz) über: „Die Erstarrung und Kristallisation der Stahlblöcke und ihre Beeinflussbarkeit durch Gießtemperatur und Unterkühlungsfähigkeit des Stahles“.

Anschließend zwanglose Zusammenkunft in den Räumen des Werkshotels in Donawitz.

Anmeldungen sind bis zum 23. Mai 1931 an den Arbeitsausschuß der „Eisenhütte Oesterreich“, Leoben (Steiermark), Montanistische Hochschule, zu richten. Die Hüttenfrauen sind herzlich eingeladen.