

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

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

unter Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 36

3. SEPTEMBER 1942

62. JAHRGANG

### Zur Metallurgie der Windfrischverfahren.

#### Theorie und Praxis.

Von Hanns Wentrup in Essen.

[Bericht Nr. 400 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.\*)]

*(Untersuchung der Beziehungen zwischen der Schlackenzusammensetzung und der Zusammensetzung des Bessemerstahles. Mangan- und Siliziumverteilung folgt weitgehend den Gleichgewichtsbedingungen. Uebertragung der Erkenntnisse auf das Thomasverfahren. Beziehungen zwischen Sauerstoff-, Phosphor- und Mangangehalt des Stahles und dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke. Nachprüfung der neuesten Erkenntnisse über das Verhalten der Kalkphosphatschlacken.)*

Infolge der steigenden Bedeutung, die das Thomasverfahren im Verlauf der letzten Jahre gewonnen hat, sind auch die Erörterungen über seine Metallurgie neu belebt worden. So brachten die Untersuchungen von W. Eichholtz, G. Behrendt und Th. Kootz<sup>1)</sup>, von W. Geller und A. Wilms<sup>2)</sup> sowie von J. Welter<sup>3)</sup> über den Ablauf des Thomasverfahrens weitere bemerkenswerte Tatsachen zur Ergänzung der früheren Untersuchungen, unter denen nur diejenigen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung<sup>4)</sup> <sup>5)</sup> hervorgehoben seien. Außerdem führten eingehende Laboratoriumsuntersuchungen von W. Oelsen und H. Maetz<sup>6)</sup> zu ganz neuen Anschauungen über den Charakter der Phosphatschlacken und gaben damit die Möglichkeit zu einem viel tieferen Verständnis der praktisch beobachteten Vorgänge, als dies bisher der Fall sein konnte. Schließlich ging neuerdings auch Th. Kootz<sup>7)</sup> auf die Theorie der Windfrischverfahren ein, wobei er besonders die Reihenfolge der Oxydationsvorgänge und ihre Gesetzmäßigkeiten besprach und schon gewisse Folgerungen aus der neuen Arbeit des Kaiser-Wilhelm-Instituts zog. Eine gewisse Lücke mußte jedoch immer bleiben, da die Theorie, d. h. die Kenntnis der wahren Gleichgewichtsverhältnisse, auch jetzt noch nicht so weit festliegt, daß ein unmittelbarer Vergleich von Theorie und Praxis und damit ein näherer Einblick in ihre Unterschiede möglich wäre.

\*) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Thomasbetrieb am 2. Dezember 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen. — Ausführlicher Bericht in Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 5 (1942) S. 141/86.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 61/72.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 337/49 (Stahlw.-Aussch. 382).

<sup>3)</sup> Rev. techn. luxemb. 29 (1937) S. 306/14; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 675/77.

<sup>4)</sup> Körber, F., und G. Thanheiser: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 205/19; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1176.

<sup>5)</sup> Bardenheuer, P., und G. Thanheiser: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 311/14; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 112/13.

<sup>6)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 23 (1941) S. 195/245; vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 123/24.

<sup>7)</sup> Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 1053/64 (Stahlw.-Aussch. 391).

#### Zur Metallurgie des Bessemerverfahrens.

Es ist noch nicht beachtet worden, daß für das saure Windfrischverfahren bereits eine solche Vergleichsmöglichkeit vorliegt, nachdem wiederum durch Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts über das System Fe-Si-Mn-C-O die Grundlage hierzu geschaffen wurde<sup>8)</sup>. Mit Hilfe dieser Arbeiten kann nämlich der theoretische Ablauf des sauren Verblasens ziemlich vollständig abgeleitet und dann geprüft werden, wieweit überhaupt bei einem Verblaseverfahren Gleichgewichtsuntersuchungen eine Aussage über ihren praktischen Verlauf gestatten. Deshalb wurde eine derartige Untersuchung durchgeführt und anschließend auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse nochmals das basische Windfrischverfahren einer Betrachtung unterzogen.

Die Untersuchung des sauren Windfrischverfahrens stützt sich im wesentlichen auf die Untersuchung von R. v. Seth<sup>9)</sup>. Leider beziehen sie sich aber nur auf die Herstellung höher gekohlter Stähle. Für niedriger gekohlte Stähle muß man sich mit Angaben von T. Swinden und F. B. Cawley<sup>10)</sup> sowie Mitteilungen von H. Schenck<sup>11)</sup> begnügen. In der Hauptsache müssen deshalb die Angaben v. Seths für einen Vergleich mit der Theorie gewählt werden. Ihren Ausgang muß die Erörterung hierbei von der Schlackenzusammensetzung nehmen. Bild 1 zeigt, wie sich die Zusammensetzung der Schlacken, die fast reine Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate sind, während des Verblasens im System FeO-MnO-SiO<sub>2</sub> verändert. Die Eintragungen erfolgten nach den Eisenoxydul- und Manganoxydulgehalten der Analysen; die geringen Verunreinigungen der Schlacken an Tonerde u. a., die allerdings nach den Analysenangaben 3 % nicht überschritten, wurden der Kieselsäure zugerechnet.

<sup>8)</sup> Körber, F., und W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 39/61.

<sup>9)</sup> Jernk. Ann. 108 (1924) S. 1/93; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1121/23.

<sup>10)</sup> Iron Steel 12 (1939) S. 387/91, 431/34, 593/99; Iron Coal Tr. Rev. 138 (1939) S. 502/03, 547/48; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 181.

<sup>11)</sup> Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 2. Berlin 1934. S. 91/93.

Aus den Eintragungen ist hervorgeht, daß bei sämtlichen Schmelzen die ersten Schlacken im Gebiet der Mischungslücke zwischen kieselensäuregesättigten Schlacken und reiner Kieselsäure liegen<sup>12)</sup>. Der Anteil der festen Kieselsäure in ihnen ist bei den Schmelzen A etwa 50 %; bei den Schmelzen B liegt er zum Teil noch höher, bis zu etwa 70 %. Dies besagt, daß die ersten Oxydausscheidungen reine Kieselsäure sind; erst mit Fortschreiten des Oxydationsvorganges nimmt der Anteil der kieselensäuregesättigten Schlacken zu, bis allmählich die feste Kieselsäure aufgezehrt ist. Dieser Punkt ist durch ein Abknicken der Schlacken-zusammensetzung in Richtung auf höhere Eisenoxydulgehalte in der Nähe der Linie der kieselensäuregesättigten flüssigen Schlacken gekennzeichnet. Bei den heißer erblasenen Schmelzen B liegt dieser Knickpunkt anscheinend bei etwas höheren Kieselsäurekonzentrationen als bei den Schmelzen A. Dies ist wohl als Folge höherer Temperatur und der damit verbundenen Verschiebung der Sättigungslinien anzusehen.

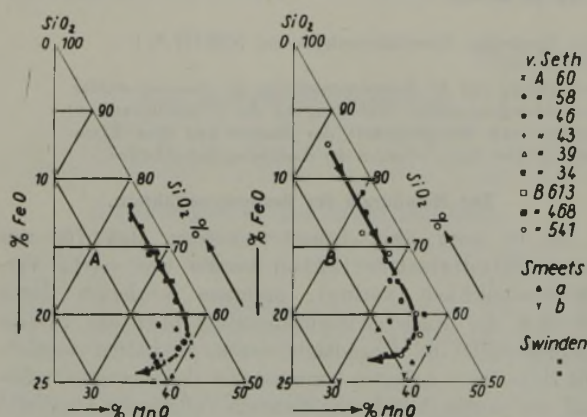


Bild 1. Schlackenzusammensetzung beim Besemerverfahren.

Will man nun die Beziehungen zwischen der Schlacken-zusammensetzung und der Zusammensetzung des Stahles überprüfen, so darf man nur die flüssigen Anteile der Schlacken in Betracht ziehen. Aus diesem Grunde wurde für die folgenden Erörterungen die Zusammensetzung der flüssigen Anteile in den Schlacken, die in den Untersuchungen angegeben werden, näherungsweise dadurch berechnet, daß der Kieselsäuregehalt der flüssigen Anteile entsprechend den Feststellungen von Körber und Oelsen<sup>8)</sup> zu 50 % angenommen und die Summe der Eisen- und Manganoxydulde dementsprechend auf 50 % umgerechnet, d. h. gegenüber den Angaben der Analyse erhöht wurde.

Diesen umgerechneten Schlackenzusammensetzungen wurde nun zunächst einmal der jeweilige Siliziumgehalt des Stahlbades gegenübergestellt. Aus Bild 2 ist bei Siliziumgehalten unter etwa 0,5 % eine klare Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke in dem Sinne zu erkennen, daß er mit fallendem Siliziumgehalt steigt. Bei Siliziumgehalten oberhalb 0,5 % ist dieser Zusammenhang nicht zu erkennen; hier zeigen sich vielmehr höhere Eisenoxydulgehalte als bei niedrigeren Siliziumgehalten. Dies ist wohl damit zu erklären, daß in diesem Gebiet nur vorzugsweise reine feste Kieselsäure ausgeschieden wird. Dies führt dazu, daß die Schlacken verhältnismäßig dickflüssig sind. Es muß angenommen werden, daß sich deshalb örtliche Ungleichgewichte bilden, die sich nur unvollkommen wieder ausgleichen konnten. Diese Ansicht wird durch die Tatsache bestärkt, daß demgegenüber im Gebiet der Siliziumgehalte unter 0,5 % die Veränderung des Eisenoxydul-

gehaltes der Schlacke mit dem Siliziumgehalt der Gesetzmäßigkeit folgt, die Körber und Oelsen<sup>8)</sup> auf Grund von Laboratoriumsversuchen angeben. Dies kommt in dem Bild dadurch zum Ausdruck, daß die Werte zwischen den theoretischen Kurven für 1500 und 1600° liegen, die nach der Gleichung  $K = [\text{Si}] \cdot (\text{FeO})^2 = 8,20 (1600^\circ)$  und  $2,20 (1500^\circ)$  berechnet wurden. Eine nähere Betrachtung der zusammengehörigen Werte zeigt sogar, daß offenbar die zu heißer erblasenen Schmelzen gehörigen Werte zur 1600°-Kurve hin liegen, während sich diejenigen der kälter erblasenen im unteren Teil des Streugebietes bewegen. Aus der Darstellung ist also die wichtige Feststellung zu entnehmen, daß beim sauren Verblasen trotz der Uebersättigung der Schlacken an Kieselsäure die Eisenoxydulgehalte ihrer flüssigen Anteile weitgehend mit den Siliziumgehalten des Stahles im Gleichgewicht stehen.

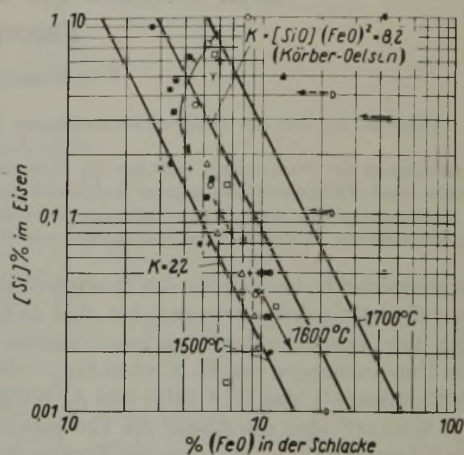


Bild 2. Siliziumgehalt des Bades in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke bei Besemerschmelzen.

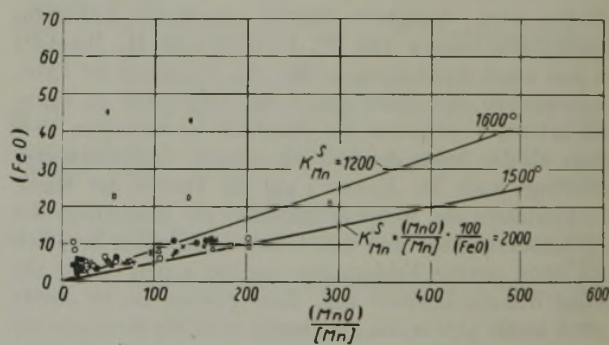
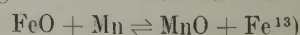


Bild 3. Manganverteilungsfaktor  $\frac{(\text{MnO})}{[\text{Mn}]}$  in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke bei Besemerschmelzen.

Auch wenn man den Zusammenhang zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke und der Manganverteilung auf Schlacke und Stahl untersucht (Bild 3), kann man erkennen, daß die Beziehungen weitgehend denjenigen entsprechen, die nach den theoretischen Untersuchungen erwartet werden müssen. Nach gewissen Abweichungen zu Beginn der Manganverschlackung, also im Bereich niedriger Werte für den Faktor  $(\text{MnO})/[\text{Mn}]$ , kommt klar zum Ausdruck, wie mit steigendem Eisenoxydulgehalt der Manganverteilungsfaktor wächst, d. h. die Manganverschlackung zunimmt. Ein Vergleich mit den eingezeichneten Geraden, die sich aus den von Körber und Oelsen angegebenen Werten für die Gleichgewichtskonstante der Reaktion



<sup>12)</sup> Siehe Fußnote 8: a. a. O., Bild 1.

<sup>13)</sup> Siehe Fußnote 8: a. a. O., Bild 4.

ergeben, zeigt, daß die Werte der Versuchsschmelzungen mit Ausnahme der Anfangswerte im Gebiet geringer Manganverschlackung wiederum gut zwischen den Geraden für 1500 und 1600° liegen. Eine Temperaturabhängigkeit der Werte in dem Sinne, daß die Werte der heißeren Schmelzen bei gegebenem Eisenoxydulgehalt kleinere Werte für  $(MnO)/(Mn)$  aufweisen, ist hier allerdings nicht mit Sicherheit zu erkennen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei der Größe dieses Faktors schon kleine Ungleichmäßigkeiten im Austausch oder in der Analyse zu verhältnismäßig starken Abweichungen führen müssen. Also auch die Manganverteilung folgt im Bessemerkonverter weitgehend den Gleichgewichtsbedingungen.

gehalten von der Mittelkurve der schwedischen Werte ab. Es liegt nahe, dies der steigenden Temperatur zuzuschreiben. Es könnte aber auch daran liegen, daß die Frischgeschwindigkeit mit sinkendem Kohlenstoffgehalt geringer wird.

Leider ist es aus Mangel an Versuchsunterlagen nicht möglich, den Zusammenhang zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke und dem Sauerstoffgehalt der Schmelzen näher zu untersuchen. Es finden sich nur einige Angaben über [O]-Gehalte in der Veröffentlichung von T. Swinden und F. B. Cawley<sup>10)</sup>, außerdem teilte B. Kalling noch freundlicherweise dem Verfasser das Ergebnis zweier Einzeluntersuchungen mit. In Bild 5 sind diese Ergebnisse in Abhängigkeit von den zugehörigen Kohlenstoffgehalten dargestellt.

Zum Vergleich wurden die theoretischen Kurven für den Zusammenhang zwischen Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt in Eisen-schmelzen für 1500 und 1600° mit eingetragen. Um den Anschluß an die Untersuchungen von Seth zu erhalten, wurden ferner die Sauerstoffgehalte, die der Mittelkurve für den Zusammenhang zwischen dem Kohlenstoffgehalt im Stahl und dem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke nach seinen Untersuchungen entsprechen, mit Hilfe der Sauerstoffverteilungskonstanten für saure Schlacken errechnet. Dabei wurde von der Überlegung ausgegangen, daß auch hier genau so Gleichgewicht zwischen dem Sauerstoffgehalt im Eisen und dem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke herrschen müßte, wie dies für die Beziehungen zwischen dem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke einerseits und dem Silizium- und Mangangehalt andererseits zuvor festgestellt wurde. Vergleicht man diese so abgeleitete Kohlenstoff-

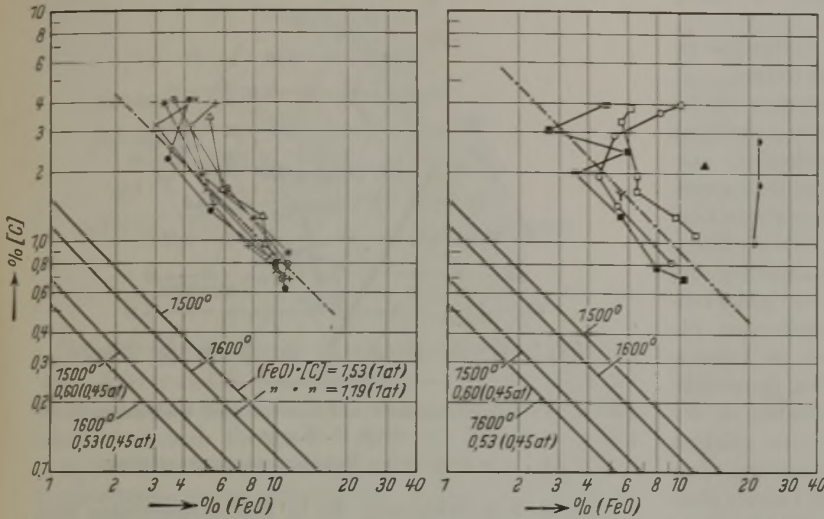


Bild 4. Kohlenstoffgehalt in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke bei Bessemer-schmelzen.

Schließlich muß nun noch der Zusammenhang zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Schlacken und dem Kohlenstoffgehalt besprochen werden. Bild 4 zeigt, daß nach gewissen Abweichungen im Gebiet der Kohlenstoffgehalte über etwa 2% sich die Eisenoxydulgehalte der Schlacken mit dem Kohlenstoffgehalt des Stahles in der Weise ändern, daß in doppeltlogarithmischer Darstellung die Verschiebung etwa geradlinig ist. Ein Vergleich mit der theoretischen Beziehung, die sich aus den Gleichgewichtsuntersuchungen, also für die Frischgeschwindigkeit 0, ergibt, zeigt, daß die Veränderung ziemlich genau parallel zur theoretischen verläuft, daß jedoch im Mittel das Produkt  $[C] \cdot (FeO)$ , das theoretisch bei kieselsäuregesättigten Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikatschlacken etwa 1,19 für 1600° und 1,5 für 1500° beträgt, bei den Versuchsschmelzen auf etwa 9,5 gestiegen ist, d. h. so, als ob sich das Kohlenoxyd gegen einen Druck von etwa 6,3 bis 8 at entwickeln müßte.

In Bild 5 ist auch noch der Zusammenhang zwischen den Eisenoxydulgehalten der Schlacke und den Kohlenstoffgehalten im Metall wiedergegeben, wie ihn H. W. Graham<sup>14)</sup> in einer allgemeinen Erörterung über das Bessemerverfahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angibt. Man sieht, daß sich die Werte im Bereich von etwa 1% C ungefähr mit den Angaben von Seths decken. Bei höheren Kohlenstoffgehalten weichen sie zu höheren Eisenoxydulgehalten ab, so wie dies auch aus den schwedischen Untersuchungen hervorgeht. Bei den geringeren Kohlenstoffgehalten, die leider von Seth nicht untersucht wurden, weichen die Werte von Graham zu niedrigeren Eisenoxydul-

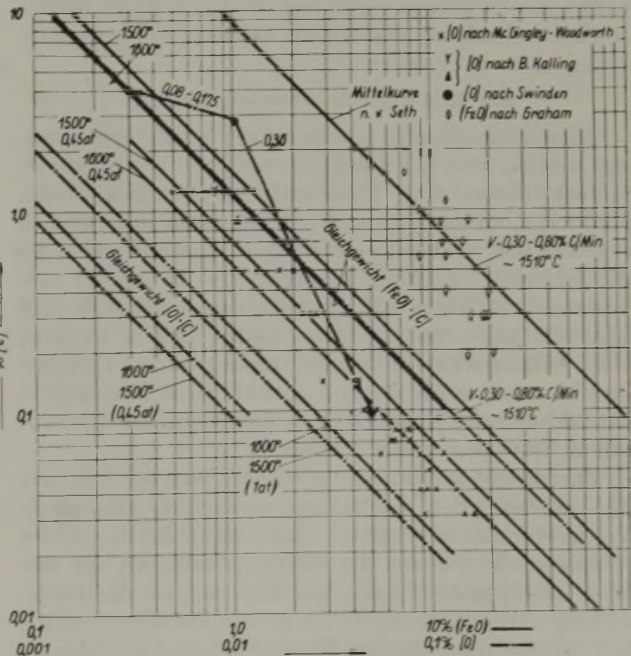


Bild 5. Zusammenhang zwischen den Eisenoxydulgehalten der Schlacke und den Kohlenstoffgehalten im Bessemerstahl.

Sauerstoff-Beziehung mit den analytisch festgestellten Sauerstoffgehalten, so erkennt man tatsächlich, daß sich die beiden von B. Kalling angegebenen Werte der abgeleiteten Kurve größenordnungsmäßig sehr gut anpassen. Einer der von Swinden angegebenen Werte deckt sich eben-

<sup>14)</sup> Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 1232, 17 S., Metals Techn. 7 (1940) Nr. 7.

falls gut mit der Kurve; die beiden anderen weichen nach oben und unten ab. Die Abweichung nach unten entspricht der Abweichung der Eisenoxydulgehalte nach H. W. Graham von der Mittelkurve der v. Sethschen Schmelzen im Bereich kleinerer Kohlenstoffgehalte. In das Bild sind schließlich auch noch [O]-Gehalte eingetragen, die E. E. McGingley und L. D. Woodworth<sup>15)</sup> mitteilten. Sie liegen im Bereich niedriger Kohlenstoffgehalte und schließen sich dem entsprechenden Wert von Swinden an.

Insgesamt gesehen scheint es also so, als ob auch die Beziehung zwischen dem Sauerstoffgehalt im Stahl und dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke derjenigen gleichkommt, die man nach den entsprechenden Untersuchungen von Körber und Oelsen über die Sauerstoffverteilung<sup>16)</sup> erwarten müßte.

Man darf danach über den Ablauf des Verblasens im sauren Konverter folgende Feststellungen treffen.

Die Schlacken, die sich als Reaktionserzeugnisse bei der Oxydation von kohlenstoff-, silizium- und manganhaltigen Eisenschmelzen im sauren Konverter abscheiden, entsprechen in ihrer Zusammensetzung weitgehend denjenigen, die unter den gegebenen Bedingungen, d. h. vorwiegend bei dem vorliegenden Sauerstoffgehalt im Eisen, mit den Eisenschmelzen im Gleichgewicht sind. Die Veränderung des Silizium- und Mangananteils steht daher mit der Schlacken-zusammensetzung in den gesetzmäßigen Beziehungen, die auf Grund der Gleichgewichtsuntersuchungen im Laboratorium abgeleitet wurden. Auch zwischen den Sauerstoffgehalten im Eisen und den Eisenoxydulgehalten in der Schlacke muß Gleichgewicht entsprechend den gültigen Verteilungskonstanten herrschen. Lediglich zwischen dem Kohlenstoffgehalt der Eisenschmelzen und dem Eisenoxydulgehalt der Schlacken besteht kein Gleichgewicht; der Kohlenstoffgehalt ist vielmehr immer höher, als es dem Gleichgewicht entspricht. Die Oxydation des Kohlenstoffs hinkt also sozusagen nach und erfordert höhere Sauerstoffkonzentrationen im Eisen, als nach den Gleichgewichtsbedingungen zu erwarten.

#### Zur Metallurgie des Thomasverfahrens.

Diese Feststellungen müssen natürlich auch berücksichtigt werden, wenn der Ablauf des basischen Windfrischverfahrens erörtert wird. Denn nach ihnen ist kein Grund, einzusehen, warum nicht auch hier der Austausch zwischen Schlacke und Eisenbad — wenigstens in dem Bereich, wo die Schlacken hinreichend flüssig sind — angenähert zum Gleichgewicht führen soll. Nur für den Kohlenstoff wird wiederum angenommen werden müssen, daß er nicht zu einer Gleichgewichtseinstellung kommen kann. Daß tatsächlich auch nichts dagegen spricht, diese Erkenntnisse auf das basische Windfrischverfahren zu übertragen, soll im folgenden gezeigt werden.

Zunächst ist es dazu wichtig, ein vollkommenes Bild über die Veränderung der Schlacken-zusammensetzung während des Verblaseverlaufs zu erhalten. Einen Anhalt für die Art der Schlacken, die während der Siliziumverbrennung aus dem Eisen ausgeschieden werden, bekommt man aus den Untersuchungen von H. Knop<sup>17)</sup>, der bei der Vanadierung und Siliziumverminderung Thomasroheisen kurzzeitig im sauren und basischen Konverter ohne Zusätze verblies. Die Schlacken, die er im sauren Konverter erhielt, waren Eisen-

oxydul-Manganoxydul-Silikate, die etwas Phosphorsäure neben Vanadinsäure enthielten. Die Schlacken aus dem basischen Konverter enthielten darüber hinaus aus Ansätzen des Converters noch etwas Kalk. In Bild 6 sind beide Arten von Schlacken, auf reine Eisen-Mangan-Silikatschlacken umgerechnet, in das Dreistoffsystem FeO-MnO-SiO<sub>2</sub> eingetragen<sup>18)</sup>. Man sieht, daß die ersten Schlacken 30 bis 40 % SiO<sub>2</sub> neben etwa 40 % MnO enthielten. Ein Unterschied zwischen den basisch und sauer erblasenen Schlacken in dem Sinne, daß die sauer erblasenen Schlacken kiesel-säurereicher wären, weil sie noch zusätzlich Kieselsäure aus dem Futter lösten, ist nicht festzustellen.

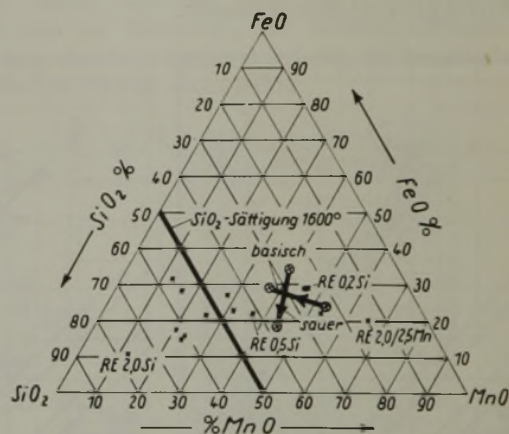


Bild 6. Vorrfrischschlacken auf saurem und basischem Futter nach H. Knop.

RE ... = zugehörige Roheisenzusammensetzung.

Die übrigen Schlacken, die in Bild 6 eingetragen sind, stammen aus siliziumreicheren Roheisen, die im sauren Konverter vorverblasen wurden. Im allgemeinen ist das Verhältnis von Manganoxydul zu Eisenoxydul in den Schlacken ähnlich; es beträgt im Mittel etwa 60 MnO zu 40 FeO bei 0,5 bis 0,75 % Mn im Roheisen. Nur bei einigen Schlacken steigt es auf 75 MnO zu 25 FeO. Dies ist bei einem Roheisen mit etwa 2 bis 2,5 % Mn der Fall. Die Kieselsäuregehalte in den Schlacken schwanken zwischen 85 und 15 %, während die Siliziumgehalte der Roheisen zwischen 3 und 0,25 % Si liegen.

Nun erhebt sich die Frage, ob sich diese Schlacken, wenn sie im basischen Konverter in Gegenwart überschüssigen Kalkes entstehen, sofort in dem Maße mit Kalk sättigen, wie es ihnen die herrschende Temperatur erlaubt. Die Möglichkeit zur Nachprüfung dieser Frage gibt zunächst die Untersuchung einer Thomasschmelze von W. Bading<sup>19)</sup>, bei der in der Zusammensetzung zwischen gelöstem und nichtgelöstem Kalk unterschieden wurde. Ihr Ergebnis ist in Bild 7 nach Umrechnung auf reine FeO-MnO-CaO-SiO<sub>2</sub>-Schlacken, d. h. unter Außerachtlassung der Phosphorsäure und der sonstigen Verunreinigungen, in das Dreistoffsystem (FeO + MnO)-CaO-SiO<sub>2</sub> eingetragen<sup>20)</sup>. Man erkennt, daß sich tatsächlich die Zusammensetzung der ersten Schlacken, die im basischen Konverter gebildet werden, auf der Linie für die Kalkgehalte bewegt, die nach den Systemen FeO-CaO-SiO<sub>2</sub> und MnO-CaO-SiO<sub>2</sub> bei etwa 1500° höchstens erwartet werden können. Man muß aus dieser Tatsache den Schluß ziehen, daß also offenbar keineswegs die entstehenden Silikat-schlacken in der Thomasbirne sofort durch die große Menge

<sup>15)</sup> Vgl. die miteinander verbundenen Werte.

<sup>16)</sup> Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 409/16 (Stahlw.-Aussch. 304).

<sup>20)</sup> Körber, F., und W. Oelsen: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 925, Bild 5.

<sup>15)</sup> Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 1346, 8 S., Metals Techn. 8 (1941) Nr. 6.

<sup>16)</sup> Siehe Fußnote 8: a. a. O., Bild 7.

<sup>17)</sup> Nicht veröffentlichter Vortrag in der Sitzung des Stahlwerksausschusses (Unterausschuß für den Thomasbetrieb) am 24. April 1941.

des anwesenden Kalkes abgeschreckt werden und nicht mit dem Kalk reagieren. Vielmehr ist hiernach anzunehmen, daß sie doch so reaktionsfähig sind, daß sie das Maß an Kalk in Lösung aufnehmen, das bei der gegebenen Temperatur möglich ist. Zu der gleichen Anschauung kommt man auch, wenn man außer der Schmelze von W. Bading noch die von W. Eichholtz verblasenen Stahleisenschmelzen<sup>21)</sup> mit in die Betrachtung einbezieht.

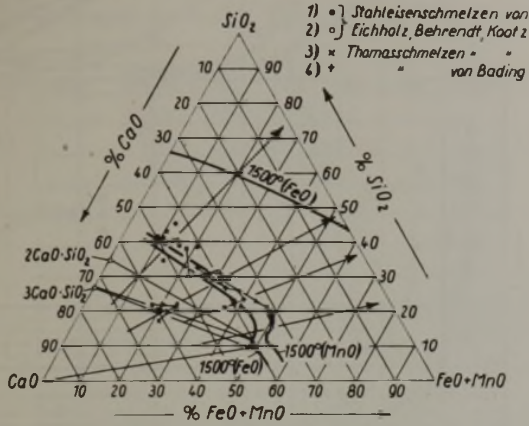


Bild 7. Zusammensetzung phosphorarmer Schlacken aus dem basischen Konverter.

Nimmt man zu diesen Untersuchungen die Ergebnisse von F. Körber und G. Thanheiser<sup>4)</sup> sowie P. Bardenheuer und G. Thanheiser<sup>5)</sup> hinzu, die sich vorzugsweise mit dem Verblaseverlauf nach Beginn der stärkeren Phosphorverbrennung befaßten, so ergibt sich eine Veränderung der Schlackenzusammensetzung während des gesamten Verblaseverlaufs, wie ihn Bild 8 darstellt. Es zeigt zusammenfassend, wie zuerst Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikate entstehen, die sich mit Kalk sättigen, aber noch wenig Phosphorsäure aufnehmen. Mit Ende der Kohlenstoffverbrennung erfolgt dann der Uebergang zur Kalkphosphatschlacke.

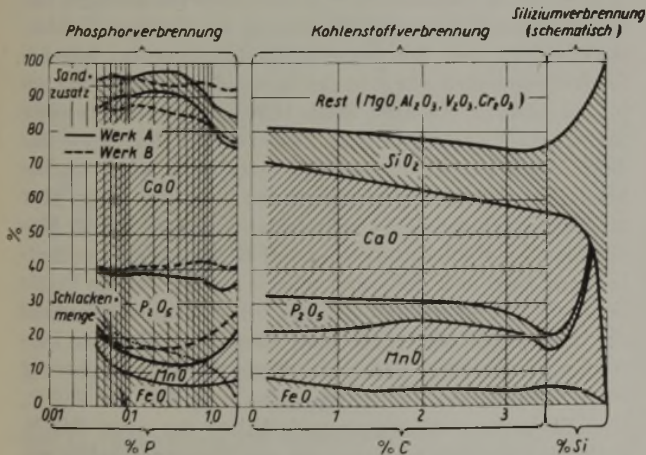


Bild 8. Schlackenzusammensetzung beim Thomasverfahren.

Um einen Vergleich mit den Untersuchungen von W. Oelsen und H. Maetz<sup>6)</sup> zu ermöglichen, ist in Bild 9 noch dargestellt, wie diese Kalkphosphatschlacken im Dreistoffsystem FeO-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> liegen, wenn man ihre Zusammensetzung entsprechend umrechnet. Sie zeigt erstens die Veränderung der Schlacken für den Fall, daß nur der Eisenoxydulgehalt, nicht aber der Manganoxydulgehalt mit berücksichtigt wird<sup>22)</sup>. Man erkennt, daß beide Schlacken,

<sup>21)</sup> Stahleisenanalyse: 0,5 bis 4,8 % Si, 2 bis 3,5 % Mn, 0,1 bis 0,4 % P.

<sup>22)</sup> „Werk A“ in Körber, F., und G. Thanheiser<sup>4)</sup>. „Werk B“ in Bardenheuer, P., und G. Thanheiser<sup>5)</sup>.

von höheren Eisenoxydul- und Kalkgehalten kommend, der Zusammensetzung des Trikalziumphosphats zustreben, und daß die kalkärmere Schlacke dieser Zusammensetzung näherkommt. Dann tritt jedoch ein Rücklauf ein, der Eisenoxydulgehalt nimmt wieder zu, und die Zusammensetzung bewegt sich bei etwas niedrigeren Kalkgehalten wieder bis zu etwa 20 % FeO. Zunächst wirkt überraschend, daß damit die Zusammensetzung zu Beginn der Entphosphorung derjenigen zu Ende der Entphosphorung wieder so ähnlich wird, daß sie nur durch etwa 5 % CaO und 5 % FeO unterschieden ist, und man könnte sich die Frage vorlegen, warum denn nicht die gewünschte Wirkung der Entphosphorung schon bei der ersten Schlackenzusammensetzung erreicht wurde. Die Erklärung liegt darin, daß sich die Einwirkung des Eisenoxyduls in diesem Gebiet, wie W. Oelsen und H. Maetz zeigen konnten, außerordentlich stark verändert. Durch die Erhöhung der Phosphorsäurekonzentration im ersten Teil der Phosphorverbrennung wird daher (siehe weiter unten) Eisenoxydul aus der Schlacke verdrängt, und erst wenn die Phosphorverbrennung weiter fortgeschritten ist, können sich wieder höhere Eisenoxydulkonzentrationen in der Schlacke bilden.

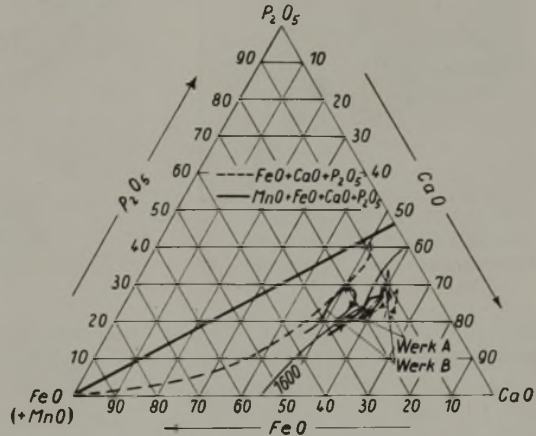


Bild 9. Zusammensetzung der Schlacken beim Thomasverfahren.

Rechnet man den Manganoxydulgehalt der Schlacken zum Eisenoxydulgehalt, so verändert sich das Bild etwas; die Schlackenzusammensetzungen liegen dann dem Trikalziumphosphat nicht mehr ganz so nahe. Außerdem rücken sie dann zum Teil etwas mehr auf die Mischungslücke zu. Ein Vergleich mit den Sättigungsisothermen für Kalk zeigt, daß die kalkreichere Schlacke an Kalk gesättigt, wenn nicht sogar übersättigt ist, daß aber auch die kalkärmere zum Schluß nicht allzu weit von der Sättigungskonzentration entfernt liegt.

Verbindet man nun die Feststellungen, die über die Schlackenzusammensetzung im Abschnitt der Kohlenstoffverbrennung gemacht wurden, mit diesen letzten Feststellungen, so kann man schematisch die Veränderung der Schlackenzusammensetzung in der räumlichen Darstellung der Kalkecke des Vierstoffsystems FeO-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub> eintragen, die von F. Körber und W. Oelsen entworfen wurde (Bild 10). Es zeigt, wie durch die Steigerung des Phosphorsäuregehalts die Schlackenzusammensetzung von dem Gebiet, in dem sie sich nur mit Kalksilikaten im Gleichgewicht befindet, in das Gebiet kommt, wo der reine Kalk wirksam wird. Hierin liegt schon eine Art Selbstbeschleunigung der Phosphorverbrennung, denn in diesem Gebiet muß die Phosphorverbindung bei gleichem Eisenoxydulgehalt wirksamer sein als in den anderen Gebieten.

Bevor nun die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt im Metall und dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke

näher besprochen werden können, ist zunächst einmal klarzustellen, von welchen Umständen der Sauerstoffgehalt im Metall abhängig ist. Denn man muß nach den Erkenntnissen aus dem Besemerverfahren annehmen, daß er sich primär mit der Metallzusammensetzung ändert und der Eisenoxydulgehalt der Schlacke dann sekundär auf Grund der Verteilungsgesetze eingestellt wird. Um den Einfluß der Eisenzusammensetzung beurteilen zu können, sind in *Bild 11* die Beziehungen zwischen dem Kohlenstoff- und dem Sauer-

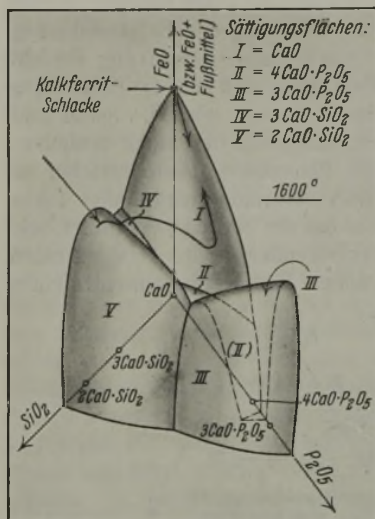


Bild 10. Kalkkecke im System CaO-FeO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub> für 1600° (schematisch nach F. Körber und W. Oelsen).

stoffgehalt einerseits und dem Phosphor- und dem Sauerstoffgehalt andererseits dargestellt, wie sie sich nach Körber und Thanheiser<sup>4)</sup> sowie Bardenheuer und Thanheiser<sup>5)</sup> ergeben. Gleichzeitig ist auch noch die Veränderung des Kohlenstoffs mit abnehmendem Phosphorgehalt eingezeichnet. Diese letzte Darstellung verdeutlicht noch einmal, daß während der Kohlenstoffverbrennung von etwa 3,5 auf 0,1 % der Phosphorgehalt nur von 2 auf 1 % abnimmt. Erst unterhalb dieses Kohlenstoffgehalts setzt die starke Phosphoroxydation ein. Sind die Phosphorkonzentrationen unter 0,5 bis 0,1 % gesunken, so bleibt der Kohlenstoffgehalt, der dann nur noch 0,01 bis 0,03 % beträgt, gleich.

Ueber die Beziehung zwischen Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt zeigt *Bild 11 a*, daß zunächst der Sauerstoffgehalt mit fallendem Kohlenstoffgehalt zunimmt. Ein Vergleich mit den eingezeichneten theoretischen Kurven ergibt, daß die Annäherung der tatsächlichen Werte an die theoretisch erwarteten mit fallendem Kohlenstoffgehalt stärker wird. Bemerkenswert ist dabei folgende Feststellung. Fast bei sämtlichen Schmelzen tritt, nachdem die höchsten in den einzelnen Kurvenzügen eingezeichneten Sauerstoffgehalte erreicht sind — sie liegen zwischen 0,07 und 0,09 % —, ein mehr oder weniger starker Abfall des Sauerstoffs ein. Das kann nur damit zusammenhängen, daß nach Beendigung der Kohlenstoffverbrennung, wenn also die Gase praktisch kein Kohlenoxyd mehr enthalten, sondern je nach der Umsetzung des Sauerstoffs mit dem Phosphor und Eisen aus mehr oder weniger reinem Stickstoff bestehen, die Schmelzen eine Gleichgewichtseinstellung auf die dadurch bedingten sehr kleinen Kohlenoxydpartialdrücke des Gases anstreben. Diese Ansicht vertreten auch Geller und Wilms<sup>2)</sup> über die Endzusammensetzung von Thomasschmelzen. Sie finden für [C]·[O]-Werte von 0,0005 bis 0,001 gegenüber 0,0025

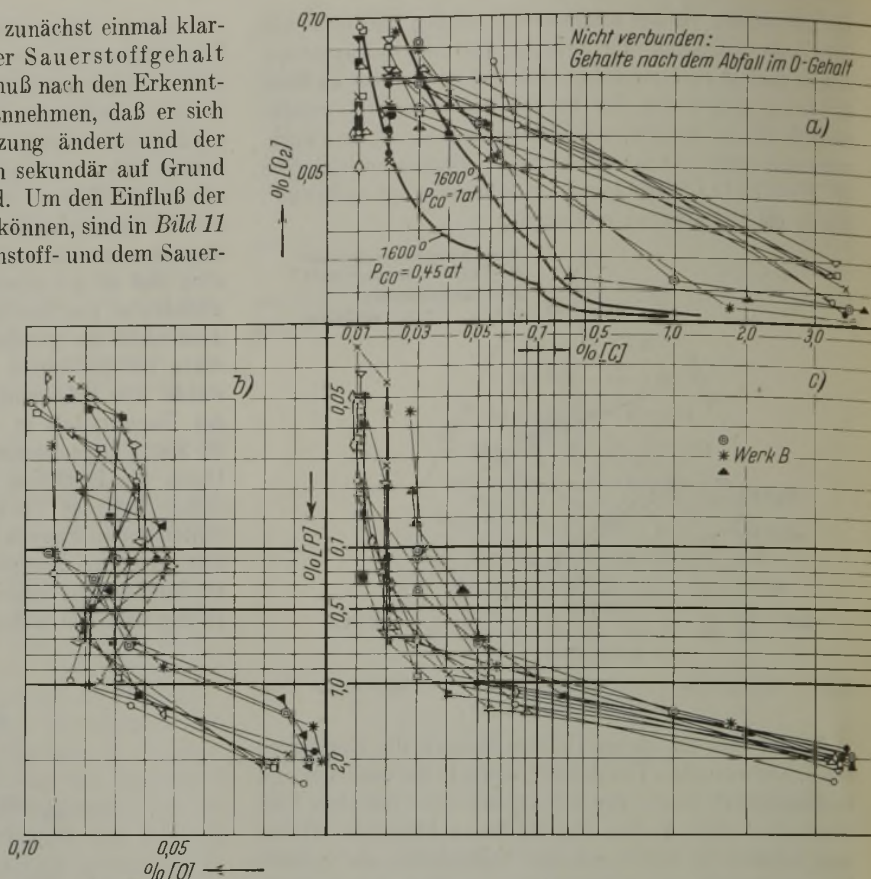


Bild 11. Veränderung der Kohlenstoff-, Phosphor- und Sauerstoffgehalte beim Thomasverfahren.

für  $p_{CO} = 1 \text{ at}$ . Dies entspricht einem  $p_{CO}$  von 0,2 bis 0,4 at. Wie die Darstellung zeigt, ist aber in diesem Bereich ein Zusammenhang zwischen Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalt nicht mehr zu erkennen. Der Grund ist in der geringen Genauigkeit der Kohlenstoffbestimmung bei niedrigen Kohlenstoffgehalten und der Sauerstoffbestimmung bei höheren Sauerstoffgehalten sowie in der dauernden Veränderung des  $p_{CO}$  zu suchen. An seine Stelle tritt ein Zusammenhang zwischen Phosphor- und Sauerstoffgehalt, wie das *Bild 11 b* zeigt. Er deutet sich zwar auch schon im Bereich der höchsten Phosphorgehalte an, wird dann aber offenbar durch die eben geschilderten Vorgänge bei der Einstellung des Kohlenstoff-Sauerstoff-Gleichgewichts undeutlich und zeigt sich dann erst wieder bei den für die Praxis richtigen Phosphorgehalten unter 0,10 %, wobei allerdings die Streuungen sehr stark sind. Man kann aber der Darstellung entnehmen, daß gegen Ende der Entphosphorung einer Senkung des Phosphorgehaltes von 0,07 auf 0,05 % eine Steigerung des Sauerstoffgehaltes um etwa 0,02 % entspricht und daß zur Erzielung von Phosphorgehalten von 0,04 bis 0,05 % hohe Sauerstoffgehalte von 0,08 bis 0,10 % in Kauf genommen werden müssen<sup>23)</sup>. Nach diesen Feststellungen dürfte es nur bedingt richtig sein, zu behaupten, daß ein Stahl mit 0,1 % P „ungewöhnlich sauerstoffrein“ sei, wie dies R. Wasmuth<sup>24)</sup> tut. „Ungewöhnlich sauerstoffrein“ ist ein Elektrostahl mit 0,005 % O<sub>2</sub>. Die vorhandenen Unterlagen reichen leider noch nicht aus, um den Grund der Streuungen in den Phosphor- und Sauerstoffgehalten feststellen zu können. Da diese Beziehung zwischen [O]

<sup>23)</sup> Ristow, A., K. Daevs und E. H. Schulz: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 896 (Stahlw.-Aussch. 314 u. Werkstoffaussch. 347).

<sup>24)</sup> Stahlbau 14 (1941) S. 69/72.

und [P] nur mittelbar ist und über den (FeO)-Gehalt und seine Wirkung auf die Phosphorverteilung geht (die unmittelbare Beziehung verlangt höhere [O]-Gehalte), wird die Schlackenzusammensetzung sich hier mit auswirken.

Betrachtet man nun die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt im Metall und dem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke, in dem man für zusammengehörige Werte die Sauerstoffverteilungs-Konstante errechnet, so erhält man die in Bild 12 dargestellten Beziehungen.

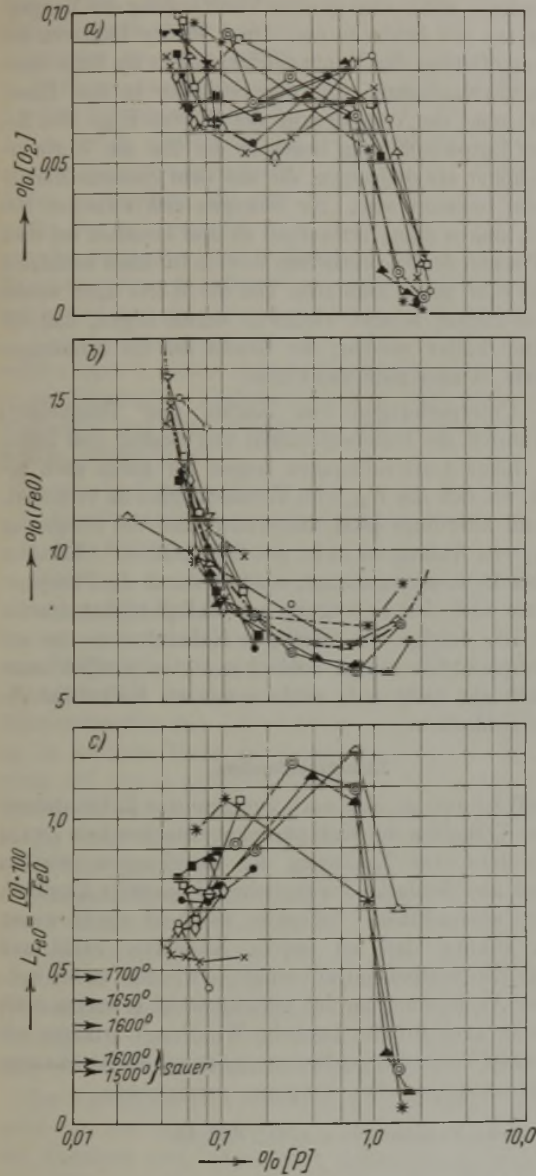


Bild 12. Veränderung von Sauerstoffgehalt des Bades, Eisenoxydulgehalt der Schlacke und  $L_{FeO}$  beim Thomasverfahren.

Das Bild zeigt im Teil a noch einmal die Veränderung des Sauerstoffgehaltes im Verlaufe der Entphosphorung, im Teil b die Veränderung des Eisenoxydulgehaltes und im Teil c die Veränderung der Verteilungskonstanten. Die Sauerstoffverteilungskonstante weist bei Beginn der Entphosphorung Werte zwischen 0,1 und 0,2 auf, steigt dann bei Phosphorgehalten von 1 bis 0,5 % bis auf Werte von 1,1 bis 1,2, um dann wieder bis zu Werten von 0,6 bei etwa 0,05 % P abzufallen. Die [O]- und (FeO)-Gehalte im Gebiet der hohen  $L_{FeO}$ -Werte zeigen, daß die Erhöhung von  $L_{FeO}$  dadurch zustande kommt, daß trotz steigender Sauerstoffgehalte im Eisen die Eisenoxydulgehalte in der Schlacke sinken.

Ein Vergleich der  $L_{FeO}$ -Werte mit den aus den Laboratoriumsuntersuchungen bekanntgewordenen ergibt, daß die ersten Werte in der Größenordnung liegen, wie sie für saure Schlacken bekanntgeworden sind<sup>6)</sup>. Die Steigerung wäre dann nach den vorhergehenden Erörterungen darauf zurückzuführen, daß die Schlacken mit der Aufnahme von Phosphorsäure zu Kalkphosphaten werden und damit das Eisenoxydul bedeutend aktiver wird. Nach den Untersuchungen von Oelsen und Maetz<sup>6)</sup> müssen Werte in der Größenordnung von 0,8 bis 3 erwartet werden. Daß sie trotz der hohen Phosphorsäuregehalte nicht die obere Grenze dieser Werte erreichen, hängt wohl mit der Anwesenheit von Manganoxydul zusammen, das den Wert der Verteilungskonstanten

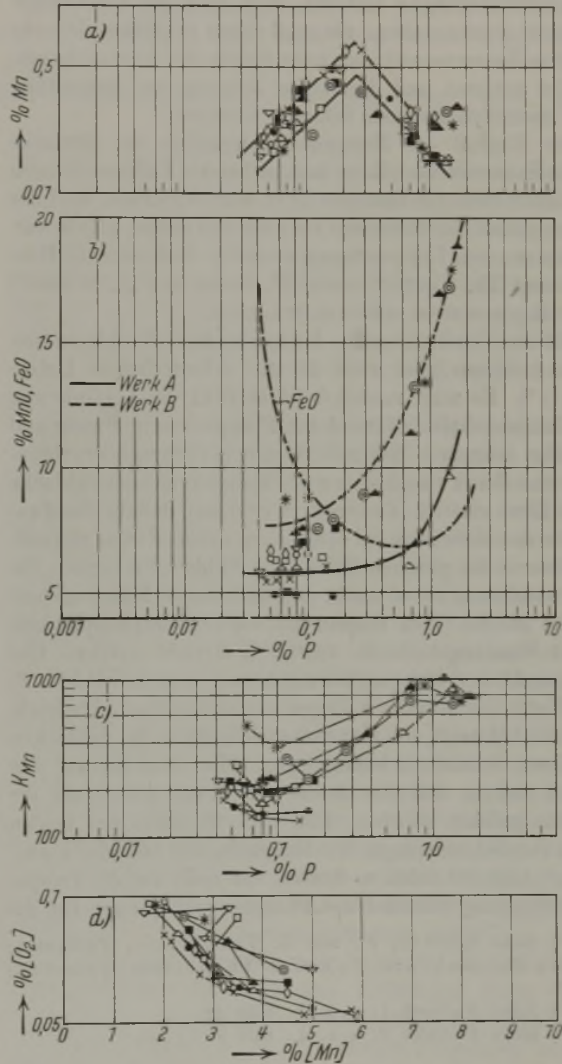


Bild 13. Veränderung des Mangangehaltes des Bades, des Manganoxydulgehaltes und des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke sowie des  $K_{Mn}$  beim Thomasverfahren.

erniedrigen muß. Das Aktiverwerden des Eisenoxyduls in der Schlacke, das sich in der Steigerung der Werte für  $L_{FeO}$  ausdrückt, führt, worauf Oelsen und Maetz schon hinwiesen, dazu, daß mit dem Beginn der starken Phosphorverbrennung, d. h. mit der Phosphoraufnahme durch die Schlacke, der Eisenoxydulgehalt der Schlacke erniedrigt wird. Es wird also, wie dies nach der Theorie erwartet werden muß, durch die Bildung der Kalkphosphate Eisenoxydul aus der Schlacke verdrängt. Das Sauerstoffangebot an das Bad wird damit verstärkt und eine Beschleunigung der Phosphoroxydation erreicht. Dieser Vorgang hat wohl hauptsächlich den Thomasstahlwerker zu der Ansicht geführt,

daß die Phosphorverbrennung sich selbst beschleunigt. Die Hypothesen, die man sich bisher über diesen Vorgang machte, können somit jetzt nicht mehr befriedigen. Vor allem besteht, wie Oelsen und Maetz schon betonten, kein Grund mehr, für die Vergrößerung des Wertes  $L_{FeO}$  Ungleichgewichte zwischen Eisen und Schlacke anzunehmen<sup>25)</sup>, vor allem, wenn man die Untersuchung des sauren Windfrischverfahrens mit in Betracht zieht. Die Untersuchungen von Oelsen und Maetz genügen vielmehr vollkommen für eine zwingende Erklärung dieses Befundes.

Wenn mit zunehmendem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke die Schlackenzusammensetzung wieder mehr derjenigen einer Kalk-Ferrit-Schlacke unter Verminderung des Phosphorsäuregehalts zustrebt, muß auch die Verteilungskonstante wieder sinken. Sie muß es um so stärker, je mehr sich ihre Zusammensetzung vom Rande des Entmischungsgebietes entfernt und damit die Neigung zur Abspaltung einer eisenoxydulreichen Schlacke abnimmt.

Der Einfluß des Manganoxydulgehaltes der Schlacke auf die Sauerstoffverteilung kommt bei den Untersuchungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts nicht zum Ausdruck, weil der Mangangehalt des Roheisens bei allen Schmelzen gleich war. Bei den neueren Untersuchungen von W. Eichholtz, G. Behrendt und Th. Kootz<sup>26)</sup> sowie W. Geller und A. Wilms<sup>27)</sup> ist er dagegen recht schön zu erkennen.

Für das Verhalten des Mangans beim Verblasen von Thomasroheisen gibt *Bild 13* die erforderlichen Unterlagen<sup>4) 5)</sup>. Es zeigt zunächst (*Bild 13a*) die Veränderung des Mangangehaltes während der Phosphorverbrennung und läßt klar erkennen, daß mit Beginn der Phosphorverbrennung eine Rückwanderung des Mangans aus der Schlacke in das Eisen eintritt. Zu beachten ist dabei, daß die Mangangehalte des Roheisens bei sämtlichen untersuchten Schmelzen etwa in der gleichen Höhe ( $\sim 1,20$  bis  $1,40$ ) lagen. Die Rückwanderung ist so stark, daß nach einem Mangangehalt von  $0,1$  bis  $0,2\%$  zu Beginn der starken Entphosphorung wieder Mangangehalte bis zu  $0,5\%$  erreicht werden. Der Höhepunkt der Manganrückwanderung liegt bei  $0,2\%$  P. Die Werte des Werkes B liegen etwas niedriger, obgleich, wie *Bild 13b* zeigt, die Manganoxydulgehalte der Schlacken bei diesen Schmelzen höher liegen. Man muß hieraus den Schluß ziehen, daß die Schmelzen etwas kälter als die anderen geführt wurden. Daß sich trotzdem bei beiden Arten von Schmelzungen der Manganbuckel fast gleich ausgeprägt zeigt, ist dahin zu deuten, daß nicht nur die Temperatursteigerung während der Phosphorverbrennung für die

<sup>25)</sup> Siehe Körber, F., und G. Thanheiser, Fußnote 4: a. a. O.; Bardenheuer, P., und G. Thanheiser, Fußnote 5: a. a. O.

<sup>26)</sup> Siehe Fußnote 1: a. a. O., Bild 18.

<sup>27)</sup> Siehe Fußnote 2: a. a. O., Bild 9.

Rückwanderung des Mangans verantwortlich zu machen ist, wie dies beim Siemens-Martin-Verfahren gewöhnlich neben der steigenden Basizität der Fall sein dürfte, sondern daß hier die Veränderung des Schlackencharakters, d. h. der Uebergang zur Kalkphosphatschlacke, eine maßgebliche Rolle mitspielt. Zwar haben Oelsen und Maetz gezeigt, daß in den Kalkphosphatschlacken der Wert  $K_{Mn}$  größer wird, d. h. bei gegebenem Eisenoxydulgehalt in der Schlacke mehr Mangan verschlackt wird; aber mit dem Uebergang zu den Phosphatschlacken tritt ja eine Verminderung des Eisenoxydulgehalts sowie eine gewisse Verdrängung des Manganoxyduls aus der Schlacke ein. Diese beiden Faktoren beeinflussen offenbar das Mangangleichgewicht im Sinne einer Manganrückwanderung von der Schlacke in das Eisen. *Bild 13c* zeigt die Veränderung des Wertes  $K_{Mn}$ . Bei Beginn der Entphosphorung liegen in der Tat die Werte erheblich höher als diejenigen, die aus dem Siemens-Martin-Verfahren bekannt sind. Sie bewegen sich zwischen 800 und 900, sinken dann fortlaufend ab und kommen bei etwa  $0,1\%$  P schon den theoretischen Werten für ideal verdünnte Schlacke sehr nahe. Daß zum Teil die Werte dann wieder etwas ansteigen, könnte vielleicht daran liegen, daß die Schmelzen kälter werden; der Grund für die Streuungen der Werte ist aber noch nicht klar.

Die Untersuchungen von Körber und Thanheiser<sup>4)</sup> werden durch die Untersuchungen von Bading voll bestätigt<sup>28)</sup>. Seine Untersuchungen zeigen vor allem noch zusätzlich, wie sich das  $K_{Mn}$  von Verblasebeginn an verändert. Man muß allerdings jetzt annehmen, daß die Steigerung des  $K_{Mn}$  von Anfang an nicht mit dem „sauren“ Charakter der Schlacke zusammenhängt, sondern durch die Phosphoraufnahme, also den Uebergang zur Kalkphosphatschlacke, bedingt ist. Infolge der sofortigen Kalkaufnahme der anfänglich gebildeten sauren Schlacken treten wirklich saure Schlacken gar nicht auf, sondern nur an Kalksilikat gesättigte Schlacken.

#### Zusammenfassung.

Damit ist gezeigt, daß nach den neuesten Erkenntnissen über das Verhalten der Kalkphosphatschlacken kein Zwang mehr besteht, zur Erklärung der Beziehungen zwischen Stahlbad und Schlacke im basischen Konverter Ungleichgewichte anzunehmen. Nachdem vielmehr nachgewiesen werden konnte, daß im sauren Konverter Stahl und Schlacke sich weitgehend so verhalten, wie man es bei weitgehender Annäherung an das Gleichgewicht erwarten muß, sollte man auch für das basische Windfrischverfahren mit der gleichen Vorstellung arbeiten und damit die Anschauung über die metallurgischen Vorgänge vereinfachen.

<sup>28)</sup> Siehe Fußnote 19: a. a. O., Bild 13.

## Die höchsterreichbaren Abnahmen beim Kaltziehen nahtloser Rohre aus weichen Stählen in einem Stopfzug.

Von Hanns Frank in Duisburg.

[Mitteilung aus dem Forschungsinstitut der Mannesmannröhren-Werke, Duisburg-Huckingen<sup>1)</sup>.]

(Bisherige und heutige Abnahmen beim Stopfzug von Rohren. Abhängigkeit der höchsterreichbaren Abnahme vom Werkstoff und von den Ziehbedingungen. Aus dem Betrieb und dem einschlägigen Schrifttum gewonnene Erkenntnisse. Ergebnisse einiger Ziehversuche mit weichen Stählen.)

Die Herstellung von Stahlrohren mit kleinsten Maßabweichungen ist oft mit einer beträchtlichen Zahl von Kaltzügen verbunden, die vor allem von den Ausgangs- und Endabmessungen abhängt. Noch bis vor kurzer Zeit

konnten in einem Kaltzug bei Rohren nur Höchstabnahmen bis zu etwa  $30\%$  vorgenommen werden. Erst durch geeignete Wärmebehandlungen, ein sorgfältiges Beizen und vor allem die Verbesserung der Ziehbedingungen konnte die Formänderung so erhöht werden, daß heute in einem Stopfzug Abnahmen von etwa  $50\%$  zu erreichen sind.

<sup>1)</sup> Auszug aus Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 24 (1942) Lfg. 9, S. 1/48.



Zahlentafel 1. Herstellungsart und Zusammensetzung der Versuchsstähle.

Ab-schnitt	Stahl	Schmelzungsart	Beruhigungsart	C %	Si %	Mn %	P %	S %	N <sub>2</sub> %
I	Bt	Siemens-Martin-Stahl Roheisen-Schrott- verfahren	weitgehend desoxydiert (beruhigt)	0,10	0,02	0,30	0,011	0,022	0,0055
	Bw <sub>1</sub>	Siemens-Martin-Stahl		0,12	0,14	0,43	0,027	0,030	0,0083
	Bh <sub>1</sub>	Duplexverfahren		0,22	0,28	0,64	0,017	0,033	0,0088
	Uw <sub>1</sub>	Siemens-Martin-Stahl	unberuhigt	0,11	Sp.	0,39	0,014	0,038	0,0046
	Uh	Roheisen-Schrott- verfahren		0,19	Sp.	0,43	0,034	0,035	0,0050
	Th	Thomasstahl		0,08	0,00	0,47	0,058	0,029	0,0137
II	Bw <sub>2</sub>	Siemens-Martin-Stahl	weitgehend desoxydiert (beruhigt)	0,13	0,15	0,50	0,026	0,039	0,0096
	Bh <sub>2</sub>	Duplexverfahren		0,23	0,22	0,73	0,034	0,028	0,0071
	Uw <sub>2</sub>	Siemens-Martin-Stahl Roheisen-Schrott- verfahren	unberuhigt	0,08*	0,00	0,44	0,028	0,043	0,0060

Nicht wenig hat die Verbesserung der Erschmelzungsbedingungen und die Angleichung der Rohrwerkstoffe an die Weiterverarbeitung dazu beigetragen. Beim Stangenziehen von Rohren sind die Verhältnisse noch günstiger, so daß der Formänderungsgrad noch weiter gesteigert werden kann. Bei den folgenden Betrachtungen wurde nur der Stopfzug ins Auge gefaßt, da er die am häufigsten angewendete Rohrziehtart darstellt. Neben der Durchführung starker Züge ist man bestrebt, Rohre zu erhalten, die gütmaßig den mit geringen Abnahmen gezogenen nicht nachstehen. Sie sollen auch ohne Nachbehandlung („zughart“) ein gutes Formänderungsvermögen und eine gute Alterungsbeständigkeit besitzen.

Überlegungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann<sup>1)</sup>, haben zu dem Ergebnis geführt, daß die in einem Stopfzug höchsterreichbare Abnahme von dem Vielfachen aus den erzielbaren Höchstwerten folgender Größen abhängig ist:

1. dem Verfestigungswert,
2. dem Formänderungswirkungsgrad und
3. dem Anstrengungsgrad.

Während der Formänderungswirkungsgrad und Anstrengungsgrad bekannte Begriffe sind<sup>2)</sup>, stellt der Verfestigungswert eine neue Größe, und zwar das Verhältnis von Endfestigkeit und mittlerer Formänderungsfestigkeit (Mittelwert der Festigkeit vor und nach dem Kaltzug) des Rohrwerkstoffes dar. Der Verfestigungswert gibt demnach an, in welchem Maße die Festigkeit eines Werkstoffes in bezug auf den Ausgangswert bei der Kaltverformung zunimmt. Er ist vor allem von dessen Zusammensetzung abhängig und liegt bei Stählen mit geringem Kohlenstoffgehalt am höchsten. Bei unberuhigt vergossenen alterungsanfälligen Stählen wird er wegen der beim Kaltziehen eintretenden Alterung und der damit verbundenen Festigkeitszunahme höher sein als bei weitgehend desoxydierten. Wenn auch der Einfluß der Wärmebehandlung bei weichen Kohlenstoffstählen nicht von besonderer Bedeutung sein kann, so dürfte doch eine Weichglühbehandlung vor dem Kaltziehen die günstigsten Werte ergeben.

Der Formänderungswirkungsgrad ist in der Hauptsache von den Ziehbedingungen abhängig und nimmt mit der Abnahme zu<sup>3)</sup>. Eine nicht unbedeutende Rolle wird beim Rohrziehen spielen, ob die Abnahme vorwiegend aus dem Durchmesser oder der Wanddicke erfolgt, da der Werkstofffluß verschieden ist. Für das Rohrziehen mittels Druck-, Stopfen- und Stangenzüge wurde der Wirkungsgrad bis zu Abnahmen von etwa 25 %<sup>4)</sup> und für das Drahtziehen bis zu etwa 45 %<sup>4)</sup> untersucht. Die Zusammensetzung

<sup>2)</sup> Siebel, E.: Die Formgebung im bildsamen Zustande. Düsseldorf 1932.

<sup>3)</sup> Pomp, A., und W. Albert: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) S. 54/111; vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 459/62.

<sup>4)</sup> Pomp, A., E. Siebel und E. Houdremont: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 11 (1929) S. 53/72; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 561/67 (Walzw.-Aussch. 67).

<sup>5)</sup> Pomp, A., und B. Zapp: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 107/18; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 656/57.

des Werkstoffes hat wenig Einfluß auf den Formänderungswirkungsgrad, wohl aber die Erschmelzung. So ist bekannt, daß sich weiche, unlegierte Siemens-Martin-Stähle unberuhigt besser als beruhigt vergossen, kalt verarbeiten lassen<sup>6)</sup>), auch kann der Formänderungswirkungsgrad eines weichen unberuhigten Thomasstahles besser als der von Siemens-Martin-Stählen sein<sup>6)</sup>. Der Einfluß der Wärmebehandlung auf den Formänderungswirkungsgrad dürfte sich wenig bemerkbar machen.

Während der Verfestigungswert hauptsächlich vom Werkstoff und der Formänderungswirkungsgrad vornehmlich von den Ziehbedingungen beeinflußt werden, ist der höchsterreichbare Anstrengungsgrad von beiden abhängig. So können die Rohre Werkstofffehler (wie Einschlüsse und Gefügeunterschiede) aufweisen, die ein gleichmäßiges Fließen erschweren oder Oberflächenfehler (wie Poren und Risse) zeigen, die durch Kerbwirkung oft ein frühzeitiges Abreißen bewirken. Von Bedeutung ist auch die Versprödung alterungsanfälliger Stähle während der Kaltverformung, die durch die verhältnismäßig hohen Temperaturen beim Ziehen mit starken Abnahmen hervorgerufen wird. Genügend desoxydierte Stähle werden daher im allgemeinen höhere Anstrengungsgrade als unberuhigte ergeben. Schließlich kann eine zu hohe Ziehgeschwindigkeit, ein stoßweises Anziehen beim Einschleiben des Stopfens oder ein Schwingen des Rohres solche zusätzliche Beanspruchungen herbeiführen, daß ein Abreißen vor dem Erreichen der höchstmöglichen Abnahme eintritt.

Das Formänderungsvermögen und die Alterungsbeständigkeit der nach dem Kaltziehen nicht wärmebehandelten („zughart“) Rohre wird außer von der Abnahme hauptsächlich von der Zusammensetzung und Erschmelzung des Stahles abhängig sein. Nebenbei werden die Abmessungen, insbesondere das Verhältnis vom Durchmesser zur Wanddicke, eine Rolle spielen.

Unter den geschilderten Blickpunkten wurde durch einige Ziehversuche die in einem Stopfzug höchsterreichbare Abnahme mit warmgewalzten (Abschnitt I) und einmal vorgezogenen Rohren (Abschnitt II) bestimmt. Gleichzeitig erfolgte die Prüfung des Formänderungsvermögens und der Alterungsbeständigkeit der Rohre vor und nach der Kaltverformung. Während im Abschnitt I

<sup>6)</sup> Pomp, A., und W. Becker: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 12 (1930) S. 263/84; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1723/24.

<sup>7)</sup> Bardenheuer, P., und H. Wünnenberg: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) S. 63/77; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 651.

vor allem die Abhängigkeit der Kaltziehfähigkeit und der Fertigeigenschaften von Rohren aus weichen Stählen von der Schmelzungs- und Beruhigungsart sowie von der Art der Vorbehandlung untersucht wurde, fand in Abschnitt II auch der Einfluß des Verhältnisses von Ausgangsdurchmesser zur Wanddicke, die Größe dieser sowie die Art der Abnahme (im Durchmesser oder in der Wanddicke) besondere Beachtung.

Die chemischen Zusammensetzungen, Schmelz- und Beruhigungsarten der Versuchswerkstoffe gehen aus *Zahlentafel 1* hervor. Es sei bemerkt, daß in Abschnitt II zum Teil wieder der Stahl Uh eingesetzt wurde. Die Versuchsstähle wurden für Abschnitt I durchweg zu Luppen  $32 \phi \times 2,25$  mm ausgewalzt. Für Abschnitt II wählte man dagegen Luppen, aus denen in einem Kaltzug mit Abnahmen von 28 bis 36 % drei verschiedene Rohrabmessungen hergestellt wurden, die aus *Zahlentafel 2* hervorgehen. Von den warmgewalzten Luppen und den vorgezogenen Rohren aller Abmessungen erhielt je ein Teil Weichglüh-, Normalglüh- oder Vergütungsbehandlungen.

Zahlentafel 2. Art der Kaltzüge.

Ab-schnitt	Ver-suchs-reihe	Kaltzüge		Querschnitts-abnahme etwa in % aus:	
		von mm	auf mm	dem Durch-messer	der Wand-dicke
I	—	$32 \phi \times 2,25$	$28 \phi \times 2,0$ 5 bis 1,10	12,5	9 bis 51
II	1	$32 \phi \times 2,25$	$28 \phi \times 2,05$ bis 1,10	12,5	9 bis 51
	2	$48 \phi \times 2,25$	$38 \phi \times 2,25$ bis 1,40	21,0	0 bis 38
	3	$48 \phi \times 5,25$	$42 \phi \times 4,50$ bis 2,65	12,5	14 bis 50

Sämtliche Ziehversuche erfolgten unter Messung der Ziehkraft mit einem gegen Stöße gedämpften Ziehwagen. Die Ziehbedingungen blieben bis auf die Ziegeschwindigkeit gleich. (Abschnitt I 3 m/min und Abschnitt II 8 m/min.) Alle Luppen und Rohre erhielten nur einen Stopfzug, wobei die Ziehringdurchmesser bei den Versuchen des Abschnittes I und für jede der drei Versuchsreihen des Abschnittes II gleichblieben. Die etwa bei 20 % beginnenden und abgestuften Abnahmen wurden ausschließlich durch Wahl verschiedener Stopfendurchmesser erreicht. Als Höchstwert für die Abnahme wurde jener angenommen, bei dem von insgesamt 5 bis 7 Rohren weniger als zwei abrissen. Die verhältnismäßig dünnwandigen Luppen von Abschnitt I und Rohre der Versuchsreihe 1 wurden mit geringer Durchmesser- und überwiegender Wanddickenabnahme gezogen (*Zahlentafel 2*). In Versuchsreihe 2 erfolgte die Abnahme der Rohre, deren Wand die gleiche wie in Versuchsreihe 1 war, vor allem im Durchmesser. In Versuchsreihe 3 erhielten die verhältnismäßig dickwandigen Rohre eine gleiche geringe Durchmesserabnahme wie in Versuchsreihe 1 und eine vorwiegende Wanddickenverminderung.

#### Höchstabnahmen.

Wie die Ergebnisse der Ziehversuche (*Zahlentafel 3*) für die warmgewalzten Luppen zeigen, wurden bei den weichen Siemens-Martin-Stählen Abnahmen von etwa 50 % und bei den härteren nur von etwa 45 % erreicht. Der Thomasstahl, der Abnahmen zwischen 45 und 50 % zuließ, war nach dem Kaltziehen vollkommen versprödet. Während die höchsterreichbaren Abnahmen für die warmgewalzten Luppen wegen der Wanddickenunterschiede nur annähernde Werte ergaben, gelang es mit den vorgezogenen Rohren, genauere Ergebnisse zu erzielen. Die eingeklammert angegebenen Werte gelten für solche Rohre, die sich zwar mit der ange-

Zahlentafel 3. Höchstereichte Abnahmen in einem Stopfzug.

Ab-schnitt	Stahl	Querschnitts-abnahme in %		
		Vorbehandlung		
		weichgeglüht	normalgeglüht	vergütet
I	Bt	50	50	50
	Bw <sub>1</sub>	50	50	50
	Bh <sub>1</sub>	45	42	45
	Uw <sub>1</sub>	50	48	52
	Uh	45	45	48
	Th	45	50	48
II	Versuchsreihe 1: $32 \phi \times 2,25$ auf $28 \phi$			
	Bw <sub>2</sub>	53,0	50,0	50,0 (51,7)
	Bh <sub>2</sub>	51,0 (52,2)	51,5	52,4
	Uw <sub>2</sub>	52,4	47,1 (47,7)	51,3 (52,4)
	Uh	52,4	50,8 (51)	53,5
	Versuchsreihe 2: $48 \phi \times 2,25$ auf $38 \phi$			
	Bw <sub>2</sub>	50,3 (52,0)	51,7	50,6 (52,0)
	Bh <sub>2</sub>	49,0 (51,0)	50,3	50,6
	Uw <sub>2</sub>	52,0	46,8 (49,5)	50,6
	Versuchsreihe 3: $48 \phi \times 5,25$ auf $42 \phi$			
	Bw <sub>2</sub>	54,2	55,2 (55,8)	56,6
	Bh <sub>2</sub>	51,5	50,3	52,0
Uw <sub>2</sub>	53,2	51,5	51,0	

gebenen Abnahme ziehen ließen, jedoch kurz vor Beendigung des Zuges abrissen. Bei allen Versuchsreihen und Werkstoffen konnten höchste Abnahmen erreicht werden, die mit wenigen Abweichungen nach unten bei etwa 50 % liegen. Eine Ausnahme macht nur der weiche beruhigte Stahl in Versuchsreihe 3 mit Werten zwischen 54,2 und 56,6 %.

Bei den warmgewalzten Luppen dürfte der Anstrennungsgrad den Ausschlag für die erreichten Abnahmen gegeben haben, da bei den Wanddickenabweichungen und der rauhen Oberfläche der Luppen mit unterschiedlichen Verformungsgraden sowie dem Entstehen von Kerben an der Rohroberfläche zu rechnen ist.

Die dadurch bedingte Empfindlichkeit gegen Bruch dürfte sich bei den härteren Stählen stärker bemerkbar machen als bei den weichen. Eine sonderliche Abhängigkeit der Ziehfähigkeit von der Schmelzweise ist bis auf den stark versprödeten Thomasstahl nicht zu erkennen. Desgleichen scheint die Vorbehandlung keine große Bedeutung zu haben, wenn auch nach dem Normalglühen etwas niedrigere Werte als nach den anderen Wärmebehandlungen gefunden wurden. In bezug auf die Rohrabmessungen und die Art der Abnahme gelten für die in der Wand gleich dicken Rohre der Versuchsreihen 1 und 2 etwa die gleichen Verhältnisse, wenn auch die Werte der letzteren im allgemeinen etwas niedriger liegen. Im Gegensatz hierzu hat Versuchsreihe 3 gezeigt, daß bei dickeren Rohren günstigere Formänderungsbedingungen bestehen können.

#### Verfestigungswerte.

Die für die verschiedenen Stähle, Vorbehandlungen und Ausgangsabmessungen des Abschnittes II in Abhängigkeit von der Abnahme gefundenen Verfestigungswerte liegen, wie *Bild 1* für die vergüteten Rohre zeigt, bei dem weichen beruhigten Stahl im allgemeinen höher als bei dem härteren. Die Höchstwerte weist der unberuhigte Werkstoff auf, die auf seine Alterung zurückgehen. In bezug auf die Vorbehandlung bestehen gewisse Unterschiede, wobei die vor dem Ziehen weichgeglühten Rohre höhere Werte als die normalgeglühten und vergüteten ergeben. Mit wenigen Ausnahmen liegen die Verfestigungswerte bei Versuchsreihe 3 am höchsten, bei 1 niedriger und bei 2 am tiefsten. Es ist anzunehmen, daß diese Abweichungen in der Hauptsache durch den verschiedenartigen Werkstofffluß bedingt sind.

Formänderungswirkungsgrade.

Während eine Abhängigkeit des Formänderungswirkungsgrades im Abschnitt II von der Zusammensetzung des Werkstoffes nicht beobachtet wurde, tritt der Einfluß der Schmelzungsart deutlich hervor. So ergeben die unberuhigten Stähle im allgemeinen höhere Wirkungsgrade als die beruhigten. Diese Verbesserung der Kaltziehfähigkeit muß auf die, bei den unberuhigten Stählen durch die Erstarrungsbedingungen erzeugte und aus technischem Weich-eisen bestehende Außenschicht zurückgeführt werden. In bezug auf die Vorbehandlung treten keine nennenswerten Unterschiede hervor, wenn auch die Wirkungsgrade der vor dem Ziehen vergüteten Rohre im allgemeinen etwas höher als nach den anderen Vorbehandlungen waren.

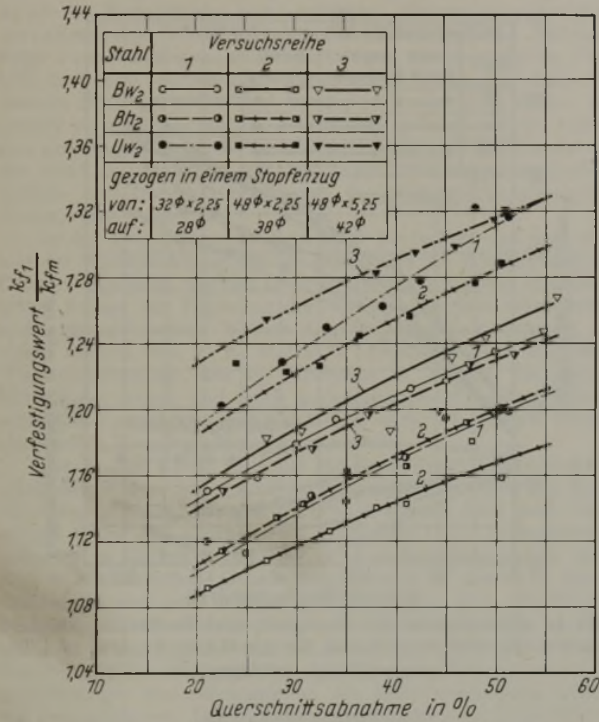


Bild 1. Verfestigungswerte für die Stähle Bw<sub>2</sub>, Bh<sub>2</sub> und Uw<sub>2</sub>. Vorbehandlung: vergütet.

Vergleicht man die Wirkungsgrade der drei Versuchsreihen miteinander, so ist z. B. Bild 2 für den weichen unberuhigten Stahl zu entnehmen, daß sie bei vorwiegender Abnahme aus der Wanddicke höher als bei starker Durchmesser-Verminderung liegen. Noch mehr steigen sie mit größer werdender Ausgangswanddicke an. Dies ist so zu erklären, daß die Reibungsfläche und damit der Reibungsverlust zwischen Ziehring und Rohr bei Versuchsreihe 1 bedeutend kleiner als bei Versuchsreihe 2 sind. Bei der dritten Versuchsreihe sind die von der Berührungsfläche von Ziehgut und Werkzeug abhängigen Reibungsverluste und Wirkungsgrade, auf den verdrängten Querschnitt der dicken Rohre bezogen, noch günstiger. Ähnlich verhält sich der weiche beruhigte Stahl, und besonders stark tritt der Unterschied von Versuchsreihe 1 und 2 gegenüber 3 bei dem härteren beruhigten Werkstoff hervor.

Anstrengungsgrade.

Bei den Anstrengungsgraden war in Abschnitt II eine Trennung der Einflußgrößen in vielen Fällen nicht möglich, wohl aber war deutlich zu erkennen, daß die Höchstwerte bei den beruhigten Stählen im allgemeinen höher als bei den unberuhigten liegen. Es bestehen demnach entgegengesetzte Verhältnisse wie bei dem Verfestigungswert und Form-

änderungswirkungsgrad. Die bei unberuhigten Stählen durch Erhöhung des Verfestigungswertes und Formänderungswirkungsgrades für die höchst-erreichbare Abnahme erzielten Vorteile gehen daher durch die Versprödung und die dadurch bedingte Abnahme des höchstmöglichen Anstrengungsgrades wieder verloren. Auf Grund dieser Erkenntnis wird verständlich, warum bei den verschiedenen Stählen und Vorbehandlungen der Versuchsreihen 1 und 2 so wenig voneinander abweichende Höchstabnahmen gefunden wurden.

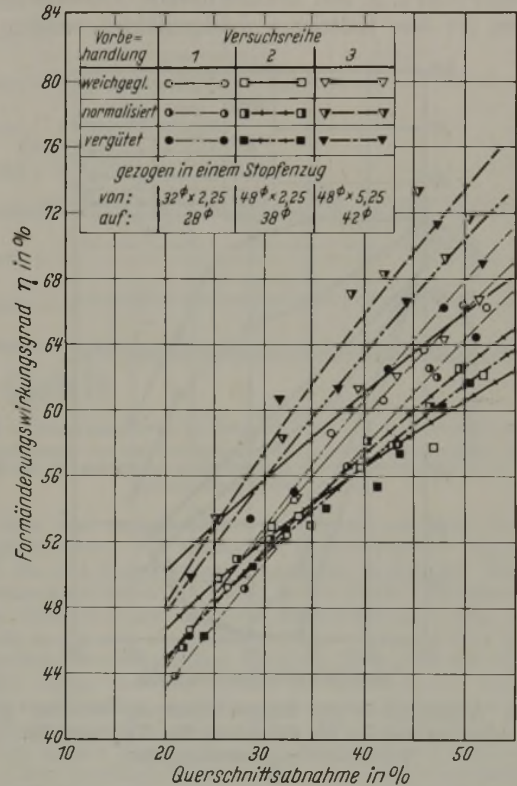


Bild 2. Formänderungswirkungsgrade für den Stahl Uw<sub>2</sub>.

Formänderungsvermögen und Alterungsbeständigkeit.

Bei der technologischen Prüfung der warmgewalzten Rohre vor und nach dem Kaltzug durch Sprengaufweit-<sup>8)</sup>, Bördel- und Stauchproben zeigte sich, daß die aus den weichen, beruhigten Siemens-Martin-Stählen gezogenen Rohre auch nach den größten Abnahmen mit wenigen Ausnahmen (Werkstoffehler) alle Prüfungen bestanden, während der weiche, unberuhigte Siemens-Martin-Stahl eine Reihe von Ausfällen durch Versprödung zeigte. Bei den härteren Stählen war die Ausgangsfestigkeit zu hoch, um eine gute Weiterverformung nach dem Ziehen zu ermöglichen. Außerdem trat bei dem unberuhigten, härteren Siemens-Martin-Stahl eine noch stärkere Versprödung als bei dem weichen ein. Der Thomasstahl war schließlich vollkommen versprödet. Eine sonderliche Abhängigkeit des Formänderungsvermögens von der Vorbehandlung war nicht zu erkennen. Die Wiederholung der gleichen Prüfung mit den zugharten Rohren aus den weichen Siemens-Martin-

<sup>8)</sup> Die Sprengaufweitprobe bestand aus einem an einem Ende angeschlitzten Rohrschnitt, der mit einem Kegeldorn bis zum Aufplatzen aufgeweitet wurde. Die im Schlitzgrund beginnend mit Verformung aufgerissenen Proben wurden als gut bewertet und die in der ersten Stufe des Aufweitens verformungslos aufgeplatzen als spröde verworfen.

Stählen nach künstlicher Alterung ergab keine Veränderungen. Insofern eine Alterung zu beobachten war, trat diese also entweder während des Kaltziehens oder unmittelbar danach ein.

Aehnliche Verhältnisse wie bei der Sprengaufweit-, Bördel- und Stauchprobe bestehen bei der Ringaufweitprobe, bei der die Einschnürung bestimmt wurde. Wenn auch die Werte im einzelnen starke Streuungen aufwiesen, so konnten doch aus den sich ergebenden Durchschnitten Schlüsse auf die Abhängigkeit des Formänderungsvermögens von der Erschmelzung, Vorbehandlung und Abnahme gezogen werden. In Bild 3 sind z. B. drei kennzeichnende Schaulinienpaare für den vor dem Kaltziehen weichgeglühten, weichen be-

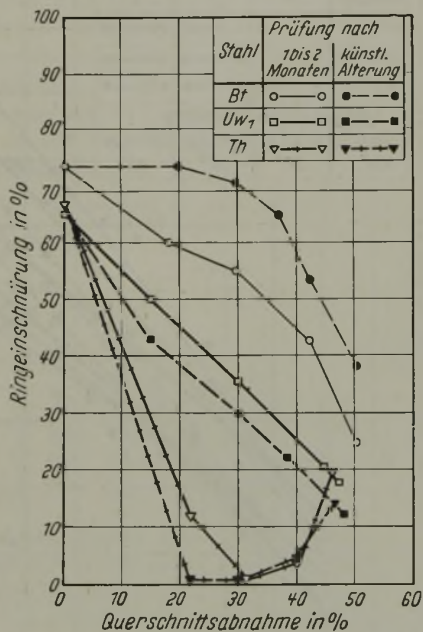


Bild 3. Abhängigkeit der Ringeinschnürung von der Querschnittsabnahme für die Stähle Bt, Uw<sub>1</sub> und Th. Vorbehandlung: weichgeglüht.

ruhigten und unberuhigten Siemens-Martin-Stahl und den Thomasstahl dargestellt. Die Einschnürung war vor dem Kaltzug für alle Stähle gleich groß. Sie nimmt mit steigender Verformung bei dem beruhigten Siemens-Martin-Stahl allmählich ab. Nach künstlicher Alterung tritt sogar eine Verbesserung der Werte durch Entspannung ein. Bei dem unberuhigten Siemens-Martin-Stahl fallen die Werte schneller ab und sinken nach dem Anlassen im Blabruchgebiet noch weiter. Der Thomasstahl zeigt schon nach geringen Abnahmen Tiefstwerte oder verformungslose Brüche der Proben. Nach künstlicher Alterung werden die Werte hauptsächlich bei den niedrigen Verformungsgraden noch weiter verschlechtert. Bemerkenswert ist, daß nach Abnahmen von 40 % und darüber ein nicht geklärter Wiederanstieg der Ringeinschnürung auch nach künstlicher Alterung zu beobachten war.

Ein Vergleich der Festigkeit für die in Abschnitt I untersuchten Stähle vor und nach den verschiedenen Querschnittsabnahmen zeigt ebenfalls, daß unter den weichen Siemens-Martin-Stählen die unberuhigten stärker als die beruhigten verfestigen und der Thomasstahl die höchsten Werte aufweist. Dieser Anstieg der Verfestigung ist wieder hauptsächlich auf die Alterungsneigung zurückzuführen und bringt den Nachteil der Versprödung mit sich. Von den zahlreichen Bruchspannungslinien wurden in Bild 4 eben-

falls nur die für die weichgeglühten Luppen aus dem weichen beruhigten sowie unberuhigten Siemens-Martin-Stahl und dem Thomasstahl geltenden herausgegriffen. Der Thomasstahl weist unmittelbar nach dem Kaltzug, nach längerem Lagern und künstlicher Alterung fast die gleichen Werte auf, die mit geringen Abweichungen für die drei Stähle am höchsten liegen. Die Festigkeit des unberuhigten Siemens-Martin-Stahles nimmt beim Lagern stark zu, beim Anlassen im Blabruchgebiet fällt sie jedoch unter die Ausgangswerte ab. Ähnliche Verhältnisse bestehen bei dem beruhigten Siemens-Martin-Stahl. Diese Unterschiede treten noch deutlicher bei der Kerbschlagprobe hervor, wobei sich grundsätzlich das gleiche Bild wie bei der Ringaufweitprobe ergibt.

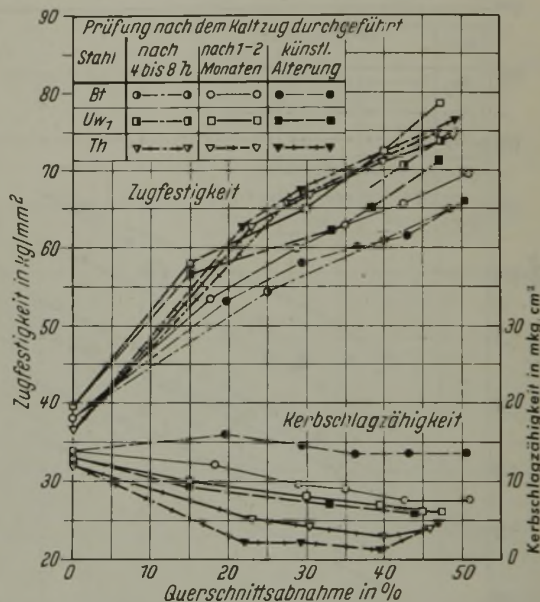


Bild 4. Abhängigkeit der Festigkeit und Kerbschlagzähigkeit von der Querschnittsabnahme für die Stähle Bt, Uw<sub>1</sub> und Th. Vorbehandlung: weichgeglüht.

Zusammenfassung.

Die beim Kaltziehen nahtloser Rohre in einem Stopfenzug höchsterreichbare Abnahme ist von dem Vielfachen aus dem höchsterzielbaren Verfestigungswert (Verhältnis von Endfestigkeit zu mittlerer Formänderungsfestigkeit), Formänderungswirkungsgrad und Anstrengungsgrad abhängig. Durch Versuche mit weichen Stählen wurde ein Höchstwert von 56,6 % erreicht. Der Verfestigungswert ist bei weichen unberuhigten Siemens-Martin-Stählen und nach einer vorangegangenen Weichglühung am größten. Der höchstmögliche Formänderungswirkungsgrad liegt bei unberuhigten vergossenen Stählen höher als bei beruhigt vergossenen und ist nach dem Vergüten günstiger als nach dem Weich- und Normalglühen. Der Einfluß der Ziehbedingungen, der nicht näher untersucht wurde, ist aber stärker als die Abhängigkeit von der Vorbehandlung. Dickwandigere Rohre und vorwiegende Abnahmen aus der Wanddicke geben bessere Wirkungsgrade als dünnwandige Rohre und stärkere Durchmessererminderungen. Umgekehrte Verhältnisse wie bei dem Verfestigungswert und Formänderungswirkungsgrad bestehen für den höchsterreichbaren Anstrengungsgrad bei dem Einfluß der Erschmelzung, der Ausgangsabmessungen und der Formänderungsart, während die Abhängigkeit von der Vorbehandlung anscheinend unwesentlich ist.

# Umschau.

## Neue Fortschritte in der Windtrocknung.

Die Frage, ob die Trocknung des Windes für den Hochofen nutzbringend oder nachteilig wirkt, ist noch nicht entschieden. Die Ansichten der Hochofenleute in allen Ländern gehen zu weit auseinander, als daß ein endgültiges Urteil darüber gefällt werden könnte. Als vor etwa 40 Jahren der Amerikaner J. Gayley<sup>1)</sup> zum ersten Male eine Maschine herausbrachte, die durch Ausfrieren dem Wind seine natürliche Feuchtigkeit entzog und damit erstaunliche Erfolge in Erzeugungssteigerung und Koksverbrauch ankündigte, fand sein Verfahren in den drei großen eisenerzeugenden Ländern Deutschland (Werk Deutscher Kaiser), England und den Vereinigten Staaten lebhaft Beachtung. Nach wenigen Jahren wurden jedoch fast alle für die Windtrocknung geschaffenen Einrichtungen wieder stillgesetzt, da sie die Erwartungen nicht erfüllten. Einerseits verursachte der getrocknete Wind bei manchen Hochofen eine laufende Folge von Rohgängen, andererseits wogen die gewonnenen Vorteile die hohen Betriebskosten in keiner Weise auf. Auch die Isabella-Hochofenwerke der Carnegie-Illinois Steel Corp., wo Gayley seine Erfindung in Anwendung gebracht hatte, sahen sich gezwungen, obgleich die Nützlichkeit des Verfahrens durchaus nicht zu verkennen war, im Jahre 1916 wegen der hohen Anlage- und Unterhaltungskosten ihre Windtrocknungsanlage wieder stillzusetzen.

In der Folgezeit ruhte dann jeder Fortschritt auf dem Gebiet der Windtrocknung, bis im Jahre 1939 die Woodward Iron Comp. in Alabama, auf den alten Erfahrungen fußend, eine neuartige Anlage zur Vereisung der Windfeuchtigkeit entwickelte und in Betrieb setzte. Nähere Angaben darüber finden sich in einem Bericht von E. K. Miller<sup>2)</sup>. Danach scheint die neue Windtrockenanlage den im Hochofen so störend wirkenden Einfluß der hohen und stark schwankenden Windfeuchtigkeit weitgehend gemeistert und inzwischen auch bei anderen Hochofenwerken Eingang gefunden zu haben.

Die Anlage wurde zunächst für einen Feuchtigkeitshöchstgehalt des Windes von 7 g/m<sup>3</sup> in Dienst gestellt. Nach den bald eintretenden guten Erfolgen bei Ofen 1 wurden dann noch zwei weitere Oefen auf Trockenwind umgestellt. Der Versuchsofen hatte 8,7 m Gestellhöhe, 9,15 m Rastdurchmesser und 27,5 m Schachthöhe. Seinen Wind erhielt er durch 18 Blasformen. In den sechs Monaten, in denen der Ofen mit Windtrocknung betrieben wurde, hat er die Erfüllbarkeit der hierbei gehegten Erwartungen bewiesen. Der Feuchtigkeitsgehalt blieb dauernd gleichmäßig niedrig, der Ofengang wurde sichtlich gleichförmiger und störungsloser, die Roheisenanalysen besser und ausgeglichener. Die Erzeugung stieg sprunghaft in die Höhe, der Koksverbrauch sank erheblich. In einem Vergleich zu denselben Monaten des vorausgegangenen Jahres sind die Betriebsergebnisse für die Zeit von Juni bis September in *Zahlentafel 1* zusammengestellt, die eine bis 18,5 % betragende Erzeugungssteigerung und eine bis 5,5 % betragende Koksersparnis ersehen läßt. Diese beachtlichen Erfolge sind geeignet, dem neuen Verfahren einige Aufmerksamkeit zu schenken.

Zahlentafel 1. Vergleich der Betriebszeit des Hochofens 1 mit Trockenwind von Juni bis September 1941 mit den gleichen Zeiten des Jahres 1940.

Zeit	Veränderung gegen die gleiche Zeit 1940		Feuchtigkeitsgehalt des Windes			
	Erzeugung %	Koksverbrauch %	ohne Windtrocknung			mit Windtrocknung g/m <sup>3</sup>
			niedrigster g/m <sup>3</sup>	höchster g/m <sup>3</sup>	Durchschnitt g/m <sup>3</sup>	
Monatsdurchschnitt 1941 gegen die gleiche Zeit 1940	+ 8,22	- 3,03	3,2	23,3	11,9	7,7
Juni 1941	+ 14,55	- 4,31	6,4	21,2	13,3	7,8
Juli 1941	+ 16,67	- 5,46	7,2	23,3	15,7	8,5
August 1941	+ 14,84	- 3,04	7,2	20,5	13,5	8,2
Sept. 1941	+ 18,46	-	6,9	22,6	12,6	7,6
Durchschnitt von Juni bis Sept.	+ 16,13	- 4,27				

Obgleich keine Zweifel mehr bestanden, daß sich die Windtrockenanlage auf Ofen 1 sehr günstig ausgewirkt hatte, wurde beschlossen, die Anlage zur Bestätigung der gemachten Erfahrungen auch auf einen anderen Ofen zu schalten. Im September 1941 wurde dieser Versuch durchgeführt (*Bild 1*). Un-

gewöhnlich schnell wirkte sich der begünstigende Einfluß der Windtrocknung auch hier aus. Während bei Ofen 1 die Erzeugung unmittelbar nach dem Umstellen bis um 14,5 % abfiel, stieg sie bei Ofen 3 entsprechend um 13,9 % an. Als man nach 14 Tagen wieder auf Ofen 1 zurückschaltete, paßten sich die Oefen in gleicher Weise wieder der Windtrocknung an und stellten die alten Verhältnisse wieder her.

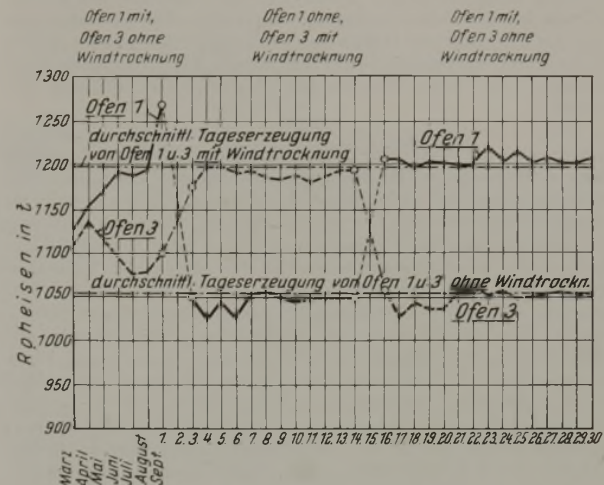


Bild 1. Erzeugungskurven bei Ofenbetrieb mit und ohne Windtrocknung. Bemerkung: Zu den Durchschnittslinien sind nicht eingerechnet die Umsetztage (2. und 15. 9.) sowie die Tage 11., 12., 13., 21. und 26. 9. wegen anderweitiger Betriebsstörung.

Auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus kann die neue Anlage bestehen. Sie nimmt im Hochofenbetrieb nur wenig Platz ein und bedarf keiner besonderen Bedienung. Der Gebläsemaschinewarter überprüft neben seinen sonstigen Aufgaben allstündlich den Gang der Ausfriermaschine kurz. Rechnerisch macht sich die Anlage in Kürze bezahlt. Was in den ersten sechs Betriebsmonaten durch das Turbogebälse an Dampf gespart wurde, überstieg weitaus die Betriebskosten der Neuanlage einschließlich der Wärmeverluste des Windes, der naturgemäß um einige Grad kälter in den Winderhitzer eintrat.

Die weitere Entwicklung der Windtrocknung wird dahin gehen, den Feuchtigkeitsgehalt noch weiter herunterzudrücken, bis möglichst unter 1 %. Obgleich manche Hochofenleute diese Entwicklung vom Standpunkte der Betriebserparnis aus begrüßen würden, scheinen doch hier und da Stimmen laut zu werden, die bei weiterer Verminderung des Feuchtigkeitsgehaltes eher Schaden als Nutzen voraussehen, indem sie bei zu trockener Luft stärkere Hängeerscheinungen erwarten zu müssen glauben. In Alabama will man jedenfalls weitere Versuche in dieser Richtung anstellen, um auch diese Frage noch zu klären.

Arno Wapenhensch.

## Oberflächenhärtung von Zylinderbohrungen mit Induktionserhitzung.

Zur Erzielung von verschleißfesten Oberflächen an Maschinenteilen sind in den letzten Jahren neben der bisher gebräuchlichen Einsatz- und Nitrier-Oberflächenhärtung weitere Verfahren ausgearbeitet worden; beispielsweise die Hartverchromung und die Oberflächenhärtung mit der Leuchtgas-Sauerstoff- oder Azetylen-Sauerstoff-Flamme. Außer diesen Verfahren findet vielfach auch die elektroinduktive Oberflächenhärtung<sup>1)</sup> Anwendung, bisher vornehmlich für solche Werkstücke, bei denen die Verschleißfestigkeit der äußeren Oberfläche erhöht werden soll. Die Budd Induction Heating, Inc., hat ein neues Verfahren zum Innenhärten von Zylinderbüchsen entwickelt, über das F. P. Peters und E. F. Cone berichten<sup>2)</sup>. Ähnlich der Außenhärtung mit Induktionserhitzung, die bereits seit längerer Zeit in Amerika, Rußland und auch in Deutschland angewandt wird, ist dieses neue Härteverfahren sowohl für unlegierten und legierten Stahl als auch für Gußeisen geeignet.

<sup>1)</sup> u. a. Bennighoff, W. E., und H. B. Osborn: Steel 108 (1941) Nr. 19, S. 96/98. <sup>2)</sup> Metals & Alloys 13 (1941) Nr. 6, S. 713/22.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 24 (1904) S. 1289/96.

<sup>2)</sup> Blast Furn. 29 (1941) S. 1103/07.

Zur Aufheizung der zu behandelnden Werkstückflächen auf Härtetemperatur wird in bekannter Weise eine Konzentration der Heizströme durch zweckmäßige Ausbildung der diesen Werkstückflächen benachbarten Heizgeräte erwirkt. Der Erhitzungsvorgang wird so schnell durchgeführt, daß ein Wärme- fluß zu Werkstückzonen, deren Werkstoffeigenschaft und Gefüge nicht beeinflusst werden soll, verhindert wird. Nach dem Erreichen der erforderlichen Härtetemperatur wird durch Abschrecken mit Wasser der Härtungsvorgang beendet. Ein besonderer Vorzug des Verfahrens ist die große Genauigkeit in der Einhaltung der einmal gewählten Härtetiefe und des Härteverlaufs bei der Reihenfertigung. Hierzu ist eine genaue Regelung der zugeführten Hochfrequenzleistung, der Frequenz des Stromes, der Aufheizzeit sowie der Menge, des Druckes und der Richtung des zum Abschrecken verwendeten Wassers erforderlich.

Zur Erzeugung des Heizstromes wird ein Motor-generator verwendet. Zur Behandlung der Werkstücke selbst dient eine geeignete Härtungsvorrichtung mit Heizkopf, Abschreckbrausen und Aufnahmevorrichtungen, die den jeweils zu behandelnden Werkstücken angepaßt sind. Für die Härtung von Laubbüchsen für Flugmotorenzylinder oder von Zylinderblöcken für Kraftwagenmotoren ist bei der Budd Induction Heating, Inc., ein wasserstoffgekühlter Generator mit 500 kW Leistung und 800 V Spannung bei einer Frequenz von 9600 s erstellt. Um die Härtung der Werkstücke unmittelbar in der Fließfertigung durchführen zu können, werden die wenig Platz beanspruchenden Härtevorrichtungen am Fließband aufgestellt. Der Hochfrequenzumformer kann dabei 100 bis 200 m entfernt sein, wobei durch Verwendung von Sonderkabeln mit konzentrischen Leitern die in den Zuführungen auftretenden Stromverluste 1 bis 2 % nicht übersteigen. Zur Einhaltung der elektrotechnischen und härtetechnischen Bedingungen sind besondere Schalt- und Regeleinrichtungen entwickelt worden, die einen genauen Ablauf der einzelnen Arbeitsvorgänge unter Einhaltung der eingestellten Arbeitszeiten gewährleisten.

Zu der für den Sonderzweck der Innenhärtung entwickelten Härtungsvorrichtung sei im einzelnen noch folgendes ausgeführt. Der Härtetransformator ist im Kopf der Maschine eingebaut. An die Sekundärspule des Transformators ist über konzentrische Zuführungsschienen der eigentliche Heizkopf angeschlossen. Zur Regelung der im Heizkopf erforderlichen Leistung sind Primär- und Sekundärwicklung des Transformators gegeneinander verschiebbar. Gleichzeitig können am Transformator Schalteinrichtungen angebracht werden, die die genaue Zu- und Abschaltung der Hochfrequenzenergie gestatten. Die den Heizkopf tragenden Stromzuführungen bestehen aus gegeneinander isolierten konzentrischen Kupferleitungen, die in ihrer Ausführung einer Werkzeugmaschinen-spindel ähnlich sind. In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, zur Erhöhung der Gleichmäßigkeit der Härtung die Werkstücke während der Behandlung zu drehen oder bei längeren Bohrungen eine Bewegung zwischen Werkstück und Heizgerät in axialer Richtung des Werkstückes durchzuführen. In jedem Fall sind die Haltevorrichtungen so angeordnet, daß der Kopplungsabstand zwischen Heizkopf und Werkstückinnenwandung genauestens eingehalten wird. Der Heizkopf besteht aus einer Kupferrohrspule, die um einen das Magnetfeld konzentrierenden lamellierten Eisenkern gelegt ist. Die im Unterteil der Vorrichtung angebrachte Abschreckeinrichtung ist höhenverstellbar. Bei Beendigung des Heizvorganges wird sie nach oben bewegt und nach erfolgtem Abschrecken in ihre Ausgangsstellung zurückgebracht, um das Auswechseln der Werkstücke zu ermöglichen. Zur Einstellung der einzelnen Arbeitsgänge sind von einem Synchronmotor angetriebene Kammwalzen vorgesehen. Die Behandlung der einzelnen Werkstücke einschließlich Auflegen, Schließen der Haltevorrichtung, Anheben des Werkstückes, Aufheizen, Abschrecken, Senken des Werkstückes und Öffnen der Haltevorrichtung dauert je nach Werkstückart etwa 15 bis 30 s. Ein besonderer Vorteil der Härtungsvorrichtung ist der geringe Raumbedarf.

Das neue Verfahren ist bisher für drei besonders wichtige Anwendungsgebiete ausgearbeitet worden, und zwar für die Härtung von Zylinderlaufbüchsen, von Zylinderblöcken und von Radnaben. Weitere Anwendungsgebiete können nicht erörtert werden, da es sich hierbei um die Behandlung von Teilen handelt, die für die amerikanische Wehrmacht gefertigt werden. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß das Verfahren den bisher üblichen Härtungsarten, d. h. der Flammenhärtung, der örtlichen Wärmebehandlung und dem Verstickten überlegen ist.

Mit der vorbeschriebenen Härtungsvorrichtung wird die Oberflächenhärtung von Zylinderlaufbüchsen für Flugmotoren aus Stahl mit rd. 0,45 % C, 0,6 bis 0,9 % Mn, 0,8 bis

1,10 % Cr und 0,15 bis 0,25 % Mo (SAE 4145 oder VCMo 140) bereits laufend durchgeführt. Untersuchungen der so behandelten Laubbüchsen haben ergeben, daß die erzielte Härteschicht dauerhafter, tiefer und gleichmäßiger ist als eine verstärkte Schicht. Ein Ablättern wurde auch bei der reihenmäßigen Anwendung bisher nicht beobachtet. Je Arbeitsschicht können mit der Vorrichtung 500 Zylinderbüchsen gehärtet werden. Weitere Versuche haben gezeigt, daß der bisher verwendete Stahl SAE 4145 oder VCMo 140 auch durch unlegierten Stahl mit 0,35 bis 0,45 % C und 0,60 bis 0,90 % Mn (SAE 1040 oder St C 45.61) ersetzt werden kann. Dabei werden die Zylinderbüchsen vor der Härtung auf 32 Rockwell-C-Härte vergütet. Bei einer Härtetiefe von 1 bis 1,3 mm ergibt sich eine Oberflächenhärtung von 62 bis 64 Rockwell-C-Einheiten. Als Aufmaß für das nach dem Härten durchgeführte Schleifen wird 0,1 bis 0,15 mm je Fläche gerechnet.

Bei der Firma Caterpillar Tractor Co. werden alle Zylinderblöcke für Dieselmotoren nach dem neuen Verfahren oberflächengehärtet. Auch in diesem Fall ist die Härtungsvorrichtung unmittelbar am Fließband aufgestellt. Die Härteannahme ist bei der Verwendung von Gußeisen mit 2,8 bis 3,1 % C, 0,25 bis 0,5 % Cr und 0,5 bis 1 % Ni ausreichend. Hierbei gibt die Induktionserhitzung gleichzeitig eine besonders gute Prüfung der behandelten Werkstücke auf Werkstofffehler, da beim Vorhandensein von Lunkern oder Rissen an oder unmittelbar unter der Oberfläche bei der Hochfrequenzbehandlung diese Stellen sich wesentlich stärker erhitzen und eine sichtbare Überhitzung, in manchen Fällen sogar eine Schmelzstelle auftritt. Die schadhaften Werkstücke können nach der Härtungsbehandlung ohne Anwendung der früher üblichen metallographischen und Magnetpulverprüfverfahren ausgeschieden werden.

Für ein anderes großes amerikanisches Kraftwagenwerk werden die zylindrischen Innenflächen von Hinterradnaben der Kraftwagen gehärtet. Bisher sind etwa 5 Millionen dieser Werkstücke nach dem neuen Verfahren behandelt worden, ohne daß sich bei den Verbrauchern irgendwelche Anstände gezeigt haben. Jede Hinterradnabe erfordert eine Behandlungszeit von 20 s, einschließlich des Einspannens, Aufheizens, Abschreckens und Wechsels der Werkstücke. Falls erforderlich, kann die stündlich durchgesetzte Menge von 180 auf 240 Stück gesteigert werden. Bei Verwendung von Stahl St C 45.61 ergibt sich eine Oberflächenhärtung von 60 bis 62 Rockwell-C-Einheiten bei einer Härtetiefe von etwa 2,5 mm. Anschließend an die Härtung werden die Teile lediglich fertiggeschliffen.

Die Gefügeuntersuchung der nach dem neuen Verfahren gehärteten Teile ergab ein äußerst feines Gefüge in der Härteschicht, das durch das auf das kurzzeitige Aufheizen folgende schroffe Abschrecken zurückgeführt wird. Es zeigt sich hierbei, daß trotz äußerst kurzer Erhitzungszeiten die Martensitbildung einwandfrei vor sich geht. Allerdings bedingt die kurze Aufheizzeit die Anwendung einer gewissen Übererwärmung, wobei jedoch unerwünschtes Kornwachstum durch die Kürze der Temperatureinwirkung vermieden wird.

Abschließend kann festgestellt werden, daß durch das Innenhärten von Bohrungen mit Induktionserhitzung die Möglichkeit gegeben ist, für die verschiedensten Werkstücke an Stelle der früher üblichen Stähle legierungärmere zu verwenden. Das Verfahren stellt eine vorzügliche Ergänzung zu der bereits eingeführten Härtung von Außenflächen mit Induktionserhitzung dar.

Gerhard Seulen.

### Wieviel kleine Kreise haben in einem großen Kreise Platz?

Oder: Zahl, Oberfläche und Gewicht von Stäben, Rohren, Drähten u. ä. in Abhängigkeit von ihrem Durchmesser und Umhüllungsquerschnitt.

Diese zunächst theoretisch klingende Frage hat praktische Bedeutung; man erkennt diese, wenn man die obige Aufgabe etwas anders stellt und z. B. in folgende drei Teilfragen auflöst:

1. Wieviel Stäbe (Drähte, Kleinrohre) gehen in ein Großrohr von gegebenem Durchmesser?
2. Wie groß ist der Durchmesser eines Großrohres für eine bestimmte Anzahl von Stäben (Drähten, Kleinrohren) gegebenen Durchmessers?
3. Wie groß ist die Mantelfläche (das Gewicht) einer bestimmten Anzahl von Stäben (Drähten, Kleinrohren) gegebener Länge in einem Großrohr gegebenen Durchmessers?

Fragen dieser Art treten in einer ganzen Reihe von Betrieben häufig auf. Erinnert sei an den Dampfkessel- und Rekupe-

<sup>1)</sup> Vgl. Nowak, E., und H. Stevens: Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 43/46 (Betriebsw.-Aussch. 171).

torenbau, an die Herstellung von geflochtenen Drahtseilen und Kabeln, an viele Oberflächenbehandlungsverfahren, z. B. das Beizen<sup>1)</sup>, Teeren, Verzinken von Stangen oder Röhren. Die Zahl der Anwendungsbeispiele läßt sich noch weiter vermehren. In den meisten Fällen tritt die Aufgabe in einer der obigen Formen auf.

Im folgenden wird ein Weg zur praktischen Lösung gezeigt. Die auftretenden Einflußgrößen seien folgendermaßen gekennzeichnet und benannt:

- d = Durchmesser des Stabes (Drahtes, Kleinrohres)
- a = Achsenabstand bei gegebenem d
- n = Anzahl der Stäbe (Drahte, Kleinrohre) je Behälter (kommt nur als ganze Zahl vor)
- D = Durchmesser des Behälters (z. B. Großrohr, Kessel, Beiz- oder Teerbottich)
- q = Querschnitt des Stabes (Drahtes, Kleinrohres)
- Q = Behälterquerschnitt
- φ = Füllgrad = (Summe q) : Q bei engstmöglicher Packung, d. h. bei a = d
- M = Mantelfläche der Stäbe (Drahte, Kleinrohre)
- l = Länge des Stabes (Drahtes, Kleinrohres).

Bei gegebenem Behälterquerschnitt (Q) und Stabquerschnitt (q) ist die Zahl der Stäbe je Behälter (n) gegeben durch

$$n = \frac{Q}{q} \cdot \varphi = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \varphi \quad (1)$$

Hieraus ergibt sich der Füllgrad

$$\varphi = n \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2; \quad (2)$$

die Mantelfläche der Stäbe ist

$$M = n \cdot l \cdot \pi \cdot d = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \varphi \cdot l \cdot \pi \cdot d = \frac{D^2}{d} \cdot \varphi \cdot l \cdot \pi \quad (3)$$

und das Gewicht

$$G = M \cdot \frac{d}{4} \cdot \gamma \quad (4)$$

Zur Lösung der gestellten Aufgabe werden die Formeln schaubildlich dargestellt.

Zunächst ermittelt man durch einen Versuch, in welcher Weise bei einem gegebenen D die Zahl der Kreise mit abnehmendem d zunimmt. Hieraus wurde die *Zahlentafel 1* entwickelt, die die Zusammenhänge zwischen d, D, n und φ wiedergibt.

**Zahlentafel 1.** Zusammenhang zwischen d, d/D, n und φ.

d	d/D	n	φ (nach Gleichung 2)	d	d/D	n	φ (nach Gleichung 2)
1/1 D	1,0	1	1	1/14 D	0,225	14	0,71
2/3 D	0,66	1	0,44	1/12 D	0,2	19	0,76
3/4 D	0,625	1	0,391	1/10 D	0,166	24	0,66
4/5 D	0,51	1	0,26	1/8 D	0,143	37	0,754
5/6 D	0,5	2	0,5	1/6 D	0,125	48	0,75
6/7 D	0,45	3	0,61	1/5 D	0,10	86	0,86
7/8 D	0,4	4	0,64	1/4 D	0,0835	134	0,934
8/9 D	0,33	7	0,764	1/3 D	0,0625	222	0,87
9/10 D	0,25	10	0,625	1/2 D	0	∞	1

**Zahlentafel 2.**  $\frac{M}{\pi \cdot l} = \frac{D^2}{d} \cdot \varphi$  (nach Gleichung 3) mit l = konstant = 1000 mm.

D = 500				D = 1000				D = 2000				
d	$\left(\frac{d}{D}\right) = \frac{d}{500}$	φ (aus Bild 1) untere Kurve	$\frac{D^2}{d}$	$\frac{M}{l \cdot \pi}$	$\left(\frac{d}{D}\right) = \frac{d}{1000}$	φ (aus Bild 1) untere Kurve	$\frac{D^2}{d}$	$\frac{M}{l \cdot \pi}$	$\left(\frac{d}{D}\right) = \frac{d}{2000}$	φ (aus Bild 1) untere Kurve	$\frac{D^2}{d}$	$\frac{M}{l \cdot \pi}$
a	b	c	d	e = c · d	f	g	h	i = g · h	k	l	m	n = l · m
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,0	2 000	2 000
1001	—	—	—	—	—	—	—	—	0,501	0,25	4 000	1 000
1000	—	—	—	—	1,0	1,0	1 000	1 000	0,5	0,5	4 000	2 000
501	—	—	—	—	0,501	0,25	~ 2 000	~ 500	—	—	—	—
500	1	1	500	500	0,5	0,5	2 000	1 000	0,25	0,625	8 000	5 000
400	0,8	0,64	625	400	—	—	—	—	—	—	—	—
300	0,6	0,36	833	300	0,3	0,59	3 333	1 970	0,15	0,73	13 333	9 900
251	0,501	0,251	1 000	251	—	—	—	—	—	—	—	—
249	0,499	0,501	1 000	501	—	—	—	—	—	—	—	—
200	0,4	0,64	1 250	800	0,2	0,66	5 000	3 300	0,1	0,79	20 000	15 800
160	0,2	0,67	2 500	1 680	0,1	0,79	10 000	7 900	0,05	0,88	40 000	35 200
80	0,16	0,71	3 125	2 220	0,08	0,825	12 500	10 300	0,04	0,9	50 000	45 000
60	0,12	0,77	4 150	3 150	0,06	0,86	16 700	14 200	0,03	0,92	66 000	60 720
40	0,08	0,825	6 250	5 160	0,04	0,90	25 000	22 500	0,02	0,94	100 000	94 000
20	0,04	0,9	12 500	11 200	0,02	0,94	50 000	47 000	0,01	0,97	200 000	194 000
10	0,02	0,94	25 000	23 500	0,01	0,97	100 000	97 000	0,005	0,99	400 000	396 000
5	0,01	0,97	50 000	48 500	0,005	0,99	200 000	198 000	0,0025	0,995	800 000	796 000
1	—	—	—	—	0,001	0,999	1 000 000	999 000	—	—	—	—
0	0	1	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—

Trägt man die Abhängigkeit  $\varphi = f\left(\frac{d}{D}\right)$  auf, so ergibt sich *Bild 1*<sup>2)</sup>. Hier zeigt sich eine Sprungkurve, die von  $\frac{d}{D} = 1$

<sup>2)</sup> Die Bilder sind in doppeltlogarithmischem Netz aufgetragen, was sich für den Gebrauch als vorteilhaft erwiesen hat.

bis  $\frac{d}{D} = 0$  zwischen den Werten  $\varphi = 1, 0,25$  und 1 schwankt.

Der Sprung bei  $\frac{d}{D} = 0,5$  ist erklärlich aus der Entwicklung von n.

Im Bereich zwischen  $\frac{d}{D} = 0,5$  bis 0,2 (entsprechend n = 2 — 14)

ist der sprunghafte Verlauf der Kurve besonders zu beachten. φ ist also weder eine Konstante noch eine stetige Funktion. Dieses erklärt sich daraus, daß n gemäß der praktischen Voraussetzung nur als ganze Zahl mit größtmöglichem zugehörigem d vorkommt. Daher dürften die Linien eigentlich keine stetigen Kurven sein, sondern, wie angedeutet, von n zu n geradlinig verlaufen. Da dieser Einfluß mit wachsendem n verblaßt, ist er außer acht gelassen worden, ohne daß dadurch die Genauigkeit der Ablesung im praktischen Bereich wesentlich leidet.

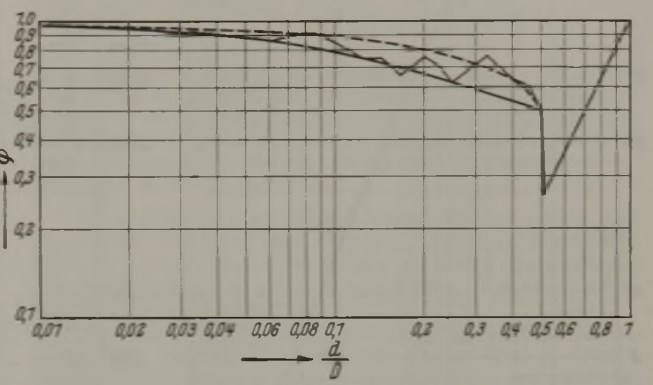


Bild 1. Füllgrad in Abhängigkeit vom Verhältnis der Durchmesser.  $\varphi = f\left(\frac{d}{D}\right)$ .

Trägt man nunmehr n, die gesuchte Zahl der Stäbe, in Abhängigkeit von  $\frac{d}{D}$  auf, so ergibt sich *Bild 2*. Man sieht, daß auch hier von  $\frac{d}{D} = 1$  bis  $\frac{d}{D} = 0,5$  die Abhängigkeit linear und konstant bei n = 1 verläuft, bei  $\frac{d}{D} = 0,5$  einen Sprung auf n = 2 macht, dort abknickt und asymptotisch in immer kleiner werdenden Sprüngen ausklingt. Aus *Bild 2* lassen sich nunmehr die eingangs gestellten Fragen 1 und 2 beantworten.

Will man außerdem noch die zu der ermittelten Stabzahl gehörige Mantelfläche ermitteln (Frage 3), so benutzt man Formel 3. Man errechnet die entsprechenden Werte (vgl. *Zahlentafel 2*), wobei sich je nach Wahl von D entsprechende Mantelflächenwerte M ergeben. Trägt man die Werte der *Zahlentafel 2*

auf, so erhält man *Bild 3*, in dem die Mantelfläche in Abhängigkeit von d dargestellt ist; D tritt hierbei als Parameter auf. Damit sind die gestellten Aufgaben gelöst. *Bild 2* ermöglicht mit praktisch hinreichender Genauigkeit die Feststellung von n, in Abhängigkeit von  $\frac{d}{D}$ . *Bild 3* die Ermittlung

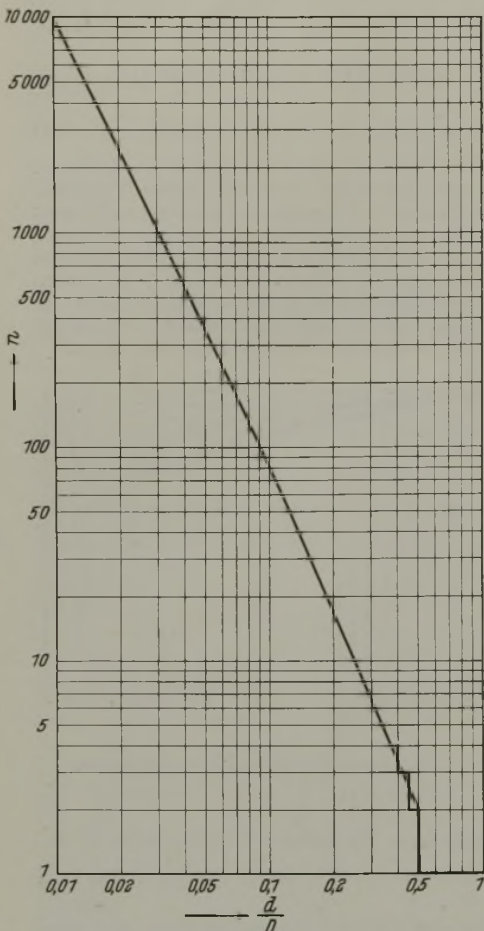


Bild 2. Anzahl der Stäbe in Abhängigkeit vom Verhältnis der Durchmesser.  $n = f\left(\frac{d}{D}\right)$ .

von M in Abhängigkeit von d. Die Werte gelten je 1 m Länge. — Aus der gegebenen Begriffsbestimmung des Füllgrades war ersichtlich, daß in allen Fällen die engstmögliche Packung der Stäbe (Drähte, Rohre) zugrunde gelegt wurde. In den Fällen, in denen der Achsenabstand der Stäbe (a) größer als deren Durchmesser (d) ist, können dieselben Formeln und Bilder verwendet werden, wenn a statt d eingesetzt wird.

Beispiel.

Aufgabe: Wieviel Stäbe mit  $d = 20$  mm gehen in einen Beizkorb von  $D = 1000$  mm und wie groß sind Mantelfläche und Gewicht der Stäbe, deren Länge  $l = 1,5$  m beträgt?

Lösung:  $\frac{d}{D} = \frac{20}{1000} = 0,02$ ;

nach Bild 2 ist die Zahl der Stäbe  $n = \sim 2400$

aus Bild 3 wird  $\frac{M}{\pi} = 48$

und damit die Mantelfläche der Stäbe:

$$M = 1,5 \cdot 3,14 \cdot 48 = 226 \text{ m}^2$$

und das Gewicht der Stäbe:

$$G = 226 \cdot \frac{0,02}{4} \cdot 7,85 = 8,85 \text{ t/Beizkorb.}$$

Hans Euler.

### „Nimm Deckung!“

#### Unfallverhütung in der Rüstungsschlacht.

Der Krieg regiert auch auf dem Gebiete der Unfallverhütung die Stunde! Es muß versucht werden, Zahl und Schwere der Unfälle in den Betrieben herunterzudrücken, um unnötige Ausfälle in der Rüstungsschlacht zu vermeiden. Die gesetzlich zur Unfallverhütung verpflichteten gewerblichen Berufsgenossenschaften suchen mit allen Mitteln die Wiederholung der im Weltkriege beobachteten Tatsache eines erheblichen Ansteigens der Unfallzahlen in den Betrieben zu verhindern.

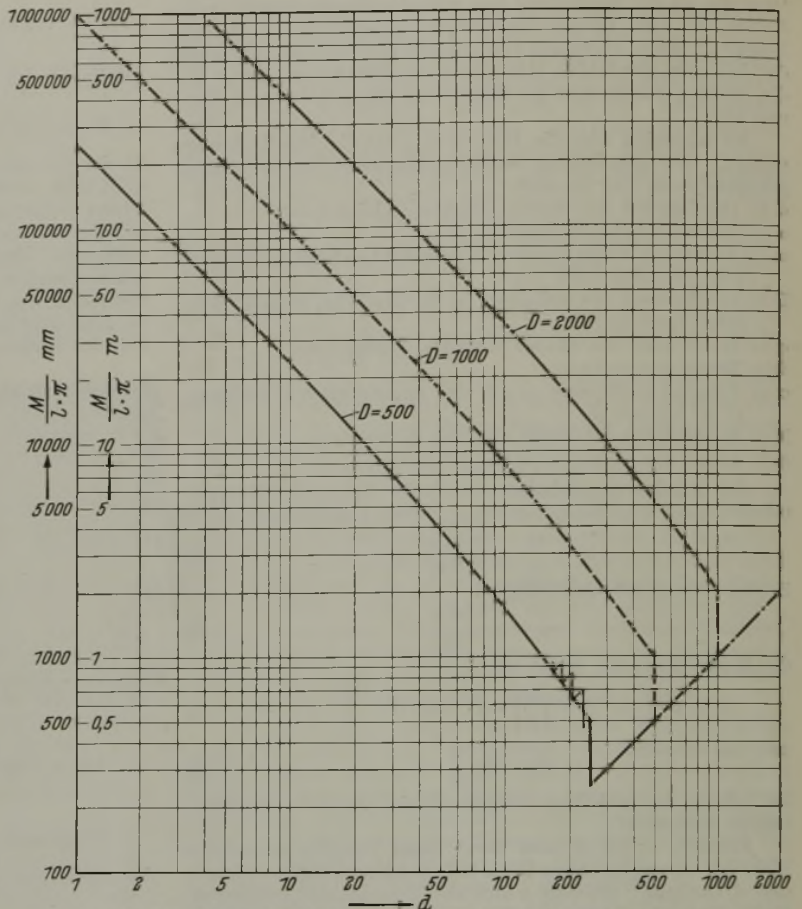


Bild 3. Mantelfläche in Abhängigkeit vom Durchmesser.  $M = f(d)$ ; d in mm.

Der Erfolg der Unfallverhütungsarbeit hängt vor allem davon ab, daß der Betriebsführer und alle leitenden Männer und Aufsichtspersonen der Betriebe dieser Tätigkeit Aufmerksamkeit widmen. Aber auch die Gefolgschaftsmitglieder müssen eifrig mithelfen, anders geht es nicht. Zur allgemeinen Aufklärung verbreitet der Reichsverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften im Einvernehmen mit der Deutschen Arbeitsfront von Zeit zu Zeit „Unfallverhütungs-Parolen“. Es handelt sich hierbei um reichbebilderte Aufklärungsschriften, die in den Betrieben verteilt werden. Gediegenheit des technischen Stoffes und vom Geist des Krieges erfüllte Darbietung sind hier auf das glücklichste vereinigt. Der Werk tätige der Friedenszeit erhielt einst die Mahnung: „Sei vorsichtig und denke an Deine Familie.“ Der Soldat der Arbeit von heute empfängt eine Parole: „Nimm Deckung gegen die Unfallgefahren der Rüstungsschlacht und denke an die Versorgung der Front!“ „Vorsicht ist keine Feigheit, und Leichtsinns ist kein Mut“, lautet ein altes Schlagwort der Unfallverhütung, aber seine letzte Ueberzeugungskraft erhält es erst dann, wenn es, wie es in der Parole „Nimm Deckung!“ geschieht, aus dem Munde eines deutschen Ritterkreuzträgers erklingt.

Die Kriegswichtigkeit dieser berufsgenossenschaftlichen Aufklärungsarbeit wurde u. a. durch ein Geleitwort für die soeben anlaufende Aktion „Nimm Deckung!“ von Reichsminister für Bewaffnung und Munition Speer gewürdigt. Das Interesse der Wehrmacht geht aus der Schaffung von Sonderheften für die Betriebe der drei Wehrmachtsteile hervor, in denen besondere Geleitworte von Großadmiral Dr. Raeder, Generalfeldmarschall Milch und Generaloberst Fromm gebracht werden. Weitere Sonderhefte mit Aufrufen der zuständigen Reichsminister wurden für die Deutsche Reichsbahn und die Deutsche Reichspost geschaffen.

Die gleichzeitige Durchführung dieser Aktion bei allen diesen Stellen, bei der Organisation Todt und vor allem auch in sämtlichen Betrieben der Eisen- und Metallindustrie wird den Siegeswillen eines jeden in der Rüstungsschlacht Tätigen stärken und der Betriebssicherheit und der Erhaltung der Wehrkraft dienen. Der volle Erfolg der bisher geleisteten Arbeit läßt sich nach den Erfahrungen auf diesem Gebiet schon jetzt voraussagen.



## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 35 vom 27. August 1942.)

Kl. 4 g, Gr. 44/50, M 148 585. Härtebrenner. Erf.: Dipl.-Ing. Georg Püschel, Ludwigshöhe b. Nürnberg. Anm.: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Nürnberg.

Kl. 7 a, Gr. 14/03, D 79 795. Walzwerk zum Reduzieren von Rohren. Erf.: Dipl.-Ing. Jose Severin, Mülheim (Ruhr). Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 18 d, Gr. 2/10, N 44 849. Dauermagnetstahl. Erf.: Hendrik Johannes Meerkamp van Emden, Eindhoven (Holland). Anm.: N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holland).

Kl. 18 d, Gr. 2/20, M 145 370. Durch Glühfrischen zu behandelnder Temperrohrguß für die Herstellung von hochbeanspruchten Werkstücken und Maschinenteilen. Erf.: Dr. Franz Roll, Leipzig. Anm.: Meier & Weichelt, Leipzig.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, St 59 363; Zus. z. Pat. 707 639. Molybdänstahl für Zahnräder. Erf.: Dipl.-Ing. Heinz Wolf, Wetzlar. Anm.: Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar.

Kl. 24 e, Gr. 3 06, S 131 581; Zus. z. Pat. 682 600. Einrichtung zum Vergasen von feinkörnigem Brennstoff. Dipl.-Masch.-Ing. Géza Szikla und Dipl.-Masch.-Ing. Arthur Rozinek, Budapest.

Kl. 42 k, Gr. 20/03, G 102 998. Verfahren zur Feststellung innerer Werkstofftrennungen in Blechen. Erf.: Dipl.-Ing. Hubert Hautmann, Oberhausen (Rhld.). Anm.: Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 42 k, Gr. 23/01, G 101 038; Zus. z. Pat. 700 521. Härteprüfmaschine nach Art der Rockwell-Härteprüfer mit einer an der Belastungseinrichtung angeordneten Meßuhr. Erf.: Paul Eicker, Burscheid (Bez. Düsseldorf). Anm.: Goetzwerke Friedrich Goetze, A.-G., Burscheid (Bez. Düsseldorf).

Kl. 42 l, Gr. 3/53, K 151 254. Verfahren zur Kohlenstoffbestimmung in metallischen Werkstoffen. Erf.: Dr. phil. Hermann Fahlenbrach, Essen-Steele, und Dr. phil. nat. Heinz Schlechtweg, Essen. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 49 l, Gr. 5, T 50 132. Kaltplattieren von Stahlstreifen. Erf.: Dipl.-Ing. Martin Reimann, Trier. Anm.: Trierer Walzwerk, A.-G., Trier.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 35 vom 27. August 1942.)

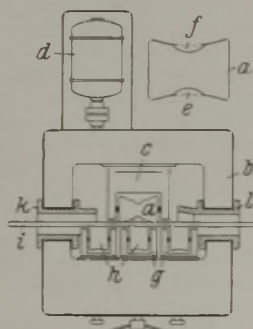
Kl. 18 c, Nr. 1 521 764. Schiebe- oder Hebetür für Industrieöfen, insbesondere elektrische Oefen. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 24 e, Nr. 1 521 670. Vorrichtung an Gaserzeugern für Kohle zum Zwecke der selbsttätigen Beeinflussung der Brennzone und der Schlackenbildung. Dipl.-Ing. Hans Vogt und Rupert Heibl, München.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 49 h, Gr. 22, Nr. 719 625, vom 18. April 1939; ausgegeben am 11. Juni 1942. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. (Erfinder: Johann Frehn in M. Gladbach.) *Kaltrichtmaschine mit hyperbolischen Schrägwalzen.*

Die Arbeitswalze a liegt in einem im Rahmen b sitzenden schwenkbaren Lagerstuhl c und wird durch den Motor d angetrieben, die Walze a hat einen Hyperboloidmantel e, der im Kehlkreis bei f kantelos ausgespart ist. Die in schwenkbaren Lagerstühlen g gelagerten drei Druckwalzen h werden nicht angetrieben, und das Walzgut i wird durch Führungen k und l geleitet.



Kl. 18 d, Gr. 2<sub>20</sub>, Nr. 719 789, vom 25. August 1938; ausgegeben am 16. April 1942. Zusatz zum Patent 711 194 [vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 96]. Meier & Weichelt, Eisen- und Stahlwerke, in Leipzig. (Erfinder: Dr. Franz Roll in Leipzig.) *Temperguß für schwingungs- und wärmebeanspruchte Werkstücke.*

Der Temperguß enthält 2 bis 3,5% C, 0,4 bis 2,5% Si, 0,05 bis 0,7% Mn, 0,02 bis 1% Cr, 0,02 bis 3% Mo, Rest

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

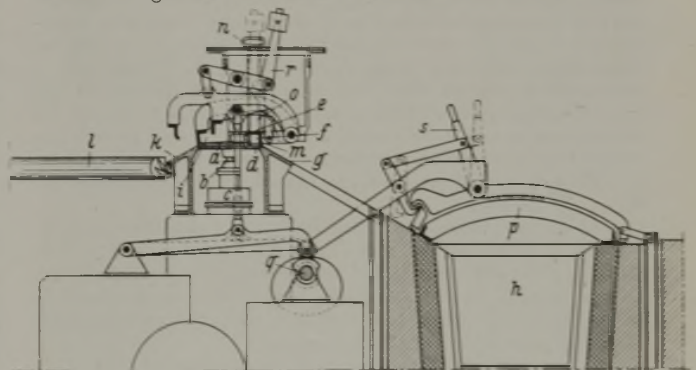
Eisen und Verunreinigungen, mit der Maßgabe, daß der Molybdängehalt das Ein- bis Dreifache des Chromgehaltes beträgt. Die Werkstücke werden derart getempert, daß der Kohlenstoffgehalt des Tempergusses je nach Wandstärke 1,6 bis 2,5% beträgt.

Kl. 48 b, Gr. 11<sub>04</sub>, Nr. 719 877, vom 14. Dezember 1938; ausgegeben am 20. April 1942. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. phil. Gottfried Becker in Buderich b. Düsseldorf, Dr.-Ing. Karl Daevies in Düsseldorf und Dr. phil. Fritz Steinberg in Düsseldorf-Eller.) *Verfahren, Gegenstände aus Eisen und Stahl zu chromieren.*

Die Gegenstände werden mit einer gasförmigen Chromchlorverbindung bei Temperaturen von etwa 1000° behandelt, wobei sie in Bodenkörper eingesetzt werden, die aus porösen keramischen Massen, z. B. aus porösem Sillimanit oder Porzellan bestehen. Diese Bodenkörper werden durch Tränken in einer wässrigen Lösung von Chromchlorid und nachfolgendes Entwässern in Abwesenheit von Sauerstoff, gegebenenfalls in Gegenwart freier Säure, an der Chromchlorverbindung angeichert. Das Ganze wird dann bei Chromierungstemperatur so lange behandelt, bis die Oberfläche der Gegenstände in gewünschter Weise chromiert ist.

Kl. 18 c, Gr. 11<sub>04</sub>, Nr. 719 945, vom 4. Dezember 1940; ausgegeben am 20. April 1942. Demag, A.-G., in Duisburg. (Erfinder: Franz Zabel in Mülheim a. d. Ruhr.) *Auflaufförderbahn für Walzstäbe zum wahlweisen Beschicken von mehreren nebeneinanderliegenden Glühöfen.*

Die Auflaufförderbahn besteht aus einer Vielzahl hintereinander in Abständen angeordneter Fördermittel in Gestalt von Drehtellern a, deren Achse b mit Motoren c gekuppelt ist. Die Lücken zwischen den Tellern a werden von dem Auflaufboden d ausgefüllt. Die Leiste e teilt die Auflaufbahn in zwei



Kanäle; von dem Kanal f führt eine Rutschfläche g zu den hintereinanderstehenden Glühöfen oder -kassen h, an den Kanal i schließt sich eine Rutschfläche k an, die zum Rollenkühlbett l führt. Die in den Kanal f einlaufenden Stäbe von z. B. 3 bis 5 m Länge werden von Leisten m geführt, die auf dem Boden d ruhen; diese Leisten sind heb- und senkbar, und zwar geben sie in der angehobenen Stellung die unter der Schleuderwirkung der Drehteller stehenden Stäbe zum Abgleiten auf die Rutschfläche g und in die Oefen h frei. Um die Oefen wahlweise zu beschicken, ist jedem Ofen ein z. B. mit einem Handhebel n aus- und einrückbarer Anschlag o zugeordnet; treffen die ankommenden Stäbe mit ihren Spitzen gegen diesen Anschlag, so wird dadurch ihre Förderbewegung beendet. Die Leisten m und die Verschlussdeckel p der Oefen sind von einer gemeinsamen Antriebswelle q steuerbar und nach Bedarf mit ihren Bewegungsgestängen kuppelbar. In die Bewegungsgestänge der Leisten m und der Verschlüsse p sind schwenkbare Hebel r und s eingebaut, mit deren Hilfe die Antriebsverbindung hergestellt oder unterbrochen werden kann.

Kl. 48 b, Gr. 10, Nr. 720 284, vom 12. Juni 1937; ausgegeben am 30. April 1942. Marius Jean-Baptiste Barbarou in Argenteuil, Seine-et-Oise, Frankreich. *Verfahren zum Überziehen von Eisenlegierungen mit Weiß- oder Lagermetall.*

Die Legierung wird mit einer Ferroverbindung, z. B. einem Ferrosilizium, zementiert; die so behandelte Legierung wird verzinkt und alsdann die verzinkte Schicht mit Weiß- oder Lagermetall überzogen, wobei das im Falle der Verwendung von Ferrosilizium durch Oxydation entstandene Siliziumoxyd vor der Verzinnung mit Flußsäure weggelöst wird.

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Die amerikanische Eisenindustrie unter Aufsicht des American War Production Board.

Die amerikanische Eisenindustrie steht völlig unter dem Verbot zur Errichtung von Neubauten, das große Aufregung verursacht hat, namentlich deswegen, weil Kanada zwei neue Hochöfen baut (Canadian Steel Co. und Algoma Steel Co.) und auch sonst neue Werke errichtet, also seinen Stahl für Ausbauten verwendet, während die Vereinigten Staaten ihre gesamte Leistung an Stahl für die eigentliche Kriegsrüstung einsparen sollen. Aber die Regierung blieb hart, und so sind die Arbeiten an fünf neuen Hochöfen seit Mai 1942 unterbrochen worden; zum Teil wird sogar wieder abgebrochen. Man kann leichter Roheisen „am schwarzen Markt“ verkaufen als neue Hochöfen bauen. Dafür wird von erstgenannter Gelegenheit ausgiebig Gebrauch gemacht. Man schätzt, daß rd. ein Fünftel der Erzeugung gesetzwidrig verkauft wird. Jeder weiß, daß der im März angestregte Prozeß gegen die Carnegie-Illinois Steel Corp. wegen Entzuges von mehr als  $1\frac{1}{2}$  Mill. t Stahl und Verkauf dieser Stahlmenge „anderweitig“ wieder unter den Tisch gefallen ist. Andere Anklagen, wie gegen die Youngstown Sheet & Tube Co., sind ebenfalls wieder fallengelassen worden. Dieses eine Fünftel ist anscheinend das Ventil, das man der Eisenindustrie läßt, um die anderen vier Fünftel zu amtlichen Preisen dem American War Production Board zur Verfügung zu stellen.

Die Roheisenerzeugung hat sich gut entwickelt. Ein leichter Fall im Juli ist auf die Schwierigkeiten der Erzversorgung der Küstenhochöfen zurückzuführen. Im Mai arbeitete man mit 99,5 % der Leistungsfähigkeit, im Juli mit durchschnittlich 98,3 % und im August mit 98 % (erste Woche). In Pittsburgh waren am 7. August 43 Hochöfen von 45 unter Feuer, im Youngstown Bezirk waren alle 25 Hochöfen, in Birmingham 20 von 21, im Ohio Valley 10 von 11, dagegen an der Pazifikküste 3 von 6 und an der Atlantikküste 4 von 7 in Betrieb. Im Jahre 1942 ist nur die Inbetriebnahme eines einzigen Hochofens anzunehmen, der Hochofen Nr. 12 der Carnegie Illinois Steel Corp. im Ohio Valley mit einer Monatsleistung von rd. 40 000 metr. t (Hochofen 10, der im März 1941 erstellt wurde, lieferte im Mai eine Höchstmenge von 39 800 metr. t). Sowohl die Erz- als auch die Kohlenversorgung ist im allgemeinen gut, doch sind bedeutende Rückstände in feuerfesten Steinen zu verzeichnen.

Mit folgenden Fragen hat die amerikanische Eisenindustrie derzeit zu rechnen:

1. Weitere Verteuerung des Erzes. Erz des Oberen Sees, Old range, phosphorarm, mit 51,5 % Fe ist mit 5,05 \$ je t zu 1016 kg fob Obere-See-Häfen festgesetzt (Mesaba, phosphorhaltig, mit 51,5 % Fe zu 4,70 \$), kostet aber heute rd. 20 % mehr Fracht als 1941; ferner mußte ein „Kriegserzeugungszuschlag“ von 0,15 \$ gewährt werden.

2. Der amtliche Preis von 26 \$ für Gießereiroheisen 3 ab

Chikago und 27 \$ für Bessemerroheisen wird für das stillschweigend gewährte eine Fünftel der Erzeugung, das die Werke ohne Preisüberwachung verkaufen, um etwa 18 bis 20 \$ je t überzahlt. Mit diesem Aufpreis konnte bisher die Industrie die gestiegenen Lohnkosten, höhere Erzpreise usw. decken und auch das Verdienstpolster recht gut ausstatten. Die Nachfrage am Schwarzen Markt hält aber nur für Walzwerksergebnisse an (heutiger Preis etwa 160 \$ je metr. t für 20-G-Bleche), wogegen sich für Roheisen ein scharfer Fall der Nachfrage und auch der Preise ergab. Infolgedessen drängte die Industrie auf einen weiteren Zuschlag von 3,50 \$ je t für alle Güten, was das AWPB. jedoch abgelehnt hat. Aus diesem Grunde nimmt der stillschweigende Widerstand zu. Für den Septemberbeginn sollen Hochöfen vorwiegend in kleineren Erzeugungsgebieten ausgeblasen werden, anscheinend um einen Druck auszuüben und eine Art Generalprobe zu veranstalten. Man rechnet mit keiner so weitgehenden Steigerung wie 3,50 \$, sondern mit einem stillen Uebereinkommen mit der Behörde (Ausgleichsfrachtzuschläge usw.).

3. Weitere schnelle Verknappung aller Legierungen. Das gilt nicht nur für Ferromangan (Stilllegung von vier Oefen) und Spiegeleisen, sondern jetzt auch für Ferrochrom und Silico-Manganeisen. Daneben besteht Verknappung auch in anderen Legierungen, die für die Edelstahlindustrie bestimmt sind. Von der Ferromanganverknappung wird vor allem die Stahlindustrie betroffen. Die Preise für Ferromangan sind zwar gebunden, praktisch jedoch frei; Preise bis zu 210 \$ für 80prozentiges Ferromangan sind nicht selten. Zwar werden dadurch zuerst die Stahlwerke betroffen; da diese aber den Konzernen angehören, versucht man über die Roheisenpreise auf das AWPB. einen Druck auszuüben, um eine größere Bewegungsfreiheit zu erlangen. Ferrosilizium ist derzeit noch reichlich vorhanden.

4. Arbeitermangel. Es erfolgte eine starke Abwanderung zu Werften, Zeughäusern und Flugzeugfabriken. Dort werden höhere Löhne gezahlt, auch sind die wachsenden Schwierigkeiten des Weges von der Wohnung zur Arbeitsstätte weniger fühlbar. Infolgedessen werden Ueberstunden bezahlt, für die anstatt 25 % bis zu 50 % Lohnzuschlag bewilligt werden müssen. Facharbeiter sind aber so knapp, daß Mitte August je ein Ofen in Neville Island und Mansfield ausgeblasen werden soll, wenn das AWPB. nicht eingreift.

Trotz all diesen Fragen können aber die Aussichten für die Roheisenindustrie der Vereinigten Staaten als bedeutend besser angesehen werden als für die Stahl- und Metallwerke sowie für die Maschinenbauanstalten. Die Engpässe sind leichter zu überwinden, und für die vorhandenen Schwierigkeiten dürfte eine Lösung gefunden werden. Eine weitere Preiserhöhung wird aber auf keinen Fall zu vermeiden sein.

### Die indische Eisen- und Stahlindustrie im Wirtschaftsjahr 1939/40.

Wie der Wirtschaftsberater bei der indischen Regierung ausführt, befand sich die Eisen- und Stahlindustrie während des Wirtschaftsjahres 1939/40<sup>1)</sup> nach wie vor in ausgezeichnete Verfassung. Sowohl die Tata Iron and Steel Co. als auch die Indian Iron and Steel Co. waren voll mit Aufträgen versehen, eine Folge des Einfuhrückgangs in den letzten beiden Jahren. Denn abgesehen von Schwierigkeiten, seit Kriegsausbruch aus Uebersee Waren zu erhalten, zeigten die Verbraucher auch keine Neigung, nach dem europäischen Festlande Bestellungen zu vergeben angesichts der Möglichkeit, daß noch weitere Staaten in den Krieg verwickelt würden. Die Einfuhr von Eisen und Stahl nach Britisch-Indien ging daher von 276 000 t 1938/39 auf 265 000 t im Berichtsjahre zurück, wobei besonders die zollgeschützten Güter in Mitleidenschaft gezogen wurden; ihre Einfuhr sank von 165 000 auf 121 000 t. Die Nachfrage aus dem Auslande war zufriedenstellend. So führte Indien 1939/40 578 000 t Roheisen aus gegen 522 000 t im Vorjahre. Großbritannien steigerte seine Einfuhr indischen Roheisens von 111 000 auf 227 000 t, wogegen Japan an Stelle von 335 000 t im Jahre 1938/39 nur 294 000 t im Berichtsjahre bezog. Die Maschinenbauanstalten erhielten von der Regierung umfangreiche Bestellungen an Kriegsgerät für überseeische Kunden. Die zunehmende Herstellung von Schießbedarf innerhalb des Landes wie überhaupt die infolge des Krieges gesteigerte industrielle Tätigkeit schuf starke heimische Nachfrage nach allen Eisen- und Stahlerzeugnissen.

Der Aufschwung im Wirtschaftsjahr 1937/38 hatte den drei Eisenhüttenwerken — der Tata Iron and Steel Co., der Indian Iron and Steel Co. und der Mysore Iron and Steel Co. — im Jahre 1938 einen Gewinn von 46,7 Mill. Rupien gebracht gegenüber 31,2 Mill. Rupien im vorhergehenden Jahr. Das Jahr 1939 erwies sich dann, obwohl die günstigen wirtschaftlichen Verhältnisse anhielten, mit 43 Mill. Rupien etwas weniger gewinnbringend, übertraf aber im übrigen alle seine Vorgänger. Außerdem spiegeln die Zahlen für 1939 die Kriegsauswirkungen noch nicht ganz wider, da sie sich auf die industrielle Tätigkeit des Wirtschaftsjahres 1938/39 beziehen.

Die Roheisenerzeugung übertraf 1939/40 den bisherigen Höchststand im Jahre 1937/38. Sie betrug 1 867 000 t gegen 1 601 000 t im Vorjahre und 1 670 000 t im Jahre 1937/38 (s. Zahlentafel 1).

Die Erzeugung an Stahlblöcken und die Herstellung von Fertigware bewegte sich weiter in aufsteigender Linie. Die rege Nachfrage vom In- und Auslande hatte durchschnittlich bessere Preise im Berichtsjahre zur Folge, als in einem der früheren Jahre erzielt worden sind.

Die Leistungsfähigkeit der indischen Eisenindustrie dehnte sich im Berichtsjahr erneut aus. Die Steel Corporation of Bengal kam im November 1939 in Betrieb und wird allem Erwarten nach bald in allen Abteilungen arbeiten. Der von ihr erzeugte Stahl soll von ausreichender Beschaffenheit sein. Die Tata Iron and Steel Co. und die Indian Iron and Steel Co. vergrößerten ihr Aktienkapital. Die erstgenannte Gesellschaft errichtete einen neuen Hochofen mit einer täglichen Leistungsfähigkeit

<sup>1)</sup> Endigend am 31. März.

Zahlentafel 1. Erzeugung an Roheisen, Stahlblöcken, Halbzeug und Fertigerzeugnissen.

	1938/39 1000 t	1939/40 1000 t
Roheisen . . . . .	1601	1867
Gußwaren erster Schmelzung . . . . .	89	131
Stahlblöcke . . . . .	993	1087
Halbzeug . . . . .	804	886
Fertigerzeugnisse . . . . .	738	817
davon:		
Winkel . . . . .	52	58
T-Stahl . . . . .	5	8
Weißbleche . . . . .	47	62
Verzinkte Bleche . . . . .	97	105
Schwarzbleche . . . . .	26	37
Grobbleche . . . . .	66	77
Schienen . . . . .	96	106
Schwellen . . . . .	17	19
Laschen . . . . .	4	4
Statstahl, Träger, U-Stahl . . . . .	292	310
Sonstiges . . . . .	36	31

Zahlentafel 2. Einfuhr von Eisen- und Stahlerzeugnissen 1937/38 bis 1939/40.

	1937/38	1938/39	1939/40
	in 1000 t		
Winkel- und T-Stahl . . . . .	14,7	9,8	6,3
Stahlstahl . . . . .	53,2	18	21,3
Träger, U-Stahl, Pfeiler usw. . . . .	26,8	19	10,2
Bolzen und Muttern . . . . .	10,7	8,9	5,8
Zaundraht . . . . .	4,4	4,2	5,2
Bandstahl und Röhrenstreifen . . . . .	49,3	24,8	33,7
Nägel, Niete, Unterlagscheiben für Muttern . . . . .	16	11,3	9
Verzinkte Bleche . . . . .	43,4	26,1	15,8
Weißbleche . . . . .	7,6	14,2	6,6
Grob- und Feinbleche . . . . .	24,2	26,4	17
Schienen, Schienenstähle, Laschen . . . . .	7,6	11,7	10,2
Schmiedeeiserne Röhren und Fittings . . . . .	42	34,8	33
Drahtstifte . . . . .	6,3	5	5,7
Drahtseile . . . . .	4,3	3,2	3,3
Gußrohren und Fittings . . . . .	1,4	2,5	2,5
Schwellen und Befestigungsteile . . . . .	2,5	0,8	1,4

von 1118 t; hierdurch steigt die jährliche Leistungsfähigkeit an Roheisen bei dem Werke auf etwa 1 270 000 t. Die Hochofenwerke dürften nunmehr in der Lage sein, den gesamten starken Bedarf während des Krieges zu befriedigen. Das gleiche gilt für die Stahlwerke.

Die innere Verständigung der Werke machte im Berichtsjahr beträchtliche Fortschritte. Zunächst wurde noch über unwirtschaftlichen Wettbewerb zwischen der Tata Iron and Steel Co. und den kleinen Walzwerken geklagt, und die Regierung berief eine Versammlung, um über diese Frage zu verhandeln. Im Anschluß daran hat die Tata dem Vernehmen nach mit den Walzwerken ein freundschaftliches Abkommen geschlossen. Noch wichtiger ist eine Verständigung zwischen der Tata Iron and Steel Co. und der Steel Corporation of Bengal, wonach alle Agenten und Verteiler gemeinschaftlich ernannt werden und jedes Werk Aufträge auf solche Erzeugnisse annehmen darf, die beide Unternehmungen herstellen. Dadurch ist ein unwirtschaftlicher Wettbewerb zwischen den einzelnen Stahlwerken weitgehend ausgeschlossen; diese können vielmehr den besten Gebrauch von den sich ihnen bietenden günstigen Gelegenheiten machen.

Die Einfuhr ausländischen, hauptsächlich englischen, Roheisens sank von 2844 im Jahre 1938/39 auf 1625 t im Berichtsjahr. Bei Eisenlegierungen hob sich die Einfuhr von 4267 auf 4876 t, während sie bei Fertigerzeugnissen von 268 000 auf 259 000 t zurückging. Ueber die Einfuhr der wichtigsten Eisen- und Stahlerzeugnisse in den letzten drei Jahren unterrichtet *Zahlentafel 2*.

Die Einfuhr aus Großbritannien ging von 138 000 t im Jahre 1938/39 auf 97 500 t im Jahre 1939/40 zurück. Die Vereinigten Staaten von Amerika steigerten in der gleichen Zeit ihre Einfuhr von 9100 t auf 13 200 t oder von 3,3 auf 5 %. Aus Japan kamen 1938/39 17 300 t und 1939/40 24 400 t, vornehmlich verzinkte Bleche, was einer Zunahme des Anteils am Gesamteinfuhrhandel von 6,2 auf 9,2 % entspricht.

Von der Roheisenausfuhr von 578 000 t (1938/39 522 000 t) ging der größte Teil nach Japan, nämlich 294 000 t (335 000 t). An zweiter Stelle stand Großbritannien mit 227 000 t (111 000 t). Nach den Vereinigten Staaten von Amerika gingen 24 400 t (8100 t), nach Schweden 10 200 t, nach China 6100 t und nach Frankreich 5100 t. Die Ausfuhr von Eisen- und Stahlschrott ging im Berichtsjahr fast ausschließlich nach Japan.

## Buchbesprechungen.

**Technik-Geschichte.** Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure hrsg. von Conrad Matschoß. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Berlin NW 7: VDI-Verlag, G. m. b. H. 4<sup>o</sup>.

Bd. 29. 1940. Mit 86 Bildern im Text u. auf 18 Taf. (1941.) (192 S.) 12 *RM.*, für VDI-Mitgl. 10,80 *RM.*

Am 21. März 1942 ist der Herausgeber dieses Jahrbuches, Conrad Matschoß, gestorben. Der vorliegende Band ist daher der letzte, dessen Erscheinen er noch selbst erleben konnte. Es ist an anderer Stelle dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> bereits ausführlich auf die Verdienste hingewiesen worden, die Conrad Matschoß um die Geschichte der Technik gehabt hat. Die „Technik-Geschichte“ gehört zweifellos zu den Schöpfungen des Verstorbenen, die er selbst mit ganz besonderer Liebe und Sorgfalt gepflegt hat. Diese Bände sollten ein Sammelbecken sein für die auf den verschiedenen Gebieten der Technik betriebenen geschichtlichen Arbeiten. Sie sollten ferner laufend berichten über das technisch-geschichtliche Schrifttum, über die technischen Kulturdenkmale und die Technik in Museen. Diesen Plan hat der Herausgeber bis zum letzten Band in immer vollkommenerer Form in die Wirklichkeit umgesetzt, und so ist die lange Reihe der „Technik-Geschichte“ eine wahre Fundgrube für jeden Geschichtsfreund der Technik geworden. Gerade der letzte Band legt mit seiner großen Vielseitigkeit noch einmal beredtes Zeugnis für das erfolgreiche Streben von Matschoß ab.

Aus dem reichen Inhalt seien aus dem Gebiet der Geschichte des Eisens die Arbeiten über die neueren Entwicklungen der Eisenindustrie Chinas, der Vordernberger Eisenerzeugung, der Geschichte des Kokereiwesens und die fleißige Arbeit über die technikgeschichtliche Entwicklung des Puddelverfahrens im Ruhrgebiet genannt. Kurze Mitteilungen über die Frühzeit des oberschlesischen Hüttenwesens, über den Stand der Haniel-Forschung und über Peder Månsson und seine Schriften runden den eisengeschichtlichen Inhalt des vorliegenden Bandes in glücklicher Weise ab. Unter den technischen Kulturdenkmälern sind diesmal solche aus dem Berg- und Hüttenwesen im sächsischen Erzgebirge behandelt, und unter den Auszügen aus

dem Schrifttum sei eine Zusammenstellung über die schwedische Metalltechnik besonders hervorgehoben. Daneben werden noch eine Reihe von Beiträgen aus der Urgeschichte der chemischen Technologie, des Schiffbaues, des Dieselmotors, der Dynamomaschine, des Bergbaues u. a. m. gebracht. Erwähnt sei besonders ein kleiner Beitrag von Matschoß selbst mit Aussprüchen von Werner Siemens und Alfred Krupp über das Thema „Arbeit, Erfindung und Forschung“.

Der Geschichtsfreund wird diesen letzten von Conrad Matschoß betreuten Band mit einem ganz besonderen Dank an den Herausgeber aus der Hand legen und nur den einen Wunsch haben, daß dieses Jahrbuch im Sinne des Verstorbenen weitergeführt wird zu Nutz und Frommen der deutschen technisch-geschichtlichen Forschung.  
Herbert Dickmann.

**Neher, F. L.: Eisen.** Vom Steinwerkzeug zur Dampfmaschine. Mit 43 Abb. Stuttgart: Franck'sche Verlagshandlung (1941). (138 S.) 8<sup>o</sup>. 4,20 *RM.*

Eine mit leichter Feder geschriebene kurze Darstellung der älteren Geschichte des Eisens, die das Wesentliche richtig erfaßt und wohl geeignet ist, weitere Kreise für das Eisenhüttenwesen und seine Geschichte zu gewinnen.  
Otto Johannsen.

**Huppertz, Joh., Dr.: Preisvorschriften für die Eisen- und Metallwirtschaft.** Eine Zusammenstellung aller Verordnungen, Erlasse usw. des Reichskommissars für die Preisbildung auf dem Gebiete der Eisen- und Metallwirtschaft einschl. der Nachbargebiete. Nach Stichworten geordnet. Berlin: Carl Heymanns Verlag. 8<sup>o</sup>. (Loseblatt-Buch.) Bd. 1: A—K. 1942. (XII, 898 S.) 25 *RM.* Bd. 2: L—Z. 1942. (S. 899—1973.) 29 *RM.*

Die Lenkung der Wirtschaft bringt naturbedingt eine solche Fülle von Gesetzen, Verordnungen und Erlassen mit sich, daß sie in ihrer Gesamtheit nicht mehr ohne weiteres übersehen werden kann. Das gilt auf die Dauer gesehen auch für einzelne Sondergebiete, wie z. B. für die Verordnungen des Reichskommissars für die Preisbildung. Dazu kommt zahlreiches und umfangreiches Schrifttum, das zu verfolgen, geschweige denn zu lesen, für den vielbeschäftigten Kaufmann unmöglich ist. Für das Gebiet der Preisbildung gibt es eine Reihe guter, von

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 359/60.

den besten Sachkennern verfaßter oder zusammengestellter Werke. Das vorliegende Buch jedoch beschreitet neue Wege. Hier sind in zwei Loseblättern, die laufend ergänzt werden sollen, unter alphabetisch geordneten Schlagwörtern die für die Eisen- und Metallwirtschaft und ihre Nachbargebiete in Frage kommenden Verordnungen und Erlasse angeführt unter Angabe der Fundstellen. Gleichzeitig sind für den, der sich aus irgendwelchen Gründen mit einer Frage gründlich befassen muß, die über die einzelnen Gebiete der Preisbildung erschienenen Aufsätze, teilweise im Auszug, teilweise als Hinweise auf die Fundstellen unter den entsprechenden Schlagwörtern angeführt. Selbst für den mit der Gesetzestechnik nicht vertrauten Geschäftsmann ergibt sich so die Möglichkeit, sich über die bei ihm auftauchenden Fragen ohne langes Studium durch Nachschlagen wie in einem Lexikon zu unterrichten. Aber nicht nur für den Kaufmann, sondern auch für den Juristen dürfte dieses Buch eine wertvolle Hilfe sein.

Franz Soreth.

**Büchsel, Hans-Wilhelm: Rechts- und Sozialgeschichte des oberschlesischen Berg- und Hüttenwesens 1740 bis 1806.** Breslau und Kattowitz: Schlesien-Verlag 1941. (195 S.) 8°. 7 RM.

(Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Schlesien. 3. Reihe: Forschungen zur schlesischen Wirtschaftsgeschichte. Bd. 1.)

Das Buch stellt eine gute Bereicherung der Forschungen über die Wirtschaftsgeschichte Schlesiens dar; der Verfasser hat sich mit voller Absicht eine Begrenzung des Themas zur Aufgabe gemacht, weil es sich um den Ausbau eines wichtigen Industriezweiges handelt, der gerade in der Zeit des großen Preußenkönigs bis zum Ende des alten Preußens eine entscheidende Gestaltung

erfahren hat. Besonders war die Bergordnung vom Jahre 1769 für die oberschlesische Berg- und Hüttenindustrie von maßgeblicher Bedeutung, weil sie den Bergbau auf eine ganz neuartige Grundlage stellte. Die Aufgabe dieser Bergordnung war, wie der Verfasser im ersten Hauptteil sehr klar ausgeführt hat, nicht nur dem königlichen Regalanspruch in der Freiheit des Bergbaus Geltung zu verschaffen, sondern sie sollte andererseits auch für den Schaffensdrang der schlesischen Bergleute diejenigen Rechte sichern, die für die künftige Gestaltung dieses Industriegebietes entscheidend sein sollten. Diese Rechtsaufgaben sind in der Zeit des Großen Königs mit bewußter Klarheit erfaßt und ausgearbeitet worden.

Auch die Entwicklung der sozialen Verhältnisse, die im zweiten Teil der Arbeit geschildert werden, sind gut dargestellt. So hat die Herausarbeitung der Akzise-Freiheit, des Knappschaftswesens, der Gnadenlohn-Tarife, die ärztliche Betreuung, die Sicherung der Bergmannsfreiheiten, die Wohn-, Siedel- und Lohnverhältnisse in der vorliegenden Untersuchung Raum gefunden. Es findet sich auch eine Darstellung über die Zusammensetzung der Belegschaften nach Herkunft und ihrer sozialen Stellung, ferner eine Untersuchung über das Knappschaftsschulwesen und über die Frage des Nachwuchses. Obwohl über das zweite Hauptkapitel noch mehr zu sagen wäre, genügen diese Ausführungen, um auch das Bild über die sozialen Verhältnisse des oberschlesischen Berg- und Hüttenwesens bis zum Ausgang des alten Preußens abzuschließen.

Die Arbeit stellt insgesamt eine wohlgelungene, mit genauen Quellenangaben versehene Neubearbeitung der oberschlesischen Industriegeschichte in einem für die Entwicklung entscheidungsvollen Zeitraum dar.

Alfred Szuka.

## Vereinsnachrichten.

### Fachausschüsse.

Dienstag, den 15. September 1942, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

#### 168. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Wie groß ist die Nutzungszeit und die Stillstandszeit Ihres Laufkrans? Berichterstatter: Walter Abhöb, Dortmund.
2. Arbeits-, Zeit- und Kostenstudien, dargestellt am Beispiel des Zuschneidens von Blechen auf einer hydraulischen Schere. Berichterstatter: Eduard Kratschmar, Mährisch-Ostrau/Witkowitz.
3. Beitrag zur Bewertung von technischen Brenngasen. Berichterstatter: Hellmuth Schwiedeßen, Düsseldorf.
4. Aussprache.

\* \* \*

Dienstag, den 15. September 1942, 15 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus zu Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 155. Sitzung des Ausschusses für Warmwirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die Stellung des Energie-Ingenieurs im Rahmen der Neuordnung in der Eisen schaffenden Industrie. Berichterstatter: Kurt Rummel, Düsseldorf.
3. Ausbildungsfragen.
  - a) Ueber die Schulung von Ofenleuten. (Beispiel eines Ausbildungs-Werksvortrages.) Berichterstatter: Hellmuth Schwiedeßen, Düsseldorf.
  - b) Aussprache über praktische Erfahrungen durchgeführter Werksschulungskurse.
  - c) Der energietechnische Gehilfe. Berufsbild eines neuen Lehr- und Anlernberufes. Berichterstatter: Kurt Guthmann, Düsseldorf.
4. Aussprache über Spitzenausgleich von Energie.
5. Stocherprämien.
6. Verschiedenes.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Henrich, Josef*, Oberingenieur i. R., Linz (Rhein), Am Ländchen 7. 18 037
- Hoffmann, Wilhelm*, Oberingenieur, Ed. Breitenbach G. m. b. H., Eisengießerei, Walzendreherei, Stahlgießerei, Weidenau (Sieg); Wohnung: Känerbergstr. 40. 41 054
- Meyer zu Düttingdorf, Heinrich*, Ingenieur, Betriebsleiter, Capito & Klein A.-G., Düsseldorf-Benrath; Wohnung: Hildener Str. 11. 30 102
- Oppenheuser, Julius*, Oberingenieur, Baden-Baden, Werderstr. 34. 27 194
- Rütten, Paul*, Dr.-Ing., DRF.- u. Handelskammer-Sachverständiger für Eisen- u. Metallhüttenkunde u. Gießereiwesen, M. Gladbach, Lützwstr. 12. 23 145
- Stefan, Walter*, Dipl.-Ing., Prokurist, Deutsche Gold- u. Silber-Scheideanstalt vorm. Roessler, Berlin W 8, Französische Straße 33 F; Wohnung: Berlin W 35, Hildebrandstr. 9. 35 513

### Neue Mitglieder.

- Lukner, Joseph*, Betriebsingenieur, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz; Wohnung: Leipziger Str. 25. 42 226
- Müller, Heinrich*, Betriebsassistent, Friedenshütte A.-G., Friedenshütte (Oberschles.); Wohnung: Hermann-Göring-Str. 48. 42 227
- Passauer, Hermann*, Dr.-Ing., Inhaber der Fa. Dr. Passauer Glasofenbau, Markt Eisenstein; Wohnung: Berggasse 5. 42 228
- Prassek, Max*, Betriebsingenieur, Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Tempelhofer Str. 3. 42 229
- Staudinger, Heinrich*, Dipl.-Ing., Berlin-Grünwald, Hohenzollerndamm 142. 42 230
- Tatu, Emil*, Ingenieur, Leiter des Elektrostahlwerkes der Uzinele de Fier si Domeniile din Resita, Resita (Rumänien), Broste-anu 3. 42 231
- Tiller, Kurt*, Oberingenieur, Fa. „Ostofen“, Ostdeutscher Industrieofenbau, Beuthen (Oberschles.), Hohenzollerndamm 25; Wohnung: Hohenzollerndamm 32. 42 232

## Eisenhütte Oberschlesien

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik.

## Arbeitstagung

am 3. Oktober 1942 in Gleiwitz, O.-S.

Einzelheiten werden noch bekanntgegeben werden.