

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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 38

21. SEPTEMBER 1939

59. JAHRGANG

Metallurgische Untersuchungen über das Arbeiten mit sauerstoffangereichertem Gebläsewind beim Thomasverfahren.

Von Walter Eilender und Willi Roeser in Aachen*).

[Bericht Nr. 358 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute**).]

(Arbeitsweise des Thomaswerkes der Maximilianshütte in Rosenberg. Leistungssteigerung des Thomaswerkes. Erhöhung der Kühleisenschrottmenge infolge oder bei Verwendung von Luft mit 27 bis 31% O₂. Metallurgische Untersuchungen: Manganausnutzung, Entschwefelung, Eisenabbrand, Basizität der Schlacke, Sauerstoff- und Stickstoffgehalte des Stahles. Wirtschaftliche Beurteilung: Menge und Preis des Sauerstoffzusatzes, Schrottsatz und Erhöhung der Leistung.)

Die Vorschläge, mit sauerstoffangereichertem Gebläsewind zu arbeiten, gehen schon auf die Anfänge des Thomasverfahrens zurück. Theoretisch wurden sie zum ersten Male eingehend im Jahre 1908 von F. Wüst und L. Laval¹⁾ behandelt, und zwar auf Grund der Erkenntnisse von sorgfältig aufgestellten Wärme- und Stoffbilanzen. Die ersten praktischen Untersuchungen wurden im Jahre 1925 von A. Brüninghaus²⁾ und J. Haag³⁾ durchgeführt. Sie fanden bei ihren einmaligen Versuchen mit höherer Sauerstoffanreicherung Vorteile in einer Leistungssteigerung des Thomaswerkes durch Verkürzung der Blasezeit und vermehrten Schrottsatz, sowie einer Senkung der Rohstahlkosten. Diese ist jedoch abhängig von dem Unterschiede zwischen Roheisen- und Schrottsatzpreis. Ein dauerndes Arbeiten mit Sauerstoffanreicherung im laufenden Betriebe mußte noch vorteilhaftere Ergebnisse bringen. Zur Klarstellung dieser Ergebnisse auf metallurgischem Gebiet soll diese Arbeit einen Beitrag liefern.

Arbeitsweise in Sulzbach-Rosenberg.

Die hohe Koksfracht verteuert in Süddeutschland das Roheisen, so daß der Preisunterschied zwischen Roheisen und Schrott dort eine größere Spanne ausmacht als z. B. in Rheinland-Westfalen. So war es auf Grund der großen Fortschritte in der Gewinnung von sauerstoffangereicherter Luft für die Maximilianshütte gegeben, zur laufenden Verwendung von sauerstoffangereichertem Gebläsewind überzugehen. Das Thomasstahlwerk in Rosenberg hat fünf Konverter mit einem Fassungsvermögen von 10 t, das durchschnittliche Schmelzengewicht beträgt 11 t. Der beschränkte Konverterraum beträgt mit eingesetztem Boden bei Neuzustellung nur 0,81 m³/t und

wächst bei der letzten Schmelze der Konverterreihe auf 1,3 m³/t.

Für das Thomasstahlwerk arbeitet eine Sauerstoffanlage, die im Jahre 1930 von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen gebaut, nach dem Linde-Fränk-Verfahren arbeitet und heute in der Lage ist, für die gesamte Erzeugung einen sauerstoffangereicherten Wind zu liefern. Die Ausnutzung betrug 1933 etwa 60%, steigerte sich von Jahr zu Jahr und erreichte im Jahre 1938 etwa 90 bis 95%, d. h. 90 bis 95% aller Schmelzen wurden mit sauerstoffangereichertem Wind geblasen. Eine eingehende Beschreibung der Anlage brachte E. Karwat⁴⁾. Die sauerstoffangereicherte Luft wird nach der Speicherung in einem 3000 m³ fassenden Gasometer in einer besonderen Rohrleitung bis vor den Konverter gebracht. Erst 3 m vor jedem Konverter werden die Leitungen für gewöhnliche Luft mit 21% O₂ und die für angereicherte Luft mit 43% O₂ vereinigt. Da die Mischung also erst kurz vor dem Konverter vorgenommen wird, steht eine Sauerstoffanreicherung des Windes sofort zur Verfügung, wenn man die Abteilung der Gebläseanlage für die sauerstoffangereicherte Luft einschaltet. Nach dem Ausschalten wird sofort nur gewöhnliche Luft durch den Konverter geblasen. Die Gebläseanlage ist so eingerichtet, daß im laufenden Betrieb ein Gebläsewind mit 27 bis 31% O₂ verwendet wird.

Zeitweise wurden in Rosenberg Versuche gemacht mit einer auf 33% O₂ angereicherten Luft. Die Versuchsreihen wurden vorübergehend auf das Blasen mit 35% O₂ ausgedehnt. Jedoch ist die Gebläseanlage darauf nicht eingerichtet und kann den höchsten Druck nicht liefern. Dabei sind die Schmelzen noch gewöhnlich zu führen, aber die Blasezeiten verkürzen sich verhältnismäßig nicht so stark wie bei einer Sauerstoffanreicherung von 27%. Bei entsprechender Einrichtung der Gebläseanlage besteht jedoch kein Grund, nicht mit höherem Sauerstoffgehalt zu arbeiten. Jedenfalls konnte an Hand von Abgasanalysen nachgewiesen werden, daß der Sauerstoff auch bei 35% im Wind jederzeit voll vom Bade verbraucht wird.

In den ersten beiden Blase Minuten und ebenfalls nach dem Uebergang wird mit gewöhnlicher Luft geblasen. Ein großer

*) Vortrag von W. Eilender vor der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 5. November 1938 in Düsseldorf. Auszug aus der von der Technischen Hochschule Aachen genehmigten Dr.-Ing.-Dissertation von W. Roeser.

***) Sonderdrucke dieses Berichts sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Metallurgie 5 (1908) S. 434/62, 471/89; vgl. Stahl u. Eisen 29 (1909) S. 121/33.

²⁾ Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 737/48.

³⁾ Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 1873/78.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 860/63.

Vorteil gegenüber früheren Versuchen ist es, daß jetzt laufend mit sauerstoffangereichertem Wind geblasen wird. Der Schrott wird teils vor dem Einleeren des Roheisens in den Konverter gegeben, teils erfolgt die Schrottzugabe über eine Rutsche während des Blasens.

turen des Roheisens beim Einfüllen, des Stahles beim Ausleeren aus dem Konverter und beim Vergießen. Die Temperatur der Schmelze nach dem Fertigblasen wurde derart bestimmt, daß man eine weitere Probe mit einem besonders großen Löffel nahm, der immer gleichmäßig verschlackt war. Beim Ausgießen der Probe bildet sich an der Ausgußschnauze ein kleines Dreieck, in dem dann die Temperatur gemessen wurde. Unter diesen immer gleichen Verhältnissen wurden gut vergleichbare Werte erhalten. Die Abkühlung des Stahles durch den Probelöffel kann auf ungefähr 25° geschätzt werden. Es werden im folgenden nur unberichtigte Temperaturen angegeben. Der Mangangehalt des Roheisens lag zwischen 1,0 und 1,6%. Der Kalksatz wurde absichtlich in weiten Grenzen zwischen 90 und 140 kg je t Stahl abgestuft. Die Ergebnisse der Auswertung I und II stimmten überein.

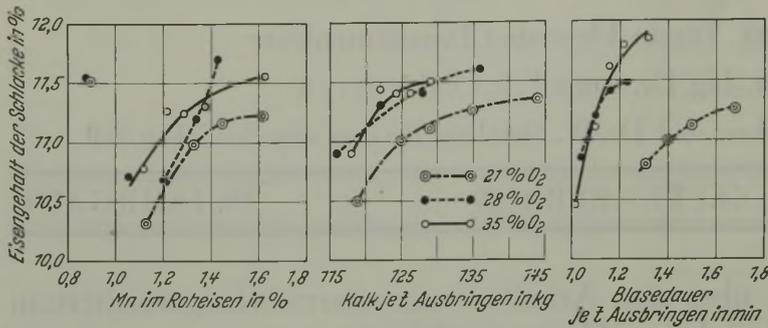


Bild 1. Der Einfluß des Mangangehaltes im Roheisen, des Schrottsatzes und der Blasedauer auf den Eisengehalt der Schlacke (Auswertung I).

Zur Untersuchung der metallurgischen Verhältnisse wurden zunächst 750 Schmelzen aus dem Jahre 1934 an Hand der vorhandenen Betriebsaufzeichnungen ausgewertet (Auswertung I). Von diesen Schmelzen waren je 250 mit 21, 27 und 33% O₂ bei Kalkzusätzen zwischen 120 und 130 kg/t Stahl erblasen worden. Eine derart große Anzahl von 750 Schmelzen mußte die Gewähr für einwandfreie Durchschnittswerte geben.

Für die Auswertung III wurden im März 1936 weitere 18 Schmelzen erblasen, und zwar je 6 mit 21%, 28% und 35% O₂ im Gebläsewind. Bei diesen Schmelzen sollten hauptsächlich zur Ergänzung der älteren Versuchsreihen die Sauerstoff- und Stickstoffgehalte des Stahles untersucht werden.

Die Auswertung IV im Januar 1938 hatte denselben Zweck und war durchgeführt worden, weil inzwischen mit

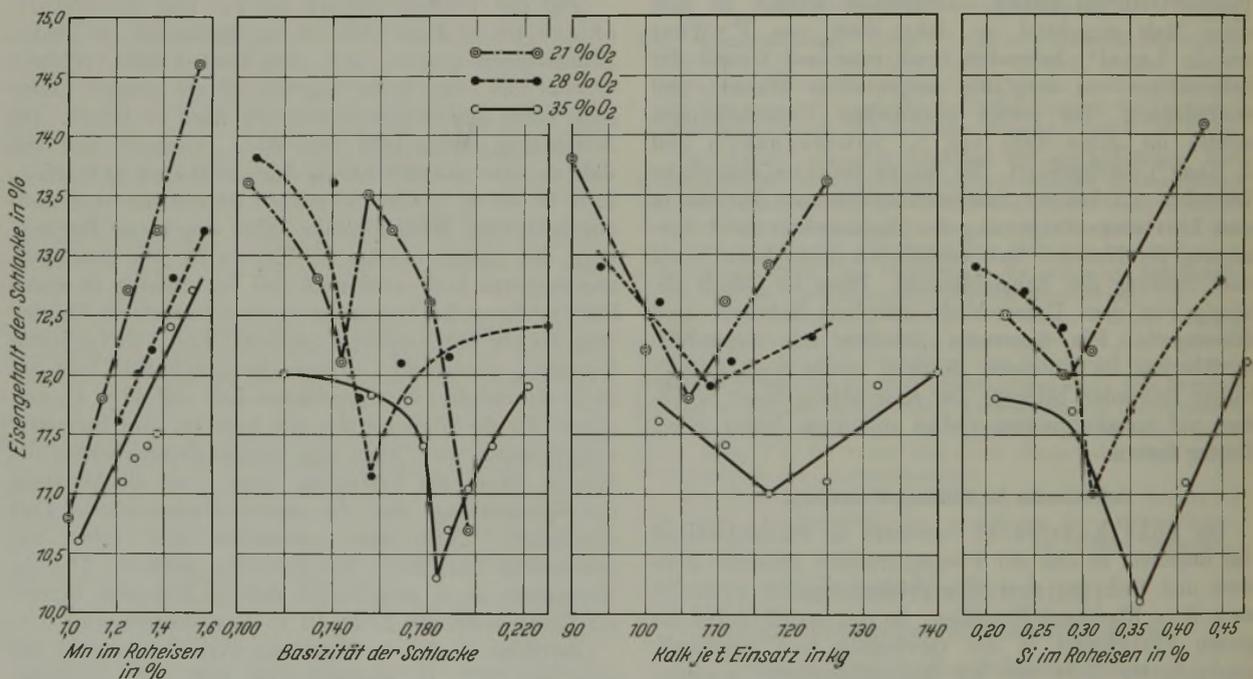


Bild 2. Der Einfluß des Mangangehaltes im Roheisen, der Basizität der Schlacke, des Kalksatzes und des Siliziumgehaltes im Roheisen auf den Eisengehalt der Schlacke (Auswertung II).

Im Oktober 1935 wurde dann eine größere Versuchsreihe von 184 Schmelzen (Auswertung II) erblasen, und zwar je 60 Schmelzen mit 21%, 28% und 35% O₂. Bei diesen Versuchen wurden alle Angaben vom Mischer bis zur Blockstraße genauestens beobachtet und festgehalten. Einsatz und Zusätze wurden zeitlich und gewichtsmäßig festgestellt. Von jeder Schmelze wurden Roheisen, Vor- und Fertigprobe, Schlacke, Kalk, Schrott und Auswurf, der mit dem Kalk zusammen eingesetzt wurde, untersucht. Das genaue Ausbringen, eingeschlossen die Pfannenbären, wurde gewogen. Gemessen wurden Blasezeiten, Sauerstoffgehalte des Windes und mit dem „Pyropto“ die Tempera-

niedrigeren Mangangehalten im Roheisen, die unter 1,0% lagen, gearbeitet wurde. Bei Auswertung III lagen die Mangangehalte des Roheisens noch zwischen 1,3 und 1,5%. Der Kalksatz der Auswertungen III und IV lag einheitlich bei 105 kg je t Stahl. Die Siliziumgehalte des Roheisens der Maximilianshütte bewegen sich innerhalb enger Grenzen; die Roheisentemperatur liegt im Durchschnitt bei 1250° (unberichtigt).

Endlich wurden im Oktober 1938 noch sechs Schmelzen mit einem Roheisen niedrigeren Phosphorgehaltes von 1,19 bis 1,35% verblasen bei einer Sauerstoffanreicherung von 31% (Auswertung V), einem Kalksatz von

ungefähr 90 kg und einem Schrottsatz von 40 bis 60 kg je t Stahl.

Für die metallurgische Beurteilung des Verfahrens sollen untersucht werden: Die Eisenverschlackung, die Manganansnutzung, der Mangangehalt der Vorprobe, die Entschwefelung, der Gehalt des Stahles an Sauerstoff und Stickstoff, die Verblasbarkeit und die Stahlgüte.

Betrachtet man den Eisengehalt der Schlacke, so zeigt sich sowohl bei Auswertung I als auch bei Auswertung II (Bild 1 und 2), daß sich mit steigendem Mangangehalt des Roheisens der Eisengehalt der Schlacke erhöht. Dabei fallen in der Auswertung I die Werte für die niedrigsten Mangangehalte im Roheisen aus dem allgemeinen Rahmen heraus (je ein Punkt für 21 % und 28 % O₂). Bei Auswertung II konnte dies nicht festgestellt werden. Eine Erklärung hierfür kann nicht gegeben werden. Sonst zeigen die Linien eine vollständig klare Richtung, die auch in allen früheren Arbeiten festgestellt wurde⁶⁾.

Die Basizität der Schlacke wurde berechnet nach C. Schwarz, E. Schröder und G. Leiber⁷⁾: $B' = 0,01 (\% \text{ CaO} - 0,93 \% \text{ SiO}_2 - 1,18 \% \text{ P}_2\text{O}_5)$. Mit dem Einfluß der Basizität muß der Einfluß des Kalksatzes und des Siliziumgehaltes im Roheisen betrachtet werden. In Auswertung II (Bild 2) wird für alle drei Einflüsse ein Bestwert des Eisengehaltes der Schlacke gefunden, die sich entsprechen müssen. Eine bestimmte Basizität ist also notwendig, damit die Eisengehalte der Schlacke niedrig sind. Bei ungenügender Basizität, d. h. bei niedrigen Kalksätzen oder hohem Siliziumgehalt im Roheisen, wird Eisen zur Schlackenbildung mit herangezogen. Bei zu hoher Basizität liegen größere Mengen freien Kalkes in der Schlacke vor. Dieser freie Kalk führt zur Bildung von Kalkferriten. Dadurch steigt der Eisengehalt der Schlacke. Diesen Einfluß des hohen Kalksatzes zeigt auch Bild 1 (Auswertung I). Damals wurden hohe Kalksätze gegeben, die die Eisenverschlackung erhöhten. Dieselben Einflüsse von Kalk, Silizium und Basizität fanden H. Schenck⁸⁾, K. Eichel⁹⁾, O. Scheiblich^{5) 10)}, A. Ristow, K. Daeves und E. H. Schulz¹¹⁾, P. Bardenheuer und G. Thanheiser¹²⁾ sowie Th. Lütgen¹³⁾. Daß sich der Bestwert der Eisenverschlackung mit höherer Sauerstoffanreicherung zu höheren Werten der Basizität verschiebt, ist dem Einfluß der höheren Temperatur der Schlacke zuzuschreiben. Denn mit höherer Schlackentemperatur wird die Kalkferritbildung verringert, wie auch H.

Schenck¹⁴⁾ zeigt. Daß über den Einfluß der Basizität noch eine eingehendere Untersuchung durchgeführt werden müßte, die im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war, zeigt der letzte Verlauf der Linie für 21 % O₂. Hier wird mit weiterer Erhöhung der Basizität der Eisengehalt der Schlacke wieder geringer. Keine andere Linie zeigt ein ähnliches Bild.

Auswertung II zeigt in Bild 3, daß mit höherem Phosphorgehalt der Vorprobe der Eisengehalt der Schlacke niedriger wird. Diese bekannte Abhängigkeit wurde auch in früheren Arbeiten von O. Scheiblich¹⁰⁾, A. Ristow¹¹⁾, K. Thomas¹⁵⁾ und von Th. Lütgen¹³⁾ festgestellt. Den Einfluß der Blasedauer je t Ausbringen auf den Eisengehalt der Schlacke zeigt Auswertung I (Bild 1) und Auswertung II (Bild 3). Mit längerer Blasedauer erhöht sich der Eisengehalt der Schlacke. Diese Abhängigkeit wird in früheren Arbeiten sehr oft behandelt. In den Arbeiten von O. Holz¹⁶⁾, R. Frerich¹⁷⁾, W. Bading⁶⁾ und Th. Lütgen¹³⁾ wird die

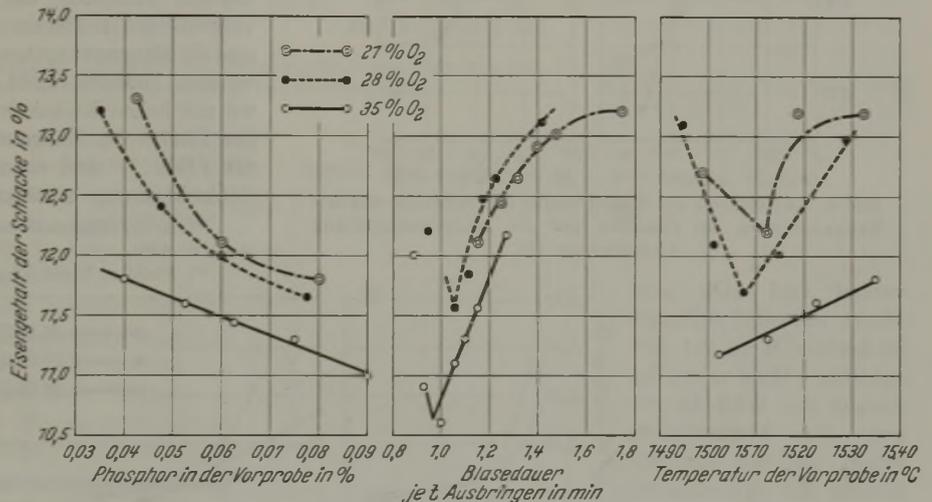


Bild 3. Der Einfluß des Phosphorgehaltes der Vorprobe, der Blasedauer und der Temperatur der Vorprobe auf den Eisengehalt der Schlacke (Auswertung II).

gleiche Abhängigkeit gefunden, die auch in der vorliegenden Arbeit festgestellt wurde. Je ein Punkt für 28 und 35 % O₂ und kürzeste Blasedauer zeigen wieder höhere Eisengehalte. Hier liegt aber ein weiterer Einfluß vor. Denn es ist anzunehmen, daß infolge des für die Versuche notwendigen schnellen Wechsels in der Sauerstoffanreicherung und in der Höhe des Kalksatzes die Schrottkühlung bei den am kürzesten blasenden Schmelzen nicht schnell genug eingespielt war oder zu spät erfolgte.

Als letzter Punkt über die Eisenverschlackung soll die Temperaturfrage und damit in unmittelbarem Zusammenhang die Schrottf Frage behandelt werden. R. Frerich¹⁷⁾ hat sich in einer eingehenden Arbeit mit der Abhängigkeit des Frischvorganges in der Thomasbirne vom Temperaturverlauf beschäftigt. Er zeigt, daß geringe Eisenverschlackung vorliegt, wenn bis zum Uebergang für hohe Temperatur gesorgt wird und dann die nötige Kühlwirkung des Schrottes einsetzt. Dann ist für die Phosphorverschlackung der Kalk reaktionsfähig genug, und später ist nach dem Einsetzen der Kühlwirkung des Schrottes die für gute Entphosphorung günstige niedrige Temperatur vorhanden. Diese Bedingungen für einen günstigen Schmelz-

¹⁴⁾ Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. I. Berlin 1932. S. 201.

¹⁵⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1665/74, 1708/18 (Stahlw.-Aussch. 196).

¹⁶⁾ Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 1285/97 (Stahlw.-Aussch. 58).

¹⁷⁾ Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 1233/43 (Stahlw.-Aussch. 147).

⁶⁾ Scheiblich, O.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 337/44, 365/71 (Stahlw.-Aussch. 274).

⁷⁾ Bading, W.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 409/16 (Stahlw.-Aussch. 304).

⁸⁾ Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 165/74 (Stahlw.-Aussch. 260).

⁹⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 953/66 (Stahlw.-Aussch. 188).

¹⁰⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 229/41 (Stahlw.-Aussch. 273).

¹¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 505/12 (Stahlw.-Aussch. 306).

¹²⁾ Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 1 (1935) S. 49/84; auch Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 889/99 u. 921/30 (Stahlw.-Aussch. 314 u. Werkstoffaussch. 347).

¹³⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 725/29 (Stahlw.-Aussch. 280).

¹⁴⁾ Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 993/99 u. 1022/28 (Stahlw.-Aussch. 329).

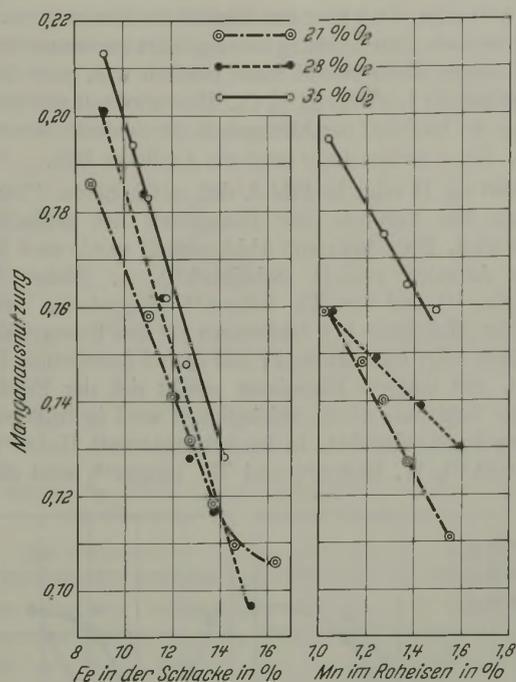


Bild 4. Der Einfluß des Eisengehaltes der Schlacke und des Mangangehaltes im Roheisen auf die Manganausnutzung (Auswertung II).

verlauf sind auch beim Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind gut einzuhalten. Denn schon im Anfang der Schmelze liegen die Temperaturen höher, und mit der Erhöhung des Schrottsatzes ist die Möglichkeit gegeben, eine Kühlwirkung zum richtigen Zeitpunkt zu erreichen.

Neben einer guten Temperaturführung während des Schmelzverlaufs ist auch die Einhaltung einer richtigen Endtemperatur wichtig. Darüber gibt Bild 3 der Auswertung II Auskunft. Von 1500° an steigt mit höherer Temperatur der Vorprobe auch der Eisengehalt der Schlacke. Diesen Einfluß der Temperatur erwähnen auch schon O. Scheiblich¹⁸⁾ und H. Schenck¹⁹⁾. Bei sehr niedrigen Temperaturen der Vorprobe unterhalb 1500° treten wieder höhere Eisengehalte der Schlacke auf. Dies ist die Folge zu matten Schmelzganges entweder durch Kühlung zur falschen Zeit oder infolge eines zu hohen Schrottsatzes oder eines zu kalten Roheisens.

Zur Beurteilung der Manganfrage wurde die Manganausnutzung als eine Verhältniszahl

$$Q = \frac{\text{Mn-Gehalt der Vorprobe}}{\text{Mn-Gehalt des Roheisens}}$$

errechnet, wobei allerdings der Mangangehalt des Schrottes unberücksichtigt ist. Außerdem wurde in Auswertung I auch der Mangangehalt der Vorprobe untersucht.

Den starken Einfluß der Eisenverschlackung auf die Manganwirtschaft zeigt die Auswertung II (Bild 4). Hier wird mit höherem Eisengehalt der Schlacke die Manganausnutzung schlechter. Ebenso fällt in der Auswertung I

(Bild 5) der Mangangehalt der Vorprobe mit steigendem Eisengehalt der Schlacke. Diesen Einfluß kennzeichnet O. Scheiblich⁵⁾ als überragend. Auch E. Faust¹⁸⁾ findet diese Abhängigkeit rechnerisch und durch Versuche.

Die Auswertung I (Bild 6) und die Auswertung II (Bild 4) zeigen mit höheren Mangangehalten im Roheisen eine schlechtere Manganausnutzung, was auch O. Scheiblich⁵⁾ findet. Mit steigender Basizität der Schlacke wird die Manganausnutzung besser (Bild 7). Diese Abhängigkeit finden auch O. Scheiblich⁵⁾ und E. Spetzler und A. Harr¹⁹⁾. Die entsprechenden Linien zeigen Bild 5 für Auswertung I und Bild 7 für Auswertung II. Hier wird mit sinkendem Siliziumgehalt des Roheisens der Mangangehalt der Vorprobe und die Manganausnutzung besser. Ebenso zeigt der erste Teil der Linienzüge in Bild 6 und 7 mit höherem Kalkzusatz eine bessere Manganausnutzung. Hier tritt aber ein Bestwert der Manganausnutzung auf. Bei weiterer Erhöhung des Kalksatzes muß der Einfluß der vergrößerten Schlackenmenge in den Vordergrund treten, und die Manganausnutzung muß dementsprechend schlechter werden. Dasselbe ergibt sich aus der Auswertung I (Bild 5), wo mit hohen Kalksätzen gefahren wurde. Die abweichenden Punkte der Manganausnutzung bei der höchsten Basizität (Bild 7) sind ebenfalls auf den Einfluß der großen Schlackenmenge zurückzuführen.

¹⁸⁾ Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 119/26 (Stahlw.-Aussch. 128).

¹⁹⁾ Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 389/92 (Stahlw.-Aussch. 227).

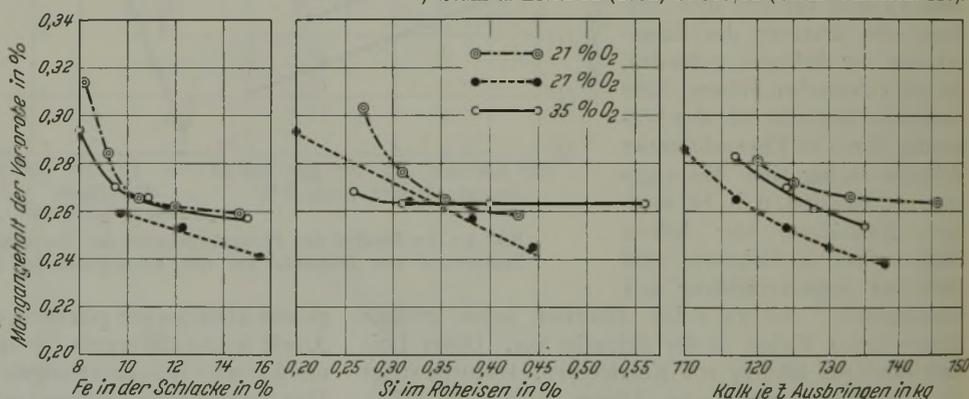


Bild 5. Der Einfluß des Eisengehaltes der Schlacke, des Siliziumgehaltes im Roheisen und des Kalksatzes auf den Mangangehalt der Vorprobe (Auswertung I).

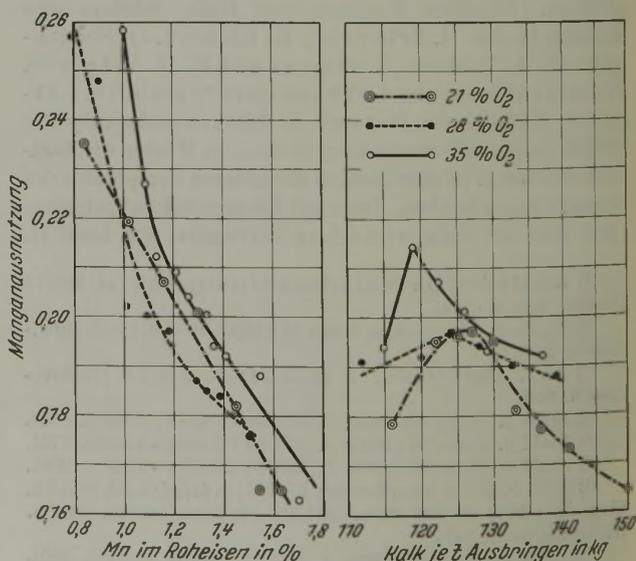


Bild 6. Der Einfluß des Mangangehaltes im Roheisen und des Kalksatzes auf die Manganausnutzung (Auswertung I).

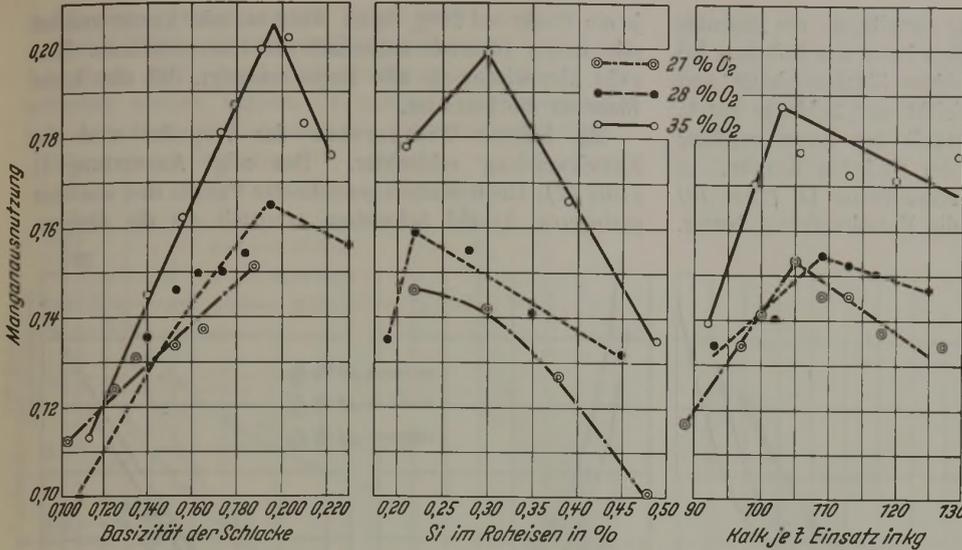


Bild 7. Der Einfluß der Basizität der Schlacke, des Siliziumgehaltes im Roheisen und des Kalksatzes auf die Manganausnutzung (Auswertung II).

Bei höherem Phosphorgehalt in der Vorprobe zeigt sich auch höherer Mangangehalt, wie aus Auswertung I (Bild 8) ersichtlich, wobei die Manganausnutzung steigt, wie Auswertung II (Bild 9) zeigt. O. Scheiblich⁵⁾, A. Ristow¹¹⁾, Th. Lütgen¹³⁾ und W. Bading⁶⁾ haben ebenfalls diese Abhängigkeit festgestellt.

Auswertung I (Bild 8) zeigt mit längerer Blasedauer je t Ausbringen niedrigere Mangangehalte der Vorprobe, und Auswertung II (Bild 9) zeigt bei einer längeren Blasedauer auch eine schlechtere Manganausnutzung. Denselben Einfluß der Blasedauer haben auch Th. Lütgen¹³⁾ und W. Bading⁶⁾ gefunden.

Der Einfluß der Temperatur der Vorprobe auf die Manganausnutzung zeigt Bild 9. Oberhalb 1505° findet sich mit steigender Temperatur eine schlechtere Manganausnutzung, weil eine höhere Endtemperatur die Entphosphorung erschwert und deshalb zu einer Steigerung des Eisen- und des Manganoxydulgehaltes der Schlacke führt. Unterhalb 1505° zeigen zwei Punkte eine geringere Manganausnutzung. Hier tritt eine stärkere Manganverschlackung auf, weil bei denselben Temperaturen auch die Eisenverschlackung größer war.

Für die Auswertung I der Betriebsschmelzen lagen nur die Schwefelgehalte des Roheisens und des Fertigstahls vor. Der Entschwefelungsgrad wurde hier ausgedrückt durch

$$\eta = \frac{\text{Schwefelgehalt im Roheisen}}{\text{Schwefelgehalt im Stahl}}$$

Die Entschwefelung im Konverter konnte aber bei den Versuchsschmelzen der Auswertung II beobachtet werden, weil die Zusammensetzung der Vorprobe vorlag. Hier wurde der Entschwefelungsgrad aufgestellt als

$$\eta = \frac{\text{Schwefelgehalt im Roheisen}}{\text{Schwefelgehalt in der Vorprobe}}$$

Es ist noch ungeklärt, ob sich während des Thomas-

verfahrens das Mangan an der Entschwefelung des Bades beteiligt. Die Hauptarbeit leistet auf jeden Fall der Kalk. Von Bading⁶⁾ und in der Erörterung zum Bericht von K. Köhler²⁰⁾ wird aber mehrmals ausgeführt, daß ein gewisser Mangangehalt im Roheisen vorliegen muß, um eine Entschwefelung zu erhalten. Dieser Einfluß des Mangans ist auch aus der Auswertung II (Bild 10) zu ersehen. Mit steigendem Mangangehalt im Roheisen erfolgt eine bessere Entschwefelung bis zu einem Bestwert bei 1,2% Mn. Die Entschwefelung wird dann schlechter, weil bei einer weiteren Erhöhung des Mangangehaltes im Roheisen eine stärkere

²⁰⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1257/66 u. 1845 (Stahlw.-Aussch. 191).

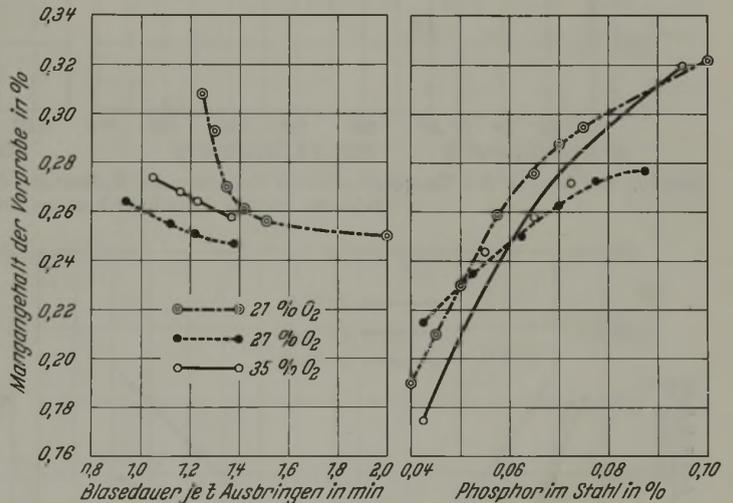


Bild 8. Der Einfluß der Blasedauer und des Phosphorgehaltes im Stahl auf den Mangangehalt der Vorprobe (Auswertung I).

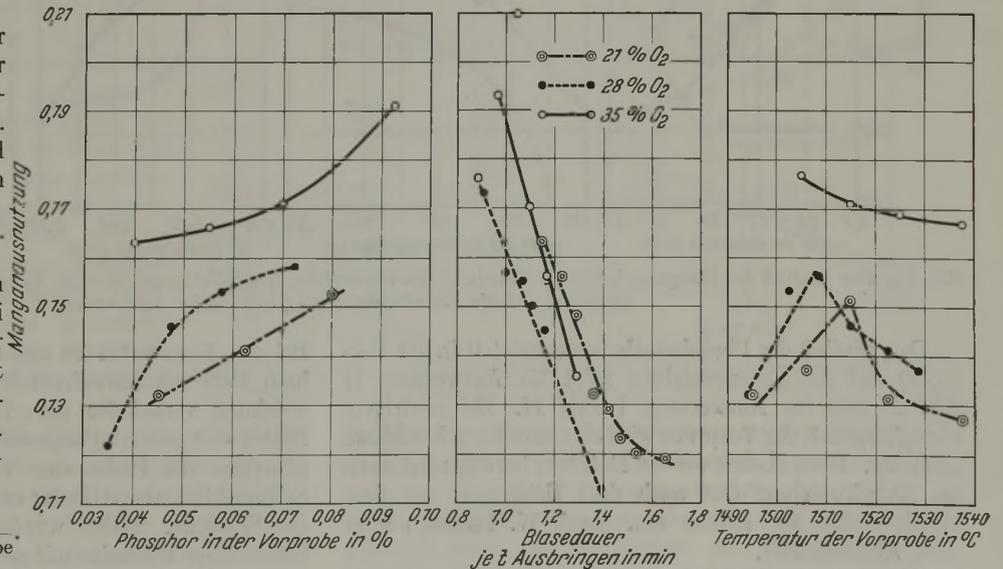


Bild 9. Der Einfluß des Phosphorgehaltes der Vorprobe, der Blasedauer und der Temperatur der Vorprobe auf die Manganausnutzung (Auswertung II).

Mangan- und Eisenverschlackung auftritt, die die Basizität der Schlacke erniedrigt. Außerdem hatte das Roheisen bei höheren Mangangehalten auch höhere Siliziumgehalte, und diese setzen ebenfalls die Basizität der Schlacke herab.

Daß der Kalk die Hauptarbeit der Entschwefelung leistet, zeigt die Eindeutigkeit der nächsten Kurven. In Auswertung I (Bild 11) und Auswertung II (Bild 10) wird mit steigendem Kalksatz die Entschwefelung besser.

je ein Punkt bei 21 % O₂ im Wind bei sehr kurzer und bei sehr langer Blasezeit außerhalb des Kurvenverlaufs. Man sieht hier wieder die alte Regel bestätigt, daß eine kurze Blasezeit die beste ist.

Mit höherer Temperatur der Vorprobe wird die Entschwefelung schlechter. Das zeitige Auswertung II (Bild 12). Die besonders gezeichneten Punkte sind aus einer geringeren Anzahl Schmelzen ermittelt als die übrigen.

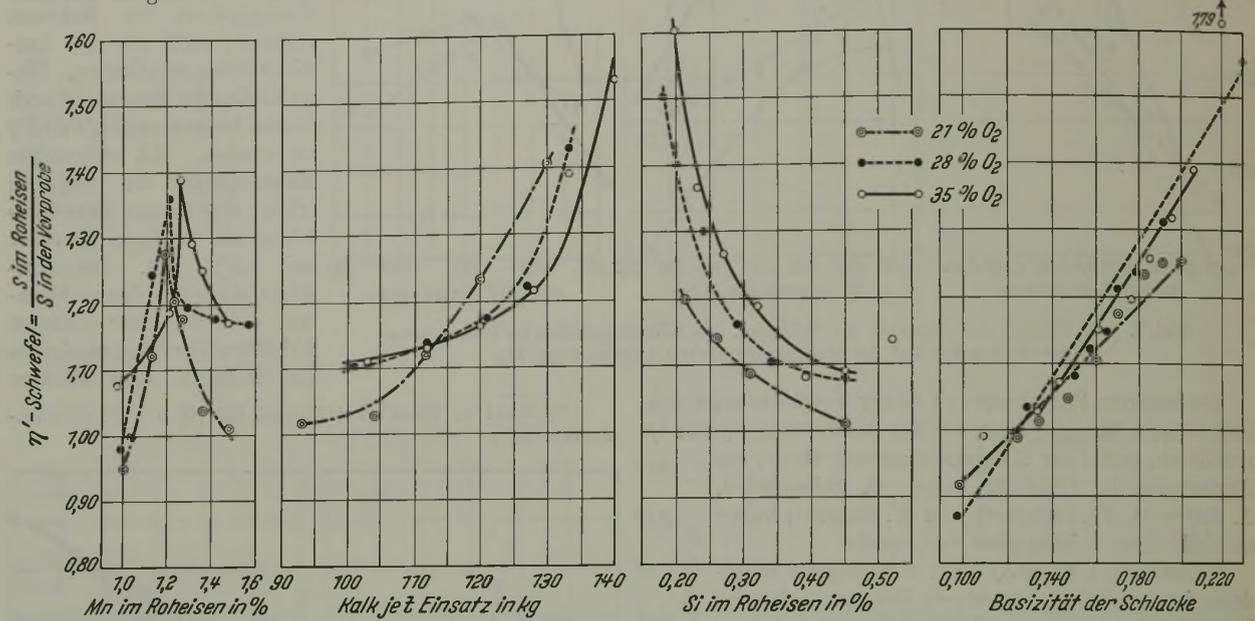


Bild 10. Der Einfluß des Mangangehaltes im Roheisen, des Kalksatzes, des Siliziumgehaltes im Roheisen und der Basizität der Schlacke auf die Entschwefelung (η -Schwefel); Auswertung II.

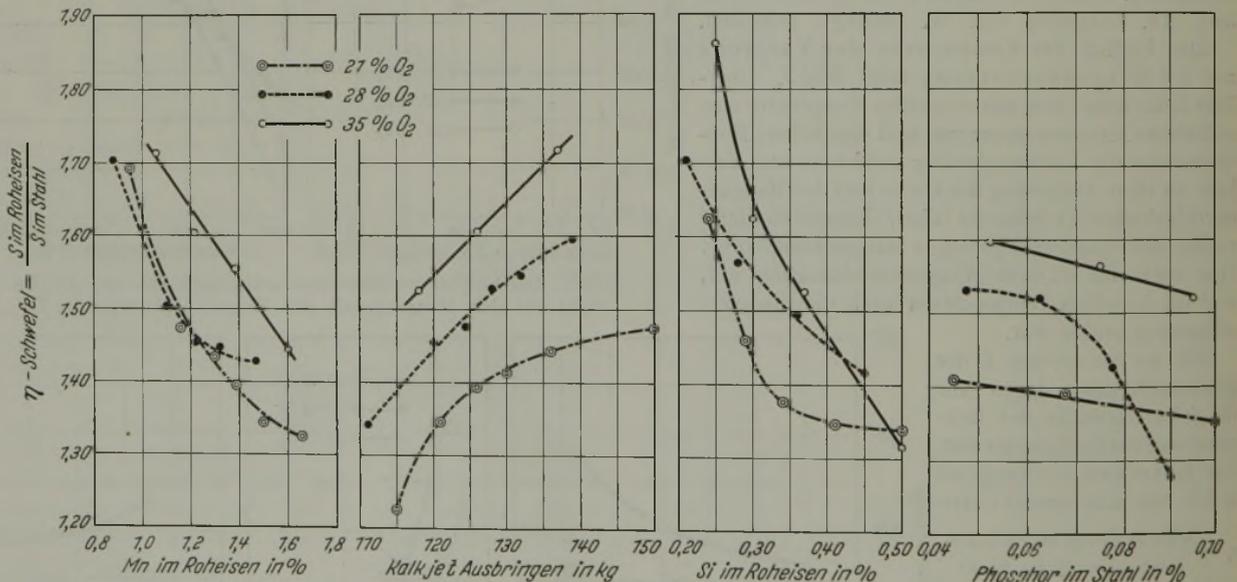


Bild 11. Der Einfluß des Mangangehaltes im Roheisen, des Kalksatzes, des Siliziumgehaltes im Roheisen und des Phosphorgehaltes im Stahl auf die Entschwefelung (η -Schwefel); Auswertung I.

Den Einfluß des Phosphorgehaltes (ermittelt in der Vorprobe) auf die Entschwefelung zeigt für Auswertung II Bild 12 und für Auswertung I Bild 11. Bei niedrigem Phosphorgehalt der Vorprobe wird eine gute Entschwefelung gefunden. Denn ebenso wie die Entphosphorung setzt auch die Entschwefelung erst nach dem Uebergang mit dem Flüssigwerden des Kalkes ein. Auch W. Bading⁶⁾ zeigt diese Abhängigkeit.

Mit längerer Blasedauer wird, wie Auswertung II (Bild 12) zeigt, die Entschwefelung schlechter. Dabei liegt

Bei den Kurven für 28 und 35 % O₂ im Wind wird oberhalb 1525° die Entschwefelung wieder besser. Diese Abweichung veranlaßte eine Untersuchung, ob nicht beim Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind bei hohen Temperaturen des Bades eine Verbrennung des Schwefels zu Schwefeldioxyd stattfindet neben der Entschwefelung durch die Schlacke. Dabei wurde festgestellt, daß beim Verblasen einer Schmelze mit gewöhnlicher Luft kein Schwefel in den Abgasen enthalten ist, wogegen bei mit Sauerstoff angereicherter Wind (35 %) Schwefel in den Abgasen

nachgewiesen werden konnte. Damit dürfte bewiesen sein, daß beim Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind heiße Schmelzen auch durch Schwefeldioxydentwicklung entschwefelt werden können. Eingehende Untersuchungen besonders über den Zeitpunkt der Schwefeldioxydverbren-

1,16 min Blasedauer keine weitere Verkürzung gegenüber 27% O₂ erreicht. Infolgedessen erhöhte sich der Schrottsatz nur in einem geringeren Verhältnis auf 115 kg je t Ausbringen. Der Eisengehalt der Schlacke mit 10,9% bei 21% O₂ im Wind und mit 11,3% bei 27 und 33% O₂ ist als praktisch gleichbleibend anzusehen. Die Manganausnutzung mit steigender Sauerstoffanreicherung ist schwach steigend von 18,8% bei 21% O₂ auf 19,3% bei 27% O₂ und 20,2% bei 33% O₂ im Wind. Doch ist die Entschwefelung sehr stark steigend mit höherer Sauerstoffanreicherung. Sie erhöht sich von 28% bei 21% O₂ auf 32,8% bei 27% O₂ und auf 36,7% bei 33% O₂ im Wind.

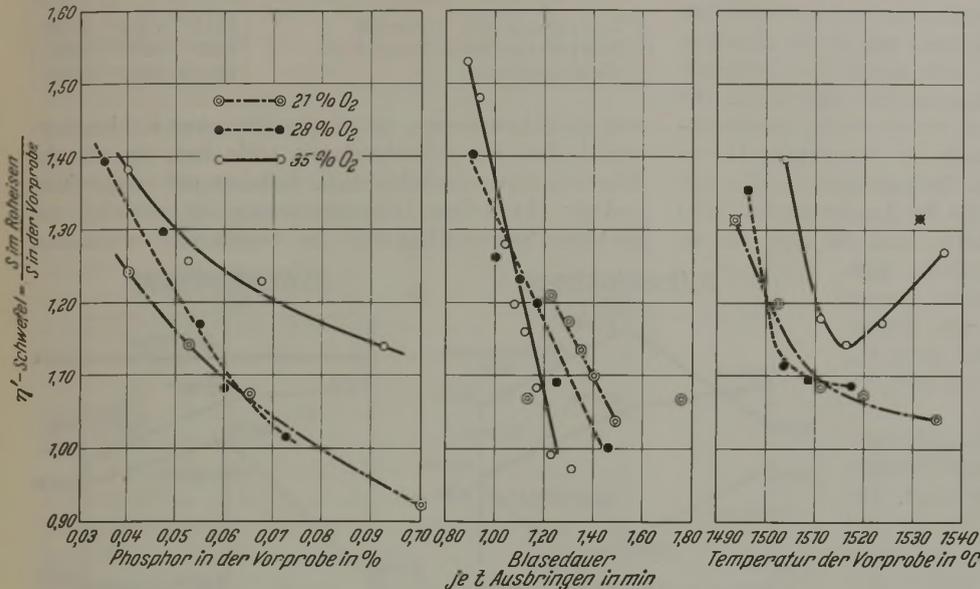


Bild 12. Der Einfluß des Phosphorgehaltes der Vorprobe, der Blasedauer und der Temperatur der Vorprobe auf die Entschwefelung (η -Schwefel); Auswertung II.

nung und die notwendige Temperatur müssen in einer weiteren besonderen Untersuchungsreihe angestellt werden.

Schon bei der Betrachtung der bisherigen Bilder zeigt es sich, daß die Kurven mit höheren Sauerstoffgehalten im Wind günstiger liegen als beim Blasen mit Luft; besonders auffällig ist dies bei Auswertung II. Bei der Manganausnutzung und Entschwefelung liegen die Kurven für 35% O₂ im Wind am höchsten und für gewöhnliche Luft am niedrigsten, beim Eisengehalt der Schlacke ist es umgekehrt. Aus dieser Staffellung ist schon zu entnehmen, daß das Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind metallurgische Vorteile mit sich bringt. Zur genauen Untersuchung wurde nun der Durchschnittswert aller Schmelzen getrennt nach den Sauerstoffgehalten errechnet und zusammengefaßt (Bild 13). Hier ist wieder Auswertung I aus den 750 Betriebschmelzen und Auswertung II aus den 184 Versuchsschmelzen ermittelt. Die Auswertung I wurde aus den Betriebsaufschreibungen des Jahres 1933/34 entnommen, weil zu dieser Zeit das Stahlwerk Versuche mit einer Anreicherung des Windes auf 33% O₂ gemacht hatte. Auch für die vorliegende Arbeit war es wichtig festzustellen, wie sich eine Anreicherung auf 33 und 35% O₂ auswirkte. Dafür mußte der Nachteil in Kauf genommen werden, daß sich die Blasezeit prozentual nicht so stark verkürzt wie bei 28prozentiger Sauerstoffanreicherung.

stoffanreicherung verbunden sind, sondern hier schon Vorteile festzustellen sind. Die wirtschaftlichen Vorteile der verkürzten Blasedauer und des höheren Schrottsatzes wurden an anderer Stelle eingehend besprochen. Deshalb

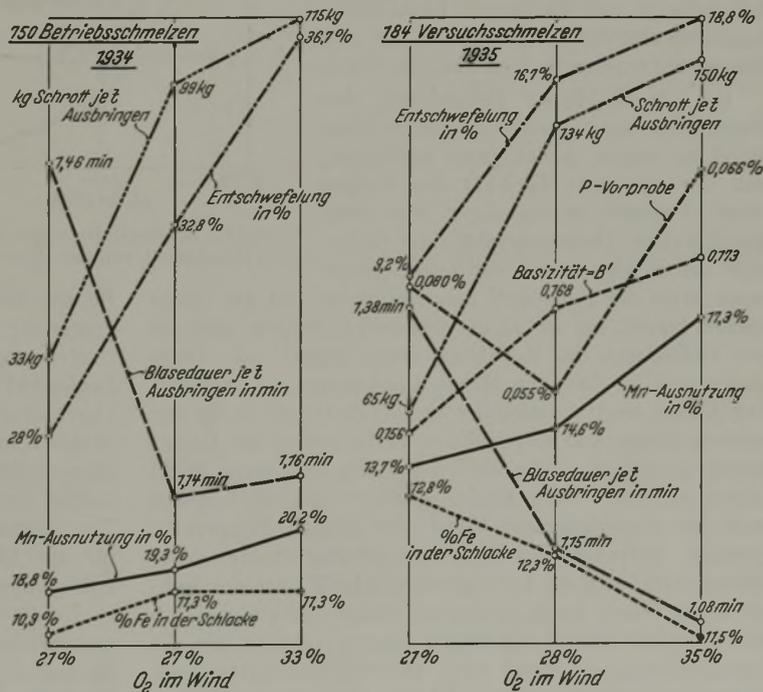


Bild 13. Durchschnittswerte der Schmelzen aus den Auswertungen I und II in Abhängigkeit von der Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes aufgetragen.

In Auswertung I wird beim Blasen mit gewöhnlicher Luft eine Blasedauer von 1,46 min je t Ausbringen festgestellt. Sie verkürzt sich, was zu erwarten war, bei 27% O₂ im Wind auf 1,14 min. Dieser Verkürzung entspricht ein höherer Schrottsatz von 99 kg je t Ausbringen, während beim Betrieb mit gewöhnlicher Luft nur 33 kg gesetzt wurden. Bei einer weiteren Anreicherung auf 33% O₂ wurde mit

sei hier nur kurz auf die Verkürzung der Blasedauer und den erhöhten Schrottsatz auch bei Auswertung II hingewiesen. Es sei nochmals erwähnt, daß es sich bei diesen 184 Schmelzen um eine Versuchsreihe handelt. Deshalb steht die Genauigkeit der Angaben einwandfrei fest. Zur metallurgischen Untersuchung wurden aber absichtlich Änderungen vorgenommen. Zum Beispiel

wurden die Mangan- und Siliziumgehalte des Roheisens und besonders die Kalksätze geändert. Dabei haben sich metallurgische Nachteile herausgestellt, es sei nur auf das Beispiel der zu hohen und zu niedrigen Kalksätze hingewiesen. Solche schlechten metallurgischen Werte sind in den Durchschnittswerten mit enthalten und verschlechtern diese. Ihre Wirkung kann natürlich nur in der absoluten Höhe Nachteile hervorrufen. Unter sich bleiben innerhalb einer Versuchsreihe die Ergebnisse immer vergleichbar. Die Unterschiede beim Blasen mit verschiedenen Sauerstoffgehalten der Luft sind innerhalb der Auswertung II einwandfrei festzustellen, weil die Bedingungen für alle drei Verfahren gleichbleiben. Infolge der Aenderung des Kalksatzes war es nicht zu erwarten, daß die Basizität als Durchschnittswert aller Schmelzen, nach den drei Blaseverfahren geordnet, immer genau dieselbe Zahl ergab. Die Unterschiede zwischen $B' = 0,156$ bei 21 % O_2 , 0,168 bei 28 % O_2 und 0,173 bei 35 % O_2 sind aber nicht zu groß.

Dann wurde noch der Phosphorgehalt der Vorprobe aufgezeichnet, der auch keine zu großen Unterschiede zeigt. Die niedrigsten Phosphorgehalte wurden bei 28 % O_2 im Wind gefunden. Bei dieser Sauerstoffanreicherung wird eine bessere Manganausnutzung und ein niedrigerer Eisengehalt der Schlacke als beim Blasen mit Luft erhalten, obwohl der Einfluß des niedrigeren Phosphorgehaltes gerade entgegengesetzt wirkt. Die bessere Manganausnutzung, der niedrigere Eisengehalt der Schlacke und die bessere Entschwefelung sind also einwandfrei eine Folge des Blasens mit sauerstoffangereicherter Wind.

Bei oberflächlicher Betrachtung des Verfahrens, mit sauerstoffangereicherter Wind zu blasen, könnte man annehmen, daß der Sauerstoffgehalt des Stahles steigt. Dagegen ist zu sagen, daß beim gewöhnlichen Thomasverfahren der Sauerstoff des Windes immer voll angenommen wird. Wird der Sauerstoff nun von einem Teil des Stickstoffes befreit, so ist nicht einzusehen, warum sich an den Grundlagen des Verfahrens etwas ändern soll. Denn maßgebend ist doch die Menge angebotenen Sauerstoffes. Der Ablauf der Oxydation der Eisenbegleiter wird aber mit höherer Temperatur und früherer Verflüssigung des Kalkes immer günstiger. Diese werden bei angereicherter Wind früher erreicht. Nach einem gleichen Sauerstoffangebot wird bei angereicherter Wind eine höhere Temperatur erreicht. Je früher diese höhere Temperatur einsetzt, desto stärker wirkt sich die hohe physikalische Wärme des Roheisens aus, indem der Kalk eher verflüssigt wird und dadurch die Phosphorverbrennung früher einsetzt, ebenso wie die Entschwefelung günstiger wird. Die Phosphorverbrennung dagegen wird durch niedrige Temperatur nach dem Uebergang begünstigt, die man durch rechtzeitige Kühlung erreicht. Bei der Kühlung durch Schrott ist nicht nur die Zeit der Zugabe, sondern auch die Beschaffenheit des Schrottes zu beachten. Wird schwerer Blockschrott vor dem Uebergang und leichter Schrott, der schneller schmilzt, in der Zeit des Uebergangs gegeben, so wird eine sehr starke Kühlwirkung kurz nach dem Uebergang erzielt. Bei dem Thomasverfahren, wie es heute durchgeführt wird, ist der Sauerstoffanreicherung des Windes eine Grenze gesetzt,

Zahlentafel 1. Durchschnittliche Temperaturen bei verschiedenen Sauerstoffgehalten des Windes.

	Temperaturen bei Sauerstoffgehalten des Windes von		
	21 % O_2	28 % O_2	35 % O_2
Temperatur der Vorprobe	1515°	1508°	1518°
Temperatur beim Ausgießen	1532°	1529°	1535°
Gießtemperatur	1508°	1503°	1512°

weil die Schrottmenge, die zur physikalischen Kühlung notwendig ist, eine Einschmelzzeit nötig hat, die mit der Blasezeit zusammenfallen muß. Roheisen mit entsprechend anderer chemischer Zusammensetzung ist natürlich mit höchsten Sauerstoffgehalten im Gebläsewind verblasbar.

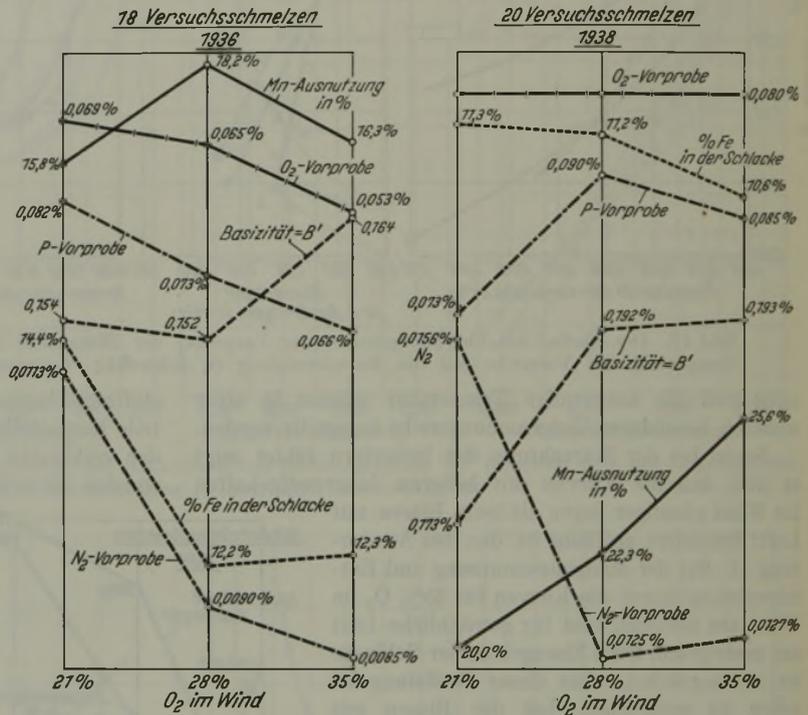


Bild 14. Durchschnittswerte der Schmelzen aus den Auswertungen III und IV in Abhängigkeit von der Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes aufgetragen.

Bei den Betriebsverhältnissen in Rosenberg ist die Höchstgrenze der Sauerstoffanreicherung noch nicht erreicht, denn eine einwandfreie Schrottkühlung war immer noch möglich. Zahlentafel 1 bringt zum Vergleich für Auswertung II die Durchschnittswerte der Temperaturen der Vorprobe, des Stahls beim Ausgießen aus dem Konverter und des Stahls beim Vergießen in die Kokille. Es ergeben sich gleichmäßige Temperaturen, die alle in dem als günstig erkannten Temperaturbereich liegen. Dies ist ein Zeichen dafür, daß für alle Blaseverfahren bis zum Ende der Blasezeit die notwendige Kühlung erreicht wurde.

Die Sauerstoffanreicherung ermöglicht eine bessere Temperaturführung. Ein höherer Sauerstoffgehalt des Stahles ist nach dieser Betrachtung nicht zu erwarten. Da außerdem der Eisenoxydulgehalt der Schlacke beim Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind niedriger ausfällt, ist eine Erhöhung des Sauerstoffgehalts im Stahl nicht zu erwarten. Zur einwandfreien Klärung dieser Frage wurde noch eine Versuchsreihe von 18 Schmelzen im März 1936 erblasen (Auswertung III), die hauptsächlich der Untersuchung der Sauerstoff- und Stickstoffgehalte dienen sollte. Im Januar 1938 wurden noch einmal 20 Versuchsschmelzen erblasen (Auswertung IV), weil inzwischen die Zusammensetzung des Roheisens geändert worden war; die Mangangehalte lagen jetzt unter 1,00%.

Zum Vergleich sind in Auswertung III und IV (Bild 14) auch der Phosphorgehalt der Vorprobe, die Basizität, die Manganausnutzung und die Eisenverschlackung, ferner die Sauerstoff- und Stickstoffgehalte der Vorprobe aufgetragen. In Auswertung III haben die Schmelzen, die mit 21 und 28 % O₂ verblasen wurden, ungefähr die gleiche Basizität. Die Schmelzen bei 28 % O₂ im Wind sind dabei auf niedrigere Phosphorgehalte der Vorprobe heruntergeblasen, trotzdem liegt die Manganausnutzung höher und der Eisengehalt der Schlacke niedriger. Hier finden sich also dieselben günstigen Ergebnisse wieder wie in der Auswertung I und II. Ferner sind in der Vorprobe die Sauerstoffgehalte etwas, die Stickstoffgehalte bedeutend niedriger geworden. Die mit 35 % O₂ erblasenen Schmelzen hatten im Durchschnitt eine etwas höhere Basizität, waren aber auf noch niedrigere Phosphorgehalte der Vorprobe heruntergeblasen, die Eisengehalte der Schlacke waren genau so niedrig wie bei den mit 28 % O₂ verblasenen Schmelzen, nur die Manganausnutzung hatte wieder fast denselben Wert wie beim Blasen mit gewöhnlicher Luft. Auch in diesem Falle sind die Sauerstoff- und Stickstoffgehalte noch niedriger geworden.

In Auswertung IV sind leider die Unterschiede in der Basizität etwas größer, und auch die Phosphorgehalte der Vorprobe sind bei den höheren Sauerstoffgehalten des Windes etwas höher. Die Manganausnutzung liegt höher, weil die Mangangehalte des Roheisens erheblich niedriger waren als in dem bei den früheren Auswertungen verwendeten, doch steigt sie auch hier mit höherer Sauerstoffanreicherung im Wind, wobei der Eisengehalt der Schlacke entsprechend sinkt. Die Sauerstoffgehalte der Vorprobe liegen auf gleicher Höhe, d. h., daß das Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind keine höheren Sauerstoffgehalte im Stahl ergibt. Die Stickstoffgehalte derselben Proben fallen mit der Sauerstoffanreicherung im Wind. Damit kommt man zu einem weiteren wichtigen Punkt der vorliegenden Untersuchung. Die niedrigen Stickstoffgehalte beim Blasen mit sauerstoffangereicherter Wind werden infolge eines geringeren Stickstoffballastes und einer Blasezeitverkürzung erreicht. Besonders während der Kohlenstoffverbrennung wird der Teildruck des Stickstoffs erniedrigt. Von überragendem Einfluß dürfte aber die Blasezeitverkürzung und der Einfluß der Temperatur sein. In der Aussprache über das Thomasverfahren²¹⁾ wurde auch die Stickstoffaufnahme eingehend besprochen, und als Einflüsse, die eine Stickstoffaufnahme begünstigen, wurden herausgestellt: lange Blasezeit, große Windmenge und hohe Temperatur besonders in der Nachblasezeit. Da durch eine richtige Schrottkühlung die Temperatur in der Nachblasezeit niedriggehalten werden kann, wird auch der Einfluß der Temperatur auf die Stickstoffaufnahme von dem überragenden Einfluß der Blasezeitverkürzung überdeckt.

An anderer Stelle dieser Arbeit wurde eingehend gezeigt, daß mit der Sauerstoffanreicherung des Windes die Möglichkeit gegeben ist, die Mängel eines physikalisch kälteren Roheisens auszugleichen. Darüber hinaus kann sogar der Idealfall des Temperaturverlaufs einer Thomasschmelze für jeden Betrieb angestrebt werden. Außerdem ist aber noch die Möglichkeit gegeben, ein Roheisen, dessen chemische Zusammensetzung ein Verblasen mit gewöhnlicher Luft nicht mehr gestattet, mit der entsprechend hohen Sauerstoffanreicherung noch einwandfrei zu verblasen. In diesem Zusammenhang findet F. W. Davis²²⁾, daß jedem Phosphorgehalt des Roheisens ein bestimmter Sauerstoffgehalt des

Windes entspricht, um unter sonst gleichen Bedingungen dieselbe Temperaturerhöhung zu geben. Zum Beispiel geben 1 % P im Roheisen und 38 % O₂ im Wind die gleiche Temperaturerhöhung wie 2,5 % P und 21 % O₂. Ähnliche Betrachtungen machten F. Wüst und L. Laval¹⁾. Für ein Roheisen mit 3,35 % C, 0,48 % Si, 0,85 % Mn, 2,01 % P, 0,18 % S stellten sie in einer Zahlentafel für verschiedene Phosphorgehalte des Roheisens die entsprechenden Sauerstoffgehalte des Windes auf, mit denen das Roheisen noch zu verblasen wäre:

Phosphorgehalt im Roheisen %	1,75	1,56	1,22	0,79	0,52	0,22	0,0
Erforderlicher Sauerstoffgehalt im Gebläsewind %	23,0	25,0	30,0	40,0	50,0	70,0	98,3

Auch darüber wurden in Rosenberg im Oktober 1938 Versuche gemacht und in Auswertung V zusammengefaßt. Bild 15 zeigt die Zusammensetzung von Roheisen, Vorprobe und Schlacke. Es wurden Schmelzen mit nur 1,19 bis 1,35 % P im Roheisen verblasen. Die Sauerstoffanreicherung des Windes wurde auf 31 % festgesetzt. Der Kalksatz betrug dabei auf 11,4 t Roheisen 900 kg oder 7,9 %, der Schrottsatz im Durchschnitt 500 kg. Die Blasezeit ging bei diesem ungewöhnlich niedrigen Phosphorgehalt auf 40 min herunter. Irgendwelche Schwierigkeiten haben sich trotzdem nicht ergeben.

Roheisen Zusammensetzung					Vorprobe Zusammensetzung			Konverterschlacke Zusammensetzung					
C	Si	Mn	P	S	Mn	P	S	SiO ₂	CaO	Fe	Mn	P ₂ O ₅	Lösl.
4,00	0,35	1,74	1,19	0,054	0,22	0,056	0,074	7,96	50,90	12,80	4,73	13,57	95,7
3,65	0,47	1,00	1,20	0,078	0,19	0,052	0,027	7,20	50,50	13,90	3,90	13,85	95,9
3,95	0,46	1,04	1,24	0,074	0,15	0,050	0,025	7,06	48,80	14,50	4,07	15,00	95,4
3,90	0,28	0,94	1,27	0,086	0,17	0,038	0,027	7,20	53,50	12,70	3,77	15,46	97,8
3,90	0,43	0,90	1,27	0,074	0,24	0,057	0,023	7,88	50,60	10,90	4,73	17,78	97,6
3,75	0,24	0,92	1,35	0,078	0,17	0,052	0,030	8,18	48,90	12,40	4,37	17,09	93,0

Bild 15. Auswertung V. Die Analyse des Roheisens, der Vorprobe und der Schlacke von den Schmelzen, die mit niedrigen Phosphorgehalten im Roheisen und mit einer Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes von 31 % verblasen wurden.

Bei einer höheren Sauerstoffanreicherung würde man zu einer günstigsten Temperaturführung einen größeren Spielraum haben. Immerhin ist bei dem geringen Phosphorgehalt des Einsatzes der Schrottsatz von 4,4 % noch hoch genug. Die Mangangehalte der Vorprobe sind verhältnismäßig hoch und die Phosphorgehalte niedrig. Die Entschwefelung ist als sehr gut zu bezeichnen, denn sie beträgt teils mehr, teils etwas weniger als 70 %. Die Eisengehalte der Schlacke sind zwar etwas hoch, doch ist die Schlackenmenge dabei niedrig; in einem ständig mit phosphorarmem Roheisen arbeitenden Betrieb und bei Verwendung höherer Sauerstoffgehalte im Wind würden sich wahrscheinlich noch niedrigere Eisengehalte der Schlacke erzielen lassen. Die Höhe des Phosphorsäuregehaltes der Schlacke reicht immer noch zum Verkauf aus, und die Zitronensäurelöslichkeit ist gut. Die Kalkgehalte der Schlacke sind aber besonders bei den Schmelzen mit den niedrigsten Phosphorgehalten im Roheisen noch sehr hoch, wahrscheinlich lassen sich die Kalkmengen und damit auch die Schlackenmengen noch erniedrigen.

²¹⁾ Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1561/69 (Stahlw.-Aussch. 219).

²²⁾ Chem. metall. Engng. 29 (1923) S. 272/75; vgl. Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 260/62.

Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Wenn auch mit der metallurgischen Untersuchung die eigentliche Aufgabe der Arbeit erschöpft ist, so müssen doch noch einige wichtige wirtschaftliche Fragen behandelt werden. Dazu ist zunächst allgemein zu sagen, daß der Dolomitverbrauch und die Haltbarkeit von Konverter und Boden, der Pfannen und der Kokillen durch die Sauerstoffanreicherung nicht beeinflusst wurde. Auch das Ausbringen war gleichbleibend gut. Die Verblasbarkeit wurde durch die Sauerstoffanreicherung günstig beeinflusst. Ein wichtiger Vorteil in diesem Sinne war, daß beim Blasen mit höheren Sauerstoffgehalten zu Anfang der Schmelze dem Roheiseneinsatz ein größerer Konverterraum zur Verfügung stand, weil dabei ein geringerer Roheiseneinsatz gewählt wurde. Der höhere Schrottsatz brachte dann dieselbe Rohstahlmenge wie beim Blasen ohne Sauerstoff. Die Stahlgüte und auch der Verbrauch an Desoxydationsmitteln wurde, übereinstimmend mit den Ermittlungen des Eisenabbrandes sowie des Sauerstoffgehaltes des

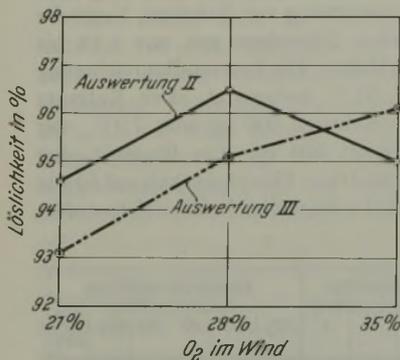


Bild 16. Die Zitronensäurelöslichkeit in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt im Gebläsewind. (Auswertung II und III.)

bei 35 % O₂ ist die Löslichkeit noch etwas besser als beim Blasen mit gewöhnlicher Luft. Dabei liegt für alle Verfahren die größte Häufigkeit zwischen 94,5 und 96 % Zitronensäurelöslichkeit, sie ist also als sehr günstig zu bezeichnen. Die Verkürzung der Blasedauer sowie die Steigerung des Schrottsatzes stehen grundsätzlich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von A. Brüninghaus²⁾ und J. Haag³⁾. Für das Stahlwerk in Rosenberg wurde die Leistungssteigerung durch die kürzere Blasedauer und den höheren Schrottsatz bei Auswertung III errechnet. Bei einer Anreicherung auf 28 % O₂ beträgt die Leistungssteigerung durch Verkürzung der Blasezeit 16 %. Bei derselben Sauerstoffanreicherung konnten 7 % Schrott mehr als beim Blasen mit gewöhnlicher Luft zugegeben werden. Da die Hauptschrottmenge erst zum Schluß der Schmelze zugegeben wird, wenn keine so starke Auswurfneigung mehr besteht und das Fassungsvermögen des Converters größer ist, bleibt doch eine Leistungssteigerung durch den Schrottmehrverbrauch bestehen. Für eine Anreicherung auf 35 % O₂ konnte mit den Rosenberger Werten infolge der beschränkten Leistung der Gebläseanlage keine Leistungssteigerung errechnet werden. Wenn für eine Rechnung der entsprechende Wert der Blasezeitverkürzung nach J. Haag³⁾ eingesetzt wird, ergibt sich eine Leistungssteigerung von 25 % allein durch Verkürzung der Blasezeit bei 35 % O₂ im Wind.

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist für die Rohstoffverhältnisse auf der Maximilianshütte ohne weiteres gegeben.

Bei einer Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sauer-

stoffanreicherung für den rheinisch-westfälischen Bezirk ist von derzeitigen Roheisen-, Erz- und Schrottpreisen, der heute üblichen Schlackengutschrift sowie üblichen Betriebskosten auszugehen. Es sei ferner ein 30-t-Konverter sowie eine Anreicherung auf 35 % O₂ angenommen. Die Blasezeitverkürzung beträgt hierbei nach Haag³⁾ 5 min 55 s; hiermit wird man nach den Erfahrungen der Maximilianshütte auch rechnen können. Die Schmelzenzahl je 24 h ist bei gewöhnlichem Verblasen mit 48 angenommen; zur Zeit werden bei 31prozentigem Sauerstoff 81 Schmelzen in 24 h erblasen. Setzt man die heutigen Selbstkosten der Maximilianshütte für die Linde-Luft ein, die einschließlich einer mit 15 % der Anlagekosten angesetzten Tilgung und Verzinsung 2,4 Pf./m³ Sauerstoff betragen, so ergibt sich für die ausschließliche Schrottkühlung ein kleiner Verlust von etwa 0,25 *R.M.* je t Rohstahl. Hierbei ist eine Anlage mit einer Monatserzeugung von etwa 2 000 000 m³ einer auf 43 % O₂ angereicherten Luft zugrunde gelegt.

Bei ausschließlicher Erzkühlung verringert sich der Verlust auf 0,10 *R.M.* je t Rohstahl. Hierbei ist aber nur der Erzpreis berücksichtigt. Kommen außerdem die Reduktionskosten des Hochofens hinzu, so würde sich noch ein kleiner Gewinn ergeben. Beide Rechnungen sind durchgeführt unter Annahme eines gleichbleibenden Rohstahlausbringens, d. h. einer völlig ausgeschöpften Leistung. Doch sind die heutigen Selbstkosten der Maximilianshütte für die Linde-Luft höher, als sie sich bei einer neuen Anlage ergeben würden.

Nach Mitteilung der Linde-Gesellschaft sind in neuzeitlichen Großanlagen bei Herstellung einer 73prozentigen Linde-Luft wesentlich niedrigere Kosten zu erwarten. Hiernach kann z. B. für eine monatliche Rohstahlerzeugung von 50 000 t bei einer Anreicherung auf 35 % O₂ mit einem Preis von etwa 1,3 Pf./m³ einschließlich Tilgung und Verzinsung gerechnet werden. Damit läßt sich eine Wirtschaftlichkeit des Verfahrens errechnen. Berücksichtigt man ferner die Leistungssteigerung, die bei einer Anreicherung auf 35 % O₂ etwa 25 % beträgt, so wird hiermit die Sauerstoffanreicherung auch für den rheinisch-westfälischen Bezirk von großer Bedeutung.

Zusammenfassung.

Nach einer Besprechung der früheren Arbeiten über Sauerstoffanreicherung und einer Beschreibung der Werksanlagen und des Erzeugungsplanes der Maximilianshütte wurden die vorgenommenen Untersuchungen und Auswertungen beschrieben. Die metallurgischen Ergebnisse der Auswertungen wurden mit den bisherigen Arbeiten über das Thomasverfahren verglichen. Dabei wurde eine grundsätzliche Übereinstimmung der Ergebnisse in Rosenberg mit den bisher als richtig anzusehenden metallurgischen Anschauungen festgestellt.

Die metallurgischen Unterschiede beim Blasen mit verschiedenen hohen Sauerstoffgehalten im Gebläsewind wurden eingehend untersucht. Dabei wurden zunächst bei höherer Sauerstoffanreicherung allgemeine metallurgische Vorteile bei der Eisenverschlackung, der Manganausnutzung und der Entschwefelung gefunden. Es konnte gezeigt werden, daß mit der Sauerstoffanreicherung eine bessere Regelung in der Temperaturführung und infolgedessen die Möglichkeit einer besseren Schmelzföhrung gegeben ist, was sich besonders bei mattem Roheisen vorteilhaft auswirkt. Es wurde bewiesen, daß mit höherer Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes die Sauerstoffgehalte des Stahles nicht ansteigen und daß die Stickstoffgehalte ganz erheblich gesenkt werden. Durch Versuche wurde bewiesen,

daß man ein Roheisen mit niedrigen Phosphorgehalten von 1,49 bis 1,35 % bei einer Sauerstoffanreicherung von 31 % anstandslos verblasen kann.

Diese metallurgischen Vorteile der Sauerstoffanreicherung können für alle deutschen Thomasstahlwerke von großer Wichtigkeit sein, denn auch die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist gesichert. Hervorzuheben ist die durch Verkürzung der Blasedauer (28 % O₂) erreichte

Leistungssteigerung von 16 %; bei einer Anreicherung auf 35 % O₂ steigt diese sogar auf 25 % und durch höheren Schrottsatz noch um weitere 7 %.

Der Direktion der Eisenwerkgesellschaft Maximilianshütte in Sulzbach-Rosenberg sowie den Herren W. Danker, H. Laermann und Dr. Daimer sprechen wir für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Versuche unseren herzlichen Dank aus.

Zur Frage der Schätzung von Arbeitsvorgabezeiten bei Akkordarbeit.

Von Dr.-Ing. Herbert Rossié † in Düsseldorf-Rath.

[Bericht Nr. 157 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute¹.]

(Messen und Schätzen. Die Versuche von W. Scheuer und H. Rossié zur Ermittlung der Genauigkeit und der psychologischen Vorgänge beim Schätzen. Folgerungen für die Auswahl und Ausbildung von Zeitstudien-Ingenieuren.)

Die neue Auffassung von der Arbeit, nach der der Mensch im Mittelpunkt des betrieblichen Geschehens steht, fordert als Zielsetzung „Bestgestaltung der Arbeit“. Vorbedingung für diese Zielsetzung ist aber nicht zuletzt auch die Zufriedenheit des arbeitenden Menschen. Ausschlaggebend hierfür bleibt immer die Frage seiner Entlohnung, „der gerechte Arbeitslohn“.

Die Maßgröße für eine einwandfreie Leistungsfestsetzung ist der zur Arbeit erforderliche Zeitaufwand, der die Unterlage zur richtigen Beurteilung und Entlohnung der Arbeitsleistung bildet. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, die Arbeit zeitlich vorzugeben, d. h. die zur Ausführung einer Arbeit erforderliche Zeit vor Durchführung eines Auftrages zu ermitteln und dem Arbeiter mitzuteilen.

Die Zeitermittlung kann nach „Refa“ erfolgen durch: Zeitstudie, Schätzen, Rechnen, Vergleichen mit Erfahrungswerten und durch Verbindung der verschiedenen Verfahren. Demnach ist also dem Schätzen tatsächlich eine besondere Bedeutung zuzumessen. Selbst die genaueste Zeitermittlung mit Hilfe der fortgeschrittenen Meßtechnik birgt nach W. Scheuer²) eine ganze Reihe von Schätzungen in sich. Denn bei der Messung des Zeitaufwandes wird nur der zeitliche Ablauf des Arbeitsvorganges, gewissermaßen mechanisch, vom Arbeitsanfang bis Arbeitsende erfaßt. Die Anspannung des Arbeiters, d. h. der Aufwand an psychophysischer Energie, kann durch Zeitmessung nur unvollkommen bestimmt werden. Die Schwierigkeit einer Arbeit wird meist eingehend untersucht und bei der Bemessung des Minuten-Pfennig-Satzes, des „Multiplikators“, berücksichtigt, so z. B. die Schwere der Arbeit, Einfluß der Hitze, Gesundheitsschädlichkeit, besondere Genauigkeit u. a. m.; es fehlen jedoch für diese Einflußgrößen auch heute noch praktisch brauchbare Meßwerkzeuge. Der Anwendungsbereich für das genaue Zeitstudienverfahren ist also begrenzt, und daher kommt dem Schätzen — zumal bei Mittel- und Kleinbetrieben — ein wesentlicher Anteil bei der Zeitvorgabe zu. Es erwächst hierbei die Aufgabe, die Unsicherheit, die mit jeder Schätzung verbunden ist, möglichst herabzudrücken, die Schätzung also im Ergebnis der Genauigkeit der Messung anzugleichen.

Diese Aufgabenstellung behandeln Untersuchungen von W. Scheuer²), der damit folgende Fragen beantwortet will:

¹) Vorgetragen auf der 148. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft am 11. Januar 1939 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

²) Beitrag zur Frage der Schätzung von Arbeitsvorgabezeiten bei Leistungslohn. Dr.-Ing.-Dissert. Techn. Hochschule Darmstadt 1936. Würzburg 1937.

1. Welche Genauigkeit läßt sich im allgemeinen beim Schätzen erwarten, wenn Unterlagen (Zahlentafeln, Richtwerte) nicht vorhanden sind und diese Schätzungen von hierfür geeigneten und ausgebildeten Leuten vorgenommen werden? Läßt sich durch Unterteilung des Arbeitsvorganges in Arbeitsstufen eine größere Sicherheit erreichen als beim summarischen Schätzen des Gesamtvorganges?
2. Was geht in uns vor beim Schätzen, welche psychologischen Vorgänge vollziehen sich hierbei?
3. Welche Folgerungen ergeben sich für die Praxis des Schätzens und für die Auslese und Ausbildung von Leuten (Kalkulatoren, Zeitstudieningenieure), die diese Tätigkeit im Betrieb ausüben sollen?

Zur Klärung der Frage 1, des Schätzens von Arbeitszeiten, führte Scheuer in Zusammenarbeit mit dem psychologischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt eine Reihe von Untersuchungen durch, die an zwei Beispielen kurz besprochen werden sollen.

Versuchsreihe I betrifft das Schätzen der Bearbeitungszeit eines Winkelstahles gemäß Bild 1. Das Stück soll von der Stange abgesägt, die Schnittflächensauber gefeilt, die Kanten gebrochen, drei Löcher gebohrt und in ein Loch Gewinde geschnitten werden. Das notwendige Werkzeug steht zur Verfügung.

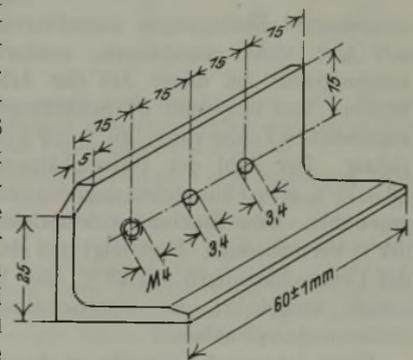


Bild 1. Ansicht des herzustellenden Winkelstahles bei Versuchsreihe I. (Nach W. Scheuer.)

Die Skizze wurde an eine Reihe von Versuchspersonen (Vp) — insgesamt 48 Personen, die sich auf die verschiedensten Berufe verteilen — ausgegeben. Es wurde dabei die Beantwortung folgender Fragen verlangt: Wie hoch ist die Zeit für die Herstellung eines Stückes

1. bei rein summarischer Schätzung,
2. wenn eine Grobunterteilung des Arbeitsvorganges erfolgt,
3. bei noch weitgehender Unterteilung wie im Falle 2?

Weitere Fragen sollten etwaige Ermüdungszuschläge, die Schwierigkeiten der einzelnen Schlosserarbeiten usw. klären. Als Mittelwerte für die Schätzung ergaben sich im

Fall 1 = 30 min

Fall 2 = 27 min

Fall 3 = 24 min.

Die Mittelwerte scheinen demnach eine Regelmäßigkeit zu bilden, die auf eine Abnahme der geschätzten Werte bei einer weitgehenden vorstellungsmäßigen Unterteilung des Arbeitsvorganges hinweist. Die Einzelschätzungen gingen jedoch so regellos durcheinander, daß eine solche Gesetzmäßigkeit nicht aufgestellt werden kann. Die Schätzungen bewegten sich zwischen 4,2 und 180 min, d. i. eine Spanne von ungefähr dem 45fachen Mindestbetrag. Demgegenüber ergab sich bei Anfertigung des Arbeitsstückes durch geschickte Schlosser bei der Zeitaufnahme unter sorgfältiger Ermittlung aller notwendigen Zuschläge ein Wert von 10 min/Stück. Bei einem Vergleich mit den geschätzten Werten zeigt sich, daß bei einem als zulässig erachteten Fehler von $\pm 10\%$ von 48 Versuchspersonen nur 3 = 6% richtig geschätzt hatten; von 42 Vp. = 88% wurde die Zeit überschätzt, nur 3 Personen hatten sie unterschätzt. Die Ergebnisse sind also so mangelhaft, daß sie für die Praxis nicht brauchbar sind. Andererseits könnten diese Zahlen jedoch zum Aufstellen einer gewissen „Regel“ verleiten. Da es unrichtig wäre, aus dem Ergebnis eines einmaligen Versuches irgendwelche allgemein gültigen Schlüsse zu ziehen, wurden noch weitere Versuchsreihen durchgeführt, von denen noch eine kurz besprochen sei.

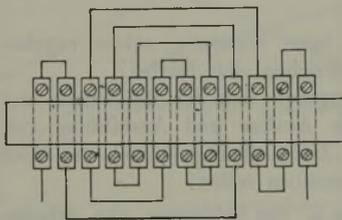


Bild 2. Schaltschema der herzustellenden Verbindungen bei Versuchsreihe II. (Nach W. Scheuer.)

Versuchsreihe II behandelt das Schätzen der Zeit für das Anschließen von Leitungsdrähten gemäß Bild 2. Hier waren an einer Hartgummi-Klemmleiste die vorgeschriebenen Verbindungen herzustellen und die benötigte Arbeitszeit zu schätzen. Die Arbeit war unter den verschiedensten Bedingungen auszuführen. Auf Einzelheiten soll hier nicht eingegangen, sondern nur das Schätzungsergebnis bei dieser Art der Arbeit kurz mitgeteilt werden: Von insgesamt 56 Schätzungen waren bei einem zugelassenen Fehler von $\pm 10\%$ nur 8 Schätzungen = 14% richtig. Der Zahl der Unterschätzungen mit insgesamt 42 = 75% aller Fälle stehen dagegen nur 6 Uberschätzungen gegenüber. Dies Ergebnis widerspricht völlig den Werten der 1. Versuchsreihe. Dort zeigt sich ein klares Ueberwiegen der Uberschätzungen mit 88% aller Werte, während hier gerade umgekehrt die Unterschätzungen den weitaus größeren Anteil haben.

Worin ist nun die Ursache zu diesem völligen Versagen des Schätzens bei den Versuchsreihen zu suchen? Auf die Frage „Wie kommen Sie beim Schätzen auf die von Ihnen angegebenen Werte?“ antworteten die Versuchspersonen durchweg in dem Sinne: „Ich stelle mir vor, ich hätte die Arbeit selbst zu machen. Aus meiner Praxis weiß ich dann, wieviel Zeit man ungefähr braucht, um die betreffende Arbeit auszuführen.“ Einige Zeitnehmer dagegen erklärten, durch das dauernde Beschäftigen mit bestimmten Arbeiten seien ihnen die Werte für bestimmte Arbeitsvorgänge bekannt. „Wir wissen, daß man so und soviel braucht.“ Auf Grund dieser Aussagen werden von Scheuer vier Arten des Zeitschätzens aufgestellt:

1. Nacherleben beim Zeitschätzen.
 - a) Erlebnismäßiges (erinnerungsmäßiges) Vollziehen des Arbeitsvorganges als Ganzes;
 - b) Zerlegen des Arbeitsganges in Teileinheiten, die nacherlebt werden.

2. Wissensmäßiges Durchdringen des Arbeitsvorganges.
 - a) Wissen um die Zeit für den ganzen Arbeitsgang (Gedächtnis, Tafel, Normblatt);
 - b) Zerlegen des Arbeitsganges in Teileinheiten, deren Zeitdauer wissensmäßig bekannt ist, und Summieren dieser Einheiten.

Außer diesen, der praktischen Beobachtung entstammenden Ergebnissen gibt Scheuer auch noch einige theoretische Erklärungen der Vorgänge beim Schätzen:

Wir haben ein unmittelbares Zeitbewußtsein; indem wir augenblicklich etwas erleben, sind wir uns gleichzeitig der Dauer dieses Erlebnisses bewußt. Ob nun dieses Erlebnis von kurzer oder langer Dauer erscheint, hängt in hohem Maße von der Art der Betätigung ab. Eine wechselvolle, in ihrer Art sich vielfach ändernde Tätigkeit gibt uns das Bewußtsein, daß die Zeit sehr schnell vergeht. Später beim Zurückschauen haben wir das Bewußtsein, daß es dagegen sehr lange gedauert hat. Umgekehrt erscheint uns ein Zeiterlebnis von leerer, langweiliger Beschäftigung erfüllt von sehr langer Dauer. Zurückschauend aber erscheint es, von nichts Wesentlichem erfüllt, als kurz. Neben dem primären Zeitbewußtsein von gegenwärtigen oder vergangenen Erlebnissen gibt es noch ein sekundäres Zeitbewußtsein als Wissen von objektiven Zeitdaten. Das Sicherinnern wird im allgemeinen großen, subjektiven Fehlern unterworfen sein. Dagegen bedeutet das auf Erfahrungswerte aufgebaute Schätzen einen Rückgriff auf einen geordneten „Vorrat“ an Daten (Zahlen, Vergleichsgrößen), ohne daß der Zeitvorgang selbst nacherlebt wird. Voraussetzung hierfür ist eine bestimmte, anlagenmäßige, objektive Einstellung zum Erleben überhaupt, eine Begabung, Erfahrungen zu machen und ein verstandesmäßiges Durchdringen und Bewältigen eines bestimmten Erlebnisbereiches.

Durch vorstehende Ueberlegungen erhalten auch die Ergebnisse der Versuchsreihen eine zureichende Begründung.

Bei der ersten Versuchsreihe wurde die Zeit von 88% aller Versuchspersonen überschätzt. Beim Anfertigen des Winkelstahles handelt es sich um eine vielgestaltige, aus den verschiedensten Arbeitsgängen bestehende, inhaltsreiche Arbeit. Daher erscheint eine solche Arbeit in der Erinnerung als lange dauernd, so daß der zugehörige Zeitwert zu hoch gewählt wurde. Das Gegenbeispiel bietet die zweite Versuchsreihe. Es handelt sich hier um eine ziemlich eintönige, langweilige Arbeit. Es ist immer das gleiche zu machen, 24 Schrauben aus- und einschrauben, 24 Drähte isolieren usw. Die Arbeit hinterläßt in der Erinnerung nur ein kurzes Erlebnis.

Das Versagen der Schätzungen im allgemeinen kommt also dadurch, daß alle diese Arbeiten „erlebnismäßig“ empfunden wurden. Die wenigen richtigen Schätzungen beruhten auf objektivem Wissen, Erfahrung und Gedächtnis.

Wenn man auch allgemein gesehen den von Scheuer gezogenen Schlußfolgerungen nur zustimmen kann, so muß dabei aber doch hervorgehoben werden, daß die Fragestellung an sich eine besondere Mahnung an die erlebnismäßige Empfindung des einzelnen enthalten mußte. Es dürfte wohl feststehen, daß ein Teil der Antworten anders gelaute haben würde, wenn man z. B. beim ersten Versuch auch nach der möglichen Tagesleistung gefragt hätte. Dadurch hätte man den Befragten gezwungen, sich auch ein Gesamtbild der Leistung des betreffenden Betriebes zu verschaffen. Wahrscheinlich wären die ganz abwegigen Schätzungen vermieden worden, da die ungewöhnlich niedrige Tagesleistung von 2 bis 3 Stück in 8 Stunden nachdenklich gestimmt hätte.

* * *

Die vorstehend geschilderten Versuche von W. Scheuer wurden unter Berücksichtigung des vorher Gesagten vom Berichtersteller wiederholt. Wenn sich auch hier die Schätzungen nicht so voneinander entfernten wie bei den Scheuerschen Versuchen (es zeigte sich bei dem ersten Versuch beispielsweise eine größte Streuung bis zum 21/2fachen des Mindestbetrages), so kam man im Grunde genommen doch zu dem gleichen Ergebnis. Auch hier waren die „erlebnismäßig“ vorgenommenen Schätzungen für die Zeitvorgabe unbrauchbar, die Zeitwerte im Fall I wurden durch-

weg überschätzt, umgekehrt die Arbeit im Fall II unterschätzt. Die Schätzung der sorgfältig ausgesuchten und ausgebildeten Fachkalkulatoren waren dagegen richtig und treffsicher. Auch sie erklärten auf Befragen: „Wir wissen auf Grund unserer Erfahrung und Kenntnis des Betriebes, wie lange eine solche Arbeit dauert, bzw. wie groß die Dauer der einzelnen Arbeitsvorgänge ist.“

Also auch hier wieder die gleiche Erkenntnis: Wissen, Erfahrung, Selbstkontrolle, Gedächtnis sind grundsätzlich die Vorbedingungen zu einem richtigen Schätzen.

Man kann daher Scheuers Schlußfolgerungen für die Auswahl und Ausbildung von Zeitnehmern und Kalkulatoren nur zustimmen. Bei der Auswahl ist nicht den Leuten vom vorzugsweise subjektiven, intuitiven, phantasie- und vorstellungsbegabten, sondern denen vom objektiven, gedächtnisstarken Typ der Vorzug zu geben. Zu seiner Arbeit benötigt er sorgfältig erarbeitete Zahlen und Richtwerte, die in den vorgestellten Arbeitsablauf einzuordnen sind. (In diesem Sinne ist auch die im Refa-Buch vorgeschlagene Unterteilung der Arbeitsgänge zur Erhöhung der Genauigkeit beim Schätzen aufzufassen, indem man damit

auf bekannten Erfahrungswerten aufbaut.) Der ausgewählte Zeitnehmer oder Kalkulator ist darauf zu prüfen, ob er wirklich imstande ist, solche „Erfahrungen“ zu machen, ob er die an ihn herantretenden Aufgaben kritisch wertet und die notwendigen Schlußfolgerungen zieht. Er muß in der Lage sein, den Grad der Anspannung zu erkennen und entsprechend zu bewerten und die Ursache etwaiger Aenderungen bei Beobachtungen des Zeitablaufes anzugeben.

Für die Ausbildung von Zeitnehmern ergibt sich daher folgendes:

1. Erziehung zur kritischen Beobachtung und Beurteilung von Arbeitsvorgängen an praktischen Beispielen.
2. Auswertung der Beobachtungen zu Richt- und Erfahrungswerten.
3. Dauernde Prüfung abgegebener Schätzungen durch Vergleich mit früher erarbeiteten Werten durch den Betreffenden selbst oder seine Fachgenossen.
4. Möglichste Spezialisierung auf bestimmte Arbeitsgebiete.
5. Genaue Kenntnis der technologischen Zusammenhänge im Betrieb (Einfluß der Losgröße, Sortenmischung usw.).

Umschau.

Warmverarbeitbarkeit von nichtrostenden Chrom-Nickel-Stählen mit Titanzusatz.

Bei der Warmverarbeitung von Stählen mit 18% Cr und 8% Ni, die Titan enthalten, treten vielfach Schwankungen in der Verformbarkeit des Werkstoffes auf; teilweise fallen auf russischen Werken ganze Schmelzungen wegen Rißbildung beim Walzen aus, ohne daß bisher eindeutig festgestellt werden konnte, worauf dies zurückzuführen ist. W. Speranski¹⁾ untersuchte mikroskopisch über 100 Lichtbogenofen-Schmelzen eines Stahles mit etwa 18% Cr und 8% Ni, die auf nahtlose Rohre verarbeitet werden sollten, und beobachtete dabei, daß die Stähle um so schlechter verarbeitet werden konnten, je höher der Ferritanteil in ihrem Gefüge war. Um diese Feststellung nachzuprüfen und zahlenmäßig zu erfassen, wurde von Speranski eine Skala zur Beurteilung des Ferritgehaltes ausgearbeitet, die in *Zahlentafel 1* aufgeführt ist.

Zahlentafel 1. Skala zur Beurteilung des Ferritgehaltes.

Kennzahl	1	2	3	4	5
Ferritanteil in %	< 5	5 bis 12	12 bis 20	20 bis 35	> 35

Mit Hilfe dieser Skala wurde zunächst an 121 Schmelzen untersucht, inwieweit Schwankungen im Chromgehalt den Ferritanteil im Gefüge beeinflussen. Hierzu wurde für Gruppen von Schmelzen mit verschiedenen Chromgehalten die mittlere Kennzahl des Ferritgehaltes im Gefüge errechnet (siehe *Zahlentafel 2*). Wie theoretisch aus der Abschnürung des γ -Ge-

Zahlentafel 2.

Kennzahl des Ferritanteils bei verschiedenen Gehalten an Chrom, Titan, Silizium und Aluminium.

Gehalte an Ferritbildnern	Anzahl der geprüften Schmelzen	Kennzahl des Ferritanteils	Gehalte an Ferritbildnern	Anzahl der geprüften Schmelzen	Kennzahl des Ferritanteils
15,5 bis 16,0% Cr	5	0,2	0,15 bis 0,30% Ti	13	0,42
16,0 bis 16,5% Cr	7	0,57	0,30 bis 0,4% Ti	32	0,92
16,5 bis 17,0% Cr	16	0,77	0,4 bis 0,5% Ti	25	1,22
17,0 bis 17,5% Cr	17	0,97	0,5 bis 0,6% Ti	25	1,96
17,5 bis 18,0% Cr	27	1,33	> 0,6% Ti	25	2,80
18,0 bis 18,5% Cr	33	2,03			
18,5 bis 19,0% Cr	11	3,04			
> 19,0% Cr	5	3,04			
0,5 bis 0,7% Si	52	0,83	0,05 bis 0,12% Al	51	1,38
0,70 bis 0,9% Si	47	0,70	0,13 bis 0,16% Al	28	1,50
0,9 bis 1,0% Si	12	2,54	0,165 bis 0,20% Al	11	1,75
> 1,0% Si	6	2,17	0,205 bis 0,24% Al	8	2,10

biets durch Chrom zu erwarten war, ergibt sich aus *Zahlentafel 2*, daß der Ferritanteil im Gefüge der untersuchten Schmelzen mit steigenden Chromgehalten zunahm. Eine weitere, an 171 Schmelzen ausgeführte großzahlmäßige Auswertung zeigte, daß wachsende Chromgehalte zur Erhöhung des Ausfalles beim Rohrwalzen führen (*Zahlentafel 3*).

¹⁾ Stal 9 (1939) Nr. 4/5, S. 28/35.

Zahlentafel 3. Ausfall beim Rohrwalzen bei verschiedenen Chrom- und Titangehalten.

Gehalte an Ferritbildnern	Anzahl der geprüften Schmelzen	Davon Schmelzen ausgefallen	
		Zahl	%
16,2 bis 16,6% Cr	6	—	—
16,6 bis 17,0% Cr	8	1	12,5
17,0 bis 17,4% Cr	16	2	12,5
17,4 bis 17,8% Cr	17	1	5,9
17,8 bis 18,2% Cr	26	6	23,0
18,2 bis 18,6% Cr	33	13	39,4
18,6 bis 19,0% Cr	27	16	59,3
19,0 bis 19,4% Cr	17	15	88,2
> 19,4% Cr	21	21	100
0,2 bis 0,4% Ti	31	4	13,0
0,4 bis 0,5% Ti	39	13	33,2
0,5 bis 0,6% Ti	41	18	43,8
0,6 bis 0,7% Ti	31	18	58,0
0,7 bis 0,8% Ti	19	14	74,7
> 0,8% Ti	7	7	100

In gleicher Weise wurde auch der Einfluß des Titan-gehalts auf den Ferritanteil im Gefüge und das Ausbringen beim Rohrwalzen nachgeprüft (siehe *Zahlentafel 2* und *3*).

Die bei der Auswertung des Einflusses von Chrom- und Titangehalten beobachtete Uebereinstimmung zwischen dem Ansteigen des Ferritanteils im Gefüge und dem Ausfall beim Rohrwalzen scheint eindeutig darauf hinzuweisen, daß die Rißbildung beim Walzen durch das Vorhandensein von Ferrit verursacht wird. Nach Feststellung dieser Tatsache wurde zur Beurteilung des Einflusses anderer Legierungselemente auf die Walzbarkeit der kornerfallsbeständigen Chrom-Nickel-Stähle nur noch der Ferritanteil bestimmt.

Es zeigte sich bei weiterer Untersuchung, daß hohe Siliziumgehalte (über 0,9%) den Werkstoff ungünstig beeinflussen, indem sie zur Erhöhung des Ferritanteils führen (*Zahlentafel 2*).

Den Einfluß des Aluminiumgehaltes, welches durch Verwendung von aluminiumhaltigem Ferrotitan (5% Al) in das Stahlbad gelangte, auf die Bildung von Ferrit geht ebenfalls aus *Zahlentafel 2* hervor. Es ist jedoch schwer zu sagen, ob das Aluminium selbst die Erhöhung des Ferritanteils hervorruft, oder ob es sich hierbei um den Einfluß des gleichzeitig ansteigenden Titan-gehaltes handelt.

Der Einfluß des Nickelgehaltes ist nicht untersucht worden. Das Nickel muß den ferritbildenden Elementen Chrom und Titan entgegenwirken, da es die Beständigkeit des Austenits erweitert. Das Verhältnis von Chromgehalt zu Nickelgehalt soll nach Angaben von Speranski 1,9 nicht überschreiten, da sonst die Verformbarkeit des Werkstoffes sich stark verschlechtert.

Die Untersuchung ergab, daß Ferritanteile im Gefüge bis zu 10% auf die Walzbarkeit keinen ungünstigen Einfluß ausüben. Speranski gibt in seiner Arbeit an, daß man die beste Warmverformbarkeit bei Chrom-Nickel-Stählen mit Titanzusatz erhält, wenn sie bei 18% Cr 0,6 bis 0,7% Ti oder bei 18,5% Cr 0,4 bis 0,6% Ti und weniger als 0,9% Si enthalten. *Georg Hieber.*

**Fortschritte im Gießereiwesen im
2. Halbjahr 1938.**

[Schluß von S. 1051.]

2. Schmelzbetrieb.

Im Berichtshalbjahr lagen vor allem die auf dem Internationalen Gießereikongreß in Warschau eingereichten Arbeiten über den Schmelzbetrieb vor.

Wenn als Ausgangspunkt für die vorliegende Besprechung die Arbeiten von H. Korschan⁸¹⁾ sowie H. Jungbluth und H. Korschan⁸²⁾ gewählt werden, so deshalb, weil versucht werden soll, die in den Vorträgen niedergelegten Beobachtungen auf ihre Verträglichkeit mit den in den genannten Arbeiten entwickelten Gedanken zu untersuchen. Eine Kupolofentheorie muß den Zusammenhang zwischen Windmenge, Kokssatz, Schmelzleistung, Durchsatzzeit und Temperatur erklären können. Formelmäßig läßt sich der Zusammenhang zwischen Windmenge, Kokssatz und Schmelzleistung wiedergeben durch den Ausdruck:

$$S = \frac{60\,000\,W}{K \cdot k \cdot 4,45 (100 + \eta_v)^2}$$

schaubildlich durch **Bild 15**. Nimmt man als weitere Veränderliche die Eisentemperatur hinzu, so war bisher für die dabei auftretenden

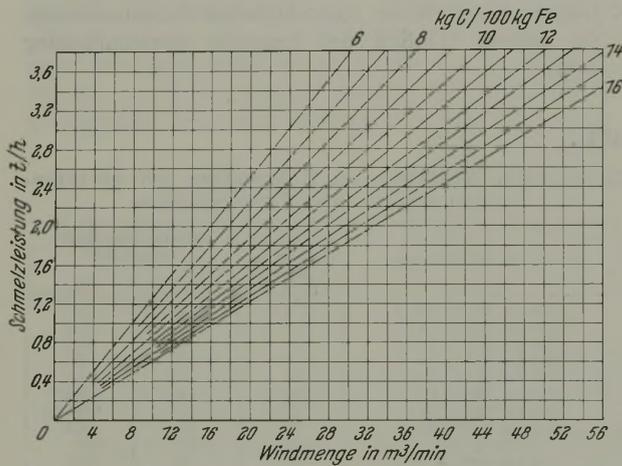


Bild 15. Beziehungen zwischen Windmenge, Satzkokks und Schmelzleistung nach H. Jungbluth und H. Korschan.

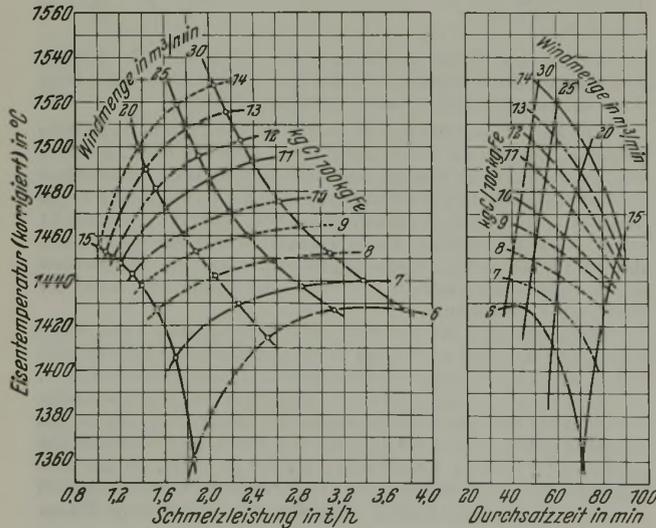


Bild 16. Zusammenhang zwischen Eisentemperatur, Schmelzleistung, Windmenge, Kokssatz und Durchsatzzeit nach H. Jungbluth und H. Korschan.

Beziehungen eine Formel noch nicht zu finden, wohl aber konnten sie graphisch entwickelt werden (**Bild 16**, links). Den Zusammenhang zwischen Windmenge, Kokssatz und Durchsatzzeit ermittelten Jungbluth und Korschan nur durch Versuche (**Bild 16**, rechts), nicht formelmäßig. Diese Lücke füllt der ungarische Austausch-

vortrag von A. Nahoczky⁸³⁾ aus, der über die Betriebsverhältnisse des Kupolofens berichtet. Die von Nahoczky entwickelte Formel lautet, unter Benutzung der von Jungbluth und Korschan sowie Jungbluth und Heller benutzten Formelzeichen:

$$i = \frac{1}{10} \cdot \frac{K \cdot k \cdot 4,45 (100 + \eta_v) \cdot t_v \cdot t_K \cdot V}{W (100 \cdot t_K + K \cdot t_v)}$$

wobei

- i = Durchsatzzeit in min,
- t_K = Schüttgewicht des Kokes in t/m³,
- t_v = Schüttgewicht des Eisens in t/m³,
- V = Inhalt des Ofens oberhalb des Füllkokes in m³,
- K = Kokssatz in ‰,
- k = ‰ C im Koks,
- W = Windmenge in Nm³/min,
- $\eta_v = \frac{CO_2}{CO_2 + CO} \cdot 100$ in %

bedeuten.

Bei gleichbleibender Windmenge und verschiedenem Kokssatz müssen sich zwei Durchsatzzeiten verhalten wie

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{(100 + \eta_{v2}) \cdot K_2 \cdot (100 \cdot t_K + K_1 \cdot t_v)}{(100 + \eta_{v1}) \cdot K_1 \cdot (100 \cdot t_K + K_2 \cdot t_v)}$$

In **Bild 17** ist das rechnerisch sich ergebende Verhältnis von i₂:i₁ schaubildlich dargestellt. Man sieht zunächst, daß eine Verdoppelung des Kokssatzes eine Verlängerung der Durchsatzzeit von nur 30 % zur Folge hat, was daher rührt, daß zu dem höheren Kokssatz ein kleineres η_v gehört, und daß dadurch je Minute mehr Koks vergast wird als bei größerem η_v. Sodann sieht man, daß die von Jungbluth und Korschan⁸²⁾ durch Versuche ermittelten Durchsatzzeiten wenigstens bei Windmengen von 30 Nm³/min gut in das Bild passen, bei 15 Nm³/min auch noch bei Kokssätzen bis etwa 10 ‰, dann weicht die Kurve ab. Aber selbst bei 14 ‰ Koks beträgt der Fehler nur etwa 10 ‰, ist also immer noch nicht gar zu groß.

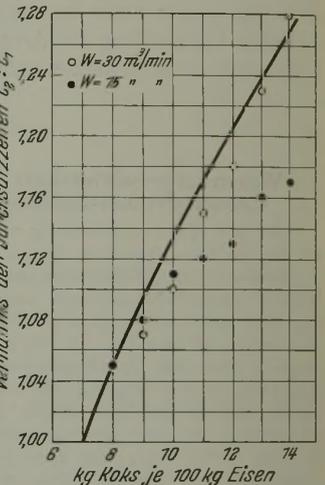


Bild 17. Einfluß des Kokssatzes auf die Durchsatzzeit nach H. Jungbluth und H. Korschan.

Aus der Formel kann man natürlich auch ersehen, wie sich z. B. die Aenderung der Stückgröße des Eisensatzes auf die Durchsatzzeit auswirkt. Wird der Eisensatz kleinstückiger, d. h. t_v größer, dann wird auch die Durchsatzzeit i vergrößert und umgekehrt.

Man kann jetzt noch eine Beziehung zwischen Schmelzleistung, Durchsatzzeit und Kokssatz aufstellen. Mit den gewohnten Bezeichnungen schreibt sich die Formel von Nahoczky:

$$S = \frac{60}{i} \cdot \frac{100 \cdot t_K \cdot t_v \cdot V}{100 \cdot t_K + K \cdot t_v}$$

Eine kritische Untersuchung der Formel zeigt, daß eine Aenderung der Stückgröße des Eisensatzes ohne Einfluß auf die Schmelzleistung sein muß. Die von Nahoczky gegebene Formel für den Zusammenhang zwischen Schmelzleistung, Kokssatz und Windmenge stimmt überein mit der alten Formel von G. Buzek⁸⁴⁾, die auch Jungbluth, Heller und Korschan sowie andere benutzten.

Sodann ist die zweite ungarische Arbeit von B. Vécsey⁸⁵⁾ über das Schmelzen von grauem Eisen im Kupolofen zu erwähnen. Vécsey behauptet ohne Belege durch Versuche und nur auf Grund theoretischer Ueberlegungen, bei gleichem Kokssatz nehme mit steigender Windmenge der Kohlendioxidgehalt im Gichtgas zu, weil die Windgeschwindigkeit größer und damit die Berührungszeit der Kohlendioxid mit dem glühenden Koks kleiner und ihre Reduktion geringer werde. Das widerspricht aber nicht nur den in letzter Zeit gründlich durchgeführten Beobachtungen, sondern auch der logischen Ueberlegung. Mit Verdoppelung der Windmenge verdoppelt sich zwar die Windgeschwindigkeit, und die Berührungszeit je Längeneinheit wird halb so groß, es verdoppelt sich aber auch die Glühzone, und damit kommt die Berührungszeit

⁸³⁾ Congr. Int. Fond. Pologne. Warszawa-Kraków. 15. bis 17. Sept. 1938. Mém. 21. S. 7/11.

⁸¹⁾ Dissert. Techn. Hochschule Leoben 1938.
⁸²⁾ Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 1938, S. 79/100; vgl. auch Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 167/73.

⁸⁴⁾ Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 353/62, 567/75 u. 694/700.
⁸⁵⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 21. S. 1/7.

wieder auf den alten Wert. Für die Ueberhitzung des grauen Gußeisens im Kupolofen vertritt er die an sich schon bekannte Theorie der verzögerten Graphitauflösung, die den Schmelzpunkt des Roheisens scheinbar heraufsetzt. Er redet deshalb dem schnellen Schmelzen, d. h. der Anwendung großer Windmengen, das Wort, womit man sich einverstanden erklären kann.

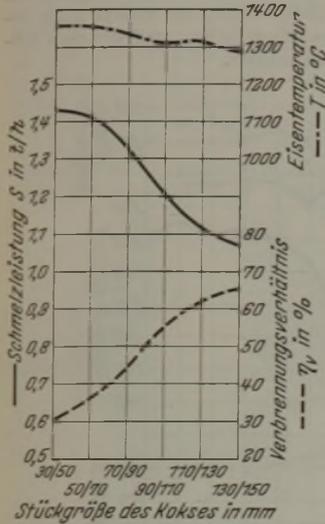


Bild 18. Zusammenhang zwischen Koksstückgröße, Verbrennungsverhältnis (η_v), Schmelzleistung und Eisentemperatur nach G. Buzek und M. Czyzewski.

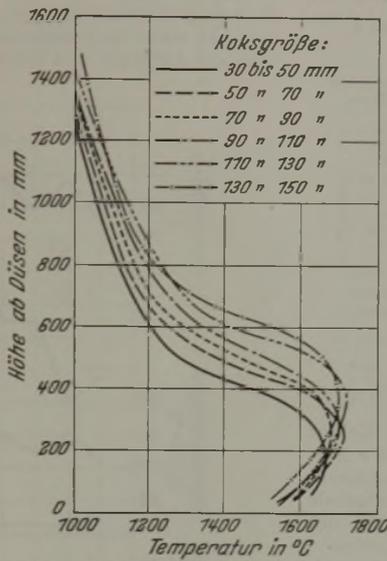


Bild 19. Zusammenhang zwischen Koksgröße und Ausdehnung sowie Temperatur der Schmelzzone nach G. Buzek und M. Czyzewski.

Auf Grund einer Rundfrage in hundert italienischen Gießereien sammelte M. Barigozzi⁸⁶⁾ zur Feststellung einiger Beziehungen zwischen den Veränderlichen des Kupolofens Angaben, aus denen er Zusammenhänge feststellen will, wobei besonders die zwischen Satzkok und Wind eine Rolle spielen. Aber wie so häufig stimmen die Windmengen nicht, so daß die ganze Grundlage unsicher ist. Es sei deshalb nicht näher auf die Arbeit eingegangen, zumal wichtige Angaben, wie Schmelzleistung, Koksatz und Gaszusammensetzung, aus denen man wenigstens Berichtigungen errechnen könnte, völlig fehlen, vermutlich, weil sie von den Gießereien nicht angegeben werden konnten.

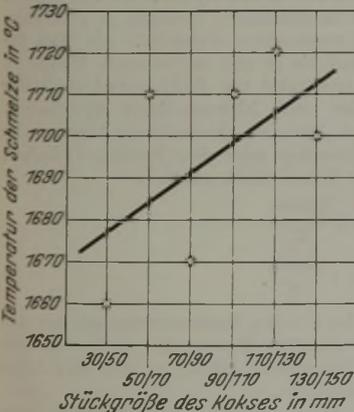


Bild 20. Beziehung zwischen Koksstückgröße und Schmelztemperatur nach G. Buzek und M. Czyzewski.

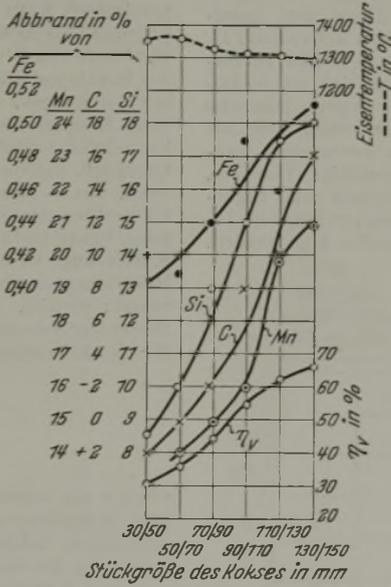


Bild 21. Beziehungen zwischen Koksstückgröße, Verbrennungsverhältnis (η_v), Eisentemperatur und Abbrand nach G. Buzek und M. Czyzewski.

Von großer Bedeutung sind die Untersuchungen, die G. Buzek und M. Czyzewski⁸⁷⁾ über die Höhe des Abbrandes beim Schmelzen im Kupolofen in Abhängigkeit von der Stückgröße des Einsatzes vorlegten. Die Verfasser verwendeten für die Versuche in der Gießerei von Wegierska Gorka Ostrauer Koks in Stücken von 30 bis 50, 50 bis 70, 70 bis 90, 90 bis 110, 110 bis 130 und 130 bis 150 mm, und zwar jeweils 10 % Satzkok. Allerdings gebrauchten sie dann auch für die Eisensätze der Stückgröße des Kokes angepaßte Stücke, d. h. solche von 40, 60, 80, 100, 120 und 140 mm, eigentlich ein kleiner Schönheitsfehler. Was die Arbeit so wohltuend von vielen anderen unterscheidet,

⁸⁶⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 20. 16 S.

⁸⁷⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 1. 7 S.

ist ihre Zuverlässigkeit in der Rechnungsgrundlage. In den Bildern 18 bis 22 sind die wichtigsten Ergebnisse herausgezogen. In Bild 18 ist in Abhängigkeit von der Koksgröße η_v , S und T (unberichtigt) zur Darstellung gebracht. Man sieht, daß mit wachsender Stückgröße η_v größer wird, was sowohl theoretisch als auch nach den Untersuchungen von H. E. Blayden, W. Noble und H. L. Riley⁸⁸⁾ zu erwarten ist. Man erkennt ferner, daß die Schmelzleistung sinkt, was gleichfalls zu erwarten ist, und daß auch die Eisentemperatur sinkt, was im Gegensatz zu Blayden, Noble und Riley steht. Es ist schwer, theoretisch entscheiden zu wollen, welcher Temperaturverlauf der richtigere ist, der von Buzek und Czyzewski oder der von Blayden und Mitarbeitern. In Bild 19 ist der Temperaturverlauf in und in der Nähe der Schmelzzone aufgetragen. Die Verfasser geben nicht an, wie sie bei der an sich schwierigen Messung vorgegangen sind. Was die räumliche Höhenlage der höchsten Temperatur angeht, so ordnen sich die Werte in der zu erwartenden Reihenfolge, d. h. der kleinstückigste Koks 2 hat die Glühzone geringsten Umfangs, der großstückigste die größte Ausdehnung. Nun wird aber nicht das beobachtet, was man theoretisch erwarten sollte, daß nämlich der kleinstückigste Koks die höchste Temperatur in der Glühzone entwickelt und der großstückigste die geringste. Vor allem sind die Temperaturunterschiede nur gering. Will man aber überhaupt einen „Gang“ feststellen (Bild 20), so hätte der grobstückigste Koks die höhere Temperatur gegenüber dem feinstückigen. Der Verlauf der Eisentemperatur ist dann schwer zu erklären. Da der grobstückigste Koks (Bild 19) zwar die höchste Temperatur und auch die ausgedehnteste Glühzone hat, aber oberhalb der Düsen stark in der Temperatur abfällt, der feinstückigste aber nicht,

kann man vielleicht annehmen, daß bei zu grobstückigem Koks ein nachträgliches Kaltblasen des Eisens eintritt. Bild 21 zeigt den Einfluß der Koksgröße auf den Abbrand von Eisen, Silizium, Mangan und Kohlenstoff. Er wächst mit steigender Stückgröße. Dies ist um so bemerkenswerter, als die Eisentemperatur ja fällt.

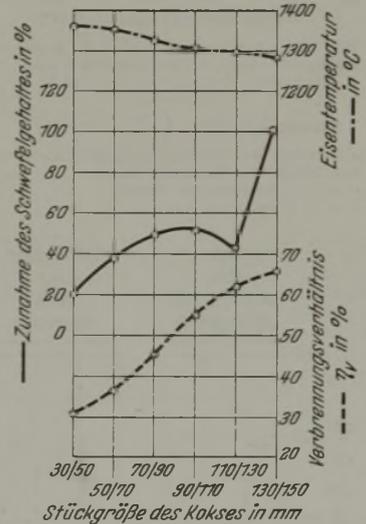


Bild 22. Zusammenhang zwischen Koksstückgröße, Verbrennungsverhältnis (η_v), Eisentemperatur und Schwefelzunahme nach G. Buzek und M. Czyzewski.

Von Belang ist noch Bild 22, in dem die Schwefelaufnahme in Abhängigkeit von der Stückgröße aufgetragen ist. Sie nimmt mit wachsender Stückgröße zu. Beide Erscheinungen, die größere Oxydation und die größere Schwefelaufnahme, erklären sich vielleicht am zwanglosesten durch die Vergrößerung der Glühzone, die bei wachsender Stückgröße des Kokes eintritt. Der Weg des flüssigen Eisens durch die für diese Erscheinungen wichtige Zone wird länger.

Eine weitere polnische Arbeit befaßt sich dann mit dem Koks, nämlich die von R. Suchanek⁸⁹⁾, in der der Einfluß der

⁸⁸⁾ Foundry Trade J. 57 (1937) S. 261/66; vgl. auch Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 811.

⁸⁹⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 8. 5 S.

Koksbeschaffenheit auf den Aufkohlungsgrad beim Schmelzen im Kupolofen untersucht wird. Die Arbeit wurde unter Mitwirkung von M. Czyzewski gleichfalls in Wegierska Gorka durchgeführt. Bemerkenswert ist an erster Stelle der Vergleich zwischen Ostrauer Koks und polnischem Koks. Beide Koks (Zahlentafel 5) unterscheiden sich nur durch Reaktionsfähigkeit, Verbrennungstemperatur und Härte. Die Ergebnisse über die

Zahlentafel 5. Eigenschaften von Ostrauer und polnischem Koks nach R. Suchanek.

	Ostrauer Koks	Polnischer Koks
C	82,90 %	83,10 %
H ₂	0,38 %	0,36 %
N ₂	0,99 %	1,00 %
O ₂	0,40 %	0,44 %
S verbrannt	0,71 %	0,82 %
Asche	10,80 %	10,60 %
Feuchtigkeit	3,82 %	3,68 %
Flüchtige Bestandteile	1,08 %	0,87 %
Spezifisches Gewicht, scheinbar	0,996	0,956
Spezifisches Gewicht, wirklich	1,905	1,889
Porigkeit	47,72 %	49,40 %
Reduzierende Verbrennlichkeit	20 bis 40	50 bis 70
Verbrennungstemperatur	1550°	1400°
Trommelprobe	87 %	35 %

Aufkohlung in Abhängigkeit von der Stückgröße des Kokses (Bilder 23 und 24) scheinen dem Berichtersteller neu; der Einfluß ist nur gering bei hohem Kohlenstoffgehalt im Einsatz (Bild 23), größer bei geringem Ausgangs-Kohlenstoffgehalt (Bild 24). Der festgestellte Einfluß des Kokssatzes und des

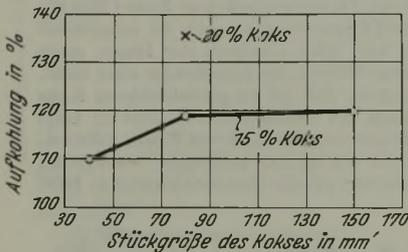


Bild 23. Beziehungen zwischen Koksstückgröße und Aufkohlungsgrad nach R. Suchanek. Ostrauer Koks; 1,24 % C im Einsatz;

$$\text{Aufkohlungsgrad} = \left(\frac{b \cdot c}{a \cdot d} - 1 \right) \%;$$

- a = Menge des verschmolzenen Einsatzes;
- b = Menge des flüssigen Eisens,
- c = % C im flüssigen Eisen,
- d = % C im Einsatz.

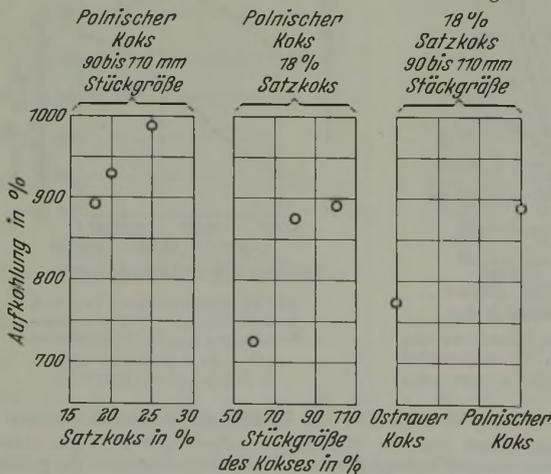


Bild 24. Einfluß des Kokses auf die Aufkohlung des Eisens im Kupolofen nach R. Suchanek. (Einsatz: Stahlabfälle mit 0,12 % C.)

Es ist nun ganz bemerkenswert, aus einer tschechischen Arbeit von V. Samuel⁹²⁾ über den Ostrauer Koks Näheres zu hören. Er findet zunächst, daß man sich allein schon durch Fallhärte,

⁹⁰⁾ Gießerei 17 (1930) S. 225/30, 275/80 u. 352/60; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 999/1000; 51 (1931) S. 773.

⁹¹⁾ Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 662/64.

⁹²⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 23. 6 S.

Trommelfestigkeit und statische Härtebestimmung ein Bild über die Eignung des Kokses machen kann, da die anderen Eigenschaften von Belang, wie Reaktionsfähigkeit und Durchlässigkeit, hierzu in einer gewissen Beziehung stehen, wie er an einem Schaubild (Bild 25) zeigt. Die Ueberlegenheit des Ostrauer Kokses wird durch Auswahl geeigneter Kohlsorten aus bestimmten Flözen erreicht, wobei man solche mit einem Höchstgehalt an flüchtigen Bestandteilen von 20 % wählt, die zudem noch bestimmte Back- und Bläueigenschaften haben, und die man notfalls mit Anthrazit und Feinkoks magert.

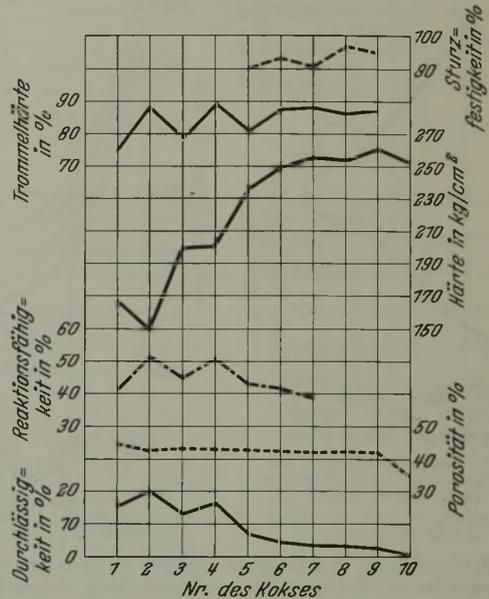


Bild 25. Zusammenhang zwischen verschiedenen Eigenschaften von Koksen nach V. Samuel.

Da in Polen der Wettbewerb zwischen mährischem und polnischem Koks ein wesentlicher Umstand für die Gießereien ist, muß eine Arbeit von A. Krupkowski, M. Czyzewski und M. Olszewski⁹³⁾ über ein neues Verfahren zur Bestimmung der Reaktionsfähigkeit von Koks mittels Metalloxyde Aufmerksamkeit erregen. Die bisherigen Verfahren erfordern, abgesehen vom Koppers-Versuch, etwas verwickelte Geräte. Das vorliegende ist verhältnismäßig einfach, es macht von der Tatsache Gebrauch, daß die Reduktion von Metalloxyden, hier von Nickeloxyd, um so schneller und vollständiger verläuft, je reaktionsfähiger der zur Reduktion verwendete Koks ist. Als Maß für seine Reaktionsfähigkeit wird die je min entstehende Menge an Kohlenensäure und Kohlenoxyd, oder der Kohlenoxydgehalt des Reaktionsgases benutzt, der nach 33prozentigem Metalloxydumsatz eintritt. Man findet übrigens eine einfache funktionelle Beziehung zwischen der Gasmenge oder dem Kohlenoxydgehalt der Reaktionsgase und der Temperatur, nämlich

$$\log v = F \frac{(1000)}{T}$$

$$\log CO = f \frac{(1000)}{T},$$

worin v die Gasmenge je min, CO den Kohlenoxydgehalt der Abgase in Prozent und T die absolute Temperatur bedeuten. Die vorgelegten Beispiele sind bestechend schön; es wird der Mühe wert sein, die Sache nachzuprüfen.

Zum Schluß noch drei Arbeiten über Betriebsweise von Kupolöfen. Die erste ist von M. Czyzewski⁹⁴⁾ über das Schmelzen von Dreh- und Bohrspänen im Kupolofen, die wiederum in Wegierska Gorka entstanden ist, und in der mit Geist und mathematischem Aufwand versucht wird, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen man Dreh- und Bohrspäne im Kupolofen ohne zu starke Verluste durch Auswurf und Oxydation und ohne Brikettierung oder Verpackung in Holz- oder Blechkisten verschmelzen kann.

R. Dawidowski⁹⁵⁾ legte eine polnische Arbeit über die Vorteile der Windvorwärmung bei den Kupolöfen vor. Da

$$T = \frac{W}{G \cdot s} + 0,6 t$$

ist, worin

⁹³⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 19. 9 S.

⁹⁴⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 9. 6 S.

⁹⁵⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 6. 6 S.

T = Verbrennungstemperatur,
 W = Verbrennungswärme von 1 kg Koks,
 G = Abgasmenge von 1 kg Koks in Nm³,
 s = spezifische Wärme des Abgases,
 t = Windvorwärmung in °

bedeuten, ist es klar, daß die Windvorwärmung eine höhere Verbrennungstemperatur geben muß. Eine Vorwärmung von 200 bis 300° genügt, da damit die Verbrennungstemperatur bereits um 120 bis 180° gesteigert wird. Der Wind wird in einem Rekuperator durch Fremdbeheizung mit Kohle vorgewärmt. Durchgeführt wird das Verfahren u. a. in Starachowice, wo es von den Kongreßteilnehmern besichtigt werden konnte.

M. Olivo⁹⁶⁾ berichtet in einer italienischen Arbeit über einen Kupolofen mit vorgewärmtem Wind, dessen Arbeitsweise Bild 26 wiedergibt. Er lehnt Windvorwärmungen, die ihren Wärmebedarf

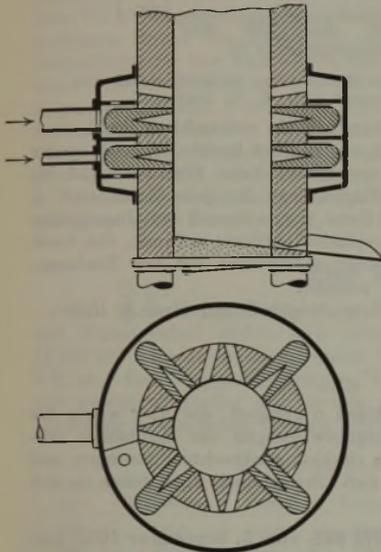


Bild 26. Kupolofen mit Windvorwärmung nach M. Olivo.

aus den Abgasen beziehen, grundsätzlich ab und läßt nur solche gelten, die, wie er es tut, ihre Wärme aus der Schmelzzone decken.

Um Kosten zu sparen, schlägt B. Ramaseshiah⁹⁷⁾ vor, das im Kupolofen oder der Pfanne zugesetzte Ferromangan dadurch zu ersetzen, daß dem Kupolofensatz Manganerz zugeschlagen wird. Dabei ergab sich als zweckmäßigstes Zusatzverfahren, das kleinstückige Erz (34,3 % Mn) mit Koksgrieß und Kalkstein gemischt in Paketform zwischen Koks- und Eisengichten aufzugeben. Der Gesamtzusatz betrug 3 % des Eisengewichtes. Auf diesem Wege gelang es, den Manganerzgehalt von 0,45 % im Einsatz auf 0,99 % im Guß zu steigern.

3. Formerei und Putzerei.

Ohne Neues bieten zu wollen zeigt C. W. Pfannenschmidt⁹⁸⁾, wie bei richtiger laboratoriumsmäßiger Prüfung auch solche Sande verwendbar gemacht werden können, die zunächst unbrauchbar erscheinen. Die Berichterstatter möchten sich Einzelheiten hier ersparen, stimmen jedoch der Meinung des Verfassers zu, daß die Sandfrage für Gießereien mit ungünstiger Formsandgrundlage von großer Bedeutung, durch neuzeitliche Formsandprüfung und -wirtschaft jedoch zu lösen ist. B. Holman⁹⁹⁾ untersuchte die Scher- und Druckfestigkeit von Formsand. Das Verhältnis der beiden Festigkeitseigenschaften liegt bei grünem Sand bei etwa 0,36, bei trockenem Sand bei etwa 0,28. Zur Beurteilung der Bindfestigkeit sind beide Festigkeitswerte gleich gut geeignet. Bei grünem Sand vermindert sich die Festigkeit mit wachsendem Feuchtigkeitsgehalt, während trockener Sand um so fester ist, je größer der Feuchtigkeitsgehalt vor der Verdichtung war.

Ein Aufsatz¹⁰⁰⁾ beschäftigt sich mit dem sogenannten Randupson-Verfahren, Zement als Bindemittel für Formsand zu benutzen. Die Hydratation von Portlandzement vollzieht sich bekanntlich in zwei stetig ineinander übergehenden Stufen, dem Abbinden und dem Erhärten, wobei die zweite etwa 24 h einnimmt. Bei dem behandelten Verfahren ist es nun wichtig, die zugegebenen Wassermengen so zu bemessen, daß nur die erste Stufe erreicht wird, der Zement also unterhydratisiert bleibt. Bild 27 zeigt die Gasdurchlässigkeit eines Sandzementgemisches nach 24 h Abbinden in Abhängigkeit vom Wasserzusatz. Man erkennt die recht hohen Werte der Gasdurchlässigkeit von 60 bis 80 gegenüber etwa 30 bis 40 cm³/min bei gutem, normalem Gebrauchssand. Der Aufsatz beschreibt ferner Einzelheiten über die Art der verwendeten Sande, des zwischen 3 und 15 % betragenden Zementzusatzes, der Aufbereitung und Wiederverwendung u. a. m. Ein besonderer Vorteil des Verfahrens ist die

Verwendung kastenloser Formen, ein Nachteil die zwischen Formarbeit und Abguß erforderliche Abbindezeit von 24 h, die in manchen Fällen durch künstliche Trocknung abgekürzt werden kann. U. Lohse¹⁰¹⁾ weist darauf hin, daß immer noch beträchtliche Eisenmengen mit dem Gießereischutt auf die Halden gefahren und dort praktisch verlorengehen. Er beschreibt einen neuen Eisenausscheider, der gegenüber älteren Bauarten eine Reihe wichtiger Vorzüge aufweist.

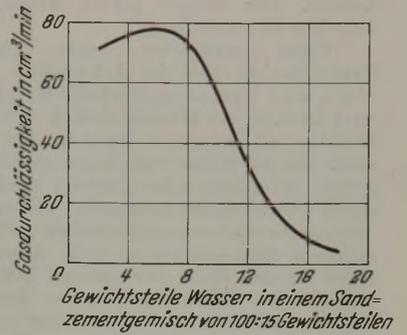


Bild 27. Einfluß des Wassergehaltes auf die Gasdurchlässigkeit von zementhaltigen Formsandmischungen.

4. Allgemeines.

J. S. Vanick und J. T. Eash¹⁰²⁾ machten Härtemessungen an sehr harten Werkstoffen, darunter an weißem Gußeisen. In Bild 28 sind die Kurven eingetragen, die den gefundenen Beziehungen zwischen Rockwell-C-Härte, der mit amerikanischem Gerät gemessenen Shore-Härte sowie der Vickers-Diamanthärte

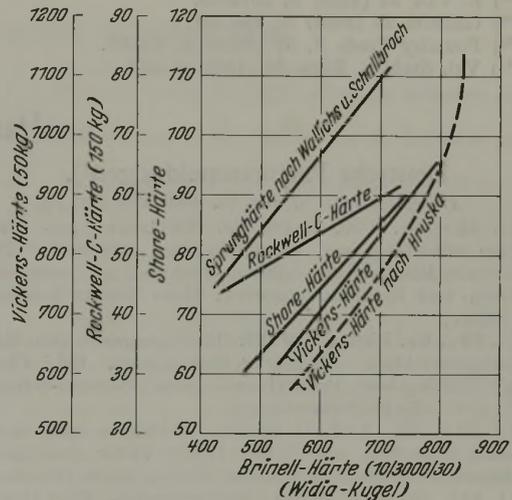


Bild 28. Beziehungen verschiedener Härtewerte von weißem Gußeisen nach J. S. Vanick und J. T. Eash.

zu der mit Widiakugel gemessenen Brinell-Härte (10/3000/30) entsprechen. Zum Vergleich ist die seinerzeit von A. Wallichs und H. Schallbroch¹⁰³⁾ ermittelte Kurve für die mit deutschem Skleroskop gemessene Sprunghärte eingetragen. Der beträchtliche Unterschied zwischen den Kurven für Sprung- und Shorehärte deckt sich praktisch völlig mit dem von E. Schütz¹⁰⁴⁾ mitgeteilten Schaubild, so daß zweifelsfrei der Einfluß der Prüfgeräte verschiedener Herkunft vorliegt. Auch die seinerzeit von J. Hruska¹⁰⁵⁾ an harten Stählen für die Vickers-Härte ermittelte Kurve, die in Bild 28 ebenfalls eingetragen ist, wurde im wesentlichen bestätigt. Bei Hartguß entsprechen also niedrigere Brinellzahlen höheren Werten der anderen Härtegrade.

G. Welter und J. Mikolajczyk¹⁰⁶⁾ beschrieben ein Prüfverfahren zur Ermittlung der Undichtigkeit von Gußmetallen, bei dem Platten von 1 bis etwa 25 mm Dicke unter Flüssigkeitsdrücken bis zu 1000 at und Gasdrücken bis zu 150 at geprüft werden können. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß Gußeisenproben sich hierbei als vollkommen dicht erwiesen, selbst bei dickeren Wandstärken.

F. Roll¹⁰⁷⁾ sammelte in einer fleißigen Zusammenstellung alle Fehlermöglichkeiten, die sich bei der Herstellung und optischen Untersuchung von Metallschliffen bemerkbar machen

⁹⁶⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 4. 11 S.
⁹⁷⁾ Foundry Trade J. 59 (1938) S. 376.
⁹⁸⁾ Gießerei 25 (1938) S. 533/39.
⁹⁹⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 16. 9 S. Foundry Trade J. 59 (1938) S. 429/31.
¹⁰⁰⁾ Rev. Fond. mod. 32 (1938) S. 279/83.

¹⁰¹⁾ Gießerei 25 (1938) S. 473/74.
¹⁰²⁾ Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 38 (1938) II, S. 202/16; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1297/98.
¹⁰³⁾ Masch.-Bau Betrieb 10 (1931) S. 18/20.
¹⁰⁴⁾ Gießerei 21 (1934) S. 321/27.
¹⁰⁵⁾ Iron Age 135 (1935) Nr. 16, S. 20/21, 90, 92, 94, 96.
¹⁰⁶⁾ Metallwirtsch. 17 (1938) S. 1187/91.
¹⁰⁷⁾ Siehe Fußnote 83, Mém. 14. 15 S. Gießerei 27 (1939) S. 1/8, 123 (Berichtigung).

können. Der weniger geübte Metallograph kann der Arbeit manchen Rat entnehmen.

Einen vorzüglichen, reiche Schriftquellen umfassenden Sammelbericht über das Schweißen von Stahlguß, Gußeisen und Temperguß erteilte H. Cornelius¹⁰⁸). Bemerkenswert ist u. a. ein Hinweis darauf, daß durch Verschweißen von Gußeisen und gewalztem Stahl bauliche Fortschritte zu erwarten sind. Zu der früher viel, heute merkbar weniger umstrittenen Frage: Schweißen oder Gießen? macht C. Stieler¹⁰⁹) einige durch Unvoreingenommenheit ausgezeichnete Ausführungen. Beiden Formgebungsmöglichkeiten stehen auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften so weite Anwendungsgebiete offen, die einen für den einen oder anderen Teil schädlichen Wettbewerb ausschließen. Wenn der Verfasser darauf hinweist, daß engste Zusammenarbeit zwischen Gestalter und Gießer notwendig ist, so wird damit zwar nichts Neues, wohl aber etwas nicht oft genug zu Wiederholendes gesagt.

W. D. Jones¹¹⁰) behandelt mit bemerkenswerter Zuversicht ein neues Herstellungsverfahren für Gußeisen. Es handelt sich dabei um einen unter Druck gesinterten Werkstoff, dessen Eigenschaften von der Sinter- und Preßtemperatur abhängig sind (Bild 29). Die in idealisierter Form wiedergegebenen Kurven beziehen sich auf einen Werkstoff mit 3,16 % C, 1,13 % Si, 0,58 % Mn, 1,15 % P, 0,126 % S, der in Form von Stahlsand (grits)¹¹¹) bestimmter Körnung mit 12,5 kg/mm² Flächenndruck

¹⁰⁸) Z. VDI 82 (1938) S. 1079/88.

¹⁰⁹) Gießerei 25 (1938) S. 496/501.

¹¹⁰) Foundry Trade J. 59 (1938) S. 401/02.

¹¹¹) Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 844.

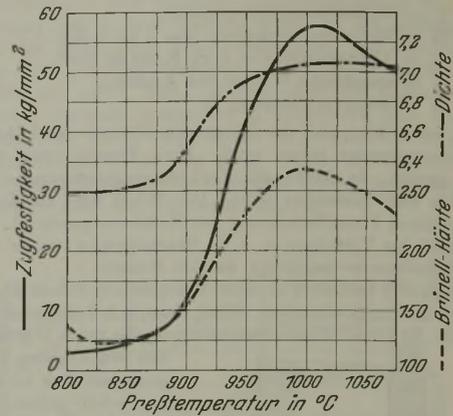


Bild 29. Eigenschaften von Preßgußeisen in Abhängigkeit von der Preßtemperatur nach W. D. Jones.

bei verschiedenen Temperaturen in ein rechteckiges Stahlgesen gepreßt wurde. Die Verfestigung beginnt bereits bei 400°, nimmt aber erst oberhalb 800° sprunghaft hohe Werte an (55 bis 56 kg/mm²). In den Preßlingen liegt der freie Kohlenstoff in dichter, temperkohleartiger Form vor, während das Grundgefüge neben Ferrit und Perlit Phosphideutektikum aufweist, das durch seinen niedrigen Schmelzpunkt maßgeblich an den Bindungsvorgängen beteiligt zu sein scheint.

Hans Jungbluth und Paul A. Heller.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 37 vom 14. September 1939.)

Kl. 18 c, Gr. 8/90, R 103 308. Elektrisch-, gas- oder ölbeheizter selbsttätig und ununterbrochen arbeitender Tauchbadofen zum Blankglühen, -härten, -vergüten, oder -zementieren von Eisen- und Metallmassengütern. Hans Werner Rohrwasser, Schkeuditz.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, S 129 767. Durchgangsofen zum Kühlen von langgestrecktem Glühgut in Schutzgasen. Erf.: Clarence E. Peck, Wilkingsburg, Pennsylvania. Anm.: Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 31 a, Gr. 1/01, G 93 414. Verfahren zum ununterbrochenen Schmelzen von Eisen. Henry Victor Jean Gernelle und Hélène Marie Octavie Gernelle, Reims, Marne (Frankreich).

Kl. 40 b, Gr. 11, G 95 816. Bleilagermetall. Erf.: Dipl.-Ing. Otto Naeser, Wiesbaden. Anm.: Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos, Wiesbaden-Schierstein.

Kl. 49 h, Gr. 22, W 103 221. Vorrichtung zum Auswechseln der Rollen an Rollenrichtmaschinen mit fliegend gelagerten Rollen. Erf.: Ernst Herfel, Dortmund, und Gustav Schmidt, Dortmund-Barop. Anm.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

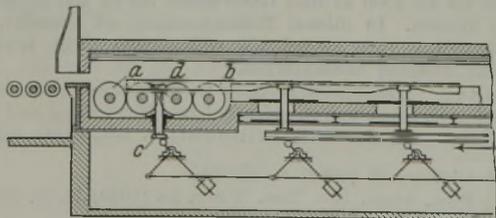
Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 37 vom 14. September 1939.)

Kl. 7 a, Nr. 1 473 297. Walzenzapfen- und Lager-Schutz- und -Kühlapparat. Wilhelm Brinker, Hagen i. W.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 9₅₀, Nr. 675 825, vom 28. Juni 1935; ausgegeben am 19. Mai 1939. „Ofag“ Ofenbau A.-G. in Düsseldorf. Schrittmacherofen in Verbindung mit einer Auswurfvorrichtung.



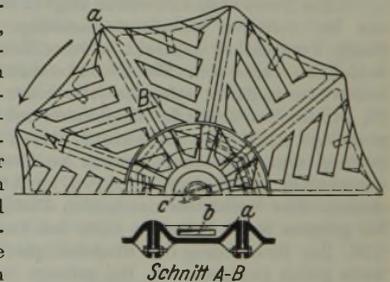
Als Auswurfvorrichtung dient ein Rollgang a (oder ein Kettentrieb); die in sie hineinragenden Hubbalken b werden in der Nähe

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

ihres freien Endes auf Stützen c gelagert, die aber wegen der Rollenachsen nicht die Längsbewegungen der Hubbalken mitmachen können. Sie haben deshalb senkrechte Führungen, und die Hubbalken b gleiten in den Gleitschuh d, in denen sie sich hin und her bewegen.

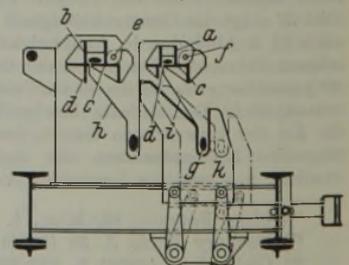
Kl. 24 e, Gr. 11₀₃, Nr. 675 942, vom 5. September 1933; ausgegeben am 22. Mai 1939. Heinrich Koppers, G. m. b. H., in Essen. Polygondrehrost für Gaserzeuger.

Die den lotrechten Rostaufbau fortsetzende kegelförmige Rosthaube besteht aus einer Vielzahl kreisausschnittartiger Abschnitte a von gleichschenkliger Trapezform, die schlitzzartige Durchbrechungen b und neben den Stoßkanten liegende Vorsprünge haben. Die Abschnitte erstrecken sich von einer Ecke bis zur nächsten Ecke des Rostes und sind einzeln austauschbar. Der Rost hat eine vom Vergaserschacht zu bedienende, im Betriebe verschlossene Einsteigeöffnung, deren Verschußdeckel einen Teil der Haube bildet; die Spitze c des Rostes wird auf der Haube festgehalten, so daß sie sich beim Drehen des Rostes nicht lösen kann.



Kl. 7 a, Gr. 25, Nr. 675 951, vom 25. April 1937; ausgegeben am 22. Mai 1939. Demag, A.-G., in Duisburg. (Erfinder: Franz Stelbrink in Duisburg.) Kantvorrichtung für die aus den oberen Kalibern von Triogerüsten austretenden Walzstäbe.

Die Stäbe laufen in die zu beiden Seiten geschlossenen Rinnen a oder b ein, deren Boden in seiner Längsrichtung in zwei ungleich breite Teile c und d geteilt ist. Der breitere Teil c ist um eine Drehachse e oder f umklappbar. Nach Einlaufen des Stabes wird der Teil c nach unten aufgeklappt, wobei der Stab durch den schmaleren festliegenden und als Kippkante wirkenden Teil d des Rinnenbodens gekantet wird und auf den in Taschen g auslaufenden Rutschwänden h und i vor das Rückstichkaliber gleitet. Die Taschen g sind in quer zur Walzrichtung verschiebbaren Körpern k angeordnet.



Wirtschaftliche Rundschau.

Die Wirtschaft Ost-Oberschlesiens.

Im Gesamtgefüge der polnischen Wirtschaft hat Ost-Oberschlesien mit seinem bedeutenden Steinkohlenbergbau sowie seiner umfangreichen Eisen-, Blei- und Zinkhüttenindustrie eine wichtige Rolle gespielt. Die Vorräte an Steinkohlen werden auf fast 45 Milliarden Tonnen geschätzt. 53 Steinkohlengruben fördern gegenwärtig etwa 28 Mill. t jährlich, doch dürfte bei voller Ausnutzung der Leistungsfähigkeit eine jährliche Förderung von 40 Mill. t möglich sein. Selbst wenn es nur gelingt, den alten Förderstand zu halten — was schon deswegen möglich sein wird, weil infolge des raschen deutschen Vormarsches die Gruben fast unzerstört in unsere Hände fielen —, bedeutet das eine außerordentliche Verbreiterung unserer Rohstoffgrundlage. Da auch das benachbarte Revier von Dombrowa und das Olsagebiet mit einer Jahresförderung von 13,8 Mill. t besetzt sind, hat das Reich zu seiner eigenen Förderung von 190 Mill. t einen Zuwachs von insgesamt 42,5 Mill. t erhalten. Auch unsere Treibstofflage wird verbessert. In den 14 Kokereien Ost-Oberschlesiens und des Olsagebietes, die jährlich 3,5 Mill. t Koks herstellen, fielen schon jetzt etwa 50 000 t Rohbenzol an.

An hochwertigen Eisenerzen ist Ost-Oberschlesien — wie überhaupt ganz Polen — arm. An der gesamt-polnischen Eisen-

erzförderung von 873 000 t im Jahre 1938 war es mit etwa 30 % beteiligt.

Wie nachfolgende Uebersicht zeigt, hat Ost-Oberschlesiens Eisen- und Stahlindustrie im Rahmen der polnischen sowohl nach Zahl und Umfang der Betriebsstätten als auch nach Größe der Erzeugung an der Spitze gelegen:

	Ost-Oberschlesien	Dombrowa-Gebiet	Olsagebiet	Mittelpolen	insgesamt
Hüttenwerke	9	8	2	3	22
Hochöfen	17	5	4	3	29
Siemens-Martin-Oefen	30	17	15	8	70
Elektroöfen	6	—	1	—	7

Von diesen Werken wurden 1938 insgesamt erzeugt: 1,36 Mill. t Roheisen und 2 Mill. t Rohstahl. Auf Ost-Oberschlesien entfallen davon rd. 500 000 t Roheisen und 900 000 t Rohstahl, das sind rd. 3 % der Roheisen- und rd. 4 % der Stahlherzeugung des Reiches. Bedeutend ist auch der Zuwachs, den das Reich durch die 15 ost-oberschlesischen Blei- und Zinkhütten, von denen 11 zur Zeit stilliegen, erhalten hat. Die Gewinnung der Hütten betrug 1938 rd. 140 000 t. Deutschland ist durch die Besitznahme der oberschlesischen Blei- und Zinkhütten auf dem Gebiete der beiden kriegswichtigen Nichteisenmetalle Blei und Zink unangreifbar geworden.

Der Kohlenbergbau der Niederlande im Jahre 1938.

Die Steinkohlenförderung der niederländischen Staats- und Privatgruben stellte sich 1938 auf 13 487 525 t gegen 14 321 269 t im Jahre zuvor, nahm demnach um 833 744 t oder 5 % ab. Der Förderungsrückgang bei den Privatgesellschaften war wesentlich größer als bei den staatlichen Betrieben. Die Förderung der einzelnen Gruben betrug (in 1000 t):

A. Staatsgruben

Jahr	Wilhelmina	Emma	Hendrik	Maurits	Insgesamt
1936	1314	2472	1624	2594	8004
1937	1438	2527	1670	2803	8438
1938	1430	2468	1642	2658	8198

B. Privatgruben

Jahr	Oranje-Nassau I bis IV	Domaniale Grube	Laura en Vereeniging	Julia	Grube Willem-Sophia	Insgesamt
1936	2277	843	667	578	434	4799
1937	2930	901	791	758	503	5883
1938	2485	820	771	714	500	5290

An Gas wurden gewonnen: 1937 69,0 Mill. m³, wovon 27,1 Mill. m³ an die Industrie geliefert wurden,

1938 68,9 Mill. m³, wovon 26,4 Mill. m³ an die Industrie geliefert wurden.

Die Arbeiterzahl in den niederländischen Staats- und Privatgruben nahm im Laufe des verflossenen Jahres um ungefähr 1000 Köpfe zu. Während im Jahre 1937 31 104 Arbeiter beschäftigt waren, betrug die Zahl im vergangenen Jahre 32 090, davon waren 20 654 Untertage- (1937: 20 111) und 11 436 Uebertage-Arbeiter (1937: 10 993).

An Löhnen einschließlich Kinderzulage wurden 1938 45 Mill. fl von den Grubengesellschaften ausgezahlt (1937: 42,2 Mill. fl). Die Schichtlöhne einschließlich der Kinderzulage erfuhren auch im vergangenen Jahre eine weitere Aufbesserung. Für Uebertage-Arbeiter stieg der Lohn von 4,00 auf 4,15 fl, für Untertage-Arbeiter von 5,24 auf 5,50 fl. Während 1937 sich der Durchschnittslohn auf 4,79 fl stellte, betrug derselbe 1938 dagegen 5,01 fl. Am 1. September des vergangenen Jahres trat ein neuer kollektiver Arbeitsvertrag in Kraft.

Der Außenhandel der Niederlande an Brennstoffen (in 1000 t).

	Einfuhr aus			Ausfuhr nach		
	1936	1937	1938	1936	1937	1938
Steinkohlen	4870	5410	4915	3164	3963	3417
Hiervon:						
Deutschland	3336	3967	3420	491	787	747
Belgien und Luxemburg	292	309	471	965	1468	1027
Großbritannien	1117	892	735	—	—	—
Frankreich	—	—	—	1059	1225	1061
Polen	107	228	287	—	—	—
Koks	374	426	331	2305	2438	2170
Hiervon:						
Deutschland	308	368	296	405	337	371
Belgien und Luxemburg	45	44	30	509	518	391
Großbritannien	21	14	4	12	12	—
Frankreich	—	—	—	495	750	604
Schweden	—	—	—	582	532	531
Steinpreßkohlen	335	327	320	338	427	413
Hiervon:						
Deutschland	300	292	294	93	117	116
Braunpreßkohlen	134	132	133	4	22	23
Hiervon:						
Deutschland	134	132	133	—	13	14
Braunkohlen	90	52	109	—	—	—

Diese Aufstellung zeigt, daß die Gesamteinfuhr Hollands an Steinkohlen, Koks, Stein- und Braunpreßkohlen sowie Braunkohlen gewichtsmäßig im Jahre 1938 um ungefähr 8 % dem Vorjahr gegenüber zurückgegangen ist; dem Werte nach sank sie um ungefähr 1 1/2 %. Die Einfuhr von Steinkohlen aus Deutschland und Großbritannien ging zurück, der Bezug von Steinkohlen aus Belgien und Polen nahm dagegen zu. Koks wurde aus allen Lieferstaaten in geringeren Mengen bezogen. Die Preßkohleneinfuhr unterlag dagegen kaum einer Aenderung, die Einfuhr von Braunkohlen verdoppelte sich sogar. Die Gesamtausfuhr aller

Auch die Koksgewinnung hatte im Jahre 1938 gegenüber dem Vorjahre eine Abnahme zu verzeichnen. Während 1937 2 506 033 t Koks von den staatlichen Gruben erzeugt wurden, waren es 1938 nur 2 395 422 t. Die Steinpreßkohlegewinnung sank dagegen nur unbedeutend, nämlich von 1 277 305 (1937) auf 1 262 716 t (1938). Der Stickstoffbetrieb der Grube Maurits verarbeitete 61 918 t Stickstoff gegen nur 58 763 t im Jahre 1937. Die bestehenden internationalen Abkommen für den Absatz von Stickstoff blieben auch im Berichtsjahr in Kraft. Synthetisches Ammoniak, Schwefelsäure, schwefelsaures Ammoniak, Salpetersäure und Kalkammonsalpeter wurden während des ganzen Jahres 1938 von den staatlichen Betrieben erzeugt. Während Kalkammonsalpeter hauptsächlich im Inlande Absatz fand, wurde schwefelsaures Ammoniak in erster Linie ausgeführt. Der Absatz von Kalkammonsalpeter stellte sich auf 149 000 t (1937: 138 000 t) und der von schwefelsaurem Ammoniak auf 125 000 t (1937: 134 000 t). Die Braunkohlegewinnung erhöhte sich von 143 000 (1937) auf 170 600 (1938), die Braunkohlenbriketterzeugung stieg von 49 539 (1937) auf 60 542 (1938) t. Geringe Mengen wurden als Hausbrand und als Brennstoffe an Bäckereien abgesetzt, der weitaus größte Teil wurde jedoch ausgeführt.

Zu den bedeutendsten Neben- und Hilfsbetrieben sind auch die Erzeugungsstätten von Elektrizität und Gas zu rechnen. Die gewonnenen Elektrizitäts- und Gasmengen dienen nicht nur zur Versorgung der Gruben selbst, bedeutende Mengen werden auch an Gemeinden in den Provinzen Limburg und Nordbrabant geliefert. Die Staatsgruben erzeugten an Elektrizität:

1937 387,5 Mill. kWh für Gruben und 83,0 Mill. kWh für andere Abnehmer,
1938 412,5 Mill. kWh für Gruben und 84,4 Mill. kWh für andere Abnehmer.

Brennstoffe sank 1938 dem Gewichte nach um 12, dem Werte nach um 6 % gegenüber 1937. Die Steinkohlenausfuhr nach sämtlichen Hauptabnehmerstaaten war niedriger als im Jahre zuvor. Während der Koksabsatz nach Deutschland stieg, sank die Koksausfuhr nach Belgien, Großbritannien, Frankreich und Schweden. In den Lieferungen an Preßkohlen nach dem Auslande traten keine nennenswerten Verschiebungen ein. Der Ausfuhrückgang Hollands an Brennstoffen ist auf den ungünstigen Stand des deutsch-niederländischen Clearings sowie auf die verschärften Kontingentierungsmaßnahmen der französischen und belgischen Regierungen während des verflossenen Jahres zurückzuführen.

Die wirtschaftliche Lage der niederländischen Kohlenindustrie war im Jahre 1938 befriedigend. Wenn auch die Steinkohlenförderung zurückging, konnte sich dagegen der zu erzielende Durchschnittspreis für Steinkohlen erhöhen. Auf dem Inlandsmarkte wurden im allgemeinen etwas ungünstigere Preise erzielt als im Jahre 1937, die Ausfuhraufträge konnten dagegen zu günstigeren Preisen abgeschlossen werden als im Jahre zuvor.

Der erzielte Durchschnittspreis für Steinkohle einschließlich Eigenverbrauch stellte sich 1938 auf 8,05 fl gegen 7,33 fl in 1937, d. h. eine Verbesserung von 9,8 %. Wenn man den durchschnittlichen Ertrag einschließlich des Bruttoüberschusses der Nebenbetriebe berechnet, kommt man zu dem Ergebnis, daß sich dieser 1937 auf 9,03 fl und 1938 auf 9,27 fl stellte. Da sich diese Zunahme nur auf 2,7 % beläuft, ergibt sich, daß die in 1938 zu

erzielenden Preise für die zahlreichen Nebenerzeugnisse entschieden ungünstiger gewesen sein müssen als im Jahre zuvor. Der Absatzrückgang übte auf den Gewinn nur einen verhältnismäßig unbedeutenden Einfluß aus. Sehr nachteilig war dagegen der nicht unbedeutend gestiegene Gestehungspreis. Die Selbstkosten ohne Abschreibungen und Zinsen betragen 1937 5,78 fl und 1938 6,68 fl. Während sich der Durchschnittsertrag für Steinkohle einschließlich des Bruttoüberschusses der Nebenbetriebe im vergangenen Jahre um 24 c höher stellte, stiegen die Selbstkosten dagegen um rd. 90 c. Die Erhöhung der Selbstkosten ist auf höhere Löhne, gestiegene soziale Ausgaben und angezogene Materialpreise zurückzuführen. Einen genaueren Ueberblick über die Preis- und Selbstkostengestaltung gibt folgende Aufstellung:

Jahr	(In fl je t)			
	Steinkohlen-Durchschnittspreis	Ertrag Steinkohlen einschließlich Bruttoüberschuß der Nebenbetriebe	Selbstkosten ohne Abschreibungen und Zinsen	Abschreibungen und Zinsen
1936	5,25	6,70	4,81	1,89
1937	7,33	9,03	5,78	3,25
1938	8,05	9,27	6,68	2,59

Der Preis für Ausfuhrkoks bewegte sich auf der Grundlage der internationalen Kokskonvention.

Buchbesprechungen.

Kühn, Fritz: Geschmiedetes Eisen. (Mit zahlr. Abb.) Berlin: Verlag Ernst Wasmuth 1939. (108 S.) 4^o. Geb. 10 RM.

In einer Selbstverständlichkeit, die eben nur ein durchdacht und werkgerecht hergestelltes Schmiedestück haben kann, bilden sich organisch und wachsen, den Gesetzen der Natur abgelauscht, die in dem vorliegenden Werke dargestellten Formen.

Wie vielfältig Eisen gestaltet werden kann durch Drehen, Spalten, Lochen, Stauchen von rundem und kantigem Eisen, zeigen die vortrefflich aufgebauten und im Feuer geschweißten, in dem Buche abgebildeten Arbeiten, die zumeist nach eigenen Entwürfen oder in Verbindung mit dem Architekten entstanden sind. Leichtere oder tiefere Kehlungen bereichern oft wesentlich das Schmiedestück. Immer ist es die lebendige Form und Verarbeitungsweise des Werkstoffes, die robuste, oft jeden Hammerschlag noch fühlen lassende Bearbeitung, die dem Stück die notwendige Seele verleiht, die es nicht zur maschinellen Arbeit, sondern zur wirklichen Handarbeit stempelt. Ob es sich nun um einfachste geometrische oder pflanzlich-figürliche Vorbilder handelt, immer sieht man die fein empfundenen Linien und Flächen in den Arbeiten wiederkehren, die ihren Wert ausmachen. Der Verfasser hat die meisterlichen Schmiedearbeiten vergangener Jahrhunderte gründlich studiert; sein Schaffen ist aber nicht ein Nachahmen der alten guten Vorbilder, sondern zeugt, wie es auch sein soll, von anständiger handwerklicher und künstlerischer Gesinnung. Und was auch noch die Güte dieser Arbeiten auszeichnet, ist der glückliche Umstand, daß der Ausführende in seiner Person beides, Zeichenstift und Hammer, vereinigt, denn nur so kann erst die rechte Seele in dem Werk erklingen.

Auch Schmiedearbeiten in dem immer mehr zur Verwendung kommenden Leichtmetall werden in einem besonderen Hauptabschnitt besprochen.

Klare Abfassung des textlichen Teiles des Buches und zahlreiche ausgesuchte Bilder von alten, vorwiegend aber von neuzeitlichen Schmiedearbeiten zeichnen das Werk aus.

Franz Kurek. Paul Woenne.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Eisenhüttenstag 1939.

Auf Beschluß des Vorstandes wird die Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, die auf den 11. und 12. November 1939 angesetzt war, bis auf weiteres vertagt.

Mitteilung von Anschriften-Änderungen an die Geschäftsstelle.

Alle Mitglieder, vornehmlich die unserer Eisenhütte Südwest, deren Anschrift sich geändert hat, werden dringend gebeten, ihre neue Anschrift der Geschäftsstelle umgehend mitzuteilen, soweit das noch nicht geschehen ist.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Diergarten, Heinz*, Dipl.-Ing., Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Werk Hannover, Hannover-Linden, Schlorumpfweg 5; Wohnung: Brünningstr. 10. 36 089
- Hanacek, Victor*, Ingenieur, Brünn (Mähren), Landwirtschaftsgasse 56 A. 17 032
- Heyden, Herbert*, Dipl.-Ing., Bonn, Venusbergweg 17 a. 39 080
- Illian, Christian*, Dipl.-Ing., Laboratoriumsleiter, Deutsche Industrie-Werke A.-G., Berlin-Spandau; Wohnung: Straßburger Str. 11. 34 097
- Lipp, Carl*, Dr. phil., Vorstandsmitglied der Hoesch A.-G., Dortmund; Wohnung: Dortmund-Reichsmark, Wittbräucker Str. 107. 39 271
- Mönich, Wilhelm*, Fabrikdirektor i. R., Siegen, Fölzerstr. 7. 07 072
- Orthey, Rolf*, Chemiker, Lüdenscheider Metallwerke A.-G., Busch-Jäger, Abt. Walzwerk, Lüdenscheid, Adenauer Str.; Wohnung: Hochstr. 35. 36 311
- Pampus, Emil*, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Klöckner-Werke A.-G., Werk Osnabrück, Osnabrück; Wohnung: Kölner Str. 1. 27 496
- Reuter, Fritz*, Dipl.-Ing., Hochofenbetriebsingenieur, Witkowitz Bergbau- u. Eisenhütten-Gewerkschaft, Sophienhütte, Mähr. Ostrau; Wohnung: Mähr. Ostrau-Oderfurt, Dykstr. 8. 37 354
- Rosenbaum, Heinrich*, Dipl.-Ing., 1. Hochofenassistent, Duisburger Kupferhütte, Duisburg; Wohnung: Friedrich-Wilhelm-Straße 8. 35 449
- Rudzki, Gerhard*, Ingenieur, Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Gröditz, Gröditz über Riesa; Wohnung: Ortsteil Repis Nr. 4. 28 147
- Schmidt, Gerhard*, Dr.-Ing., Leiter der Abt. Betriebs-, Stoff- u. Energiewirtschaft der Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Kapitän-Lehmann-Str. 5. 27 248
- Schmitz, Fritz*, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Forschungsinstitut, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Düsseldorf 1, Lindenstr. 252. 36 391
- Schmitz, Hans*, Dipl.-Ing., Assistent, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Werkstoffstelle, Bochum; Wohnung: Trankgasse 1, II. 35 478
- Schön, Hermann*, Dipl.-Ing., Poldihütte, Stahlwerk, Kladno (Böhmen). 35 483
- Thiel, Günther*, Dipl.-Ing., Duisburg-Meiderich, Kochstr. 11. 33 189
- Weiss, Gerhard*, Dipl.-Ing., Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Pieperstr. 36. 35 569
- Zeyringer, Fritz*, Dipl.-Ing., Betriebschef der Stahlgießerei der Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Dortmund-Hörde; Wohnung: Dortmund, Göringstr. 37. 36 474

Gestorben:

- Nomrowsky, Emil*, Dipl.-Ing., Hüttendirektor i. R., Wien. * 18. 9. 1875, † 7. 9. 1939.
- Steinheisser, Max*, Hüttendirektor, Wicklitz, * 26. 12. 1880, † 2. 9. 1939.