STAHL UND EISEN
ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN
Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute
Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen
unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 32 | 6. AUGUST 1936 | 56. JAHRGANG

Ueber die Wirkung des Phosphors auf die Eigenschaften von basischem unlegiertem Stahl.

Von Arno Ristow und Karl Daeves in Düsseldorf sowie von Ernst Hermann Schulz in Dortmund.

[Bericht Nr. 314 des Stahlwerksausschusses und Nr. 347 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute*).]

(Wirkungen einer niedrigen Phosphorgehaltvorschrift für den Fertigstahl auf Erhöhung des Sauerstoffgehalts in Schlacke und Stahl im basischen Siemens-Martin- und Thomas-Verfahren. Vergrößerung der Schlackenmenge. Verschlechterung der Manganwirtschaft. Verminderung der Phosphorseigerungen durch die Flaschenhalskokille. Einfluß des Phosphors bei unlegierten Bau- und Schienenstählen auf Zugfestigkeit, Streckgrenze, Dehnung, Biegewechselfestigkeit, Kerbschlagzähigkeit, Kaltbiegefähigkeit, Verschleißwiderstand, Rostbeständigkeit, Tiefziehfähigkeit, Kalt- und Warmbildsamkeit, Feuerschweißbarkeit und Zerspanbarkeit. Folgen durch zu niedrige Begrenzung des zulässigen Phosphorgehalts beim Stahl: Nichtmetallische Einschlüsse in Schmiedestücken, Kleben bei Feinblechen, Ausfall bei der Feuerschweißung, Rückgang der Verschleißfestigkeit von Schienen.)

Obwohl für den Verbraucher von Stählen strenggenommen nur deren mechanische und technologische Eigenschaften von Bedeutung sind, findet man in zahlreichen Werkstoffvorschriften auch Anforderungen an die chemische Zusammensetzung. Besonders legt man häufig Wert auf einen möglichst hohen „Reinheitsgrad", wobei unter Verunreinigungen meist Phosphor und Schwefel verstanden werden. Es wird dabei stillschweigend vorausgesetzt, daß jeder Stahl von vornherein um so besser, d. h. um so wertvoller nach seinen technologischen und Gebrauchseigenschaften ist, je weniger Phosphor und Schwefel er enthält. Es kann sogar festgestellt werden, daß nur wenige Anschauungen über die Beschaffenheit der Stähle in Verbraucherkreisen so stark verbreitet und verankert sind wie die Ansicht von der großen Schädlichkeit des Phosphors schlechthin.

Wenn auch im Laufe sehr langer Zeiten unnütze und sinnwidrige Anforderungen von selbst zu verschwinden pflegen, so dauert dieser Säuberungsvorgang erfahrungsgemäß besonders lange, wenn die Vorschriften unter Herstellungs- oder Beanspruchungsbedingungen entstanden sind, die zunächst ihre Aufstellung durchaus rechtfertigten, wenn dann aber die Herstellungsverfahren sich so weiter entwickelt haben, daß die ursprünglich richtige Vorschrift nun sinnlos und damit technisch oder zum mindesten wirtschaftlich schädlich geworden ist.

Eine planmäßige und umfassende Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Phosphorgehalt und wichtigen Eigenschaften des Stahles erschien deshalb nützlich. Dabei war die Aufgabe zweckmäßig so zu stellen, daß nicht der Einfluß des Phosphors auf die Eigenschaften des Stahles untersucht wurde; es wurde vielmehr versucht, nachzuprüfen, wie weit und in welchem Sinne die zur Erzielung niedriger Phosphorgehalte notwendigen Maßnahmen die Eigenschaften des basischen, unlegierten Stahles beeinflussen. Die Verhältnisse bei Werkzeugstahl, hochlegierten Stählen u. dgl., bei denen zu hohe Phosphorgehalte wegen der dadurch bewirkten Sprödigkeit tatsächlich schädlich sind, wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Da die Begrenzung des Phosphorgehaltes bei Abnahmevorschriften, wie überhaupt jede Abnahmevorschrift, nur auf Grund langjähriger Erfahrungen und entsprechender statistischer Unterlagen geschehen müßte, erschien zur Klärung der gestellten Frage die Großzahl-Forschung[1]) als das geeignetste und überzeugendste Mittel. Auf diese Weise war es vor allem möglich, die in einem großen Konzern an den verschiedensten Stellen in mehreren Jahren angesammelten Zahlen planmäßig auszuwerten und zusammenzufassen. Die Anwendung der Großzahl-Forschung gibt weiter den Vorteil, daß Zufälligkeiten, die bei Einzelversuchen leicht durch Nichtberücksichtigung scheinbar nebensächlicher Umstände unterlaufen können, weitestmöglich ausgeschaltet werden.

Vorerst wurde nachgeprüft, woher der schlechte Ruf des Phosphors stammt. Die Schrifttumsangaben bis zum Jahre 1885 lassen sich etwa dahin zusammenfassen, daß der Phosphor bei Gehalten über 0,1% bei Bessemerstahl, über 0,3% bei Puddelstahl den Werkstoff hart und spröde, dafür aber rostbeständiger machen soll[2]). Bei den vom Verein deutscher Eisenhüttenleute im Jahre 1889 herausgegebenen Vorschriften für die Lieferung von Eisen und Stahl[3]) ist noch nichts über die chemische Zusammensetzung gesagt; dagegen werden sehr ausführliche Angaben über die Durchführung von Warm-, Kalt- und

*) Vorgetragen in der Gemeinschaftssitzung des Stahlwerksausschusses und des Werkstoffausschusses am 13. März 1936. — Auszug aus der gleichnamigen Dr.-Ing.-Dissertation von A. Ristow, Techn. Hochschule Braunschweig (1935); Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. Bd. 1, Lfg. 4 (1935) S. 49/84. — Sonderabdrucke des Berichtes sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

[1]) K. Daeves: Praktische Großzahl-Forschung (Berlin: VDI-Verlag 1933). Masch.-Bau 10 (1931) S. 233/36.

[2]) L. Beck: Geschichte des Eisens, Bd. 5 (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1897) S. 933.

[3]) Stahl u. Eisen 9 (1889) S. 349/73.

Abschreckbiegeversuchen, Stauch- und Lochversuchen in einer Form, wie sie zum Teil heute noch angewendet werden, gemacht. Man hat also damals vor allem die Gebrauchseigenschaften der Stähle bei der Abnahme sehr eingehend geprüft, ohne sich an mehr oder weniger willkürlich festgesetzte Analysengrenzen zu klammern. Bei der späteren Festsetzung von Abnahmebedingungen ließ man sich zum Teil durch die Erkenntnis leiten, daß ein übermäßig hoher Phosphorgehalt gewiß für manche Verwendungszwecke unerwünscht ist; man schloß aber daraus irrigerweise, daß sehr niedrige Phosphorgehalte ganz allgemein besonders gute Eigenschaften ergeben müßten. Hinzu kam später ein gewisses wirtschaftliches Interesse der Erzeuger des Elektrostahles, die oberen Phosphorgehaltsgrenzen auf geringstmögliche Werte herunterzusetzen, da das Arbeiten im basischen Elektroofen mit zwei Schlacken zwangsläufig sehr niedrige Phosphorgehalte ergibt.

Erst in unserer Zeit mehren sich im In- und Auslande die Stimmen, die die Bedenken vor dem Phosphor für übertrieben halten. W. Eilender[4]) bezeichnete die Anforderungen an den Reinheitsgrad des Stahles in dieser Richtung als häufig nicht berechtigt. W. Beckers[5]) stellte fest, daß man den Einfluß des Phosphors allgemeinüberschätzt hat und daß Gehalte bis zu 0,08% P keine Nachteile beim Stahlguß gebracht haben. F. F. Mc Intosh und W. L. Cockrell[6]) fanden, daß die Schwingungsfestigkeit von Flußstählen durch Phosphor bedeutend erhöht wird, ohne daß die Zähigkeit entsprechend abnimmt. Schließlich sprechen sie die Ansicht aus, daß der Phosphor, der gewohnheitsgemäß als „schwarzes Schaf" und Stahlschädling gewertet wird, sich bei genauerer Kenntnis der Tatsachen als ein wertvolles Element erweisen werde.

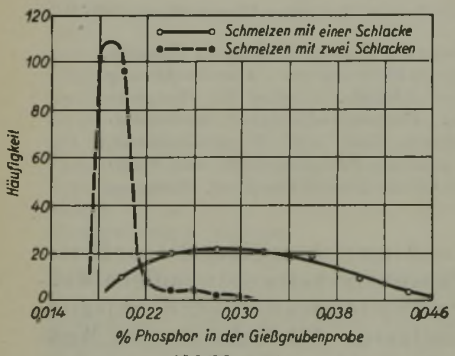


Abbildung 1.
Einfluß des Schlackenwechsels auf den Phosphorgehalt von Siemens-Martin-Stahl.

Mit Hilfe der Großzahl-Forschung war es möglich, zahlreiche Analysen und Festigkeitsdaten von verschiedenen Werken auszuwerten, um örtlich bedingte Zufälligkeiten möglichst auszuschalten. Derartige Unterlagen waren innerhalb des Konzerns der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., aus älteren Versuchsreihen, alten Schmelzungsbüchern, Analysen und Abnahmekladden reichlich vorhanden, so daß es nur in einzelnen Fällen bei den Sauerstoffbestimmungen notwendig war, weitere neue Analysen anzufertigen, die im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Dortmund, durchgeführt wurden.

A. Metallurgische Zusammenhänge.

I. Phosphorgehalt und Schmelzführung im Siemens-Martin-Verfahren (Schrott-Roheisen-Verfahren).

Zur Erreichung eines niedrigen Endphosphorgehaltes beim Roheisen-Schrott-Verfahren im feststehenden Siemens-Martin-Ofen, wie er heute in Deutschland vorwiegend verwendet wird, darf zunächst der Einsatz nicht zuviel Phosphor enthalten, was die Verwendung eines Roheisens mit nicht zu hohem Phosphorgehalt zur Voraussetzung hat. Anderenfalls werden die zur Entphosphorung notwendigen Kalksätze und damit die Schlackenmengen so groß, daß die Wärmeübertragung von der Flamme auf das Bad erschwert wird, wodurch sich lange Schmelzzeiten und trotzdem Mängel im Stahl ergeben können *(Abb. 1)*. Ein Abziehen der ersten Schlacke ist beim feststehenden Ofen meist unmöglich, zum mindesten sehr zeitraubend und damit kostspielig. Der Kippofen bietet zwar die Möglichkeit, die phosphorhaltige Einlaufschlacke abzukippen. Man entfernt dabei aber gleichzeitig den größten Teil des beim Einschmelzen in die Schlacke gewanderten, für die Aufrechterhaltung eines gewissen Mangangehaltes im Bade notwendigen Manganoxduls, was dann einen höheren Ferromanganverbrauch

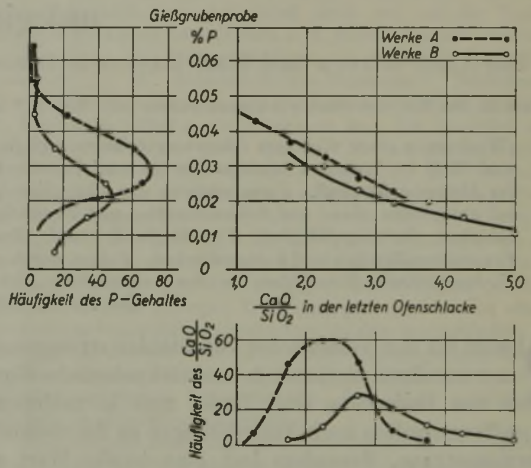


Abbildung 2. Basizitätsgrad der letzten Ofenschlacke und Phosphorgehalt von Siemens-Martin-Stahl.

bedingt. F. Körber[7]) stellte auch fest, daß ein Zusatz von nicht vorgewärmtem Ferromangan während der ersten 10 min nach der Zugabe den Sauerstoffgehalt des Thomasstahles sogar noch erhöhte. P. Bardenheuer[8]) erklärte diese auffällige Steigerung des Sauerstoffgehaltes unmittelbar nach der Desoxydation mit Ferromangan damit, daß das neugebildete Manganoxydul noch nicht oder erst zum kleinen Teil in der Kürze der Zeit bis zum Abstich aus dem Stahl in die Schlacke aufsteigen kann, ferner damit, daß das Ferromangan größere Mengen Oxyde und Gase enthält, die den fertigen Stahl nachteilig beeinflussen können. Ein Abkippen der Schlacke kann somit vom metallurgischen Standpunkt aus nachteilig sein, wenn es nur aus dem Grunde vorgenommen werden muß, um den Phosphorgehalt weitgehend zu erniedrigen.

Die in den folgenden Abbildungen ausgewerteten Angaben stammen von mehreren Werken, die wegen der Art des verwendeten Roheisens und der Arbeitsweise im Ofen in zwei Gruppen, A und B, zusammengefaßt werden konnten. In der Werksgruppe A bedingte die Einstellung der Verbraucherkreise keinen so niedrigen Phosphorgehalt im Enderzeugnis wie in Werksgruppe B. Aus der Gegenüberstellung der Kurven für die Werke A und B wird hervorgehen, wie die zur Verfügung stehenden Mittel zur Entphosphorung angewendet und welche Nebenwirkungen hierdurch hervorgerufen werden.

Es ist notwendig, nochmals darauf hinzuweisen, daß es im Sinne der vorliegenden Arbeit darauf ankommen soll, nachzuweisen, wie der Phosphorgehalt im Stahl zwangsläufig

[4]) Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 1640.
[5]) Ingenieur, Haag, 48 (1934) S. 144/47; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 165.
[6]) Min. Metallurg. Invest. Bull. Nr. 25 (1925); Min. Metallurgy 7 (1926) S. 332/33.
[7]) Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 133/34.
[8]) Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 488/96.

mit anderen Wirkungen zusammenhängt. Damit soll keineswegs gesagt werden, daß nicht bei Werken, die sich auf eine völlig anders geartete Rohstoffgrundlage stützen, die hier gefundenen Phosphorwerte sich nach oben oder unten um geringe Beträge verschieben können. Es kommt hier hauptsächlich auf die Richtung der Einflüsse an.

In *Abb. 2* wurde das Kalk-Kieselsäure-Verhältnis der letzten Ofenschlacke vor dem Ferromanganzusatz bei Stählen mit 0,2 bis 0,6% C in Beziehung gebracht zum Phosphorgehalt der Gießgrubenprobe, ohne zunächst den Phosphorgehalt im Einsatz oder die Stahltemperatur zu berücksichtigen. Der Phosphorsäuregehalt der Endschlacken lag bei den untersuchten Werken zwischen 0,8 und 3,5%. Bekanntlich übt die Basizität der Schlacke einen starken Einfluß auf die Entphosphorung aus. Die Werke der Gruppe B arbeiten mit höherer Basizität der Schlacke und erreichen auf diese Weise zum Teil sehr niedrige Phosphorgehalte trotz höherem Phosphorgehalt im Einsatz. Zur besseren Uebersicht sind in *Abb. 2*, unten, die Häufigkeitskurven der Kalk-Kieselsäure-Verhältnisse und links die der Phosphorgehalte aufgetragen. Das Bild zeigt, daß die Werksgruppe A den Höchstpunkt der Häufigkeitskurve bei einer Basizität von 2 bis 2,5% hat, während er bei Werksgruppe B zwischen 2,5 und 3,5% liegt.

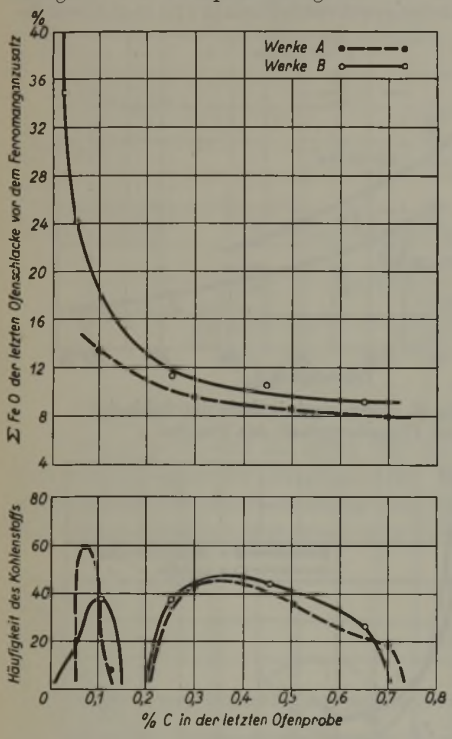


Abbildung 3.
Eisenoxydulgehalt der Schlacke und Kohlenstoffgehalt von Siemens-Martin-Stahl.

Da beim Abstich in die Pfanne, vor allem durch Zugabe der Desoxydationsmittel (Ferrosilizium und Aluminium-Silizium-Legierungen), eine starke Anreicherung der Pfannenschlacke an Kieselsäure und außerdem eine Verschlackung der Pfannenausmauerung eintritt, ändert sich auch der Phosphorgehalt des Stahles in der Pfanne. Deshalb wurde auch der Einfluß des Kalk-Kieselsäure-Verhältnisses auf den Phosphorgehalt vor dem Ferromanganzusatz untersucht. Um hierbei den Einfluß des Phosphorsäuregehaltes der Ofenschlacke und der Temperatur auszuschalten, wurden nur solche Schmelzen ausgewählt, deren unberichtigte Gießtemperatur zwischen 1430 und 1470° lag und deren Phosphorsäuregehalt in der Schlacke in den Grenzen 1 bis 2,5% blieb. Durch diese Einschränkungen blieb die Lage der Kurven fast unverändert wie in *Abb. 2*.

Wie R. Back[9]) nachweisen konnte, steht der Eisenoxydulgehalt der Schlacke in engstem Zusammenhang mit der Basizität. Nach H. Schackmann und W. Krings[10]) ist

$$\frac{[\Sigma P]\,(FeO)^5\,(CaO)^3}{(\Sigma P_2O_5)} = K_P,$$

wobei angenommen wird, daß mit der Einführung der Größe $[\Sigma P]$ an Stelle der früheren Rechnungsweise mit $[\Sigma P]^2$ den tatsächlichen Verhältnissen besser Rechnung getragen wird. Die Frage, in welcher Form der Phosphor im Bereich der üblichen Konzentration des Stahles vorliegt, kann vorläufig noch nicht als entschieden gelten. Für die vorliegende Arbeit genügt es jedoch, der Formel zu entnehmen, daß der Eisenoxydulgehalt der Schlacke einen starken Einfluß auf die Entphosphorung ausübt. Anderseits ist aber der Eisenoxydulgehalt der Schlacke in starkem Maße von dem jeweiligen Kohlenstoffgehalt der Schmelze abhängig.

Da sich bei der Auswertung der Einfluß des Kohlenstoffs sehr stark bemerkbar machte, wurden grundsätzlich harte und weiche Schmelzen getrennt, wobei je nach den zur Auswertung vorliegenden Schmelzen solche von 0,05 bis 0,15% C von denen über 0,2% C getrennt wurden. Da in dem Uebergangsgebiet zwischen 0,15 und 0,2% C sehr wenige Schmelzen vorlagen, ergab sich eine reinliche Trennung zwischen harten und weichen Schmelzen. Für noch weichere Schmelzen unter 0,05% C wurde eine dritte Kohlenstoffgruppe vorgesehen.

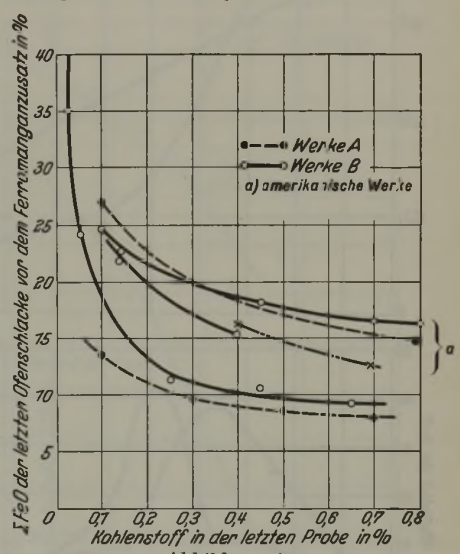


Abbildung 4.
Abhängigkeit des Eisenoxydulgehaltes der letzten Ofenschlacke vor dem Ferromanganzusatz vom Kohlenstoffgehalt des Stahles bei deutschen und amerikanischen Werken.

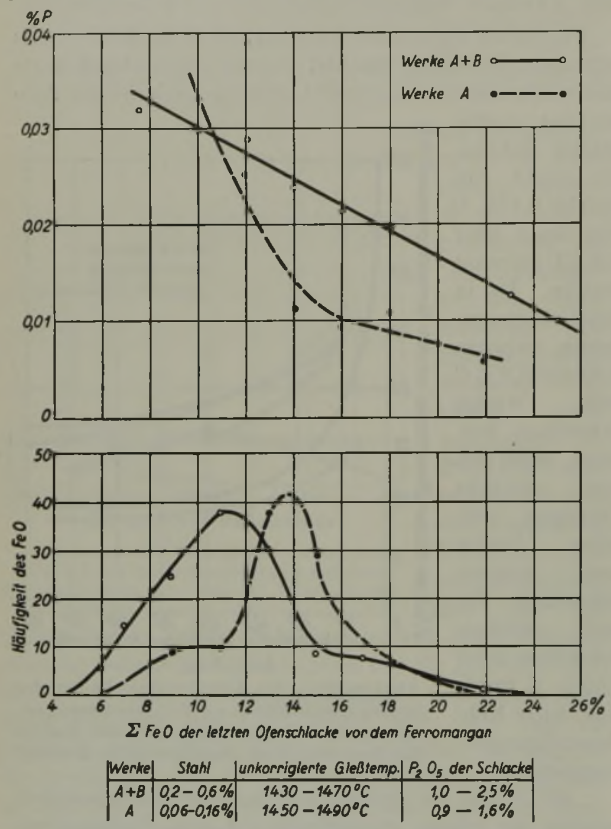
Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit des Gesamt-Eisenoxydulgehaltes der letzten Ofenschlacke vor dem Ferromanganzusatz (wobei das Eisenoxyd × 0,9 dem Eisenoxydul zugerechnet wurde) vom Kohlenstoffgehalt des Stahles für die Werksgruppen A und B. Die Werke der Gruppe A haben bei gleichen Kohlenstoffgehalten im Stahl einen um 1,5 bis 3% höheren Eisenoxydulgehalt, was nach den Untersuchungen von C. H. Herty[11]) eine Folge der höheren Schmelztemperatur bei den Werken A ist. Bemerkenswert erschien ein Vergleich mit entsprechenden amerikanischen Werten, da gerade von den Verbrauchern die amerikanischen Reinheitsgrade häufig als nachahmenswert angesehen werden. Deshalb wurden Mittelwerte von 2000 Schmelzen von vier amerikanischen Stahlwerken zum Vergleich mit deutschen Werten aufgetragen *(Abb. 4)*. Bei Stählen mit über 0,2% C liegen die Gesamteisenoxydulgehalte der amerikanischen Werke fast doppelt so hoch wie die der deutschen. Wie später noch eingehender gezeigt wird, ist also die Reinheit in bezug auf den Phosphorgehalt auf diese Weise teuer erkauft.

Abb. 5 zeigt die Beziehungen zwischen dem Phosphorgehalt des Stahles und dem Gesamteisenoxydulgehalt der letzten Ofenschlacke vor dem Ferromanganzusatz bei Stählen von 0,2 bis 0,6% C, weiter bei weichen Stählen mit

[9]) Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 317/24 u. 351/60.
[10]) Z. anorg. allg. Chem. 213 (1933) S. 161/79.
[11]) Min. Metallurg. Invest. Bull. 1927, S. 25.

0,06 bis 0,16% C. Bei den weichen Schmelzen der Werksgruppe A bewirkt eine Entphosphorung von 0,02% auf 0,01% zwar nur ein Ansteigen des Gesamteisenoxydulgehaltes von 11 auf 14%, bei den härteren Stählen sind aber bei weitgehender Entphosphorung gefährlich erscheinende Eisengehalte der Schlacke unvermeidlich.

In der neuesten Arbeit von C. H. Herty[12]) findet sich eine Kurve, die die Abhängigkeit des gelösten Eisenoxyduls im Stahl vom Gesamteisenoxydulgehalt der Schlacke darlegt. Hierbei rechnet Herty die Summe der Eisenoxyde zu $FeO + 1{,}35 \cdot Fe_2O_3$. Da besonders bei den hochbasischen und damit hocheisenhaltigen Schlacken die Eisenoxydgehalte meist beträchtlich steigen, wurde zum Vergleich zu



Werke	Stahl	unkorrigierte Gießtemp.	P_2O_5 der Schlacke
A+B	0,2 – 0,6%	1430 – 1470°C	1,0 — 2,5%
A	0,06–0,16%	1450 – 1490°C	0,9 — 1,6%

Abbildung 5. Eisenoxydulgehalt der Schlacke und Phosphorgehalt von Siemens-Martin-Stahl.

der bisher üblichen Rechnungsart ($FeO + 0{,}9 \cdot Fe_2O_3$) die Auffassung von Herty nachgeprüft. Die genaue analytische Trennung des Eisenoxyds vom Eisenoxydul wurde nicht immer durchgeführt, so daß für diese Rechnungsart nicht so viele Analysen zur Auswertung vorlagen wie in *Abb. 5*. Bei der verstärkten Bedeutung des Eisenoxyds bei dieser Rechnungsart ändert sich der Kurvenverlauf von *Abb. 5* und kommt dem einer Hyperbel näher *(Abb. 6)*. Auch die später gefundenen Kurven für den Eisengehalt der Thomasschlacke, den Sauerstoffgehalt des Stahles, das Eisenoxydul-Manganoxydul-Verhältnis zum Phosphorgehalt des Stahles ergeben in doppeltlogarithmischem Maßstabe gerade Linien.

Nach den Arbeiten von H. Schenck[13]) beeinflußt vor allem der freie Eisenoxydulgehalt den Ablauf der Mangan- und Phosphorbewegung. In *Abb. 7* wurde deshalb der Einfluß des freien Eisenoxyduls, berechnet nach den Anleitungen von Schenck, in Beziehung gebracht zum Phosphorgehalt harter und weicher Siemens-Martin-Stähle. Obgleich auch in dieser Abbildung fünf verschiedene Werke der Gruppen A und B zusammen ausgewertet wurden, ergab sich in recht klarer Weise die Abhängigkeit des Phosphorgehalts vom freien Eisenoxydulgehalt. Zwischen den harten und den weichen Schmelzen ist allerdings auch hier ein geringer Unterschied festzustellen. Jedenfalls zeigen die beiden letzten Rechnungsarten nach Schenck und Herty sehr klar, daß der Gehalt an Eisenoxyden und freiem Eisenoxydul der Ofenschlacke — und damit parallel der Sauerstoffgehalt des Stahles — um so höher sein muß, je niedriger der Phosphorgehalt des Stahles werden soll. Die Maßnahmen zur Erzielung niedriger Phosphorgehalte bedingen also bei gegebenem Einsatz und in gewisser Be-

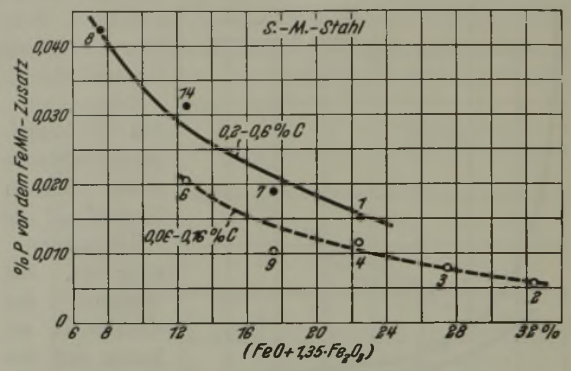


Abbildung 6. Eisenoxydulgehalt der Schlacke und Phosphorgehalt des Stahles.

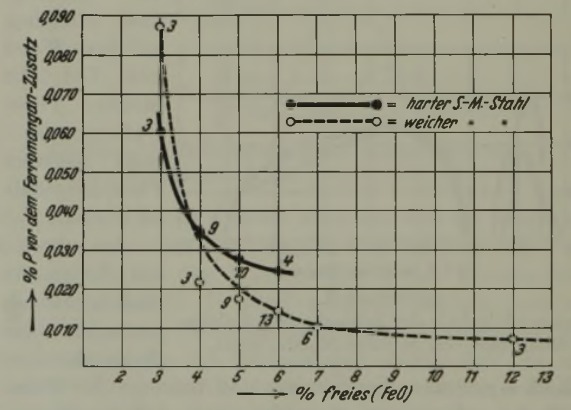


Abbildung 7. Gehalt der Schlacke an freiem Eisenoxydul und Phosphorgehalt des Stahles.

ziehung sogar unabhängig davon bei den üblichen Schmelzverfahren eine starke Steigerung des Eisengehaltes der Schlacke, damit einen höheren Sauerstoffgehalt und eine Verschlechterung des Stahles.

Beim basischen Siemens-Martin-Ofen geht die Entphosphorung wegen ihrer exothermen Natur bei niedrigeren Temperaturen rascher und vollständiger vor sich als bei höheren. Deshalb wurde der Einfluß der Stahltemperatur — gemessen beim Abstich oder beim Gießen — in Beziehung gebracht zum Endphosphorgehalt des Stahles zu Beginn des Gießens. Zu den beiden bisher ausgewerteten Werksgruppen A und B wurden noch die Werte eines weiteren Werkes C mit ausgewertet, da hier besonders zahlreiche, sorgfältige Temperaturmessungen vorlagen. Da die Messung der Stahltemperaturen unterhalb der Pfanne am leichtesten und sichersten durchzuführen ist und hierfür mehr Werte vorlagen, wurden in *Abb. 8* nur die unberichtigten Gießtemperaturen und ihr Zusammenhang mit dem Phosphorgehalt bei verschiedenen Stahlsorten wiedergegeben. Eine Auswertung der Beziehung zwischen Phosphorgehalt und Stahltemperatur beim Abstich verlief in der gleichen Richtung wie bei der

[12]) Amer. Inst. Min. Metallurg. Engr. 1934, S. 112; Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 165/71.

[13]) Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 483/97 (Stahlw.-Aussch. 134).

Gießtemperatur. In Uebereinstimmung mit C. Schwarz[14]) wurde bei Siemens-Martin-Stahl innerhalb der Grenze von 0,01 bis 0,05% P für 50° Temperatursteigerung eine Zunahme von nur 0,005% P festgestellt.

In Uebereinstimmung mit den Angaben des Schrifttums wirkt somit beim basischen Siemens-Martin-Stahl eine Steigerung der Temperatur einer Entphosphorung entgegen; nur tritt der Einfluß der Temperatur innerhalb der dem Stahlwerker mit Rücksicht auf Ofenhaltbarkeit und Gießen gesetzten engen Grenzen hinter den anderen schon besprochenen Einflüssen mehr in den Hintergrund.

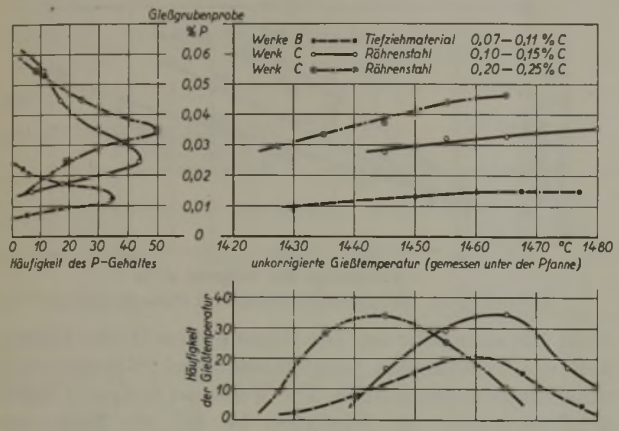


Abbildung 8. Stahltemperatur und Phosphorgehalt.

F. Beitter[15]) wies als erster auf die Wichtigkeit der Entkohlungsgeschwindigkeit für die Betriebsüberwachung und für die Herstellung von Qualitätsstahl hin. Er stellte fest, daß bei Einhaltung einer Richtkurve, die einer

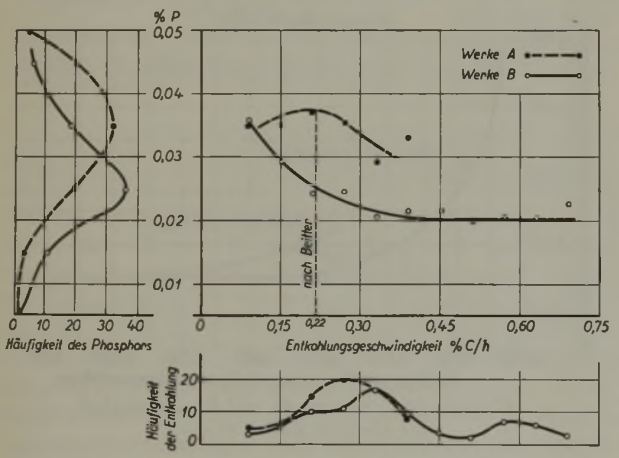


Abbildung 9. Entkohlungsgeschwindigkeit und Phosphorgehalt des Siemens-Martin-Stahles.

Entkohlungsgeschwindigkeit von 0,22% C/h beim basischen Siemens-Martin-Verfahren entspricht, für seinen Betrieb der Schmelzverlauf am günstigsten war. Diese Arbeitsregel von Beitter wurde in *Abb. 9*, getrennt für die Werksgruppen A und B, eingezeichnet, um den Zusammenhang der Entkohlungsgeschwindigkeit mit dem Phosphorgehalt der Gießgrubenproben nachzuprüfen. Es ergibt sich ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den Werksgruppen A und B bei derselben mittelharten Stahlsorte. Abgesehen davon, daß die Häufigkeitskurven eine geringere Entkohlungsgeschwindigkeit bei den Werken der Gruppe A (*Abb. 9*, unten) sowie einen höherliegenden Höchstpunkt des Phosphorgehaltes, verglichen mit den Werken der Gruppe B, anzeigen (*Abb. 9*, links), ist die Kurve für die Werksgruppe A besonders auffällig. Sie verläuft nämlich nicht, wie bei der Werksgruppe B, einheitlich, sondern hat einen Höchstpunkt gerade bei der von Beitter empfohlenen Entkohlungsgeschwindigkeit von 0,22% C/h. An dieser Stelle erreicht der Phosphorgehalt seinen höchsten Wert von im Mittel 0,037% P. Bei geringeren Entkohlungsgeschwindigkeiten sinkt der Phosphorgehalt, vielleicht wegen der bei derartigen Schmelzen vorhanden gewesenen niedrigeren Temperaturen. Bei höheren Entkohlungsgeschwindigkeiten, über 0,3% C/h, überwiegen die oxydierenden Einflüsse auch bei den Werken der Gruppe A, so daß die Kurve sich in ihrem rechten Teil derjenigen der Werke der Gruppe B wieder nähert. Der Verlauf der Kurve der Werksgruppe A könnte also zunächst als eine Bestätigung der Feststellung von Beitter aufgefaßt

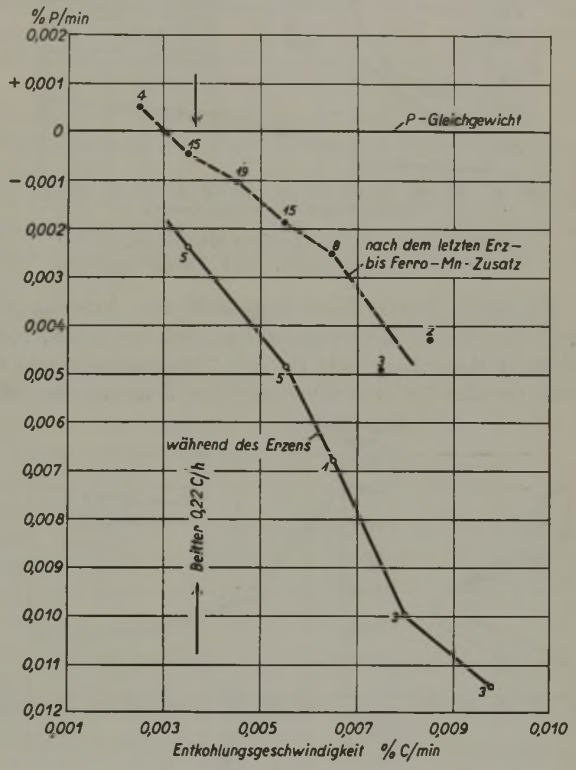


Abbildung 10. Entkohlungsgeschwindigkeit und Phosphorgehalt des Siemens-Martin-Stahles.

werden, daß bei einer Entkohlungsgeschwindigkeit von etwa 0,22% C/h die günstigsten Bedingungen für den Schmelzverlauf vorliegen. Bei der Werksgruppe B gelten diese Feststellungen dagegen nicht. Zur Nachprüfung dieser auffälligen Kurven wurde die Phosphorbewegung im Stahl im Zusammenhang mit der Entkohlungsgeschwindigkeit untersucht.

Da der Endphosphorgehalt in der Gießgrubenprobe von zu vielen Einflüssen abhängt, wurde das Verhalten des Phosphors während der Schmelze selbst in Abhängigkeit von der Entkohlungsgeschwindigkeit untersucht. In *Abb. 10* wurden Schmelzen, bei denen während des ganzen Verlaufs auch Phosphoranalysen angefertigt wurden, ausgewertet. Dabei wurde eine zeitliche Trennung vorgenommen: Die Entphosphorungsgeschwindigkeit von der zehnten Minute nach dem letzten Erzzusatz bis vor die Ferromanganzugabe wurde für sich gemittelt (ausgezogene Kurve); dagegen wurde die Phosphorbewegung während des Erzens getrennt von den ersteren gemittelt. Wegen der beim Erzen meist noch niedrigen Stahltemperatur liegt diese Kurve bei höheren Entphosphorungsgeschwindigkeiten. Es ergeben sich zwei gleichgerichtete Kurven, von denen die erstgenannte die Linie des Phosphorgleichgewichtes bei

[14]) Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 223/27.

[15]) Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 369/75 u. 398/404 (Stahlw.-Aussch. 250).

0,19% C/h schneidet. Das würde also heißen, daß bei Entkohlungsgeschwindigkeiten, die der von Beitter genannten 0,22% C/h sehr nahe liegen, bei der Werksgruppe A weder eine Oxydation des Phosphors noch eine Reduktion aus der Schlacke in das Stahlbad eintritt. Bei den Werken der Gruppe B liegen bei derselben Stahlsorte infolge des höheren Kalksatzes und Eisenoxydulgehaltes die Werte bei höheren Entkohlungsgeschwindigkeiten. Auch höhere Schmelztemperaturen bewirken eine Verschiebung des Phosphorgleichgewichtes zu höheren Entkohlungsgeschwindigkeiten.

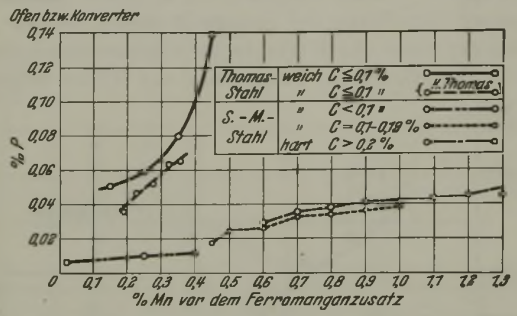


Abbildung 11. Rückständiger Mangangehalt vor dem Ferromanganzusatz und Phosphorgehalt.

Es dürfte heute, besonders nach den Arbeiten von C. H. Herty[16]), Allgemeingut sein, daß ein hoher, rückständiger Mangangehalt vor dem Ferromanganzusatz die beste Gewähr für eine sauerstoffarme Schmelze darstellt.

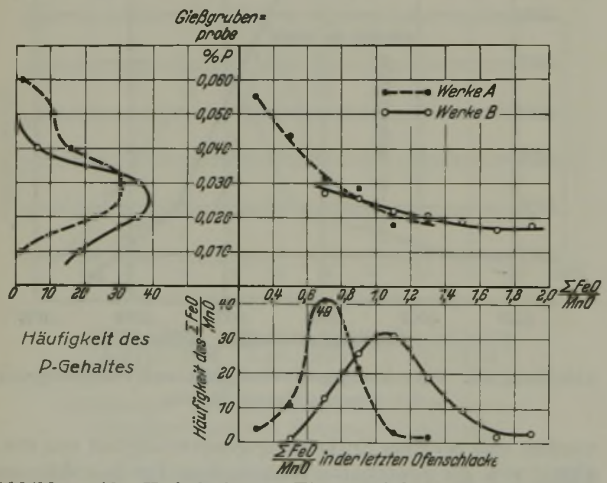


Abbildung 12. Verhältnis von Eisenoxydul- zu Manganoxydulgehalt der Schlacke und Phosphorgehalt des Stahles.

In *Abb. 11* wurde deshalb der Zusammenhang zwischen dem während der Schmelze im Stahl verbliebenen Mangangehalt und dem jeweiligen Phosphorgehalt dargestellt (fast 1000 Schmelzen). Da in dieser Abbildung auch sehr weiche Schmelzen mit ausgewertet wurden und dem Kohlenstoffgehalt, wie schon oben erwähnt, eine große Bedeutung zukommt, wurden im Gegensatz zu den bisherigen Abbildungen drei Gruppen nach dem Kohlenstoffgehalt unterschieden, und zwar über 0,2% C, von 0,1 bis 0,19% C und unter 0,1% C. Außerdem wurden zum Vergleich mit den Werten für Siemens-Martin-Stahl auch Kurven für Thomasstahl von zwei Werken eingetragen. Das Bild zeigt die engen Beziehungen zwischen Mangan- und Phosphorgehalt bei beiden basischen Verfahren. Einen in vieler Hinsicht günstigen Mangangehalt von 1% kann man also aus der Schlacke nur reduzieren, wenn dabei ein Phosphorgehalt von 0,045% zugelassen wird.

[16]) Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1597.

Nach Th. Naske[17]) ist die Reduktion des Mangans aus der Schlacke in starkem Maße vom Verhältnis Eisenoxydul : Manganoxydul abhängig. Es war deshalb reizvoll, nachzuprüfen, wie der Phosphorgehalt durch das Verhältnis Gesamteisenoxydul : Manganoxydul beeinflußt wird.

In *Abb. 12* wurden mittelharte Stähle voneinander getrennt ausgewertet. Mit steigendem Verhältnis Gesamteisenoxydul : Manganoxydul nimmt der Phosphorgehalt zuerst sehr stark, oberhalb des Wertes Gesamteisenoxydul zu Manganoxydul = 1 langsamer ab. Die Kurven der Werksgruppen A und B schließen sich bei den härteren Stählen

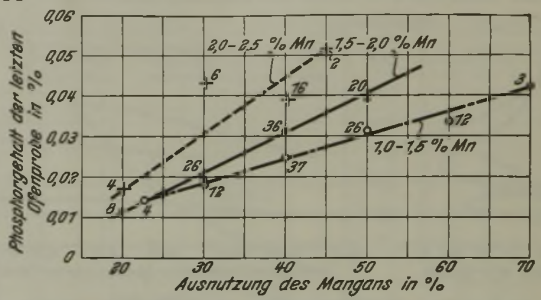


Abbildung 13. Manganausnutzung und Phosphorgehalt.

recht gut aneinander an. Die Höchstpunkte für die Häufigkeit des Verhältnisses Gesamteisenoxydul : Manganoxydul unterscheiden sich deutlich. Die Werke der Gruppe A liegen im Höchstpunkt der Häufigkeit bei 0,7, die Werke der Gruppe B bei 1,1 (*Abb. 12*, unten), d. h. bei den Werken der Gruppe B tritt gemäß der Feststellung von Naske eine Manganreduktion aus der Schlacke nicht mehr ein, während sie bei den Werken der Gruppe A möglich und wahrscheinlich ist. Das würde aber bedeuten, daß die Werke der Gruppe A

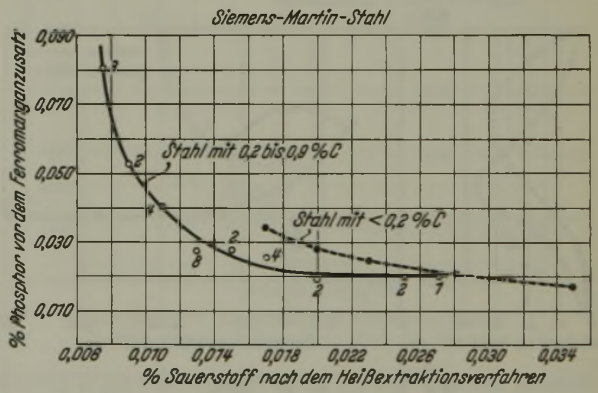


Abbildung 14. Sauerstoff- und Phosphorgehalt des Siemens-Martin-Stahles.

mit ihrem wesentlich höheren Phosphorgehalt sauerstoffärmeren und daher metallurgisch besseren Stahl liefern.

E. Killing[18]) wies nach, daß ein Mangangehalt im Einsatz von über 1,8% Verschwendung ist. In *Abb. 13* wurde die Manganausnutzung in Abhängigkeit vom Phosphorgehalt der letzten Ofenprobe vor dem Ferromanganzusatz bei der Erzeugung von Siemens-Martin-Stahl mit 0,2 bis 0,6% C dargestellt. Um den Einfluß der Temperatur und des Phosphorsäuregehaltes der Schlacke auszuschalten, wurden auch hier nur Schmelzen mit einer unberichtigten Gießtemperatur von 1430 bis 1470° bei gleichzeitigem Phosphorsäuregehalt in der Endschlacke von 1 bis 2,5% ausgewertet. *Abb. 13* zeigt in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen von Killing, wie stark die Manganausnutzung bei niedrigen Phosphorgehalten heruntergedrückt wird. Bei

[17]) Stahl u. Eisen 27 (1907) S. 157/61.

[18]) Dr.-Ing.-Dissert. Breslau 1918. Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 1545/47.

einem Endphosphorgehalt in der letzten Ofenprobe von 0,015% wird über 75% des eingesetzten Mangans verschlackt und geht damit für den Siemens-Martin-Ofen verloren, ganz abgesehen von der schon erwähnten Verschlechterung des Stahles durch Sauerstoffaufnahme. Ein erheblicher wirtschaftlicher Verlust ist hier die Folge der Erzwingung niedriger Phosphorgehalte. An Stelle des erhöhten Ferromanganverbrauches könnten hier einheimische Erze mit hohem Mangangehalt treten, z. B. die Spateisenerze des Siegerlandes.

Es darf nach den Arbeiten von H. Schenck[19]) und C. H. Herty[16]) wohl als bewiesen gelten, daß der Eisenoxydulgehalt der Schlacke in unmittelbarem Verhältnis zum Eisenoxydul- und demnach zum Sauerstoffgehalt des Stahles steht, besonders wenn gegen Ende der Schmelze sich ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen Stahl und Schlacke eingestellt hat.

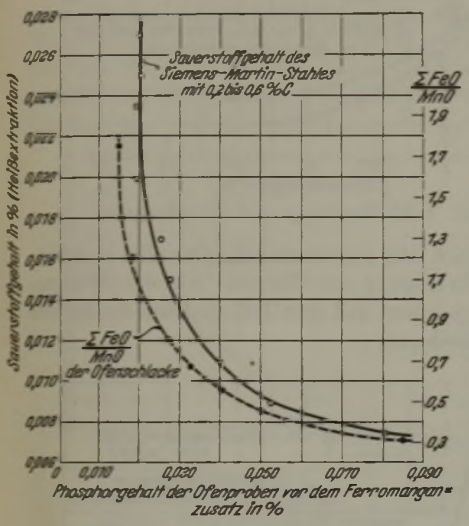


Abbildung 15. Verhältnis von Eisenoxydul- zu Manganoxydulgehalt der Schlacke und Sauerstoffgehalt des Stahles.

Um zu prüfen, ob sich bei den Versuchsschmelzungen in dieser Richtung Zusammenhänge ergeben, wurden eine Reihe von Sauerstoffbestimmungen durchgeführt.

F. Meißner[20]) empfiehlt hierzu, einerseits den Rückstand nach dem Chlorverfahren zu bestimmen, um so die Kieselsäure- und Tonerdegehalte einwandfrei, Kalk und Magnesia mit der vorläufig größtmöglichen Genauigkeit zu erhalten. Anderseits wird zur Bestimmung des Eisen- und Manganoxyduls das Wasserstoff-Reduktionsverfahren verwendet; die hiermit erhaltenen Werte werden den erstgenannten vier Oxyden zugerechnet. Wenn auch nach Meißner ein auf diese Weise erhaltener Gesamtsauerstoffgehalt nicht absolut richtig ist, so ist er doch für Vergleichszwecke gut brauchbar. Weiter wurden zum Vergleich mit den Sauerstoffwerten nach Meißner Sauerstoffbestimmungen nach dem Heißextraktionsverfahren von weichen und härteren Siemens-Martin-Stählen, die zum Teil aus einer Arbeit von G. Leiber[21]) stammen, in Abhängigkeit vom Phosphorgehalt des Stahles in *Abb. 14* ausgewertet. In dieser Abbildung wurden auch Proben während des Schmelzverlaufes, aber mindestens ½ h nach dem Erzzusatz, erfaßt. Trotz der geringen Probenzahl trat der Zusammenhang zwischen Phosphorgehalt und nach dem Heißextraktionsverfahren bestimmtem Sauerstoffgehalt klar zutage. Die Uebereinstimmung der beiden Sauerstoffbestimmungsverfahren im Rahmen der vorliegenden Auswertung ist durchaus befriedigend *(vgl. Abb. 19)*.

Da Sauerstoffbestimmungen im Stahl langwierig und teuer sind, sei für die Beurteilung des Sauerstoffgehaltes einer Schmelze auf das Verhältnis Gesamteisenoxydul : Manganoxydul besonders hingewiesen. In *Abb. 15* wurde für mittelharten Siemens-Martin-Stahl mit mehr als 0,2% C neben die Kurve des Sauerstoffgehaltes (nach dem Heißextraktionsverfahren) die Kurve für den Wert Gesamt-Eisenoxydul : Manganoxydul aufgetragen. Der parallele Verlauf beider Kurven ist überraschend gut.

Eine weitere Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt und Phosphorgehalt des Stahles nachzuweisen, bieten die beim Guß schwerer Schmiedeblöcke häufig beobachteten nichtmetallischen Einschlüsse. Diese entstehen, wie K. Daeves[22]) nachwies, meist durch Einwirkung von Sauerstoffverbindungen im Stahl (Manganoxydul) auf die feuerfesten Steine. Auch der leichter zu erfassende Blockschaum, der sich während des Gießens schwerer Blöcke auf der Oberfläche abscheidet, bietet die Möglichkeit, Beziehungen zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Ausscheidungen und dem Phosphorgehalt des Stahles herzustellen.

In *Abb. 16* wurden Analysen von Blockschaum und nichtmetallischen Einschlüssen in Zusammenhang mit dem Phosphorgehalt des Stahles vor dem Ferromanganzusatz ausgewertet. Der Eisenoxydulgehalt des Blockschaums, der auf Grund der Ausscheidungsreaktionen infolge der Gleichgewichtsverschiebungen bei der Abkühlung des Stahles entsteht, nimmt mit niedrigen Phosphorgehalten stark zu. Aehnlich, nur etwas tiefer, liegen die Eisenoxydulgehalte der nichtmetallischen Einschlüsse bei gleichen Phosphorgehalten der Stähle. Hierbei erklärt sich die Verschiebung der Eisenoxydulgehalte der nichtmetallischen Einschlüsse gegenüber denen des Blockschaums aus der Verbindung der Oxyde im Stahl mit feuerfesten Stoffen, so daß der Eisenoxydulgehalt entsprechend verdünnt wird. Einschlüsse, die hauptsächlich aus feuerfesten Steinen oder Siemens-Martin-Schlacken bestanden, sind in *Abb. 16* nicht enthalten, lagen aber auch kaum vor.

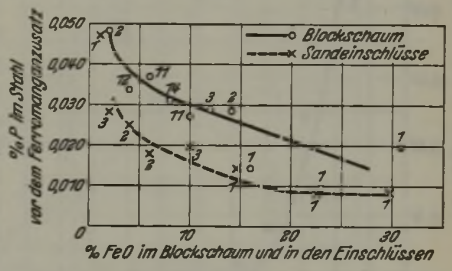


Abbildung 16. Eisenoxydul im Blockschaum bzw. in nichtmetallischen Einschlüssen und Phosphorgehalt von Siemens-Martin-Stahl.

II. Phosphorgehalt und Schmelzführung im Thomasverfahren.

Eine besondere Rolle spielt der Phosphorgehalt beim Thomasverfahren nicht nur, weil er bei der Oxydation einen wesentlichen Teil der notwendigen Wärme liefert, sondern auch, weil Thomasstahl mit in der Regel 0,05 bis 0,08% P fast den doppelten Phosphorgehalt aufweist wie Siemens-Martin-Stahl. Der gegen Ende des Blasens verbrennende Phosphor erweist sich dabei als ein äußerst kräftiges Reduktionsmittel, das trotz der andauernd stattfindenden kräftigen Oxydation des Bades durch den Wind zur Befriedigung seines Sauerstoffbedarfs sogar Manganoxydul aus der Schlacke zu Mangan reduziert. Nach E. Herzog[23]) nimmt beim Thomasverfahren der Eisengehalt der Schlacke bis zum Uebergang stetig zu, und das gebildete Eisenoxydul wird dann durch den in Reaktion tretenden Phosphorgehalt reduziert, wobei gleichzeitig eine Manganreduktion aus der Schlacke eintritt.

In *Abb. 17* wurde der Phosphorgehalt der letzten Vorprobe vor dem Ferromanganzusatz und beim ersten Umlegen

[19]) Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 505/30.

[20]) Mitt. Forsch.-Inst. Verein. Stahlwerke, Dortmund, 1 (1928/30) S. 223ff.

[21]) Noch nicht veröffentlichte Arbeit.

[22]) Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1162/68.

[23]) Ber. Stahlw.-Aussch. Nr. 59 (1921); Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 781/89.

in Beziehung gebracht zum jeweiligen Eisengehalt der Konverterschlacke. *Abb. 17* zeigt sehr deutlich die starke Abhängigkeit des Phosphorgehaltes im Thomasstahl vom Eisengehalt der Schlacke. Die Analysen stammen aus Angaben von K. Thomas[24]) und aus Werten von Preßmutternstahl von A. Jung[25]).

Beim basischen Siemens-Martin-Verfahren wurde nachgewiesen, wie stark der Zusammenhang zwischen dem Phosphorgehalt und dem Verhältnis Eisen : Mangan in der letzten Ofenschlacke ist.

Ueber den Einfluß des sogenannten freien Kalkes auf die Entphosphorung hat C. Schwarz[14]) ein Nomogramm ausgearbeitet, das den starken Einfluß des freien Kalkes auf die Entphosphorung zeigt. Die nach dem Nomogramm an zahlreichen betriebsmäßig hergestellten Schmelzen der Werksgruppen A und B durchgeführte Nachprüfung ergab, daß die errechneten Werte nur dann mit den im Betriebe ermittelten übereinstimmen, wenn man die auf den Werken gemessenen Stahltemperaturen um 50° erhöht. Bei den wie üblich gemessenen Stahltemperaturen liegen die tatsächlich bei Siemens-Martin-Stahl mit 0,2 bis 0,6% C gefundenen Werte um 0,01 bis 0,015% P über den nach Schwarz errechneten, während die bei den weichen Siemens-Martin-Stählen gefundenen Phosphorgehalte mit den errechneten gut übereinstimmen. Das deutet wieder auf den starken Einfluß des Kohlenstoffgehalts im Stahl auf die Gleichgewichte zwischen Schlacke und Bad. Wie F. Körber und Mitarbeiter[26]) in einer neueren Arbeit zeigten, kann dieser Einfluß ausschlaggebend sein.

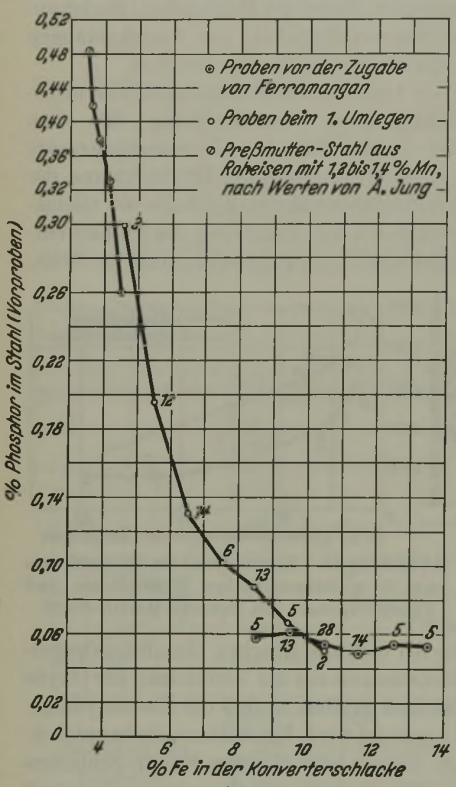


Abbildung 17.
Eisengehalt der Konverterschlacke und Phosphorgehalt von Thomasstahl.

In engem Zusammenhang mit dem Einfluß des freien Kalkes steht die gebildete Schlackenmenge. In *Abb. 18* wurde der Zusammenhang des Phosphorgehaltes mit der entstehenden Schlackenmenge (gewogen, nicht errechnet) nachgeprüft. Wie zu erwarten war, ist dieser Einfluß sehr groß: Wird bei der Erzeugung von Thomasstahl auf einen Phosphorgehalt von 0,047% im Mittel hingearbeitet, so würde dazu im vorliegenden Falle eine etwa doppelt so große Schlackenmenge notwendig werden als bei durchschnittlich 0,063% P.

Zum Vergleich wurden in *Abb. 18* außerdem die entsprechenden Werte für Siemens-Martin-Stahl mit 0,2 bis 0,6% C und die von J. H. Whiteley[27]) veröffentlichte Kurve eingezeichnet. In allen drei Fällen besteht die gleiche Tendenz: Zur weitgehenden Entphosphorung sind unverhältnismäßig große Schlackenmengen notwendig. Dazu ist, wie bereits dargelegt, eine hohe Basizität, d. h. ein hoher Kalksatz, steigender Eisenabbrand und, wegen der verlängerten Schmelzdauer, ein höherer Verschleiß der feuerfesten Zustellung erforderlich oder unvermeidlich. Das alles sind Einflüsse, die die Erzeugung des Thomas- wie des Siemens-Martin-Stahles verteuern und zum Teil die Güte des Stahles erheblich verschlechtern.

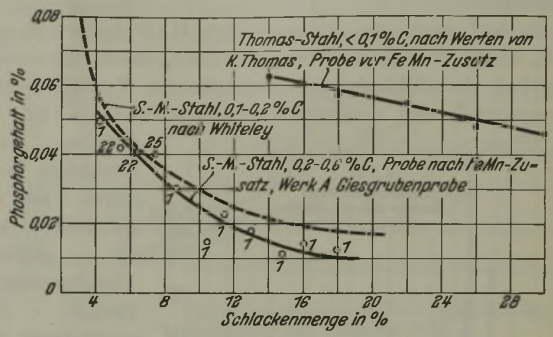


Abbildung 18. Schlackenmenge und Phosphorgehalt.

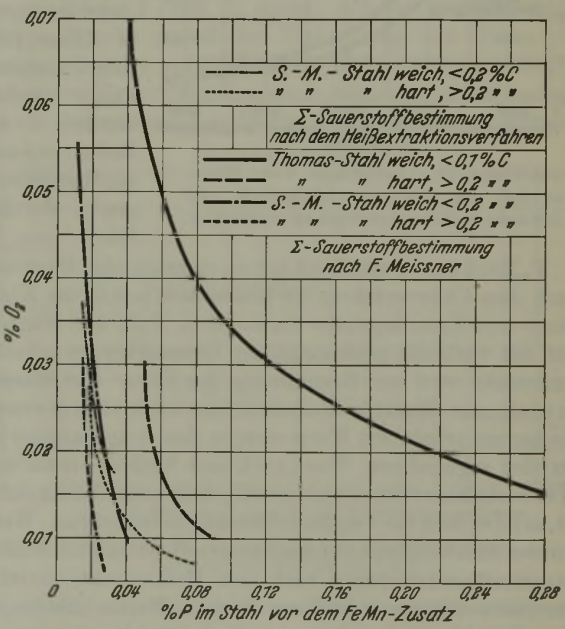


Abbildung 19. Sauerstoff- und Phosphorgehalt bei weichem und hartem Thomasstahl.

Einen frühen Hinweis auf die desoxydierende Wirkung eines höheren Phosphorgehaltes fand der Verfasser aus dem Jahre 1885[28]). Dort wird mitgeteilt, daß bei einer Schmelze, die nach dem Clapp-Griffiths-Kleinbessemerverfahren erblasen wurde, durch ein Versehen der Ferromanganzusatz fortgelassen wurde. Trotzdem war der Stahl mit 0,318% P gut walzbar. Auf Grund dieser zufälligen Beobachtung wurde von diesem Zeitpunkt ab immer ohne Ferromangan gearbeitet.

Der Einfluß des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke muß sich nun ausgeprägter beim Sauerstoffgehalt des Thomasstahles selbst auswirken, was im Rahmen dieser Betrach-

[24]) Dr.-Ing.-Dissert. Clausthal (1930). Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1665/74 u. 1708/18.

[25]) Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 1917.

[26]) Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 181/208 (Stahlw.-Aussch. 302).

[27]) Iron Coal Trad. Rev. 105 (1922) S. 839/40.

[28]) Stahl u. Eisen 7 (1887) S. 316/20.

tungen besonders wichtig ist. In *Abb. 19* wurde der Zusammenhang zwischen dem Sauerstoff- und Phosphorgehalt bei weichem und hartem Thomasstahl dargestellt. Hierbei wurden die weichen Thomasschmelzen unter 0,1% C von den härteren über 0,2% C getrennt. Bei niedrigen Phosphorgehalten steigen die Sauerstoffgehalte bei allen untersuchten Stählen sehr stark an, d. h. ein etwas höherer Phosphorgehalt ist die sicherste Gewähr, gleichsam ein Indikator für Sauerstoffarmut.

Wegen der Wichtigkeit, die gerade der Beziehung zwischen Phosphor- und Sauerstoffgehalt im Rahmen der vorliegenden Arbeit zukommt, wurden in *Abb. 19* die Beziehungen für sämtliche erfaßten Stahlsorten zusammengestellt, und zwar wurden die Ergebnisse des Heißextraktionsverfahrens mit den Sauerstoffwerten nach Meißner verglichen. Wenn auch in Einzelfällen die Ergebnisse der beiden Verfahren nicht so gut übereinstimmen mögen, die aus einer größeren Zahl von Analysen gebildeten Mittelwerte der beiden Verfahren zeigen jedenfalls eine recht gute Uebereinstimmung.

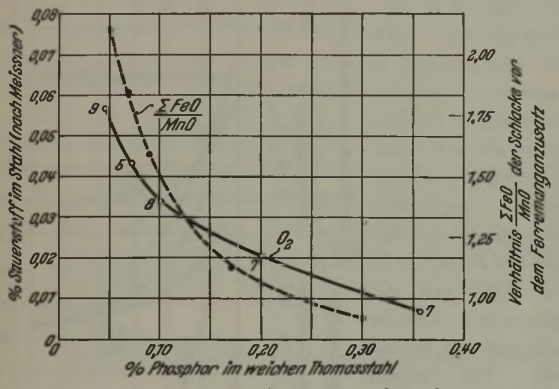


Abbildung 20. Sauerstoff- und Phosphorgehalt von Thomasstahl und Verhältnis von Eisenoxydul- zu Manganoxydul in der Schlacke.

P. Bardenheuer und Chr. A. Müller[29]) fanden allerdings, daß durch das Wasserstoffreduktionsverfahren bei Stählen mit höheren Phosphorgehalten (von 0,15 und 0,24% P) nur 59 und 47% des vorhandenen Sauerstoffs erfaßt werden. Infolgedessen könnte die Kurve für den weichen Thomasstahl in *Abb. 19* durch den höheren Phosphorgehalt beeinflußt sein. Der grundsätzliche Verlauf würde aber nur unwesentlich durch einen Fehler des Wasserstoffreduktionsverfahrens geändert werden. Sämtliche Kurven für Thomas- und Siemens-Martin-Stahl, gleich welcher Härte, zeigen eindeutig, daß eine weitgehende Entphosphorung nur bei Inkaufnahme eines unverhältnismäßig hohen Sauerstoffgehaltes des Stahles möglich ist.

In *Abb. 20* wurde zu den jeweiligen Phosphorgehalten des weichen Thomasstahles einmal der Sauerstoffgehalt im Stahl nach Meißner, das andere Mal das Verhältnis Eisen : Mangan in der Schlacke in Beziehung gebracht. Berücksichtigt man, daß die Sauerstoffbestimmungen aus dem fertigen Thomasstahl (also nach der Desoxydation) stammen, daß ferner durch die Art der Probenahme und das Analysenverfahren Streuungen unvermeidlich sind, so ist der weitgehende Gleichlauf zwischen der Sauerstoffkurve und derjenigen des Verhältnisses Gesamteisenoxydul : Manganoxydul in der letzten Konverterschlacke ganz besonders hervorzuheben. Derselbe enge Zusammenhang wurde bereits bei Siemens-Martin-Stahl in *Abb. 15* gefunden.

Obwohl bereits ältere Untersuchungen von vornherein einen Zusammenhang zwischen dem Stickstoff- und Phosphorgehalt nicht erwarten ließen, wurden nochmals 130 weiche Thomasschmelzen nur eines Werkes in demselben Laboratorium nach dieser Richtung untersucht; eine klare Abhängigkeit ergab sich jedoch nicht.

III. Verhalten des Phosphors beim Abstich und in der Pfanne beim basischen Siemens-Martin- und Thomasverfahren.

Beim Abstich tritt bekanntlich in der Rinne und Pfanne eine erhebliche Aufnahme von Kieselsäure und Tonerde durch die Schlacke ein; bei silizierten Stählen werden weiter noch Desoxydationsrückstände aufgenommen. Beide Einflüsse wirken auf den Phosphorgehalt des Stahles.

Wie P. Bardenheuer und A. Ranfft[30]) sowie N. J. Wark[31]) nachgewiesen haben, steigt der Phosphorgehalt im Stahl ständig vom ersten bis zum letzten Gespann, wenn beim basischen Siemens-Martin-Stahl die Schlacke in der Pfanne bleibt. Besonders störend ist die unberechenbare Rückphosphorung bei Schmelzen mit höherem Siliziumgehalt, z. B. bei Tragfederstahl mit 1,5% Si, weshalb man bestrebt ist, bei derartigen Schmelzen möglichst wenig Schlacke in die Pfanne zu bekommen. In *Abb. 21* wurde in Häufigkeitskurven gegenübergestellt, wie beim basischen Siemens-Martin-Stahl die Phosphorbewegung von der letzten Ofen-

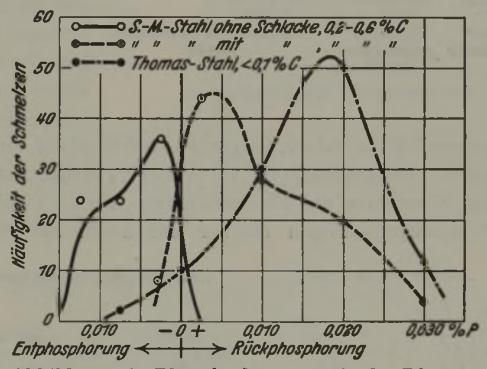


Abbildung 21. Phosphorbewegung in der Pfanne.

probe bis zur Gießgrubenprobe, die etwa aus der Mitte der Pfanne entnommen wurde, vor sich geht. Bei den Siemens-Martin-Schmelzen, bei denen der größte Teil der Ofenschlacke in der Pfanne blieb, trat meist eine Rückphosphorung in Höhe von 0,005 bis 0,025% P ein. Bei den aus dem Kippofen stammenden ersten Pfannen, in denen so gut wie gar keine Ofenschlacke vorhanden war, nahm dagegen der Phosphorgehalt nach der letzten Ofenprobe durchweg um 0,005 bis 0,015% ab. Besonders stark muß sich die Rückphosphorung wegen der hohen Phosphorkonzentration in der Schlacke beim Thomasverfahren auswirken. In *Abb. 21* wurde zum Vergleich mit Siemens-Martin-Stählen die Rückphosphorung bei Thomasstahl mit weniger als 0,1% C aufgetragen. Hier trat durchweg eine erhebliche Rückphosphorung — zwischen 0,01 und 0,03% P — ein.

IV. Die Seigerungen des Phosphors im Stahlblock, insbesondere ihre Verringerung durch die Flaschenhalskokille.

Einer der Hauptgründe, weshalb der Phosphor für viele Verwendungszwecke gefürchtet ist, besteht in seiner Neigung, zu seigern, also sich nach der Blockmitte, vornehmlich im Kopfende, anzureichern. In sehr umfangreichen Arbeiten hat insbesondere das englische „Committee for Heterogeneity of Steel Ingots" die Seigerungsverhältnisse des Phosphors bei kleineren wie auch den schwersten beruhigten Schmiedeblöcken und bei unberuhigtem Stahl untersucht. Besonders bei Blöcken von 100 t und darüber, wie sie z. B. für hohlgebohrte Trommeln Verwendung finden, sind örtliche

[29]) Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 795.

[30]) Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 13 (1931) S. 291/305.

[31]) Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 503/09.

Phosphoranreicherungen in der Blockachse im verlorenen Kopf bis über 100% gegenüber der Schmelzungsanalyse festgestellt worden. Diese Blockteile fallen aber bei der Weiterverarbeitung in den Schrott oder werden bei vielen, gerade den schwersten Schmiedestücken ausgebohrt. Aus den zahlreichen Blockabschnitten ist ferner zu entnehmen, daß die Seigerungen des Phosphors bei Siemens-Martin-Stählen, die in den üblichen Blockgewichten vergossen werden, sich durchaus in erträglichen Grenzen halten und meist geringer sind als die des Schwefels.

A. Brüninghaus und F. Heinrich[32]) untersuchten die Verteilung von Phosphor in Blöcken bei Einzel- und Gespannguß mit und ohne Massekopf und stellten fest, daß die in großen Kokillen vergossenen Blöcke stärker seigern und ein ungleichmäßigeres Seigerungsbild zeigen als die aus kleinen Kokillen. Die in Kokillen mit verlorenem Kopf vergossenen Blöcke haben, abgesehen vom Kopfteil, eine hervorragende Gleichmäßigkeit. H. Esser[33]) stellte fest, daß bei einer Steigerung des Blockgewichtes von 2,5 t auf 4,7 t die Phosphorseigerungen stärker zunehmen als die des Kohlenstoffs, und daß ferner der Sauerstoffgehalt bezüglich des absoluten Wertes und des Seigerungsanstiegs an letzter Stelle steht. W. Eichholz und J. Mehovar[34]) fanden hinsichtlich der Verteilung der Seigerungen bei Harmet-Blöcken, daß die Phosphoranreicherungen vor allem in der ∧-förmigen Zone und unmittelbar unterhalb des Lunkers am ausgeprägtesten vorhanden waren. Ein von oben gegossener 5-t-Thomasblock hatte nach H. Meyer[35]) im Höchstfall 110% mehr Phosphor, als der Durchschnittsanalyse entsprach.

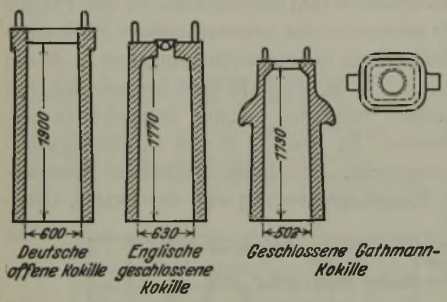


Abbildung 22. Kokillenformen.

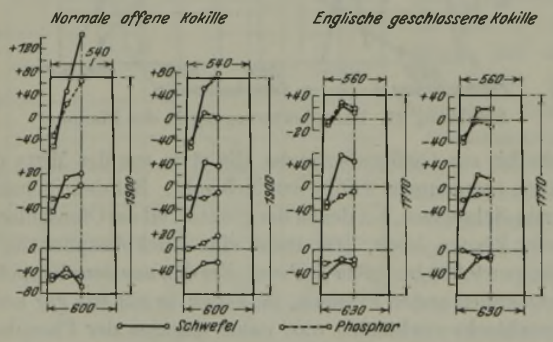


Abbildung 23. Blockseigerung bei der geschlossenen englischen Kokille verglichen mit der offenen Kokille.

In der aus England und Amerika bekanntgewordenen geschlossenen oder Flaschenhalskokille[36]) hat man nun ein vorzügliches Mittel zur Verfügung, um die Phosphorseigerung bei unberuhigtem oder schwach beruhigtem Stahl weitgehend zu unterdrücken. Um den Einfluß der bei dieser Kokillenform sich ergebenden Erstarrungsbedingungen nachzuprüfen, wurde ein Vergleichsversuch zwischen der englischen geschlossenen Kokillenform[37]) und der sonst üblichen offenen Form mit dem dicken Ende unten durchgeführt. In *Abb. 22* sind die beiden Formen gegenübergestellt, daneben eine ähnliche Form der Gathmann-Kokille[38]) mit weitgehend geschlossenem Kopf. Die eigentliche Flaschenhalskokille unterscheidet sich von der englischen Form durch größere Werkstoffanhäufungen im Kopf und allmähliche Verjüngung. Diese bewirken am Kopf eine sehr rasche Erstarrung des aufsteigenden Stahles, die noch durch das Auflegen eines halbkugelförmigen Kokillendeckels und durch Aufgießen von Wasser verstärkt wird. Die Wirkung der fast geschlossenen Kokille auf die Phosphorseigerung ist in *Abb. 23* vergleichsweise bei weichem, unberuhigtem Siemens-Martin-Stahl wiedergegeben. Hier wurden die prozentualen Abweichungen von der Durchschnittsanalyse der einzelnen Bestandteile der Schmelze aufgetragen. Um den Einfluß von Gießtemperatur, Steiggeschwindigkeit, Viskosität usw. auszuschalten, wurden gleichzeitig in demselben Gespann 4-t-Kokillen der üblichen offenen Bauart und der geschlossenen englischen Form gegossen. Sobald der Stahl bis in den Hals der geschlossenen Kokille gestiegen war, wurde diese mit einem Deckel geschlossen, wodurch der Stahl im Kopf sofort erstarrte und das Schäumen durch die sich entwickelnden und entweichenden Gase vermieden wurde. Durch die rasche Abschreckung des Blockkopfes wird es den Gasen unmöglich gemacht, zu entweichen, und sie werden durch den entstehenden hohen Druck in Lösung gehalten. An zwei weichen, unberuhigten Siemens-Martin-Schmelzen wurden über den ganzen Blockquerschnitt aus Rand, Mitte und Zwischenschicht, aus dem Kopf-, Mittel- und Fußteil Analysenspäne entnommen. Aus der *Abb. 23* ist zu ersehen, daß der Phosphor- und Schwefelgehalt besonders bei dem ersten Block aus der normalen Kokille stärkere Phosphor- und Schwefelanreicherungen gegenüber der Durchschnittsanalyse bis zu 140% S und 60% P im Blockkopf und in Blockmitte aufweisen.

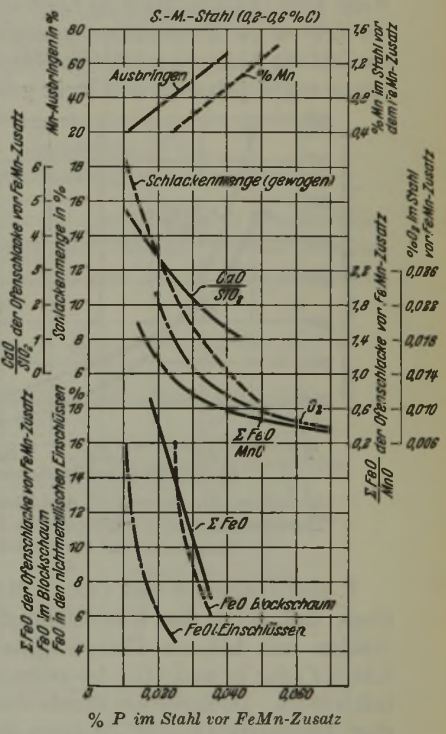


Abbildung 24. Zusammenhang zwischen Phosphorgehalt im Stahl und Mangan, Sauerstoff des Stahles bzw. der Schlackenzusammensetzung und -menge. Siemens-Martin-Stahl mit 0,2 bis 0,6% C.

Bei der zweiten Schmelze beträgt die Schwefelseigerung immerhin noch + 60 %, während sich die Phosphorseigerung hier nicht ausprägte. In dem rechten Teil der *Abb. 23* sind die Untersuchungsergebnisse der gleichzeitig gegossenen Blöcke aus der geschlossenen Kokille wiedergegeben. Die wesentlich gleichmäßigere Verteilung von Phosphor und Schwefel über den ganzen Querschnitt ist deutlich, vor allem

[32]) Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 497.
[33]) Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1782/83.
[34]) Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 449/69.
[35]) Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 597/605.
[36]) 2. Bericht des Committee des Iron and Steel Institute über die Ungleichmäßigkeit von Stahlblöcken (1928) S. 410.
[37]) A. Ristow: Erörterung zum Bericht von A. Stadeler und H. J. Thiele: Der Einfluß der Kokillentemperatur auf die Lage der Randblasen und auf die Seigerungsverhältnisse in weichen Flußstahlbrammen. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 458.
[38]) A. Ristow: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 617/24.

sind die großen Unterschiede zwischen Kopf und Fuß unterdrückt. Die Untersuchung bestätigt, daß die geschlossene Form der Kokille ein verhältnismäßig einfaches Mittel ist, um Phosphorseigerungen auch bei unberuhigten Stählen im Keim zu unterdrücken, ohne daß die in vielen Fällen unerwünschten Zugaben von Silizium, Aluminium und dergleichen erforderlich sind. Diese Kokillen werden in England und Amerika für die verschiedensten Verwendungszwecke, vor allem bei Stahl für Weißblech, dem man einen höheren Phosphorgehalt zur Vermeidung des Klebens gibt, angewendet, wobei man nebenbei noch mit einem höheren Ausbringen rechnen kann. In Deutschland ist diese Kokille in den letzten Jahren ebenfalls mehr in Anwendung gekommen.

V. Zusammenfassung der metallurgischen Zusammenhänge.

Abschließend seien die Feststellungen des ersten Teiles der vorliegenden Arbeit zusammengefaßt, und zwar in *Abb. 24* die Abb. 2, 5, 11 bis 14 und 16, in *Abb. 25* die Abb. 17, 18 und 20.

In den *Abb. 24 und 25* wurde der Zusammenhang zwischen dem Phosphorgehalt der basischen Stähle vor dem Ferromanganzusatz und den Haupteinflüssen gruppenweise verglichen. Es ergeben sich folgende Feststellungen:

a) Das am stärksten wirkende und am häufigsten angewendete Mittel zur Beseitigung des Phosphors ist höherer Eisenoxydulgehalt der Schlacke. Dieser läuft aber parallel dem als schädlich erachteten Sauerstoffgehalt des Stahles. Durch eine weitgehende Entphosphorung werden also beim basischen Siemens-Martin- und Thomasverfahren um so sauerstoffreichere Stähle erhalten, je niedriger die Phosphorgehalte liegen.

b) Das zweitstärkste Mittel zur Entphosphorung ist höherer Kalkgehalt oder, anders ausgedrückt, Basizität der Schlakke. Sie bedingen eine starke Vergrößerung der Schlackenmenge (*Abb. 24*, Mitte, und *Abb. 25*, oben), die noch durch eine zusätzliche zwangsläufige Erhöhung des Eisengehaltes, wahrscheinlich durch die Bildung von Kalkferriten, übermäßig und oft nutzlos erhöht wird.

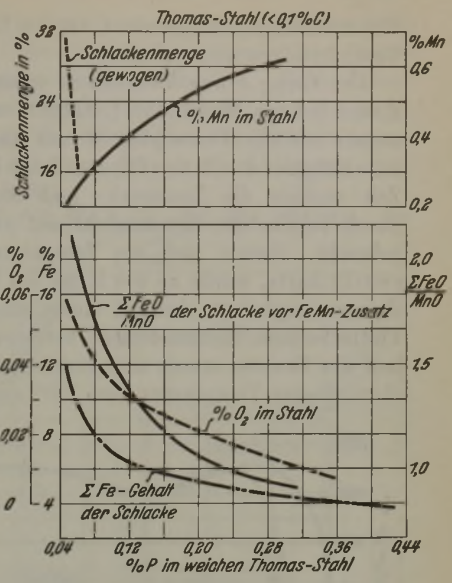


Abbildung 25.
Zusammenhang zwischen Phosphorgehalt in Thomasstahl mit weniger als 0,1% C und Mangan, Sauerstoffgehalt des Stahles bzw. der Schlackenzusammensetzung und -menge.

c) Der zurückbleibende Mangangehalt im Stahl (*Abb. 24 und 25*, oben) und die damit verbundene Manganwirtschaft wird sehr ungünstig durch niedrig zu haltende Phosphorgehalte beeinflußt. (Schluß folgt.)

Einfluß der Durchlaufgeschwindigkeit beim Bleipatentieren auf die Festigkeitseigenschaften von Stahldraht.

Von Anton Pomp und Herbert Ruppik in Düsseldorf[1]).

(Patentieren eines Stahldrahtes mit 0,66% C bei verschiedenen Abschreck- und Bleibadtemperaturen mit jeweils drei verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten des Drahtes unter Messung der Zeit des Verweilens im Ofen oberhalb des A_3-Punktes. Ziehen des patentierten Drahtes in elf Zügen, mit Querschnittsabnahmen von rd. 20% je Zug, von 3,46 auf 0,96 mm Dmr. Prüfung des Drahtes auf Zugfestigkeit, Dehnung, Biegefähigkeit und Verwindezahl im patentierten Zustand und nach jedem Zug.)

Die bisher im Schrifttum vorliegenden Unterlagen reichen nicht aus, um die Frage zu beantworten, ob ein kürzeres oder längeres Verweilen des Drahtes im Ofen, d. h. eine höhere oder niedrigere Durchlaufgeschwindigkeit beim Bleipatentieren von günstigem oder ungünstigem Einfluß auf seine Eigenschaften ist. Daher sollte versucht werden, festzustellen, ob eine Veränderung der Durchlaufgeschwindigkeit bei jeweils gleichen Abschreck- oder Bleibadtemperaturen einen Einfluß auf die Güteeigenschaften des Stahldrahtes ausübt und wie sich dieser Einfluß bei der nachfolgenden Ziehbehandlung auswirkt.

Als Versuchswerkstoff stand ein unlegierter Stahl von hohem Reinheitsgrad zur Verfügung, der als Sonderwerkstoff für Förderseildrähte verwendet wird; er enthielt 0,66% C, 0,19% Si, 0,29% Mn, 0,010% P, 0,025% S und 0,17% Cu. Der Walzdraht wurde nach einer gründlichen Untersuchung auf Werkstoffehler von 5 auf 3,48 mm Dmr. vorgezogen und sodann patentiert.

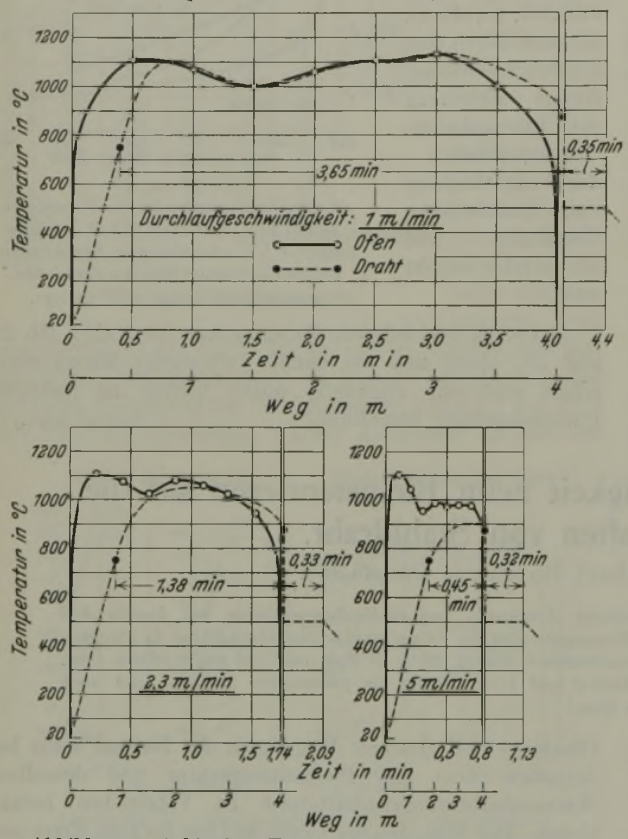
Es wurde von drei verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten ausgegangen, einer mittleren (2,3 m/min), bei der die Aufenthaltszeit des Drahtes im Ofen den im Betrieb anzutreffenden Verhältnissen entspricht, einer sehr kleinen (1 m/min) und einer sehr großen (5 m/min). Angaben über die Durchlaufgeschwindigkeit lassen sich nur bei gleicher Ofenlänge und gleichem Weg durch das Bleibad sowie bei derselben Ofen- und Bleibadtemperatur und denselben Wärmeübertragungsverhältnissen zu Vergleichen heranziehen. Der Weg, den der Draht im Ofen bis zum Erreichen des A_3-Punktes zurücklegt, ist von geringer Bedeutung für die Gefügeausbildung des Drahtes. Maßgebend ist neben der Abschreck- und Bleibadtemperatur die Zeit des Verweilens oberhalb A_3, die deshalb gemessen wurde. Sie betrug bei der kleinsten Durchlaufgeschwindigkeit von 1 m/min mit geringen Streuungen 3,65 min, bei der mittleren Durchlaufgeschwindigkeit von 2,3 m/min 1,38 min und bei der größten Geschwindigkeit 0,45 min.

Zu jeder Durchlaufgeschwindigkeit wurden drei Abschrecktemperaturen (800, 875 und 960°) und zu jeder Abschrecktemperatur drei Bleibadtemperaturen (450, 500 und 560°) gewählt. Als untere Grenze für die Abschrecktemperatur wurde 800° gewählt, um noch mit Sicherheit im Gebiet der festen Lösung zu bleiben. Die obere Grenze von 960° war durch die Arbeitsbedingungen und die Versuchseinrichtung gegeben. Nach Schrifttumsangaben und nach den Erfahrungen des Betriebes wirken sich zu niedrige und zu hohe Bleibadtemperaturen ungünstig auf die Ziehbarkeit des Drahtes aus. Die niedrigste und die höchste Bleibadtemperatur wurden auf 450 und 560° festgesetzt, um in jedem Falle innerhalb des Temperaturgebietes zu bleiben, in dem sich Sorbit bildet. Die Dauer des Verweilens im Bleibad wurde bei allen Versuchsgeschwindigkeiten durch Verschieben der

[1]) Auszug aus der von der Bergakademie zu Clausthal genehmigten Dr.-Ing.-Dissertation von H. Ruppik (1936); vgl. Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 17 (1935) S. 259/74.

Eintauchrollen gleichgehalten, um den Einfluß einer weiteren Veränderlichen auszuschalten.

Der Gang eines Versuches spielte sich wie folgt ab. Zuerst lief ein Stahldraht („Kette") vom gleichen Durchmesser wie der Versuchsdraht mit der gewünschten Geschwindigkeit durch den Ofen und das Bleibad. Zu gleicher Zeit wurden die Abschreck- und die Bleibadtemperatur durch Regeln der Stromzufuhr auf die gewünschte Höhe gebracht. Sobald sich ein Temperaturgleichgewicht eingestellt hatte, wurde an die Kette ein Stück des Versuchsdrahtes angehängt, das mit einem angeschweißten Platin-Platinrhodium-Thermoelement versehen war. Der Durchlauf des Drahtes wurde unterbrochen, sobald das Thermoelement eine Temperatur von 750° anzeigte, bei der etwa



Abbildungen 1 bis 3. Temperaturverteilung über die Ofenlänge und über das im Ofen befindliche Drahtstück.

der A_3-Punkt des Versuchswerkstoffes liegt. Aus dem bis zum Erreichen dieser Temperatur zurückgelegten Weg ließ sich die Zeit errechnen, die die Lötstelle zum Durchlaufen des Restweges bei der eingestellten Geschwindigkeit gebraucht hätte. Sie entspricht der Zeit, während der sich der Draht oberhalb des A_3-Punktes befand. Dann erst wurde der eigentliche Versuchsdraht angehängt.

Abb. 1 bis 3 zeigen die Temperaturverteilung über die Ofenlänge und über das im Ofen befindliche Drahtstück bei den drei verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit für die Abschrecktemperatur von 875° und die Bleibadtemperatur von 500°. Bei den höheren und niedrigeren Abschrecktemperaturen ändert sich das Schaubild nur im letzten Viertel, da das Einstellen dieser Temperaturen lediglich durch Veränderung der Ofentemperaturen im Auslaufende erfolgte.

Nach dem Patentieren wurden alle Drahtringe gleichzeitig betriebsmäßig gebeizt und gekälkt. Der Drahtdurchmesser betrug nach dem Beizen 3,46 mm. Das Ziehen erfolgte durch Kunstziehsteine. Dabei wurde für jede Querschnittsabnahme der gleiche Stein verwandt, um den Einfluß verschiedener Düsenwinkel auszuschalten. Bei allen Abmessungen blieben die Steine bis zum Schluß maßhaltig. Als Ziehmittel dienten Seifenflocken. Die Ziehgeschwindigkeit betrug 1,5 m/s. Der Draht wurde in elf Zügen mit Querschnittsabnahmen von rd. 20% je Zug an 0,96 mm Dmr. gezogen. Nach jedem Zug wurden die Ringe unterteilt.

Die Prüfung der Drähte begann anschließend an das Ziehen. Sie nahm ungefähr drei Wochen in Anspruch. Die Aenderung der Festigkeitseigenschaften durch Alterung wurde hierbei nicht ermittelt. Die Zugfestigkeit wurde bei 200 mm Einspannlänge gemessen. Am patentierten Draht wurde gleichzeitig bei 200 mm Meßlänge die Bruchdehnung bestimmt. Die Biegeprüfung erfolgte auf Normalbiegegeräten, und zwar einmal bei sämtlichen Abmessungen über einen Backenhalbmesser von 5 mm und außerdem nach den Gütevorschriften für Förderseile[2]) über Backenhalbmesser von 10, 7,5 und 2,5 mm. Um den Einfluß des Verhältnisses von Biegehalbmesser zu Drahtdurchmesser auszuschalten und für alle Abmessungen vergleichbare Zahlenwerte zu erhalten, wurden die gefundenen Zahlen nach dem von W. Burggaller[3]) angegebenen Verfahren umgerechnet. Bei der Verwindeprüfung betrug die Einspannlänge 200 mm. Die Anzahl der Verwindungen ist im folgenden auf den hundertfachen Drahtdurchmesser bezogen. Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung sind in *Abb. 4 bis 7* schaubildlich dargestellt.

Die Zugfestigkeit der patentierten Drähte ist in *Abb. 4* für die verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten, Abschreck- und Bleibadtemperaturen zusammen mit den später zu besprechenden Eigenschaften der kaltgezogenen Drähte dargestellt. Die Zugfestigkeit bei der höchsten Bleibadtemperatur (560°) ist bei allen drei Abschrecktemperaturen am niedrigsten. Ein unterschiedliches Verhalten der bei Bleibadtemperaturen von 450 und 500° patentierten Drähte ist nicht eindeutig zu erkennen. Der niedrigsten Durchlaufgeschwindigkeit entspricht im allgemeinen die niedrigste Zugfestigkeit. Der Abfall der Zugfestigkeit mit sinkender Durchlaufgeschwindigkeit ist am deutlichsten bei der höchsten Abschrecktemperatur (960°) zu erkennen. Die mittlere Abschrecktemperatur (875°) weist die höchsten Zugfestigkeitswerte bei mittlerer Durchlaufgeschwindigkeit (2,3 m/min) auf. Bei 800° ist der Einfluß der Geschwindigkeit am wenigsten ausgeprägt. Nur bei der höchsten Durchlaufgeschwindigkeit ist ein merklicher Einfluß der Abschrecktemperatur festzustellen.

Die Dehnung der patentierten Drähte wird, wie *Abb. 5* zeigt, ebenfalls von der Durchlaufgeschwindigkeit beeinflußt. Bei den drei gewählten Abschrecktemperaturen ist für sämtliche Bleibadtemperaturen ein Fallen der Dehnung mit sinkender Durchlaufgeschwindigkeit festzustellen. Die Dehnung sinkt mit fallender Bleibadtemperatur. Bei keiner der drei Geschwindigkeiten ist ein eindeutiger Einfluß der Abschrecktemperatur in dem untersuchten Temperaturbereich zu erkennen.

Die Biegefähigkeit der patentierten Drähte *(Abb. 6)* ist praktisch unabhängig von der Durchlaufgeschwindigkeit. Besonders hoch liegen die Werte der bei 960° Abschrecktemperatur und 450° Bleibadtemperatur patentierten Drähte. Das bedeutet, daß im patentierten Zustand hohe Abschrecktemperaturen und niedrige Bleibadtemperaturen unabhängig von der Patentierungsgeschwindigkeit die beste Biegefähigkeit ergeben.

[2]) Gütevorschriften für Förderseile. Berg 1254. Herausgegeben vom Fachnormenausschuß für Bergbau, Essen.

[3]) Dr.-Ing.-Dissert. Techn. Hochschule Berlin 1932; vgl. Draht-Welt 27 (1934) S. 195/97 u. 211/13.

Die Verwindezahl des patentierten Drahtes (*Abb. 7*) sinkt bei 800 und 875° Abschrecktemperatur für alle drei Bleibadtemperaturen beim Uebergang von der mittleren zur höchsten Geschwindigkeit. Die Unterschiede in den Versuchsergebnissen nehmen mit steigender Durchlaufgeschwindigkeit ab. Bei der Durchlaufgeschwindigkeit von 5 m/min steigt die Verwindezahl eindeutig mit der Abschrecktemperatur an, während bei 2,3 und 1 m je min die Streuungen den Einfluß der Abschrecktemperatur überdecken. Ein Einfluß der Bleibadtemperatur ist nicht eindeutig zu erkennen.

Die Zugfestigkeit ist in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für die drei angewandten Abschreck- und Bleibadtemperaturen sowie die verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten in *Abb. 4* dargestellt. Neben der prozentualen Gesamtquerschnittsabnahme sind auf der Abszisse die Anzahl der Züge, der Drahtdurchmesser und die Formänderung angegeben. Die Zugfestigkeitsschaulinien der mit kleinster Durchlaufgeschwindigkeit patentierten Drähte liegen bei allen Abschreck- und Bleibadtemperaturen tiefer als die unter sonst gleichen Umständen mit höherer Geschwindigkeit patentierten. Bei 800° Abschrecktemperatur ist der Unterschied am kleinsten.

In gleicher Weise, wie es für die Zugfestigkeit geschehen ist, sind in *Abb. 6* die Werte der Biegefähigkeit in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme aufgetragen. Der Einfluß des Ziehens auf die Biegefähigkeit ist nicht so eindeutig wie sein Einfluß auf die Zugfestigkeit, die stetig mit zunehmender Formänderung ansteigt. In den meisten Fällen erreicht die Biegefähigkeit nach dem achten bis neunten Zug, entsprechend einer Querschnittsabnahme von ungefähr 85%, einen Höchstwert. Das Absinken der Biegefähigkeit nach einer Querschnittsabnahme von 85% ist auch den Ergebnissen der Untersuchungen von A. Pomp und A. Lindeberg[4]) zu entnehmen und ebenfalls von M. Bonzel[5]) beobachtet worden. Bis zu einer Querschnittsabnahme von 60%, die mit dem vierten Zug erreicht wird, ist eine eindeutige Ueberlegenheit einer bestimmten Patentierungsgeschwindigkeit nicht festzustellen. Nach Ueberschreiten der Querschnittsabnahme von 60% ist die Biegefähigkeit der mit einer Geschwindigkeit von 5 m/min patentierten Drähte fast durchweg geringer als die der mit niedrigerer Geschwindigkeit patentierten Drähte. Für niedrige und mittlere Ziehgrade (bis zu ungefähr 60% Querschnittsabnahme) kann die Durchlaufgeschwindigkeit beim Patentieren sehr hoch sein, ohne daß die Biegefähigkeit beeinträchtigt wird. Es empfiehlt sich außerdem, falls die Querschnittsverminderung nicht über das angeführte Maß hinausgehen soll, hohe Abschrecktemperaturen und niedrige Bleibadtemperaturen anzuwenden. Sind höhere Abnahmen (80 bis 85%) vorgesehen, so sind niedrige Durchlaufgeschwindigkeiten bei mittlerer Bleibadtemperatur (500°) vorzuziehen.

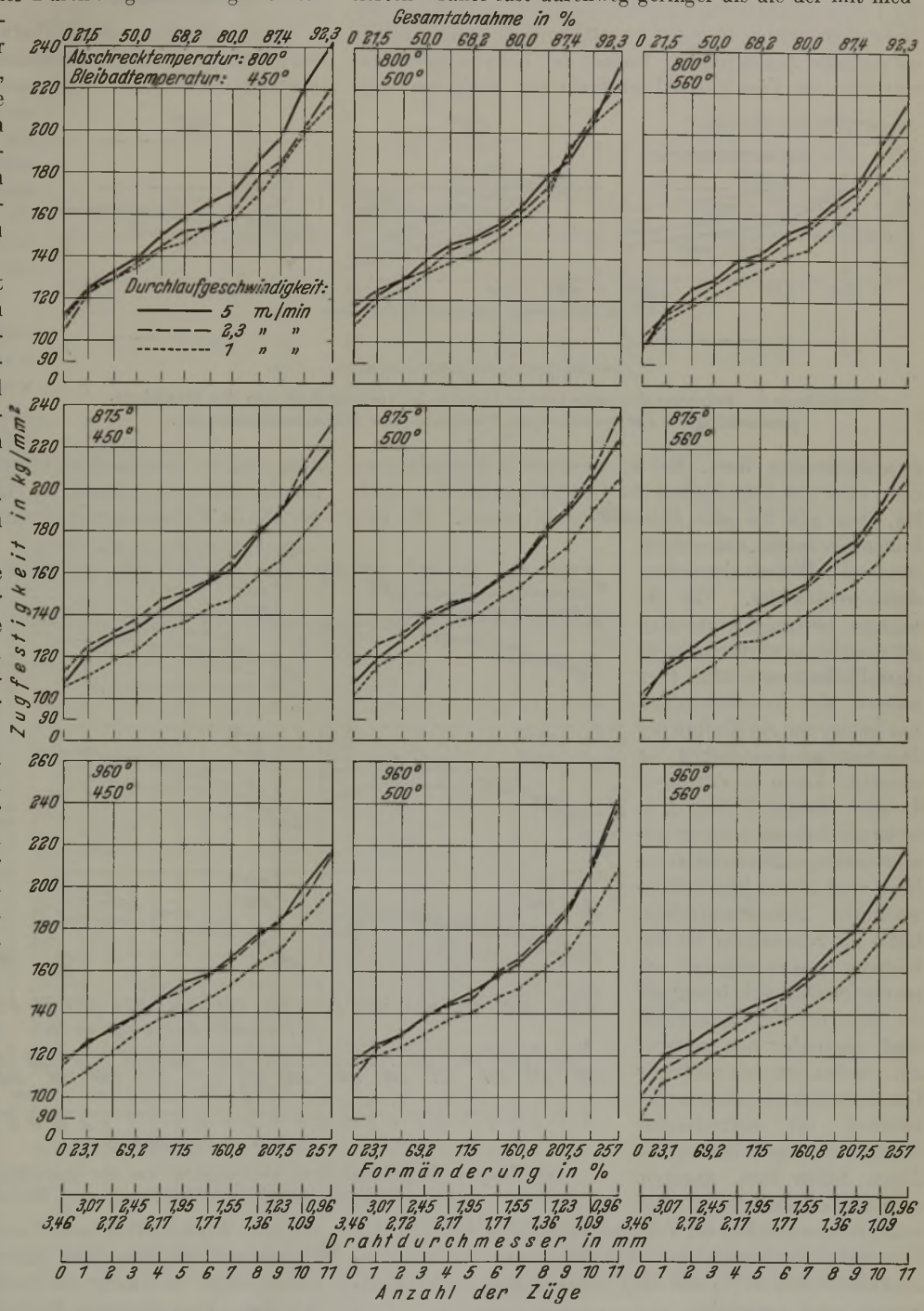


Abbildung 4. Zugfestigkeit in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für verschiedene Durchlaufgeschwindigkeiten, Abschreck- und Bleibadtemperaturen.

[4]) Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 12 (1930) S. 39/54; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1462/67.

[5]) Le Tréfilage de l'Acier, 4. Aufl. (Paris: Dunod 1934).

Die Abschrecktemperatur hat hierbei in dem untersuchten Temperaturgebiet keinen nennenswerten Einfluß.

Abb. 7 zeigt die Abhängigkeit der Verwindezahl von der Querschnittsabnahme. Der Verlauf der Schaulinien ist sehr unregelmäßig. Die stärksten Unterschiede in der Verwindezahl treten ungefähr nach dem vierten Zug auf. Nach dem achten Zug ist im allgemeinen keine größere sprunghafte Aenderung im Verlauf der Kurven mehr festzustellen; die Verwindezahl schwankt nur wenig um einen gleichbleibenden Wert. Bei der niedrigsten Bleibadtemperatur (450°) ist kein Einfluß der Geschwindigkeit festzustellen. Das gilt für alle Abschrecktemperaturen. Die drei Linienzüge laufen, von einigen streuenden Werten abgesehen, dicht beieinander. Für die höchste Abschrecktemperatur gilt das gleiche wie für die niedrigste Bleibadtemperatur. Hier streuen die Verwindezahlen nur wenig, und ein Einfluß der Durchlaufgeschwindigkeit ist ebenfalls kaum zu erkennen. In allen übrigen Fällen, d. h. wenn mittlere und niedrige Abschrecktemperaturen mit mittleren und hohen Bleibadtemperaturen zusammentreffen, fallen die Schaulinien der mit höchster Geschwindigkeit patentierten Drähte in bezug auf die Höhe der Verwindezahlen stark gegenüber den anderen ab. Die bei den mit niedriger Geschwindigkeit patentierten Drähten oft auftretenden Höchstwerte nach den ersten Zügen fallen fort, dagegen zeichnen sie sich durch eine hohe Gleichmäßigkeit der Verwindezahlen über den gesamten Formänderungsbereich aus. Bei den hohen Querschnittsabnahmen (über 80%) sind die Unterschiede in der Verwindbarkeit stark verwischt.

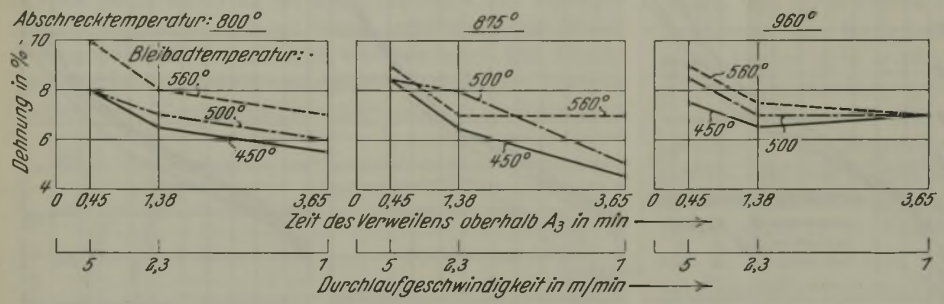


Abbildung 5. Dehnung des patentierten Drahtes in Abhängigkeit von der Durchlaufgeschwindigkeit für verschiedene Abschreck- und Bleibadtemperaturen.

Zur Ausbildung eines Höchstwertes nach den ersten Zügen neigen vor allem die mit geringen Geschwindigkeiten und mittleren bis hohen Abschreck- bzw. Bleibadtemperaturen patentierten Drähte. Bei der höchsten Abschrecktemperatur in Verbindung mit der höchsten Bleibadtemperatur ergeben auch die mit der höchsten Geschwindigkeit patentierten Drähte einen ausgeprägten Höchstwert der Verwindezahlen nach schwacher Verformung. Bei der niedrigsten Geschwindigkeit ließ sich schwache Randentkohlung nicht immer vermeiden. Die mit der größten Geschwindigkeit patentierten Drähte sind jedoch selbst bei der höchsten Abschrecktemperatur nicht randentkohlt, so daß die Randentkohlung nicht, oder nicht allein, für das unterschiedliche Verhalten verantwortlich gemacht werden kann. Ein Höchstwert tritt nie bei der niedrigsten Bleibadtemperatur auf. Steigende Abschrecktemperaturen scheinen die Höchstwerte zu begünstigen.

Das Auftreten eines Höchstwertes der Verwindezahlen nach mittleren Querschnittsabnahmen ist bekannt. So erwähnt Bonzel, daß er fast regelmäßig nach Querschnittsabnahmen von etwa 60% einen Höchstwert der Verwindezahl gefunden hat. Er kann für diese Erscheinung, die er in anderen Veröffentlichungen nicht bestätigt findet, keine Erklärung geben.

Allen Drähten, die in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden und die einen Höchstwert aufweisen, ist ein verhältnismäßig grobes Sorbitkorn im patentierten Zustand gemeinsam. Daß die Verwindefähigkeit mit zunehmender Streckung der Sorbitkörner zunimmt, ist einleuchtend. Einzelne Körner, die im Verhältnis zum Drahtdurchmesser groß sind und die dem Werkstoffluß beim Verwinden örtlich gesteigerten Widerstand entgegensetzen, führen leicht zum Bruch. Eine gleichmäßige Streckung des Gefüges erhöht die Verwindefähigkeit. Dem günstigen Einfluß der zunehmenden Faserstreckung wirkt die gleichzeitig wachsende Verfestigung entgegen. Hierdurch läßt sich ein Höchstwert erklären. Bei Drähten mit feinkörnigem Patentierungsgefüge ist der günstige Einfluß der Kornstreckung in den ersten Zügen nur gering; wird er von dem der zunehmenden Verfestigung überdeckt, so ist hier sogar die Ausbildung eines Tiefstwertes möglich *(vgl. Abb. 7)*.

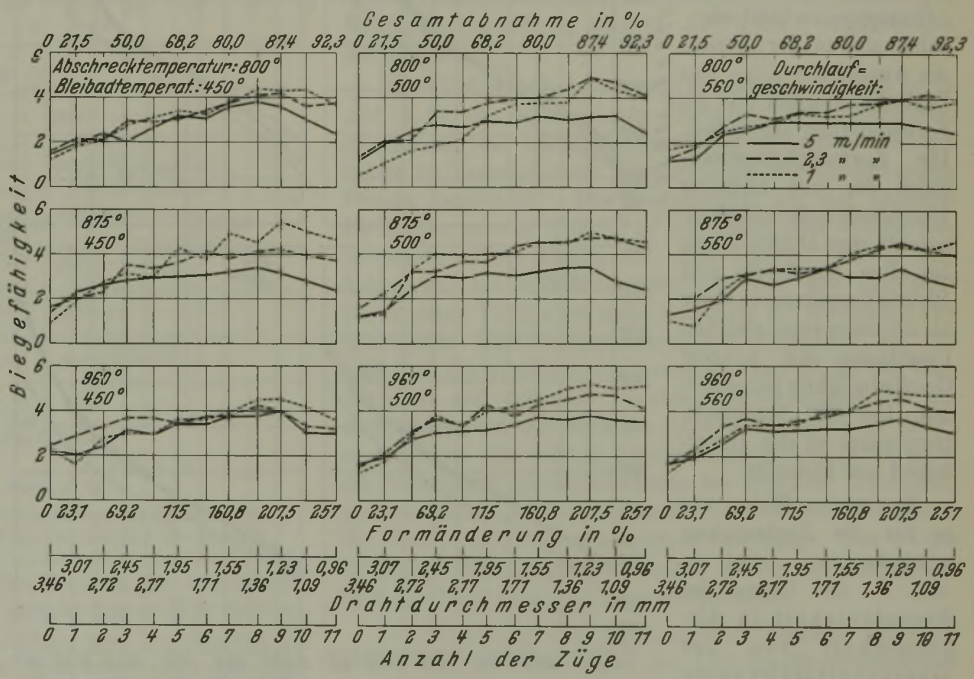


Abbildung 6. Biegefähigkeit in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für verschiedene Durchlaufgeschwindigkeiten, Abschreck- und Bleibadtemperaturen.

Es ist schwer zu entscheiden, welche Patentierungsart die besten Verwindezahlen ergibt. Die mit 960° Abschrecktemperatur und 560° Bleibadtemperatur patentierten Drähte zeichnen sich bei allen Geschwindigkeiten durch gut aus-

geprägte, über mehrere Ziehgrade sich erstreckende Höchstwerte und durch hohe Verwindezahlen bis zu den stärksten Querschnittsabnahmen aus. Bei anderen Abschreck- und Bleibadtemperaturen (allerdings nie bei den niedrigsten) zeigen verschiedene Schaulinien einen ähnlich günstigen Verlauf, doch ist der Einfluß der Geschwindigkeit in keinem anderen Falle derart weitgehend ausgeschaltet. Ein Vorteil, der alle mit höchster Geschwindigkeit (5 m/min) patentierten Drähte auszeichnet, sind die geringen Unterschiede in den Einzelergebnissen bei der Verwindeprüfung.

Aus den Versuchsergebnissen lassen sich für den Ziehereibetrieb einige Folgerungen ziehen. Allgemein ermöglicht jede Steigerung der Geschwindigkeit eine Erhöhung der Erzeugung. In Verbindung mit einem genau regelbaren (elektrischen) Ofen ist sie das sicherste Mittel, die Gleichmäßigkeit des Drahtringes zu verbessern, und schließlich läßt sich die Randentkohlung auf keinem Wege so gut ausschalten wie durch kurze Glühzeiten. Der bei den vorliegenden Versuchen am „schnellsten" patentierte Draht zeichnet sich außerdem durch die höchste Zugfestigkeit bei höchster Dehnung im patentierten Zustand aus. Biegefähigkeit und Verwindezahl verhalten sich ungünstiger. Gute Verwindezahlen, die nicht sehr hinter denen der „langsam" patentierten Drähte zurückstehen, werden bei gleichzeitig günstiger Biegefähigkeit mit der höchsten Abschrecktemperatur von 960° und der niedrigsten Bleibadtemperatur von 450° erreicht. Werden Höchstwerte der Biegefähigkeit angestrebt, so sind mittlere Geschwindigkeiten und mittlere Bleibadtemperaturen vorteilhafter. Die Abschrecktemperatur übt hierbei in dem untersuchten Temperaturbereich keinen Einfluß aus. Höchstwerte der Verwindezahlen erfordern niedrige Durchlaufgeschwindigkeit bei mittleren bis hohen Abschreck- und ebensolchen Bleibadtemperaturen.

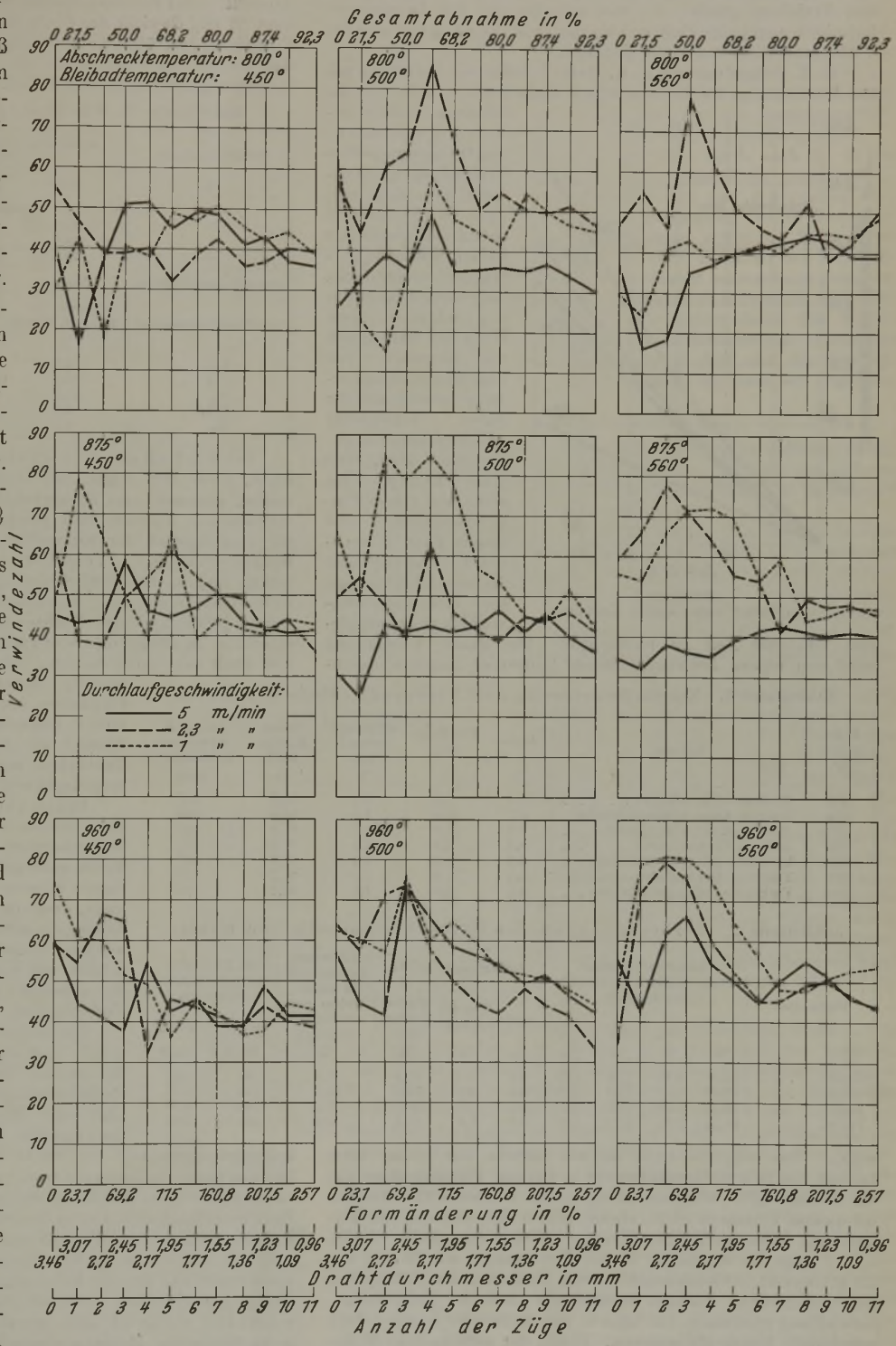


Abbildung 7. Verwindezahl in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für verschiedene Durchlaufgeschwindigkeiten, Abschreck- und Bleibadtemperaturen.

Zusammenfassung.

Ein Stahldraht mit 0,66% C wurde bei wechselnden Abschreck- und Bleibadtemperaturen mit jeweils drei verschiedenen Durchlaufgeschwindigkeiten patentiert. Die durch Geschwindigkeit, Ofentemperatur und Ofenlänge bestimmte „Zeit des Verweilens oberhalb des A_3-Punktes" wurde mit einem an den Versuchsdraht geschweißten Thermoelement gemessen. Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß eine Veränderung der Durchlaufgeschwindigkeit das Abhängigkeitsverhältnis der Festigkeitseigenschaften von der Abschreck- und Bleibadtemperatur weitgehend beeinflußt. Unabhängig von dem Einfluß der Abschreck- und der Bleibadtemperatur wird durch Steigerung der Durchlaufgeschwindigkeit eine gleichmäßigere Aenderung der Biegefähigkeit und der Verwindezahl durch das Ziehen erreicht, während Zugfestigkeit und Dehnung erhöht werden. Höchstwerte an Biegefähigkeit und Verwindezahl erfordern mittlere bzw. niedrige Durchlaufgeschwindigkeiten.

Umschau.

Bestimmung der Reaktionsfähigkeit von Koks.

Die Erkenntnisse über den Einfluß der Koksbeschaffenheit auf den Ablauf metallurgischer Vorgänge haben zur Ausarbeitung von Verfahren geführt, die eine schnelle und den Betriebsverhältnissen angepaßte Bestimmung der Reaktionsfähigkeit und der Verbrennlichkeit von Koks gestatten.

H. E. Blayden und H. L. Riley[1]) teilen ein Verfahren mit zur Bestimmung der Kohlenstoffart eines Kokses, wobei sie die bekannte Bestimmung des Kohlenstoffs in organischen Verbindungen, Roheisen usw. auf nassem Wege entsprechend umgearbeitet haben. Das neue Verfahren besteht darin, daß eine Einwaage von 1 g feingepulvertem Koks bei 100° durch ein Gemisch von Chrom- und Phosphorsäure zersetzt und die dabei entwickelte Kohlensäuremenge bestimmt wird. Die Einrichtung besteht aus einem Umsetzungsgefäß und einem Paar abwechselnd einschaltbarer Natronkalkrohre, um die Kohlensäureentwicklung in Abhängigkeit von der Zeit zu beobachten. Die ganze Vorrichtung wird von einem kohlensäurefreien Luftstrom langsam durchzogen. Das oxydierende Mittel besteht aus 50 cm³ einer Lösung von 20 g Kaliumdichromat in 100 cm³ Phosphorsäure von der Dichte 1,75. Wägbare Mengen von Kohlenoxyd entstehen bei diesem Verfahren nicht, ebenso bilden sich während der Verbrennung keine merklichen Mengen löslicher organischer Stoffe. *Abb. 1* zeigt die Ergebnisse einiger Vorversuche mit Proben von 0,5 g Gewicht. Offensichtlich ist das Verhalten der Koksproben sehr verschieden. Anfangs verläuft die Linie der Kohlensäureentwicklung geradlinig, um dann in eine mehr oder weniger stark gekrümmte Kurve überzugehen. Einige der untersuchten Kokse sind in *Zahlentafel 1* zusammengestellt. Dabei fällt auf, daß reaktionsträge Kokse schneller oxydiert werden als reaktionskräftige. Der anfängliche lineare Verlauf der Umsetzungsgeschwindigkeit und der Umstand, daß mit ziemlichem Ueberschuß am Chromsäure gearbeitet wird, läßt vermuten, daß die Oxydationsgeschwindigkeit durch die Natur des Kokses und durch die Oberflächengröße der Koksproben beeinflußt wird. Mit steigender Mahlfeinheit steigt auch die Menge der entwickelten Kohlensäure, weil das porige Gefüge mehr zerstört wird. Der Einfluß der Korngröße, des Gewichtes und der Dichte auf die Oxydation geht auch aus der Beziehung $R \cdot c = 3\,K \cdot W/d$ hervor, worin R die in einer bestimmten Zeit erzeugte Kohlensäuremenge darstellt, r den mittleren Radius der Koksteilchen, K einen Festwert, W das Gewicht der Probe und d die Dichte. Der Wert von $R \cdot r$ sinkt, je größer die Mahlfeinheit wird. Daraus geht hervor, daß vergleichbare Ergebnisse nur dann möglich sind, wenn das Probegut gleiche Mahlfeinheit hat.

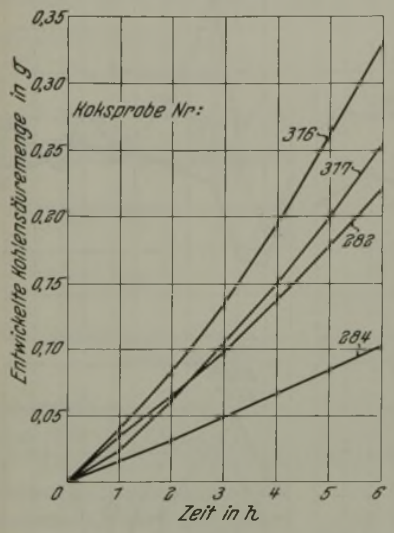


Abbildung 1.
Oxydation verschiedener Koksarten.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung und Verbrennlichkeit von Koks.

Koksprobe Nr.	Koksart	Asche %	Feuchtigkeit %	Flüchtige Bestandteile %	Fester Kohlenstoff %	In 2,5 h entwickelte Kohlensäure mg/g
342	Durham-Gießereikoks	8,4	0,3	0,7	90,6	219
316	Durham-Koks, Blumenkohlseite .	6,7	0,4	1,0	91,9	185
317	Durham-Koks, Teernahtseite . .	6,9	0,8	1,2	91,1	149
325	Durham-Hochofenkoks	9,9	0,8	2,1	87,2	120
272	Yorkshire-Schmalkammerkoks .	8,3	1,5	2,3	87,9	117
282	Yorkshire-Horizontalretorten-Koks	5,8	0,5	2,0	91,7	137
284	Yorkshire-Tieftemperaturkoks . .	4,5	4,0	7,4	84,1	75

Zahlentafel 2. Verbrennlichkeit der Gefügebestandteile von Kohle.

Bestandteil	Zusammensetzung ausschließlich Asche und Feuchtigkeit				Lufttrockene Kohle			Flüchtige Bestandteile in aschefreiem und trockenem Zustand	In 2,5 h entwickelte Kohlensäure aus	
	C %	H_2 %	O_2 %	N_2 %	Asche %	Feuchtigkeit %	Fester Kohlenstoff %	%	Koks mg/g	Kohle mg/g
Klarit	84,61	5,32	7,46	1,90	0,7	3,0	60,2	37,5	92	148
Vitrit	85,23	5,05	7,22	1,78	0,5	3,1	63,5	34,1	134	127
Durit	85,38	5,60	6,66	1,42	6,0	1,3	50,5	45,5	164	568
Fusit	88,92	3,67	4,77	1,28	9,9	1,6	61,4	30,6	309	532

Zahlentafel 3. Entgasung von Koks bei 950°.

Erhitzungsdauer	Gasmenge in cm³/h aus 10,5 cm³ Koks mit der Verkokungstemperatur		
h	500°	700°	900°
1	Gasmenge nicht bestimmt		
2	91,2	87,0	47,4
3	34,2	33,0	28,8
4	27,0	18,6	24,0
Gesamte Gasmenge cm³	152,4	139,6	100,2
Gaszusammensetzung	während der 3. und 4. Stunde %	während der 3. und 4. Stunde %	während der 2., 3. u. 4. Stunde %
CO_2	0,2	0,5	0,4
CO	15,6	15,8	16,2
H_2	75,3	75,6	76,9
CH_4	2,4	2,1	1,5
N_2	6,3	6,0	5,0

Der Einfluß der Kohlenstoffart wurde besonders untersucht, wobei sich zeigte, daß Graphit und Elektrodenkohle die meiste, Diamant und Zuckerkohle nur sehr wenig Kohlensäure entwickeln. Daraus wird geschlossen, daß die Unterschiede im Graphitgehalt der Kokssorten den Ausschlag geben für die Reaktionsfähigkeit. Vergleichende Versuche mit im Laboratorium und im Großbetrieb erzeugtem Koks ergaben sehr gute Uebereinstimmung der Ergebnisse, so daß man einen Schritt weiter gehen und die Reaktionsfähigkeit von Koks aus den einzelnen Koksgefügebestandteilen Klarit, Vitrit, Durit und Fusit bestimmen konnte. Gleichzeitig wurde die Empfindlichkeit dieser Gefügebestandteile gegen Oxydation untersucht. Aus den in *Zahlentafel 2* zusammengestellten Ergebnissen geht deutlich die Beziehung zwischen der Oxydierbarkeit und dem Kohlenstoffgehalt der ursprünglichen Kohlenbestandteile hervor.

In dem theoretischen Teil befassen sich die Verfasser mit dem Aufbau des Graphits und amorphen Kohlenstoffs. Dieser sei dadurch entstanden, daß Graphit andere Elemente in sehr beständiger Form aufnehmen kann, wodurch das Atomgitter verändert und damit ganz andere Eigenschaften herbeigeführt werden. Ausschlaggebend für die Verbrennlichkeit von Koks ist der Gehalt an Graphit, der seinerseits durch die Art der organischen Verbindungen der Kohle bestimmt wird.

Ein anderes Verfahren teilen D. A. Reynolds und J. D. Davis[1]) mit. Während die meisten Verfahren zur Bestimmung der Reaktionsfähigkeit gegenüber Kohlensäure, Luft oder Wasserdampf nur bei den für die meisten Koksarten zutreffenden Verkokungstemperaturen von 900 bis 950° angewendet werden, wird hier das ganze im Kokereibetrieb in Betracht kommende Temperaturgebiet von 500 bis 1100° berücksichtigt. Wenn man die Reaktionsfähigkeiten von in diesem Temperaturbereich erzeugten Koksen vergleichen will, muß man die Reaktionstemperatur so nahe wie möglich an die Erzeugungstemperatur bringen, da Tieftemperaturkoks bei der Erhitzung auf höhere Temperaturen im Gefüge und chemisch verändert wird. Auch muß die Reaktionstemperatur genügend hoch gewählt werden, um zwischen dem unempfindlichen Hochtemperaturkoks und der nicht zu überschreitenden oberen theoretischen Grenze für Tieftemperaturkoks zu unterscheiden. Die Erhitzungszeit spielt ebenfalls eine Rolle. Ein Beispiel dafür ist die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in *Zahlentafel 3*. Drei verschiedene Kokse wurden bei gleicher Temperatur im Kohlensäurestrom behandelt, nachdem sie innerhalb 70 min von Raumtemperatur auf 950° in Stickstoff erhitzt waren.

Untersuchungen über das Schwinden des Kokses ergaben, daß Tieftemperaturkoks beim Erhitzen auf 950° am meisten.

[1]) J. Soc. Chem. Ind. 54 (1935) S. 159 T/163 T.

[1]) Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 8 (1936) S. 33/36.

Hochtemperaturkoks aber fast nicht mehr schwindet. Da aber bei den Versuchen keine Risse an den Koksteilchen festgestellt wurden und auch keine kleineren Koksteilchen entstanden, so wird daraus und aus mikroskopischen Beobachtungen geschlossen, daß so die Schwindung des Koksteilchens selbst erfaßt wird und die Schwindung auf einer Verkleinerung der Zellen beruht.

Bei diesen Voruntersuchungen hatte sich gezeigt, daß die Reaktionsfähigkeit mit genügender Genauigkeit bestimmt werden kann mit 10 bis 15 cm³ Kokspulver in der durch das 10-bis-20-Maschensieb gegebenen Feinheit und einer Kohlensäuremenge von 5 cm³/min. Dazu ist aber erforderlich, daß der tote Raum des Umsetzungsgefäßes so klein wie möglich ist. Als die in allen Fällen brauchbare Versuchstemperatur hat sich nach zahlreichen Vorversuchen 850° erwiesen. Die Reaktionsfähigkeit wird ausgedrückt in Hundertteilen der zu Kohlenoxyd reduzierten Kohlensäuremenge. Die Versuchseinrichtung besteht aus einer Meßbürette, die durch eine Einschnürung in zwei Hälften von je 100 cm³ Inhalt geteilt ist. Die Bürette steht durch Kapillarrohre mit der Reaktionskammer in Verbindung. Die Kammer selbst ist ein Quarzglaskolben von 10,5 cm³ Inhalt, dessen oberes Ausströmrohr zum Beschicken und Entleeren der Kammer benutzt werden kann. Der ganze Quarzglaskörper hat 18,5 cm³ Inhalt und befindet sich in einem elektrischen Ofen mit selbsttätiger Temperaturregelung. Vom Auslaßrohr der Kammer führt eine Leitung zu einer Quecksilberbürette von 200 cm³ Inhalt.

Zu jedem Versuch wird die Kammer mit 10,5 cm³ Kokspulver beschickt. Die in der Kammer befindliche Luft wird mit Stickstoff verdrängt und die Kammer in den angeheizten Ofen gebracht und mit den beiden Büretten verbunden. Der Versuch beginnt genau 5 min nach dem Einsetzen der Kammer in den Ofen; diese Zeit reicht zur Erwärmung des Kokses auf 850° aus. Das durch den Koks strömende Gas wird während der ersten 12 min noch nicht in der Quecksilberbürette gesammelt. Während der nächsten 20 min läßt man genau 100 cm³ Kohlensäure durch den Koks strömen und fängt das Gas auf. Die erzeugte Gasmenge wird gemessen und ihr Gehalt an Kohlensäure bestimmt. Die an 100% fehlende Menge ist durch den Koks reduziert worden und entspricht also der Reaktionsfähigkeit. *Zahlentafel 4* zeigt die Ergebnisse einiger nach diesem Verfahren durchgeführten Versuche mit bei verschiedenen Temperaturen aus derselben Kohle laboratoriumsmäßig hergestellten Koksen. Danach nimmt die Reaktionsfähigkeit eines Kokses mit steigender Verkokungstemperatur ab; am deutlichsten tritt dieser Abfall bei Verkokungstemperaturen zwischen 700 und 900° in Erscheinung. Die Untersuchungen zeigten, daß kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Kohle an festem Kohlenstoff und der Reaktionsfähigkeit des daraus hergestellten Kokses besteht. Vergleiche zwischen der Reaktionsfähigkeit und der Wasseraufnahmefähigkeit zeigen einen ähnlichen Verlauf der Kurven für bei verschiedenen Temperaturen hergestellte Kokse.

Zahlentafel 4. Reaktionsfähigkeit von Koks im Kohlensäurestrom bei 850°.

Kohle Nr.	Zusammensetzung der Kohle: Feuchtigkeit %	Flüchtige Bestandteile %	Fester Kohlenstoff %	Asche %	Reaktionsfähigkeit in % bei einer Verkokungstemperatur von: 500°	600°	700°	800°	900°	1000°	1100°
10	7,9	32,1	47,7	12,3	62,8	65,8	66,9	58,7	39,9	22,9	20,1
21	10,1	36,2	47,0	6,7	61,9	59,4	54,7	38,4	12,7	6,4	4,9
26	1,3	20,8	75,8	2,1	44,1	44,0	37,5	31,7	13,2	4,3	5,0
27	1,9	26,5	69,2	2,4	34,6	33,3	33,9	27,9	12,1	6,6	4,4
28	1,8	35,1	57,7	5,4	54,1	51,8	50,7	39,3	27,9	17,7	11,5

Hans Schmidt.

Korrosion von Gußeisenrohren im Boden.

Vor kurzem wurde über eine zusammenfassende Veröffentlichung des Holländischen Korrosionsausschusses zur Frage der Angriffsfähigkeit von Böden auf gußeiserne Rohrleitungen berichtet[1]). Dabei wurden auch Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen von J. A. Heymann[2]) mitgeteilt, nach denen verschiedene Sandgußsorten gleich stark rosteten, Schleuderguß aber in den ersten Jahren anscheinend stärker angegriffen wurde. Diese Angaben bedürfen einer weiteren Besprechung. Bei den Versuchen von Heymann waren die Proben aus dem Innern der Sandguß- und Schleudergußrohre herausgearbeitet worden, die Oberfläche war also blank. Nun wird eine blanke Eisenoberfläche naturgemäß bei Beginn der Korrosion immer stärker angegriffen als die natürliche Gußoberfläche, die in der Gußhaut einen gewissen Schutz hat. Die Oberflächen von Schleuderguß- und anderen Gußrohren sind aber sehr verschieden, so daß schon aus diesem Grunde die Versuche von Heymann auf die wirklichen Verhältnisse nicht übertragbar sind. Ausschlaggebend für die Beurteilung sind ferner nur Langzeitversuche. Untersuchungen in deutschen Laboratorien haben gezeigt, daß bei längerer Einwirkung von chemisch stark angreifenden Böden der Werkstoff der Schleudergußrohre dem der Sandgußrohre im Gewichtsverlust mindestens gleichwertig ist und auf die Dauer sogar eine Ueberlegenheit zeigt. Außerdem wurde bei Schleudergußrohren die Oberfläche vollkommen gleichmäßig angegriffen, während bei den Proben aus Sandgußrohren sich der Angriff auf örtlich beschränkte Stellen auswirkte. Es ist aber bei der Beurteilung der Haltbarkeit des Werkstoffes nicht nur der Gewichtsverlust, sondern der Gesamteindruck der Korrosion ausschlaggebend.

In dem Bericht in dieser Zeitschrift wurde auch die Arbeit von C. A. H. von Wolzogen-Kühr und J. R. Goedkoop[1]) behandelt, nach deren Feststellungen bei der Korrosion von Rohren im Boden unter Umständen sulfatreduzierende Bakterien mitwirken können, wobei das Eisen unter Sulfidbildung angegriffen wird. In einer Zuschrift des Holländischen Korrosionsausschusses wurde darauf aufmerksam gemacht, daß bei dieser Umsetzung kein Wasserstoff entwickelt wird; der sich etwa bildende Wasserstoff wird sofort durch den Sulfatsauerstoff zu Wasser gebunden. Der Sulfatsauerstoff übernimmt dabei die Aufgabe des Depolisators, so daß also der Gesamtkorrosionsvorgang etwas anders verläuft als nach der angenommenen Formel:

$$Fe + H_2S = FeS + H_2.$$

Es genügt dieser Hinweis, ohne dazu Stellung zu nehmen, da die Frage, ob Wasserstoff frei wird oder nicht, wie auch aus anderen Arbeiten des Holländischen Korrosionsausschusses zu entnehmen ist, zunächst noch nicht restlos geklärt ist.

Inzwischen erschien ferner ein Aufsatz von Ir. E. Jacobs zur Frage des Angriffs von Rohren im Boden[2]). Der Verfasser steht in seinen Ausführungen über Schutz von gußeisernen Rohren durch Bodenumhüllungen in einem gewissen Gegensatz zu der Ansicht des Holländischen Korrosionsausschusses, wobei er sich hauptsächlich auf die Arbeiten von C. M. Wichers[3]) stützt. Danach sind im Bezirk von Groningen erfolgreiche Versuche zum Schutz von Gußeisenrohren mit Bodenumhüllungen gemacht worden. Es wird Lehm- oder Tonboden mit Kalkmilch vermengt und diese Mischung so dicht um das Rohr gelegt, daß Feuchtigkeit und Gas nicht zum Rohr vordringen konnten. Die Kalkmilch muß in dem Gemenge fein verteilt sein, um wirksam sein zu können. Die Vermischung von Lehm mit Muscheln hat nach Ansicht von Jacobs keinen Zweck, da der Muschelkalk (kohlensaurer Kalk) durch saure Böden schwer angegriffen wird. Es kann auch ein Schutz von Rohren durch Einbetten in Sand vorgenommen werden, wenn die Körnigkeit dabei berücksichtigt wird; ein feiner, dicht eingeschlämmter Sand soll ebenfalls Wasser und Gas vom Rohr fernhalten, während bei grobkörnigem Sand kein Erfolg zu erwarten sei.

Weiterhin werden Erfahrungen des Groninger Werkes über die Haltbarkeit von Guß- und Stahlrohren gestreift. Danach haben sich unter den in den genannten Bezirken vorliegenden Bedingungen Gußrohre besser verhalten als Stahlrohre. Jacobs bringt dieses unterschiedliche Verhalten mit der Art des Korrosionsvorganges bei beiden Werkstoffen in Verbindung. Er legt dar, daß bei Gußrohren in angreifenden Böden eine Graphitierung eintritt, wobei die Rohrwandung geschwächt wird; das Rohr soll jedoch in der Regel in seiner Form erhalten und gasdicht bleiben, da der äußere Druck auf das Rohr zu gering ist, um die graphitierten Stellen nach innen zu drücken. Bei Stahlrohren weist Jacobs dagegen auf die Zerstörung durch Lochfraß hin. Selbstverständlich kann aber diese Zerstörung bei Stahlrohren durch geeignete Schutzüberzüge gehemmt werden. Jacobs zieht aber die Verwendung von Gußrohren mit entsprechender Einhüllung in Böden vor. Er betont zum Schluß des Berichtes, daß für die weitere Verfolgung der Korrosion von Eisenwerkstoffen in Böden die Frage der Bodenart von wesentlicher Bedeutung ist, ein Hinweis, dem nur beizupflichten ist. Er hält eine allgemeine Einteilung der Böden nach deren Angriffslustigkeit für unmöglich; es sei nur wichtig, zu klären, ob Böden aus chemischen oder biochemischen Gründen gefährlich sein können.

Franz Eisenstecken.

[1]) Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 231/32.
[2]) Water 18 (1934) S. 191.

[1]) Water 18 (1934) S. 147.
[2]) Technisch Gemeenteblad, Februar 1936.
[3]) Vom Wasser 7 (1933) S. 122.

Alte Kirchtürme aus Rennschlackensteinen.

Es dürfte wenig bekannt sein, daß in der Lüneburger Heide Kirchtürme stehen, die aus Rennschlackensteinen gebaut sind. Auch gibt es dort zahlreiche Bauernhäuser und Ställe, deren Fachwerk mit solchen Steinen ausgesetzt ist. Als Beispiele seien die Kirchtürme in Bothfeld *(s. Abb. 1)*, Bissendorf und Mandelsloh sowie Bauernhäuser in Buchholz und besonders in Isernhagen genannt.

Der Name Isernhagen erinnert daran, daß hier alte Eisenverhüttungsstätten bestanden haben, von denen aber nur der Name übriggeblieben ist. Auch die Ortseingesessenen wissen, daß die von ihnen verwendeten Steine mit Eisen etwas zu tun haben, sie bezeichnen sie als Steine aus dem Sohlstein, der hier überall als Raseneisenstein oder Sumpferz vorkommt und von Ostpreußen her durch die ganze Norddeutsche Tiefebene bis nach Holland streicht. Diese Meinung ist falsch. Wenn man den Sohlstein betrachtet, der beispielsweise bei den Pflanzarbeiten in der Eilenriede, dem hannoverschen Stadtpark, überall zutage tritt, so wird sofort klar, daß dieser Stein als Baustein unverwendbar ist.

Abbildung 1. Dorfkirche Bothfeld, Kreis Burgdorf.

Bei den armen Eisenerzen und infolge des Umstandes, daß mehr als die Hälfte des Eisengehaltes beim Rennfeuerbetriebe verschlackt wurde, gab es eine ungeheure Schlackenmenge, die etwa das Achtfache des erzeugten Eisens betrug. Wenn man diese zähflüssige dunkle Schlacke in Gruben, die mit Steinplatten ausgelegt waren, einfließen ließ und nötigenfalls noch durch Stampfen nachhalf, so erhielt man baugerechte Steine als wertvolles Nebenerzeugnis und brauchte für die Schlackenabfuhr nicht zu sorgen. Gegossene Schlackensteine kennt man auch im Oberharz, wo es sich um Bleischlacken handelt; weiter bekannt sind die Mansfeldischen Kupferschlackensteine und außerdem Kupolofenschlackensteine, die Verfasser in Primkenau in Schlesien kennengelernt hat.

Die chemische Untersuchung einer Probe, die dem Kirchturm in Bothfeld entnommen war, hatte folgendes Ergebnis:

SiO_2	Fe_2O_3[1])	Al_2O_3	MnO	CaO	MgO	S	P_2O_5	Glühverlust
37,1	35,7	2,71	2,00	1,50	0,43	0,03	3,51	15,10 %

Bemerkenswert ist der geringe Eisengehalt und der hohe Glühverlust.

Der niedrige Eisengehalt der Schlacke ist nur dadurch zu erklären, daß es sich um sehr arme und wasserreiche Erze gehandelt haben muß, die hier verhüttet worden sind. Der Eisengehalt im Erz und in der Schlacke stimmt nahezu überein. Wenn man sich die Vorgänge im Stückofen vorstellt und dabei ein Eisenerz mit 25 % Fe i. Tr. (entsprechend 36 % Fe_2O_3) annimmt und berücksichtigt, daß von dem Eisen 33 % in Gestalt von Schweißeisen ausgebracht werden, so ergibt sich folgendes Bild: 100 kg Eisenerz liefern 8,3 kg Schweißeisen. Der Rest des Eisens = 16,7 kg wird in Gestalt von 21,4 kg FeO verschlackt. Es entstehen aus 100 kg Erz 65,4 kg Schlacke (das ist die achtfache Menge des Eisens) mit einem Eisengehalt von etwa 25 %, ein Gehalt, der mit dem obigen Ergebnis der chemischen Untersuchung übereinstimmt. Daß so viel Eisen verschlackt wird, kann bei dem hohen Kieselsäuregehalt des Erzes nicht wundernehmen. Der hohe Glühverlust ist nur dadurch zu erklären, daß Holzkohlenstücke in die Schlacken geraten sind.

Wie schon oben bemerkt, ist die Meinung, die alten Kirchtürme seien aus Eisenerz erbaut worden, nicht richtig. Außer dem bereits genannten Einwand gegen diese Meinung seien noch folgende Gründe für die Deutung als Schlackensteine angeführt: Man erkennt deutlich den Schlackenfluß, und man hat bei allen neueren Kirchturmbauten solche Steine nicht mehr verwandt. Sie standen nicht mehr zur Verfügung, nachdem die Rennfeuer und Stücköfen verschwunden waren; die Eisenerze dagegen waren noch vorhanden und hätten Bausteine liefern können, wenn diese brauchbar gewesen wären.

Die obengenannten Kirchtürme sind sehr alt und stellen geschichtliche Denkmäler dar. Sie werden sicherlich infolge der Festigkeit der Rennschlackensteine noch manches Jahrhundert überdauern.

Dr.-Ing. e. h. Bernhard Osann.

[1]) Entsprechend 32,0 % FeO und 25,0 % Fe.

Aus Fachvereinen.

Verein deutscher Chemiker.

In den Tagen vom 7. bis 11. Juli 1936 beging der Verein deutscher Chemiker unter dem Vorsitz von Professor Dr. P. Duden, Frankfurt a. M., in München im Rahmen des Reichstreffens der deutschen Chemiker seine 49. Hauptversammlung. Bei dieser Gelegenheit wurde Professor Hans von Euler-Chelpin, Stockholm, zum Ehrenmitglied des Vereins ernannt. Professor Dr.-Ing. G. Hüttig, Prag, wurde mit der Liebig-Denkmünze ausgezeichnet, während Dr. habil. R. Tschesche, Göttingen, den in diesem Jahre zum ersten Male verliehenen Carl-Duisberg-Gedächtnispreis erhielt.

Von den vielen Vorträgen, die in den allgemeinen und in den Fachgruppensitzungen gehalten wurden, sei nachstehend über diejenigen berichtet, die auch für Eisenhüttenleute Bedeutung haben.

In der allgemeinen Sitzung sprach Ministerialrat Dr. Knipfer vom Reichsluftfahrtministerium über

Luftschutz als wissenschaftliches Problem.

Der Luftschutz selbst ist kein Problem mehr, er ist ein wichtiger Teil der Landesverteidigung. Wohl aber bietet er in seinen Einzelzweigen noch eine Fülle von wissenschaftlichen Aufgaben. So wenig es eine Luftschutz-Wissenschaft schlechthin gibt, so wenig gibt es auch eine Luftschutz-Chemie. Jeder Chemiker muß sich als Luftschutzchemiker fühlen. Ein Gebiet, das die größte Beachtung des Chemikers verdient, ist das der Kampfstofferkennung. Die Chemiker müssen hier ein Rüstzeug schaffen, durch das die Gasspürer, die ja fast stets Nichtchemiker sein werden, in die Lage versetzt werden, chemische Kampfstoffe, die überdies meist nicht rein vorliegen werden, schnell und mit einfachen Mitteln festzustellen. Das Erkennungsmittel muß empfindlich sein und darf nach Möglichkeit keine Täuschungen zulassen.

Bei der Frage der Entgiftung sind neben organisatorischen Aufgaben auch noch eine Reihe von technisch-chemischen Fragen weiterer Bearbeitung bedürftig. Genannt seien die Ueberwindung der Schwierigkeiten, die der Lagerung von technischem Chlorkalk entgegenstehen, und die Forderung der Entwicklung neuer Entgiftungsmöglichkeiten. Daß die Frage des persönlichen Gasschutzes, der verhältnismäßig weit vorgeschritten ist, auch fernerhin mit größter Aufmerksamkeit behandelt werden muß, ist selbstverständlich. Auch der Sammelschutz bietet noch reichlich Stoff für den Wissenschafter, z. B. das Studium der Luftverhältnisse in dicht belegten Räumen und die Verhinderung der Luftverschlechterung bzw. Regenerierung verbrauchter Luft. Ob künstliche Nebel ein brauchbares Mittel für den Luftschutz der Zivilbevölkerung sind, erscheint vorläufig noch zweifelhaft. Immerhin muß auch diese Frage weiter geprüft werden, sowohl hinsichtlich der Bereitstellung heimischer Rohstoffe, als auch der Schnelligkeit der Erzeugung unschädlicher Nebel. Von besonderer Wichtigkeit ist auch die Herabsetzung der Brandgefahr durch Schwerentflammbarmachen und Verwendung schwer brennbarer oder nicht brennbarer Baustoffe bei Neubauten.

R. Schenck, Marburg, behandelte:

Die Kontaktfrage ein Gleichgewichtsproblem?

Kontaktmassen sind Beschleuniger und Lenker chemischer Reaktionen. Man sieht in ihnen meist Ueberträger bestimmter Reaktionsteilnehmer, die aber nur locker haften dürfen. Am besten geeignet für die Uebertragung sind nahe umkehrbare Systeme. Reine feste Stoffe sind selten verwendbar.

Häufig bedarf es einer besonderen Vorbereitung des Ueberträgers, durch die seine Affinitätsverhältnisse zu dem zu übertragenden Stoff entweder eine Verstärkung oder eine Schwächung erfahren. Zahlreiche Erfahrungsunterlagen liegen vor; es fehlt aber an Gesichtspunkten, den bestgeeigneten Katalysator theoretisch vorauszusagen.

Unter den Grundlagen der Affinitätsbeeinflussung sind die wichtigsten die Feinverteilung des Stoffes mit einer starken Vergrößerung der Oberfläche, bei der nicht nur die Reaktionsgelegenheiten vergrößert, sondern auch die Affinitätsverhältnisse nach der günstigen Richtung verschoben werden, und die Beeinflussung durch einen oder mehrere Zusatzstoffe (Mehrstoffkontakte),

deren Wirksamkeit auf der Verbindungsbildung des Ueberträgerstoffes mit dem Zusatz beruht, wobei die Affinität sich ändert.

Weiter werden erörtert die Reaktionsarten, die sich für die Uebertragung besonders gut eignen, solche, bei denen eine Stoffart aus dem Gasraum übertragen wird, und andere, bei denen der Kontakt gleichzeitig zwei aufnimmt und unter Regeneration des ursprünglichen Bodenkörpers als Gasverbindung abgibt. Die Vorgänge letzterer Art haben eine große Aehnlichkeit mit den hüttenmännischen Röst- und Frischreaktionen, bei denen zwei Verbindungen desselben Metalles unter Rückbildung des Metalles und Abgabe eines Gases reagieren.

In der Fachgruppe für analytische Chemie sprach A. Schleicher, Aachen, über

Die analytisch nutzbare Leistung chemischer Reaktionen.

Die neuzeitlichen mikroanalytischen Verfahren entsprechen der Forderung nach der analytischen Leistung der Reaktionen nur zum Teil. Mit der Bestimmung der Erfassungsgrenze, der Grenzkonzentration und des Grenzverhältnisses wird keine Aussage über die Leistung, als vielmehr über die Empfindlichkeit gemacht. Erst wenn man sie in der Weise zum Ausdruck bringt, wie es bei quantitativen Bestimmungen geschieht, wird man der Forderung entsprechen. Dazu aber ist es notwendig, den Verlauf der Mikroreaktionen in derselben Weise zu verfolgen, wie dies z. B. bei Titrationen durch den Verfolg der Aenderung der Konzentration mit der zugesetzten Reagenzmenge geschieht.

Es läßt sich nun zeigen, daß man bei Verwendung der Leistungsfaktoren, der Kapazität und Intensität, die analytische Leistung durch die Grammanreicherung ausdrücken kann, ein Produkt, das aus der erfaßten Menge in Gramm und dem Logarithmus der Anreicherung besteht. Die Größe dieses Produktes läßt sich auch dann angeben, wenn die zu erfassende Menge sehr klein ist und nicht nur ein einzelner Bestandteil, sondern mehrere von dem analytischen Vorgang erfaßt werden.

Zwischen den durch chemisch-stöchiometrische Verfahren gefundenen Leistungen der quantitativen Analyse und den auf chemischen oder physikalischen Vorgängen fußenden qualitativen Leistungen besteht alsdann kein grundsätzlicher Unterschied mehr, nur ist die Genauigkeit der ersteren auf den Atomgewichten, der letzteren auf der Allgegenwartskonzentration aufgebaut. Es muß also gefordert werden, daß bei allen qualitativen Reaktionen nicht nur diejenigen Elemente angegeben werden, welche gefunden wurden, sondern auch diejenigen, auf welche ohne Erfolg geprüft wurde, d. h. es muß die Konzentrationsstufe genannt werden, bis zu der die Prüfung im einzelnen durchgeführt wurde.

W. Schuhknecht, Leipzig, machte Ausführungen über

Die spektralanalytische Bestimmung des Kaliums.

Bei der zur Zeit üblichen Arbeitsweise zur spektroskopischen Bestimmung von Kalium wird die Untersuchungslösung fein verstäubt und einer Flamme zugeführt. Durch spektrale Zerlegung des von der Flamme emittierten Lichtes erhält man das Spektrum der Probe; die Messung der Schwärzung der Kaliumlinien in dem auf einer Photoplatte aufgenommenen Spektrogramm ergibt den Kaliumgehalt. Die Einschaltung der Photoplatte mit allen Fehlern der notwendigen photographischen Vorgänge verlangsamt und verteuert das Verfahren; außerdem setzt die Anwendung der Photoplatte eine sorgfältige Berücksichtigung der Schwärzungsgesetze voraus. Der Vortragende hat daher die photographische Aufnahme durch eine unmittelbare lichtelektrische Messung ersetzt und durch einige apparative Aenderungen wesentlich vereinfacht. Die so vereinfachte Anordnung wurde zur Bestimmung sehr kleiner Kaliumgehalte mit Erfolg verwendet.

U. Ehrhardt, Bitterfeld, sprach über

Das Triodometer zur Ausführung elektrometrischer Maßanalysen.

Das Gerät, eine Elektronenröhrenvorrichtung zur Ausführung elektrometrischer Maßanalysen, kommt in zwei Bauarten in den Handel, von denen die eine nur die Ausführung von Potentialmessungen, die andere außerdem die Bestimmung von Leitfähigkeiten und Dielektrizitätskonstanten gestattet. Als Stromquelle dient ausschließlich das Lichtnetz (Wechselstrom). Durch sorgfältige Auswahl der Bauelemente wurde eine hervorragende Nullpunktskonstanz erreicht.

Die Potentialmessung geschieht nach dem Grundsatz des Röhrenvoltmeters, indem die zu messende Spannung an Heizfaden und Gitter der Röhre gelegt und die Aenderung des Anodenstromes gemessen wird. Potentiometrische Titrationen können in dieser Weise visuell durchgeführt werden.

Bei der Bestimmung des p_H-Wertes erfolgt die Eichung entweder mittels Standardlösungen durch Messung des Ausschlages oder durch Vergleich mit bekannten Potentialen nach einem Nullpunktsverfahren. Für die Ausführung von Leitfähigkeitsbestimmungen wird der erforderliche Wechselstrom mit Hilfe einer Elektronenröhre in Generatorschaltung erzeugt. Die gleiche Röhre dient dazu, das Wechselstrompotential zu messen. Bei einer derartigen Anordnung können konduktometrische Verfahren ebenfalls visuell durchgeführt werden, da die Umschlagspunkte durch das veränderte Verhalten des Zeigers am Meßgerät leicht zu erkennen sind. Die Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit erfolgt, indem man den Analysenstoff in Leitfähigkeitsgefäße bekannter Widerstandskapazität füllt und deren Widerstand durch Vergleich mit bekannten Widerständen ermittelt. Die Analyse binärer Stoffgemische mit Hilfe der Dielektrizitätskonstante erfolgt nach ganz ähnlichen Grundsätzen wie die Bestimmung der Leitfähigkeit.

Die Fachgruppe für anorganische Chemie behandelte als Hauptthema die Reaktionen im festen Zustande. Hierzu erstattete W. Jander, Frankfurt a. M., einen Bericht:

Der Verlauf von Reaktionen im festen Zustande.

Der Vortragende setzte die physikalisch-chemischen Grundlagen der Reaktionen im festen Zustande auseinander und zeigte, daß für die Reaktionsgeschwindigkeiten nach Ausbildung der ersten Reaktionshaut die Diffusionsgeschwindigkeiten maßgebend sind, und daß außer dem Temperaturbeiwert der Reaktionsgeschwindigkeit die Ablösearbeit berechnet werden kann. Reaktionen im festen Zustande verlaufen häufig anders und in anderer Richtung als in wäßrigen Lösungen. Besonders bemerkenswert ist hier der Säureplatzwechsel; denn dieser geht so vor sich, daß das Säureanhydrid von dem einen Basenoxyd zu dem anderen hinüberspringt, wie durch eine größere Anzahl von Tatsachen bewiesen werden kann. Präparativ ist von Wichtigkeit, daß nicht nur die Reaktionsrichtung und die Reaktionsart, sondern auch das Reaktionsprodukt bei einer Umsetzung im festen Zustande anders ist als in wäßrigen Lösungen. So kann der Fall eintreten, daß zur Darstellung einer Verbindung die Reaktion im festen Zustande der einzig mögliche Weg ist. Schließlich werden Reaktionen behandelt, bei denen aus zwei Bestandteilen nicht nur eine, sondern zwei oder mehrere Verbindungen entstehen.

G. Masing, Berlin, behandelte

Reaktionen in festen Metallen und ihre technischen Effekte.

Es werden nur die Reaktionen betrachtet, bei denen der Ausgangszustand ein homogener Mischkristall ist. Im Gleichgewicht vollzieht sich eine Umwandlung eines Kristalls β in einen Kristall α unter Konzentrationsänderungen, die durch Diffusion ausgeglichen werden. Die Keimbildung in der Nähe des Gleichgewichtes erfolgt aber ohne Konzentrationsänderung, weil für eine solche ein Anstoß fehlt. Eine Voraussetzung für eine solche Keimbildung sind thermische Konzentrationsschwankungen des Mischkristalls. Die Temperatur, bei der eine solche Keimbildung möglich wird, braucht nicht mit den Gleichgewichtstemperaturen des Umwandlungsbereiches zusammenzufallen. Demnach sind die Keime bei der Ausscheidung eines reinen Bestandteiles aus einer Lösung wahrscheinlich instabil und enthalten eine gewisse Menge des Lösungsmittels. Ihre Bedeutung in der Legierungskunde wird erläutert an der Ausscheidung des Ferrits aus stark unterkühltem Austenit und an Umwandlungen im System Platin—Eisen.

Die Orientierung des Keimes steht in einer gesetzmäßigen Beziehung zur Orientierung des Ausgangskristalles. Hieraus ergibt sich oft die Möglichkeit, die Zwischenzustände während der Keimbildung anzugeben. Im Fall des Martensits sind sie verwirklicht worden. Der Fortgang der Umwandlung läßt sich im Falle eines eutektoidischen Zerfalles leicht verstehen und beschreiben. Die eine der sich bildenden Kristallarten ist die führende, die andere folgt. Bei der Ausscheidung einer Kristallart aus einem übersättigten Mischkristall ist eine stetige Konzentrationsänderung des Mutterkristalls zu erwarten. Bei Ausscheidungen in großer Entfernung vom Gleichgewicht kann die Keimbildung bereits mit Konzentrationsänderungen verknüpft sein.

Von Umwandlungen, die ohne jeden Platzwechsel erfolgen, ist die Martensitumwandlung besonders gut untersucht. Sie erfolgt immer nach einer Unterkühlung, dann plötzlich, umfaßt aber nicht das ganze Metall. Sie verläuft athermisch. Sie zeigt eine echte, d. h. von der Abkühlungsgeschwindigkeit unabhängige Hysteresis, die vielleicht durch die mit der Umwandlung verbundenen mechanischen Spannungen erklärt werden kann.

Die technischen Wirkungen der Reaktionen im festen Zustande sind nur in ihren höchstdispersen Anfängen bedeutungsvoll. Die Erhöhung der Härte weist darauf hin, daß der Beginn der Gleitung über eine größere Anzahl von Atomen zugleich

erfolgt. Die Härtung bedeutet eine Erschwerung der Gleitung. Die Erhöhung der Koerzitivkraft ist wahrscheinlich auf Spannungen zurückzuführen und kann sehr erheblich sein. Die Widerstandserhöhung ist theoretisch noch wenig geklärt.

Gleichzeitig mit der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker tagte die Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen. W. Hessenbruch, Hanau, sprach hier über

Auswahl der Werkstoffe für elektrische Wärmeerzeugung in der chemischen Industrie.

Die Seele des elektrischen Widerstandsofens ist der Heizleiter. Die Auswahl des Werkstoffes für diesen Heizleiter ist daher von größter Bedeutung, insbesondere dort, wo in der chemischen Industrie besondere Bedingungen hinsichtlich Atmosphäre und der übrigen Umgebung der Heizleiter vorliegen. Die wichtigsten metallischen und nichtmetallischen Heizleiterwerkstoffe werden hinsichtlich ihrer kennzeichnenden Eigenschaften, das ist spezifischer Widerstand, Warmfestigkeit, Oberflächenbelastung, höchste Gebrauchstemperatur, besprochen. Die metallischen Heizleiter gliedern sich in folgende Gruppen: Legierungen, deren spezifischer Widerstand verhältnismäßig klein und deren Temperaturbeiwert gering ist (Nickelin, Konstantan); Legierungen mit mittelhohem spezifischen Widerstand bei Zimmertemperatur und verhältnismäßig großem Temperaturbeiwert (Chromstähle, Chrom-Nickel-Stähle, niedriglegierte Chrom-Aluminium-Stähle); Legierungen mit hohem spezifischen Widerstand und mäßigem Temperaturbeiwert (Chrom-Nickel-Legierungen); Legierungen mit besonders hohem elektrischen Widerstand und sehr kleinem Temperaturbeiwert (hochlegierte Chrom-Aluminium-Stähle).

Anschließend werden einige bemerkenswerte Fälle der Korrosion von Heizleitern unter besonderen Bedingungen besprochen, z. B. der Angriff von Schwefel und Kohlenstoff, der Angriff von Chlor, Chloriden, bzw. Fluoriden, die Einwirkung von Emaillen und Silikaten, sowie die Aufnahme von Stickstoff durch die hochlegierten Chrom-Aluminium-Stähle.

H. O. Meyer, Berlin, berichtete über

Elektrisches Regeln der Temperatur.

Fast alle chemischen Vorgänge erfordern die Innehaltung bestimmter, festgelegter Temperaturen, um einen günstigen Ablauf zu gewährleisten. Die Temperaturgleichhaltung kann in manchen Fällen in einfacher Weise von Hand vorgenommen werden, meist wird man jedoch zur selbsttätigen Reglung schreiten müssen. Mit elektrischer Hilfskraft arbeitende Regler haben sich in der letzten Zeit in allen Industriezweigen in weitestem Umfang Eingang verschaffen können, da diese Art der Reglung eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich bringt.

Die Auswahl unter den verschiedenen auf dem Markt befindlichen Reglerarten muß unter Berücksichtigung der gestellten Aufgabe erfolgen. Grundsätzlich lassen sich zwei Regelverfahren unterscheiden: die Auf-Zu-Reglung und die stetige Reglung. Bei der Auf-Zu-Reglung wird entsprechend der Temperaturhöhe die Energiezufuhr ganz freigegeben oder ganz abgesperrt, während bei der stetigen Reglung die Menge des Heiz- oder Kühlmittels dauernd feinstufig, entsprechend der Temperatur, verstellt wird. Die Auf-Zu-Reglung ist die einfachere, sie kommt für alle die Fälle in Frage, wo die zu regelnde Anlage eine größere Masse besitzt und eine Strömung nicht stattfindet.

Regler und Steuervorrichtungen für Auf-Zu-Reglung und für stetige Reglung sind grundsätzlich verschieden voneinander. Für Auf-Zu-Reglung kommen Ausdehnungsregler oder aber Regler mit elektrischem Meßsystem mit einem oder mehreren Quecksilberschaltern in Frage, für stetige Reglung Regler mit Impulskontakten, etwa der Kompensationsregler. Um bei der stetigen Reglung Pendelungen zu verhüten, ist es durchweg erforderlich, mit Rückführung zu arbeiten. Die Rückführung sorgt außerdem dafür, daß bei größeren Abweichungen in der Temperatur die betreffende Anlage ohne Ueberreglung gleichmäßig auf den Sollwert zustrebt. Steuervorrichtungen für Auf-Zu-Reglung können mit Elektromagnet-Antrieb ausgerüstet werden, während für stetige Reglung Ventile oder Drosselklappen mit Motorantrieb in Frage kommen.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen[1]).

(Patentblatt Nr. 31 vom 30. Juli 1936.)

Kl. 10 a, Gr. 19/01, St 51 686. Einseitig beheizter Koksofen mit Einrichtungen zur Innenabsaugung der Destillationsgase. Carl Still, G. m. b. H., Recklinghausen.

Kl. 18 a, Gr. 4/01, D 70 931. Schlagpanzer für Schachtöfen, insbesondere Hochöfen. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 b, Gr. 14/02, S 118 590. Brenner für heißgehende metallurgische Oefen. Société Anonyme d'Escaut & Meuse, Anzin (Frankreich).

Kl. 18 c, Gr. 8/55, H 137 946. Verfahren zur Behandlung von Eisen-Silizium-Legierungen. Hoesch-KölnNeuessen A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Dortmund.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, F 77 873. Nitrierstahl. Thos. Firth & John Brown Limited, Sheffield (England).

Kl. 24 c, Gr. 6, Sch 116.30. Gasbeheizter Regenerativgleichstromofen. Dipl.-Ing. Edmund Schnabel, Berlin.

Kl. 31 c, Gr. 18/01, J 50 355 und J 52 586. Auskleidungsmasse für Schleudergußkokillen. International de Lavaud Manufacturing Corporation Limited, Jersey City (V. St. A.).

Kl. 31 c, Gr. 27/02, St 53 269. Verfahren zum Herstellen von den oberen Teil eines Bodenausgußkanals von Gießpfannen einkleidenden Ringen aus Magnesit. Stalturbine, G. m. b. H., Berlin.

Kl. 40 d, Gr. 1/65, N 36 033. Verfahren zur Herstellung eines ferromagnetischen Werkstoffes mit geringem Hysteresisverlust. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holland).

Kl. 80 b, Gr. 8/15, F 78 010. Verfahren zur Herstellung einer aufstampfbaren Auskleidungsmasse für Industrieöfen. „Feuerfest" Steinstoff, G. m. b. H., Berlin.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 31 vom 30. Juli 1936.)

Kl. 31 c, Nr. 1 379 960. Befestigung von Kupferplatten an wassergekühlten Kokillen. Dipl.-Ing. Alexander Luschenowsky, Berlin W 57.

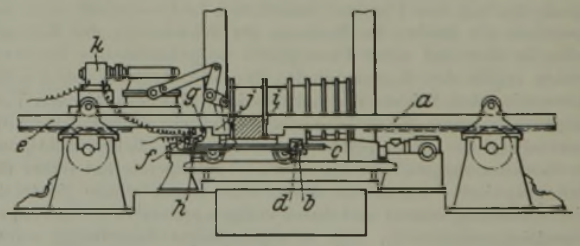
Kl. 31 c, Nr. 1 379 961. Gießmaschine. Dipl.-Ing. Alexander Luschenowsky, Berlin W 57.

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

Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 25, Nr. 628 603, vom 5. Mai 1934; ausgegeben am 7. April 1936. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Kant- und Verschiebevorrichtung für das Walzgut bei Walzwerken.*

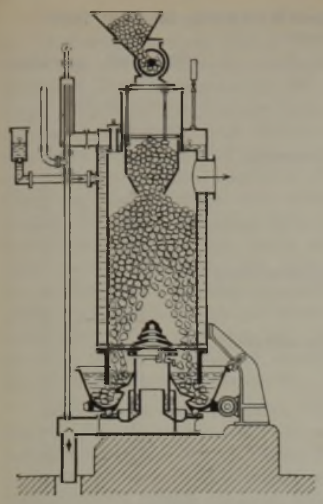
An der Schubstange a ist in dem Auge b eine Steuerstange c verschiebbar gelagert, die mit der Mutter d festgestellt wird. An der Schubstange e ist ein Kontakt f und ein Kontakthebel g angeordnet, dessen freier Schenkel h in die Bewegungsbahn der



Stange c hineinragt. In der dargestellten Lage ist die Stange so eingestellt und ihre wirksame Länge so bemessen, daß der Hebel g geschwenkt wird, wenn der Block sich vor dem ersten Kaliber befindet und beide Richt- und Führungsleisten i und j ihn berühren. In diesem Augenblick wird die in den Stromkreis des Antriebsmotors k eingeschaltete Kontakteinrichtung, nämlich Kontakt f und Hebel g, unterbrochen, wodurch eine Beschädigung der Antriebsmittel vermieden wird. Dieser Stromkreis wird erst wieder geschlossen, wenn die Schubstange den Block freigegeben hat. Als Sicherheitsvorrichtung kann auch ein Zwischenglied im Antrieb der Kanthaken (z. B. die Kurbelstange) dienen, die nachgiebig ausgebildet wird und eine in den Stromkreis des Antriebsmotors der Kantvorrichtung eingeschaltete Kontaktvorrichtung beeinflußt.

Kl. 10 a, Gr. 19_{01}, Nr. 629 098, vom 8. Oktober 1933; ausgegeben am 22. April 1936. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., in Bochum. *Verfahren zum Herstellen eines leicht verbrennlichen Kokses.*

Die verkokbare Feinkohle erhält einen Zusatz von Halbkoks in einer Menge über 15 % und wird bei einer Höchsttemperatur von etwa 700° verkokt, wobei die Destillationsgase nur aus dem Innern des Kammerinhaltes abgesaugt werden.

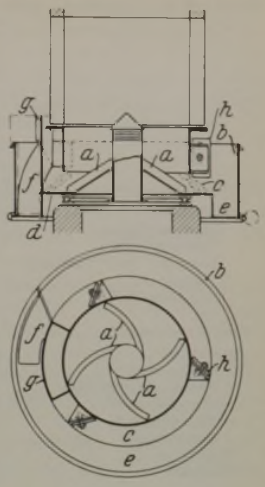


Kl. 24 e, Gr. 11_{03}, Nr. 628 857, vom 9. Oktober 1932; ausgegeben am 17. April 1936. Humboldt-Deutzmotoren, A.-G., in Köln-Deutz. *Drehrostgaserzeuger mit drehbarer Aschenschüssel.*

Die als steifer eiserner Hohlkörper ausgebildete Fundamentplatte trägt auf Kugeln oder Rollen die Aschenschüssel und hat einen Stutzen für das Ansaugen der Vergasungsluft sowie eine zweite Oeffnung zum Weiterführen der Luft in den Drehrost oberhalb der Aschenschüssel. Der Ansaugestutzen hat ein Saugrohr, das in oder über der Reinigergrube für das Waschwasser der Gasreinigung mündet.

Kl. 24 e, Gr. 11_{03}, Nr. 628 902, vom 21. Juli 1933; ausgegeben am 18. April 1936. Dr.-Ing. Karl Koller in Budapest. *Drehrostgaserzeuger mit einer drehbaren wassergefüllten Aschenschüssel.*

Die Schlacke wird durch die Fräsermesser a der Aschenschüssel b in den Verdrängungsraum c geschafft und fällt durch ihre eigene Schwere über die Außenkante des waagerechten ringförmigen Teils d in den ringkanalförmigen Sammelraum e hinunter; aus diesem hebt sie die Schaufel f aus, wobei eine entlang der Aushebeschaufel f geführte Scheidewand g das Zurückfallen der Schlacke in den Raum c verhindert. Die Menge der ausgetragenen Schlacke wird durch die Höheneinstellung der Abstreifer h geregelt.



Statistisches.

Der Außenhandel Deutschlands in Erzeugnissen der Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie im Juni 1936.

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Positions-Nummern der „Monatlichen Nachweise über den auswärtigen Handel Deutschlands" an.	Einfuhr		Ausfuhr	
	Juni 1936 t	Januar bis Juni 1936 t	Juni 1936 t	Januar bis Juni 1936 t
Steinkohlen, Anthrazit, unbearbeitete Kennelkohle (238 a)	343 008	2 188 916	2 411 333	13 569 287
Koks (238 d)	73 295	351 530	572 066	3 297 740
Steinkohlenpreßkohlen (238 e)	4 884	42 572	83 189	476 156
Braunkohlenpreßkohlen (238 f)	6 695	35 052	104 027	532 456
Eisenerze (237 e)	1 632 193	9 611 842	779	2 230
Manganerze (237 h)	19 791	87 613	63	575
Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit), Markasit und andere Schwefelerze (237 l)	129 922	602 244	2 537	14 212
Eisen- oder manganhaltige Gasreinigungsmasse; Schlacken, Kiesabbrände (237 r)	225 203	904 175	21 377	108 485
Brucheisen, Alteisen, Eisenfeilspäne, Stabstahl-Enden (842/43)[1]	30 277	179 113	7 412	39 371
Roheisen (777 a)[1]	3 732	65 941	22 845	125 843
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von 25 % oder weniger; Ferromangan mit einem Mangangehalt von 50 % oder weniger; Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungsmetall von weniger als 20 %; Ferroaluminium, -nickel und andere nicht schmiedbare Eisenlegierungen, vorherrschend Eisen enthaltend (777 b)[1]	108	523	523	2 112
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von mehr als 25 %; Silizium; Kalziumsilizium (317 O)	1 771	12 952	—	19
Ferromangan mit einem Mangangehalt von mehr als 50 % (869 B 1)	35	569	1 285	8 115
Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungsmetall von 20 % oder darüber (869 B 2)	597	2 412	374	3 019
Halbzeug (784)	6 936	22 587	17 104	88 873
Eisen- und Straßenbahnschienen (796 a)	}		27 752	96 098
Eisenbahnschwellen (796 b)	1 291	4 645	9 910	20 458
Eisenbahnlaschen, -unterlagsplatten (796 c)	}		1 096	6 308
Eisenbahn-Oberbaubefestigungsteile (820 a)	—	—	1 022	4 394
Träger mit einer Steghöhe von 80 mm und darüber (785 A 1)	10 606	52 570	9 885	63 229
Stabstahl; anderer Formstahl, nichtgeformter Stabstahl (785 A 2)	15 872	67 749	39 335	332 281
Bandstahl (785 B)	1 753	7 882	9 862	74 652
Grobbleche, 4,76 mm und mehr (786 a)	33	197	9 958	96 694
Bleche, 1 mm bis unter 4,76 mm (786 b)	190	1 976	11 010	68 300
Bleche, bis 1 mm einschließlich (786 c)	2 254	9 035	7 845	41 480
Bleche, verzinnt (Weißblech) (788 a)	532	2 845	8 329	59 982
Bleche, verzinkt (788 b)	147	1 084	2 342	14 320
Bleche, abgeschliffen und mit anderen unedlen Metallen überzogen (787, 788 c)	74	330	75	305
Well-, Riffel- und Warzenbleche (789 a, b)	40	340	1 600	8 693
Bleche, gepreßt, gebuckelt, geflanscht usw. (790)	2	16	505	1 792
Draht, warm gewalzt oder geschmiedet, roh (791)	595	2 946	2 867	17 217
Schlangenröhren, Röhrenformstücke, gewalzt oder gezogen (793)	6	18	233	1 469
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, roh (794)	289	1 663	11 373	46 424
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, bearbeitet (795)	31	245	23 974	126 996
Eisenbahnachsen, -radeisen, -räder, -radsätze (797)	192	337	4 261	25 077
Guß- und Schmiedestücke (798 a bis e)	338	1 843	6 442	26 283
Walzwerkserzeugnisse zusammen (784 bis 791, 793 bis 798 e, 820 a)	41 181	178 308	206 780	1 221 325
Draht, kalt gewalzt oder gezogen, nicht weiterbearbeitet (792 a)	199	776	5 021	33 550
Draht, kalt gewalzt oder gezogen, weiterbearbeitet (792 b)	224	1 108	5 879	40 145
Stacheldraht (825 b)	12	20	3 100	23 711
Drahtstifte (826 a)	—	—	2 082	16 942
Brücken, -bestandteile und Eisenbauteile (800 a/b)	16	528	1 721	9 345
Andere Eisenwaren (799, 801 a bis 819, 820 b bis 825 a, 825 c bis g, 826 b bis 841 c)	892	5 632	33 623	213 401
Weiterbearbeitete Erzeugnisse zusammen (792 a, b, 799 a bis 819, 820 b bis 841 c)	1 343	8 064	51 426	337 094
Eisengießereierzeugnisse (778 a bis 783 h)	652	1 383	12 186	81 830
Eisen und Eisenwaren insgesamt, Abschnitt 17 A (777 a bis 843 d)	77 293	433 332	301 172	1 807 575
Maschinen (Abschnitt 18 A)	683	3 834	29 221	157 275
Elektrotechnische Erzeugnisse (Abschnitt 18 B)	262	1 420	7 334	39 429
Fahrzeuge (Abschnitt 18 C)	331	2 316	9 545	50 452

[1]) In Eisen und Eisenwaren (Abschnitt 17 A) enthalten.

Frankreichs Roheisen- und Flußstahlerzeugung im Juni 1936[1]).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai[2])	Juni
Hochöfen am 1. des Monats:						
im Feuer	81	82	83	83	84	85
außer Betrieb	129	128	127	127	126	126
insgesamt	210	210	210	210	210	211
			1000 metr. t			
Roheisenerzeugung	509	500	543	524	553	470
Darunter:						
Thomasroheisen	422	414	449	438	462	393
Gießereiroheisen	54	53	54	50	51	49
Bessemer- und Puddelroheisen	15	14	21	19	24	12
Sonstiges	18	19	19	17	17	16
Stahlerzeugung	561	538	575	571	609	505
Darunter:						
Thomasstahl	356	346	367	372	392	333
Siemens-Martin-Stahl	178	165	176	170	187	147
Bessemerstahl	4	4	4	3	3	3
Tiegelgußstahl	1	1	1	1	1	1
Elektrostahl	22	22	27	25	26	21
Rohblöcke	547	525	561	559	597	496
Stahlguß	14	13	14	12	12	9

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

Belgiens Bergwerks- und Eisenindustrie im Juni 1936.

	Mai 1936	Juni 1936
Kohlenförderung t	2 318 800	1 359 340
Kokserzeugung t	438 640	346 870
Brikettherstellung t	131 700	77 890
Hochöfen in Betrieb Ende des Monats	42	42
Erzeugung an:		
Roheisen t	271 012	174 284
Flußstahl t	250 200	148 579
Stahlguß t	5 307	3 483
Fertigerzeugnissen t	198 192	99 520
Schweißstahl-Fertigerzeugnissen t	3 478	1 880

Die Leistung der französischen Walzwerke im Juni 1936[1]).

	Mai 1936[2])	Juni 1936
	in 1000 t	
Halbzeug zum Verkauf	123	101
Fertigerzeugnisse aus Fluß- und Schweißstahl	399	342
davon:		
Radreifen	3	2
Schmiedestücke	5	3
Schienen	24	20
Schwellen	6	7
Laschen und Unterlagsplatten	2	3
Träger- und U-Stahl von 80 mm und mehr, Zores- und Spundwandstahl	29	34
Walzdraht	29	28
Gezogener Draht	14	12
Warmgewalzter Bandstahl und Röhrenstreifen	18	18
Halbzeug zur Röhrenherstellung	10	6
Röhren	16	13
Sonderstabstahl	11	8
Handelsstabstahl	129	109
Weißbleche	11	9
Bleche von 5 mm und mehr	23	16
Andere Bleche unter 5 mm	66	52
Universalstahl	3	2

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

Der Außenhandel der Schweiz im Jahre 1935[1]).

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1934 t	1935 t	1934 t	1935 t
Kohle	1 900 296	1 797 248	58	39
Braunkohle	382	484	1	—
Koks	742 829	811 602	515	128
Briketts	474 729	478 486	15	129
Eisenerz	40 388	43 640	18 960	5 894
Brucheisen, Alteisen, Späne usw.	9 620	10 285	78 877	67 115
Roheisen, Rohstahl	155 947	97 740	30	1
Ferrosilizium, -chrom usw.	1 681	1 671	772	658
Halbzeug	26 855	21 494	24	7
Stabstahl, Formstahl	96 175	73 980	688	488
Schienen, Schwellen, Laschen und sonstiges Eisenbahnzeug	31 088	19 400	56	588
Achsen, Radreifen	3 051	3 396	27	191
Bleche aller Art	89 602	81 123	54	59
Röhren und Röhrenteile	30 600	30 716	2 283	1 693
Draht	19 998	17 058	1 829	2 383
Drahtstifte	34	44	10	9
Thomasschlacke	107 101	128 081	11	53

[1]) Nach Comité des Forges de France, Bull. Nr. 4317 (1936).

Wirtschaftliche Rundschau.

Der deutsche Eisenmarkt im Juli 1936.

I. RHEINLAND-WESTFALEN. — In der Berichtszeit wies die deutsche Wirtschaft wiederum den verhältnismäßig hohen Beschäftigungsstand der Vormonate mit ziemlich gleichmäßigem Streben nach oben auf. Den fortschreitenden Konjunkturanstieg betont auch die Reichs-Kredit-Gesellschaft in ihrem Bericht über Deutschlands wirtschaftliche Entwicklung im ersten Halbjahr 1936, wenn sie ausführt, daß sich der seit drei Jahren anhaltende Aufstieg von Erzeugung und Beschäftigung in Deutschland im ersten Halbjahr 1936 in unveränderter Stärke fortgesetzt hat. Die Industrieerzeugung liegt nunmehr um rd. 90% über dem Krisentief vom Frühjahr 1932 und übertrifft mengenmäßig den bisher höchsten Stand der Jahre 1928/29. Alle Anzeichen deuten auf einen weiteren nachdrücklichen Einsatz aller in der Volkswirtschaft vorhandenen Produktivkräfte hin.

Bemerkenswert ist, daß die Abnahme der Erwerbslosenzahl in der Berichtszeit größer war als zur gleichen Zeit des Vorjahres, obwohl sie von einem nicht unerheblich niedrigeren Stand der Arbeitslosigkeit aus erfolgte als im Vorjahr. Im Juni dieses Jahres nahm die Arbeitslosenzahl von 1 491 235 um 176 504 auf 1 314 731 ab, im Vorjahr von 2 019 293 um 142 714 auf 1 876 579. Entsprechend dem Sinken der Arbeitslosenzahl haben im Juni auch die Unterstützungseinrichtungen abermals eine beträchtliche Entlastung erfahren. In der Arbeitslosenversicherung ging die Zahl der Hauptunterstützungsempfänger um 38 684 zurück, in der Krisenfürsorge wurden 59 510 Unterstützte weniger gezählt als im Vormonat. In der öffentlichen Fürsorge wurden rd. 215 000 Personen oder rd. 31 000 weniger als im Mai betreut. Die Notstandsarbeiten wurden planmäßig weiter eingeschränkt; Ende Juni waren noch 105 078 Notstandsarbeiter beschäftigt oder rd. 27 000 weniger als im Vormonat. Ueber Einzelheiten unterrichtet nachstehende Uebersicht. Es waren vorhanden:

	Arbeitsuchende	Unterstützungsempfänger aus der a) Versicherung	b) Krisenunterstützung	Summe von a und b
Ende Januar 1934	4 397 950	549 194	1 162 304	1 711 498
Ende Januar 1935	3 410 103	807 576	813 885	1 621 461
Ende Dezember 1935	2 836 291	659 997	[1])748 597	1 408 594
Ende Januar 1936	2 880 373	756 483	[2])780 035	1 536 518
Ende Februar 1936	2 863 109	755 362	[3])797 120	1 552 382
Ende März 1936	2 344 284	405 678	[4])727 664	1 133 322
Ende April 1936	2 117 803	283 478	[5])706 882	990 360
Ende Mai 1936	1 808 664	202 285	[6])640 138	842 423
Ende Juni 1936	1 593 386	163 601	[7])580 628	744 229

[1]) Einschließlich 19 329, [2]) 19 252, [3]) 19 335, [4]) 15 946, [5]) 16 455, [6]) 14 665, [7]) 12 650 Erwerbslosen-Unterstützungs-Empfänger im Saarlande.

Die Handelsbilanz

schließt im Juni mit einem Ausfuhrüberschuß von 11 Mill. *RM* gegenüber 35 Mill. *RM* im Vormonat ab. Im Juni des vergangenen Jahres war die Handelsbilanz ungefähr ausgeglichen. Wie nachstehende Uebersicht zeigt, hat die Einfuhr um 23 Mill. *RM* oder um fast 7% zugenommen.

	Deutschlands Gesamt-Wareneinfuhr	Gesamt-Warenausfuhr	Gesamt-Warenausfuhr-Ueberschuß
	(alles in Mill. *RM*)		
Monatsdurchschnitt 1931	560,8	799,9	+ 239,1
Monatsdurchschnitt 1932	388,3	478,3	+ 90,0
Monatsdurchschnitt 1933	350,3	405,9	+ 55,6
Monatsdurchschnitt 1934	370,9	347,2	— 23,7
Monatsdurchschnitt 1935	346,6	355,8	+ 9,2
Dezember 1935	373,0	415,6	+ 42,6
Januar 1936	364,1	381,8	+ 17,7
Februar 1936	333,8	373,5	+ 39,7
März 1936	355,6	378,9	+ 23,3
April 1936	360,6	365,5	+ 4,9
Mai 1936	337,4	372,1	+ 34,7
Juni 1936	360,1	370,9	+ 10,8

Diese Steigerung beruht überwiegend auf einer Erhöhung der Einfuhrmengen, zu einem Teil kommt in ihr aber auch eine Erhöhung des Einfuhrdurchschnittswerts zum Ausdruck. Die Zunahme der Gesamteinfuhr im Juni, die höchstens teilweise durch jahreszeitliche Gründe bedingt ist, entfällt in der Hauptsache auf Rohstoffe und Halbwaren. Die Rohstoffeinfuhr ist insgesamt um 8 Mill. *RM* gestiegen. Zugenommen hat vor allem der Bezug von Textilrohstoffen, Papierholz und Erzen. An der Erhöhung der Einfuhr von Halbwaren um etwas mehr als 10 Mill. *RM* waren vor allem Schnittholz, Nichteisenmetalle sowie Textilhalbwaren beteiligt. Auch die Einfuhr von Fertigwaren ist wieder etwas gestiegen. Im Bereich der Ernährungswirtschaft hat die Einfuhr wertmäßig ebenfalls etwas zugenommen; mengenmäßig ergibt sich jedoch ein leichter Rückgang, da der Einfuhrdurchschnittswert gestiegen ist. An der Steigerung der Einfuhr im Juni haben vorwiegend europäische Länder teilgenommen. Die Einfuhr aus Außereuropa war im ganzen nur wenig verändert.

Während in den Vorjahren von Mai zu Juni regelmäßig eine stärkere Abnahme der Ausfuhr eingetreten ist, hat sie sich im Juni d. J. kaum verringert. Da der Ausfuhrdurchschnittswert leicht gestiegen ist, war die Verminderung mengenmäßig zwar etwas größer, jedoch betrug sie auch dann nur 1%. Auch bei den einzelnen Gruppen sind von Mai zu Juni nur geringe Veränderungen eingetreten. Einer leichten Verminderung der Ausfuhr von Nahrungsmitteln und Fertigwaren steht eine geringe Erhöhung der Ausfuhr von Rohstoffen gegenüber. Gegenüber dem gleichen Monat des Vorjahres (318 Mill. *RM*) war die Gesamtausfuhr im Juni dieses Jahres um 53 Mill. *RM* höher.

Im ersten Halbjahr 1936 betrug die Einfuhr 2111 Mill. *RM*, die Ausfuhr 2243 Mill. *RM*. Die Handelsbilanz schließt also mit einem Ausfuhrüberschuß von 132 Mill. *RM* ab. Gegenüber dem ersten Halbjahr 1935, das noch eine Passivität von 163 Mill. *RM* aufwies, ergibt sich somit eine Verbesserung um fast 300 Mill. *RM*, die ganz überwiegend auf einer Steigerung der Ausfuhr beruht. Dem Wert nach ist die Gesamtausfuhr gegenüber dem ersten Halbjahr 1935 um 281 Mill. *RM*, d. h. 14%, gestiegen. Mengenmäßig betrug die Erhöhung in der gleichen Zeit sogar fast ein Fünftel, da der Ausfuhrdurchschnittswert um 4% gesunken ist. An der Erhöhung der Gesamtausfuhr waren alle Gruppen mit Ausnahme von Nahrungsmitteln und Rohstoffen beteiligt. Die Einfuhr war im ersten Halbjahr 1936 um 14 Mill. *RM*, d. h. nicht ganz 1%, geringer als in der gleichen Zeit des Vorjahres. Die Einfuhrmenge hat jedoch um 4% abgenommen, da der Einfuhrdurchschnittswert im Gegensatz zu dem Ausfuhrdurchschnittswert gestiegen ist. Im einzelnen war die Einfuhrentwicklung verschieden. Während die Einfuhr in der Hauptgruppe Gewerbliche Wirtschaft zurückgegangen ist, hat der Bezug von Nahrungsmitteln im ganzen zugenommen. Im Bereich der gewerblichen Wirtschaft hat die Einfuhr von Halbwaren wertmäßig um mehr als ein Zehntel, die Einfuhr von Fertigwaren um rund ein Sechstel abgenommen. Die Rohstoffeinfuhr ist dem Wert nach etwas gestiegen, jedoch ergibt sich die Erhöhung ausschließlich aus einer Steigerung des Durchschnittswertes. Mengenmäßig ist auch der Bezug von Rohstoffen, und zwar um annähernd 4%, gesunken.

Die Besserung des deutschen Außenhandels fällt mit der langsamen Zunahme des Welthandels zusammen, die in einer Sonderbeilage zu der vom Statistischen Reichsamt herausgegebenen Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik“ [1]) nachgewiesen wird. In diesem Bericht über die Weltwirtschaft Mitte 1936 heißt es:

„Trotz aller Absperrungen der Volkswirtschaften gegeneinander werden aber die über die Grenzen hinausgehenden Wirtschaftsbeziehungen wieder enger. Vor allem muß der steigende Rohstoffbedarf der Industrie zu einem großen Teil im Ausland befriedigt werden. Gegen Ende 1935 waren die Umsätze im internationalen Handel besonders stark gestiegen, vor allem weil sich die Rohstoffverbraucher frühzeitig eindeckten. Darauf mußte ein Rückschlag folgen, so daß das Welthandelsvolumen im ersten Vierteljahr 1936 nur noch um 1,6% über dem Vorjahr lag gegen 5,5% im letzten Quartal 1935. Dabei ist die Ausfuhr einiger wichtiger Industrieländer etwas zurückgegangen, wobei jedoch Sondereinflüsse eine Rolle spielen (z. B. die Sanktionen). Im ganzen berechtigt der Rückschlag im Welthandel nicht zu der Annahme, daß er Anzeichen einer neuen Lähmung des internationalen Warenaustausches sei. In fast allen europäischen Ländern ist die Rohstoffeinfuhr erheblich gestiegen, und das gleiche gilt für die Ver. Staaten und Japan. Da der Aufschwung der Industrieproduktion kaum irgendwo erlahmt ist, dürfte sich der Bezug von Rohstoffen kaum verringern. Solange aber die Tore der Volkswirtschaften nicht weiter geöffnet werden, kann die Belebung des Welthandels nur schwach bleiben. Kompensationen und andere Arten des „geregelten Handelsverkehrs“ haben sich allmählich eingespielt, so daß die anfänglichen umsatzhemmenden Wirkungen sich nicht noch stärker bemerkbar machen, was aber mehr einen Fortfall von Hemmungen darstellt als den Anfang zu neuem Aufbau. Nachdem im Verlauf der Krise die Preise für Lebensmittel und Rohstoffe erheblich stärker gefallen waren als die Industrieerzeugnisse, beginnt sich die Schere allmählich wieder zu schließen. Während sich die Fertigwarenpreise im internationalen Handel noch kaum erhöht haben, sind die Preise der Waren, die die Industrieländer hauptsächlich einführen, gestiegen. Diese Verschiebung der Preisrelationen ist allerdings ein Gesundungszeichen.“

[1]) Jg. 16 (1936) Heft 12.

Der erwähnte Aufschwung der Industrieerzeugung wird in dem gleichen Bericht eingehend untersucht mit dem Ergebnis, daß sich die Weltwirtschaft während der letzten Monate weiter belebt hat. Nachdem die jahreszeitlichen Hemmungen überwunden sind, setzt sich der Auftrieb mit unverminderter Kraft fort. Von 55 behandelten Ländern befinden sich — nach dem Anteil am Welthandel gemessen — 73% im Aufschwung, in weiteren 15% war wenigstens eine deutliche Besserung festzustellen, und nur in 12% der Länder war die Wirtschaftslage noch gedrückt.

Wirtschaftslage im Frühjahr 1936	Im Aufschwung oder auf höheren Stand behauptet	Leicht erholt oder belebt	Gedrückt
Industrieländer	Deutschland Belgien Großbritannien Italien Norwegen Oesterreich Schweden Japan Ver. Staaten v. A.	Danzig Frankreich Tschechoslowakei	Niederlande Schweiz
Europäische Agrarländer	Dänemark Estland Finnland Irischer Freistaat Portugal Ungarn	Griechenland Südslawien Lettland Polen Rumänien Bulgarien	Litauen Spanien
Außereuropäische Agrar- und Rohstoffländer	Britisch-Malaya Iran Palästina Türkei Argentinien Brasilien Chile Ekuador Kanada Kolumbien Kuba Mexiko Mittelamerika Peru Aegypten Südafrikan. Union Australien Neuseeland	Ceylon China Bolivien Paraguay Uruguay Venezuela	Brit.-Indien Niederl.-Indien Siam

Die industrielle Erzeugung nimmt allenthalben zu, und in vielen Ländern ist der Vorkrisenstand bereits überschritten. Die Entwicklung in den Verbrauchsgüterindustrien bleibt hinter dem raschen Aufschwung der Anlagegüterindustrien naturgemäß zurück und zeigt auch gelegentlich Rückschläge. Doch nimmt der Absatz an den letzten Verbraucher im ganzen stetig zu. Eine Sonderbewegung verzeichnet die Kraftwagenindustrie, deren Beschäftigung rasch ansteigt. In den Vereinigten Staaten ist hier zwar noch nicht der außergewöhnliche Stand von 1929, aber doch das sehr gute Jahr 1928 wieder erreicht, während in Deutschland und England die Beschäftigung der Kraftwagenindustrie weit besser ist als vor der Krise. Auch die Landwirtschaft erholt sich immer mehr, und die Vorräte an landwirtschaftlichen Erzeugnissen nehmen im allgemeinen ab. Obwohl die wirtschaftliche Besserung in den einzelnen Ländern Fortschritte macht, kann von einem weltwirtschaftlichen Aufschwung im eigentlichen Sinne nicht gesprochen werden; denn fast überall wird der Auftrieb im wesentlichen von Binnenmarktkräften getragen, die zumeist durch mehr oder minder starke wirtschaftspolitische Eingriffe geweckt wurden.

Die Lebenshaltungsmeßzahl hat in den letzten Wochen etwas angezogen von 1,245 im Juni auf 1,253 im Juli, und das gleiche gilt für die Großhandelsmeßzahl, die von 1,038 im Mai auf 1,040 im Juni gestiegen ist.

Die Zahl der Konkurse und der Vergleichsverfahren ging von 234 und 60 im Mai auf 208 und 40 im Juni zurück.

Der Außenhandel in Eisen und Eisenwaren

zeigte mengenmäßig bei der Einfuhr eine Zunahme von 70 893 t im Mai auf 77 293 t im Juni. Da aber auch die Ausfuhr von 294 784 t auf 301 172 t stieg, blieb der Ausfuhrüberschuß mit

223 879 t gegen 223 891 t im Mai unverändert. Wertmäßig war, wie nachstehende Uebersicht zeigt, bei der Einfuhr eine Steigerung und bei der Ausfuhr ein kleiner Rückgang festzustellen, so daß auch der Ausfuhrüberschuß abnahm. Es betrug:

	Deutschlands		
	Einfuhr	Ausfuhr (in Mill. RM)	Ausfuhrüberschuß
Monatsdurchschnitt 1931	14,4	114,6	100,2
Monatsdurchschnitt 1932	9,0	65,2	56,2
Monatsdurchschnitt 1933	11,9	55,3	43,4
Monatsdurchschnitt 1934	17,7	50,4	32,7
Monatsdurchschnitt 1935	8,9	58,2	49,3
Januar 1936	7,2	65,8	58,6
Februar 1936	7,6	65,6	58,0
März 1936	7,1	67,3	60,2
April 1936	7,5	60,8	53,3
Mai 1936	7,4	65,6	58,2
Juni 1936	8,7	63,9	55,2

Bei den Walzwerkserzeugnissen allein nahm die Einfuhr mit 41 181 t im Juni gegen 27 929 t im Mai erheblich zu, während die Ausfuhr nur von 203 325 t auf 206 780 t anstieg. Demzufolge verminderte sich auch der Ausfuhrüberschuß von 175 396 t im Mai auf 165 599 t im Juni.

Bei Roheisen setzte sich der Rückgang der Einfuhr im Juni weiter fort von 6805 t auf 3732 t. Gleichzeitig stieg die Ausfuhr von 18 932 t auf 22 845 t, und damit der Ausfuhrüberschuß von 12 127 t auf 19 113 t.

Im Ruhrbergbau

hielt die bisherige günstige Entwicklung weiterhin an, wie nachstehende Uebersicht zeigt:

	Mai 1936	Juni 1936	Juni 1935
Verwertbare Förderung	8 254 930 t	8 379 705 t	7 430 494 t
Arbeitstägliche Förderung	343 955 t	343 290 t	316 595 t
Koksgewinnung	2 259 258 t	2 244 835 t	1 852 654 t
Tägliche Koksgewinnung	72 879 t	74 828 t	61 755 t
Beschäftigte Arbeiter	241 416	241 985	235 321
Lagerbestände am Monatsschluß	6,06 Mill. t	5,71 Mill. t	7,82 Mill. t

Im Durchschnitt des ganzen Bezirks verblieben bei 24 Arbeitstagen auf einen Mann der Gesamtbelegschaft 23,71 Arbeitsschichten gegen 23,22 bei 24 Arbeitstagen im Mai.

Auf dem

Inlands-Eisenmarkt

war im Juli überall eine weitere Belebung festzustellen. Infolgedessen werden die Werke auch in den kommenden Monaten über eine außerordentlich gute Beschäftigung verfügen. Die arbeitstägliche Roheisenerzeugung übertraf die der Vormonate, während sich die entsprechende Rohstahlerzeugung annähernd auf der gleichen Höhe hielt.

Bis Ende Juni verlief die Entwicklung wie folgt:

		Mai 1936 t	Juni 1936 t
Roheisen:	insgesamt	1 228 229	1 241 621
	arbeitstäglich	39 620	41 387
Rohstahl:	insgesamt	1 568 798	1 630 832
	arbeitstäglich	65 367	65 233
Walzzeug:	insgesamt	1 082 794	1 119 283
	arbeitstäglich	45 116	44 771

Im Juni waren von 175 (Mai 175) vorhandenen Hochöfen 106 (107) in Betrieb und 5 (5) gedämpft.

Von den

Auslandsmärkten

ist nichts Besonderes zu berichten. Die im Juli mit den Engländern von der Internationalen Rohstahlexportgemeinschaft gepflogenen Verhandlungen führten zu günstigen Ergebnissen. Der englisch-festländische Stahlpakt, der bis zum 8. August 1936 einen vorläufigen Charakter trug, wird von diesem Zeitpunkt an endgültig in Kraft treten. Die Einführung des englischen Einfuhrgenehmigungsverfahrens, über dessen praktische Handhabung ebenfalls Erörterungen zwischen den Beteiligten stattfanden, dürfte dagegen erst am 1. Oktober 1936 erfolgen. Die Verhandlungen mit den Tschechen über den Beitritt zu den Verkaufskontoren für Halbzeug, Stabstahl, Formstahl und Bandstahl (die Tschechen gehörten bisher nur den Verkaufsverbänden für Grob-, Mittelbleche und Universalstahl an) konnten wegen der gestellten Mengenforderungen noch nicht zu einem Abschluß gebracht werden. Die Gründung eines Internationalen Feinblechverbandes ist am 29. Juli 1936 in Brüssel endgültig zustande gekommen.

An Einzelheiten ist noch folgendes zu berichten:

Auf der Reichsbahn wickelte sich der Güterverkehr reibungslos ab. Die vereinzelt im Vormonat aufgetretenen Schwierigkeiten in der Wagengestellung wiederholten sich nicht.

Die Lage der Rheinschiffahrt erfuhr keine Veränderung gegenüber dem Vormonat. Der Wasserstand war nach wie vor außerordentlich günstig und gestattete den Fahrzeugen volle Ausnutzung des Kahnraumes. Die Frachten hielten sich in den bisherigen Grenzen. Auf den westdeutschen Kanälen war das Geschäft weiterhin außerordentlich lebhaft.

Der Kohlenabsatz war in den Hausbrandsorten, für die keine Sommerpreisnachlässe gewährt werden, recht schwach, so daß sich ein weiterer Absatzrückgang bei den Nußkohlen gegenüber den schon sehr ungünstigen Zahlen der Vormonate bemerkbar machte. Dagegen war noch ein befriedigender Brechkoksabsatz zu verzeichnen. Der Industrieabsatz war unverändert gut. Die Reichsbahn hat etwa die gleichen Mengen wie im Juni abgerufen. Beim Auslandsgeschäft war der rückläufige Absatz nach Italien bemerkenswert, da dort die früher angesammelten Kohlenvorräte langsam abgebaut werden.

Zu den einzelnen Sorten ist folgendes zu sagen: Der Absatz in Gas- und Gasflammkohlen war gegenüber dem Vormonat etwas schwächer; Bunkerkohlenaufträge reichten noch aus, während die Nußsorten und Stücke nach wie vor notleidend waren. Auch bei Fettkohlen war der Stück- und Nußkohlenabsatz weiterhin rückläufig. Der Absatz in Eßkohlen entsprach der Jahreszeit. Die alljährlichen Lagerzugänge erreichten in diesem Jahre bisher knapp die übliche Höhe, so daß man auch weiterhin mit einer normalen Absatzentwicklung rechnen darf. Die gute Absatzlage in Vollpreßkohlen setzte sich auch im Berichtsmonat fort. Dadurch wurde ein Rückgang bei den Eiformpreßkohlen voll ausgeglichen.

Hochofen- und Gießereikoks wurden unverändert gut abgesetzt. Die Nachfrage nach Brechkoks 1, 2 und 3, bei denen sich im Juli der Sommerpreisnachlaß um 0,50 RM auf 1 RM je t gesenkt hat, war stark rückläufig; dagegen zeigte der Koksabsatz ins bestrittene Gebiet eine recht günstige Entwicklung. Die Beschäftigung der Kokereien im Ruhrgebiet war daher auch im Juli noch befriedigend.

Der Markt in ausländischen Erzen für den Bezug nach Deutschland blieb auch im Berichtsmonat still. Neue Abschlüsse wurden nicht bekannt, da die bestehenden Verträge für den augenblicklichen Bezug ausreichen. Die Lieferungen aus den verschiedenen Ländern konnten in dem bisherigen Umfange ausgeführt werden, allerdings war festzustellen, daß infolge der in der zweiten Hälfte des Monats in Spanien zum Ausbruch gekommenen politischen Auseinandersetzungen die Abladungen von dort ins Stocken geraten sind. Die Grundpreise für lothringische und Briey-Minette wurden infolge der neuen Lohnerhöhungen um nominell 4 Fr je t erhöht; die neuen Preise sind jedoch bisher von den Abnehmern noch nicht angelegt worden.

Das Abbrandgeschäft war ebenfalls ruhig. Es kamen nur einige kleinere Abschlüsse zur sofortigen Lieferung zustande.

Inlandserze wurden in steigendem Maße entsprechend den laufenden Abkommen bezogen. Im Siegerländer Bergbau konnten im Juli Förderung und Versand gegenüber dem Vormonat erheblich ansteigen. Die Belegschaft zeigte gleichfalls eine weitere erfreuliche Zunahme. Mit den westfälischen Hütten hat der Eisenerzbergbau an Lahn und Dill sowie in Oberhessen das bestehende Abkommen um ein Jahr bis zum 1. Juni 1937 verlängert. Die Gesamtabnahme der westfälischen Hütten wurde auf 685 000 t gegen bisher 545 000 t erhöht.

Die Eisenerzausfuhr Schwedens nach Deutschland stellte sich im Juni insgesamt auf 744 263 t gegen 468 368 t im Juni 1935. In das rheinisch-westfälische Industriegebiet wurden über Rotterdam/Emden eingeführt:

	Juni 1936 t	Mai 1936 t
über Rotterdam	643 490	594 697
über Emden	338 628	255 601

Von diesen Mengen stammten aus

Schweden	625 013 t	England	1 202 t
Norwegen	65 848 t	Griechenland	13 655 t
Frankreich	23 220 t	Rußland	7 291 t
Algerien	45 980 t	Italien	21 217 t
Tunis	3 900 t	Britisch-Afrika	13 556 t
Spanien und Spanisch-Marokko	128 532 t	Neufundland	32 196 t
		Indien	508 t

Die schon vor etwa einem Monat eingeleiteten Verhandlungen mit den Russen über die Lieferung von Manganerz sind zwar weitergeführt worden; sie haben jedoch noch nicht zu einem Abkommen geführt. Die noch schwebenden Mengen- und Preisfragen sollen an Ort und Stelle geklärt werden. Die im Rahmen des Wollabkommens mit Südafrika erfolgte Erhöhung des Kontingents für Manganerze läßt erwarten, daß die mit den Gruben abgeschlossenen Mengen innerhalb der vorgeschriebenen Lieferzeiten zur Verschiffung kommen werden. Auch sind bereits Verhandlungen angebahnt für Lieferungen im Jahre 1937; es kann hiernach erwartet werden, daß die Bezüge der deutschen Ferromangan erzeugenden Werke im nächsten Jahr einen noch größeren Umfang annehmen werden. Nach dem Zusammen-

Die Preisentwicklung im Monat Juli 1936[1]).

	Juli 1936
Kohlen und Koks:	*RM* je t
Fettförderkohlen	14,—
Gasflammförderkohlen	14,50
Kokskohlen	15,—
Hochofenkoks	19,—
Gießereikoks	20,—
Erz:	
Rohspat (tel quel)	13,60
Gerösteter Spateisenstein	16,—
Roteisenstein (Grundlage 46 % Fe im Feuchten, 20 % SiO_2, Skala ± 0,28 *RM* je % Fe, ∓ 0,14 *RM* je % SiO_2 ab Grube)	10,50
Flußeisenstein (Grundlage 34 % Fe im Feuchten, 12 % SiO_2, Skala ± 0,33 *RM* je % Fe, ∓ 0,16 *RM* je % SiO_2) ab Grube	9,20
Oberhessischer (Vogelsberger) Brauneisenstein (Grundlage 45 % Metall im Feuchten, 10 % SiO_2, Skala ± 0,29 *RM* je % Metall, ∓ 0,15 *RM* je % SiO_2) ab Grube	10,—
Lothringer Minette (Grundlage 32 % Fe) ab Grube	fr. Fr **21,50** Skala 1,50 Fr
Briey-Minette (37 bis 38 % Fe, Grundlage 35 % Fe) ab Grube	**26.—** Skala 1,50 Fr
Bilbao-Rubio-Erze: Grundlage 50 % Fe cif Rotterdam	sh 16/—
Bilbao-Rostspat: Grundlage 50 % Fe cif Rotterdam	13/6
Algier-Erze: Grundlage 50 % Fe cif Rotterdam	15/1½
Marokko-Rif-Erze: Grundlage 60 % Fe cif Rotterdam	16/10½
Schwedische phosphorarme Erze: Grundlage 60 % Fe fob Narvik	Kr 14,75
Ia gewaschenes kaukasisches Manganerz mit mindestens 52 % Mn je Einheit Mangan und t frei Kahn Antwerpen oder Rotterdam	d 12

	Juli 1936
Schrott, frei Wagen rhein.-westf. Verbrauchswerk:	*RM* je t
Stahlschrott	41
Kernschrott	39
Walzwerks-Feinblechpakete	40
Hydr. gepreßte Blechpakete	40
Siemens-Martin-Späne	30
Roheisen:	
Gießereiroheisen Nr. I, Nr. III, Hämatit — Frachtgrundlage Oberhausen	68,50 / 63,— / 69,50
Kupferarmes Stahleisen, Frachtgrundlage Siegen	66,—
Siegerländer Stahleisen, Frachtgrundlage Siegen	66,—
Siegerländer Zusatzeisen, Frachtgrundlage Siegen:	
weiß	76,—
meliert	78,—
gran	80,—
Kalt erblasenes Zusatzeisen der kleinen Siegerländer Hütten, ab Werk:	
weiß	82,—
meliert	84,—
gran	86,—
Spiegeleisen, Frachtgrundlage Siegen:	
6—8 % Mn	78,—
8—10 % Mn	83,—
10—12 % Mn	87,—
Gießereiroheisen IV B, Frachtgrundlage Apach	55,—
Temperroheisen, grau, großes Format, ab Werk	75,50
Ferrosilizium (der niedrigere Preis gilt frei Verbrauchsstation für volle 15-t-Wagenladungen, der höhere Preis für Kleinverkäufe bei Stückgutladungen ab Werk oder Lager):	
90 % (Staffel 10,— *RM*)	410—430
75 % (Staffel 7,— *RM*)	320—340
45 % (Staffel 6,— *RM*)	205—230
Ferrosilizium 10 % ab Werk	81,—

	Juli 1936
Vorgewalzter u. gewalzter Stahl: Grundpreise, soweit nicht anders bemerkt, in Thomas-Handelsgüte. — Von den Grundpreisen sind die vom Stahlwerksverband unter den bekannten Bedingungen [vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 131] gewährten Sondervergütungen je t von 3 *RM* bei Halbzeug, 6 *RM* bei Bandstahl und 5 *RM* für die übrigen Erzeugnisse bereits abgezogen.	*RM* je t
Rohblöcke[2]) — Frachtgrundlage Dortmund, Ruhrort od. Neunkirchen	83,40
Vorgew. Blöcke[2]) — Frachtgrundlage Dortmund, Ruhrort od. Neunkirchen	90,15
Knüppel[2]) — Frachtgrundlage Dortmund, Ruhrort od. Neunkirchen	96,45
Platinen[2]) — Frachtgrundlage Dortmund, Ruhrort od. Neunkirchen	100,95
Stabstahl — Frachtgrundlage Dortmund oder Neunkirchen	110/104[3])
Formstahl — Frachtgrundlage Dortmund oder Neunkirchen	107,50/101,50[3])
Bandstahl — Frachtgrundlage Dortmund oder Neunkirchen	127/123[4])
Universalstahl — Frachtgrundlage Dortmund oder Neunkirchen od. Dillingen-Saar	115,60
Kesselbleche S.-M., 4,76 mm u. darüber: Grundpreis — Frachtgrundlage Essen oder Dillingen-Saar	129,10
Kesselbleche nach d. Bedingungen des Landdampfkessel-Gesetzes von 1908, 34 bis 41 kg Festigkeit, 25 % Dehnung — Frachtgrundlage Essen oder Dillingen-Saar	152,50
Kesselbleche nach d. Werkstoff- u. Bauvorschrift. f. Landdampfkessel, 35 bis 44 kg Festigkeit — Frachtgrundlage Essen oder Dillingen-Saar	161,50
Grobbleche — Frachtgrundlage Essen oder Dillingen-Saar	127,30
Mittelbleche 3 bis unter 4,76 mm — Frachtgrundlage Essen oder Dillingen-Saar	130,90
Feinbleche bis unter 3 mm im Flammofen geglüht, Frachtgrundlage Siegen	144,—[5])
Gezogener blanker Handelsdraht — Frachtgrundlage Oberhausen	173,50
Verzinkter Handelsdraht — Frachtgrundlage Oberhausen	203,50
Drahtstifte — Frachtgrundlage Oberhausen	173,50

[1]) Fett gedruckte Zahlen weisen auf Preisänderungen gegenüber dem Vormonat [vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 780] hin. — [2]) Preise für Lieferungen über 200 t. Bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2 *RM*, von 100 bis 200 t um 1 *RM*. — [3]) Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — [4]) Frachtgrundlage Homburg-Saar. — [5]) Abzüglich 5 *RM* Sondervergütung je t vom Endpreis.

schluß und dem Ausbau der Gruben und der Eisenbahnverbindung dürften keine Schwierigkeiten bestehen, den weitaus größten Teil des Bedarfes Deutschlands an hochhaltigen Erzen aus Südafrika zu decken. Die Zufuhren an indischen Erzen gingen, wie vorausgesehen, zurück, da Bardevisen für die Bezahlung der Erze zunächst nicht bereitgestellt werden, und die neuen Bestimmungen zur Durchführung von Rohstoffkreditgeschäften einen Bezug nur in sehr beschränktem Umfange gestatten. Die Preise haben keine Veränderung erfahren.

Am Erzfrachtenmarkt war die Lage in der Bay und im Mittelmeer fester als im Vormonat, da der Dampferzustrom infolge der Streiks in Spanien und der praktisch stillgelegten spanischen Flotte die Lage für die Befrachter noch ungünstiger gestaltete. Besonders stark war die Ratensteigerung nach England wegen der starken Verschiffungen von Bilbao nach der Ostküste, während die festländischen Einführer zurückhaltender waren. Die Raten für Manganerz von Indien waren schwächer infolge des allgemein stilleren Fernostgeschäftes. Im Juni 1936 wurden folgende Erzfrachten notiert:

	sh		sh
San Juan/Rotterdam	9/—	Bona/Rotterdam	5/— bis 5/1½
Bilbao/Rotterdam	4/9 bis 5/—	La Goulette/Rotterdam	5/6
Santander/Rotterdam	6/—	Poti/Festland	9/3
Melilla/Rotterdam	6/4½	Vizagapatam/Festland	16/6
Benisaf/Rotterdam	5/3		

Der Schrottbedarf hat nicht nachgelassen. Die Richtpreise erfuhren keine Aenderung. Nennenswerte Käufe in Hochofenschrott sind in der Berichtszeit nicht erfolgt. Es kosteten je t frei Werk Hochofen: Hochofenspäne 29 *RM*, Hochofenpakete 29 *RM*, Brandguß 31 *RM*, Gußspäne 34 *RM*.

In Gußbruch konnten die benötigten Mengen geliefert werden. Es notierten je t frei Gießerei:

Ia handlich zerkleinerter Maschinengußbruch	54 *RM*
Handlich zerkleinerter Gußbruch II	45 *RM*
Reiner Ofen- und Topfgußbruch (Poterie)	42 *RM*

Auf den Auslands-Schrottmärkten war es sehr still. In Belgien zeigte sich eine kleine Abschwächung der Preise. Es wurden angeboten je t frei Schiff Duisburg-Ruhrort:

England:	Stahlschrott	61/—
Holland:	Stahlschrott	21,50 hfl
Belgien:	Blockenden	420,— belg. Fr

Im Laufe dieses Monats hat sich die Belebung auf dem Roheisen-Inlandsmarkt weiter fortgesetzt. Das Auslandsgeschäft ist ebenfalls rege gewesen. Die Preise zogen fast auf sämtlichen Auslandsmärkten an.

In Halbzeug, Stab- und Formstahl war die Lage auf dem Inlandsmarkt weiterhin günstig; die Nachfrage war unvermindert lebhaft. Die Aussichten für die kommenden Monate müssen deshalb als sehr gut beurteilt werden. Die Anforderungen der Verbraucherschaft erfolgten nach wie vor außerordentlich kurzfristig, so daß die Werke zwecks Vermeidung späterer Beanstandungen in ihrer Friststellung besonders vorsichtig sein mußten. Der Eingang von Abrufen wurde jedoch dadurch so gut wie gar nicht beeinflußt. Der Auslandsmarkt war nach wie vor wenig einheitlich. Bei Stab- und Formstahl erfuhren die Verkäufe im Verhältnis zum Vormonat eine weitere Steigerung, jedoch gingen die Bestellungen mit Rücksicht auf die Ferienzeit zum Teil nur sehr schleppend ein.

Schweres Oberbauzeug wurde von der Reichsbahn wie üblich abgerufen. Darüber hinaus konnten noch einige größere Aufträge aus dem Ausland hereingenommen werden. Die Marktlage in leichtem Oberbauzeug war im Inland weiterhin zufriedenstellend. Das Geschäft auf dem Auslandsmarkt ließ dagegen teilweise zu wünschen übrig.

In schwarzem warmgewalztem Bandstahl war das Inlandsgeschäft nach wie vor flott. Der Bestellungseingang lag dabei über den Ergebnissen des Vormonats. Auch das Auslandsgeschäft erfuhr eine gewisse Verbesserung, jedoch konnte es sowohl mengenmäßig als auch preislich immer noch nicht befriedigen. In verzinktem Bandstahl konnte infolge erhöhter Abrufe inländi-

scher Faßfabriken ebenfalls eine Steigerung des Inlandsgeschäftes festgestellt werden. Das Auslandsgeschäft blieb mengenmäßig unverändert, brachte jedoch aus Holland erhöhte Preise, weil der belgische Wettbewerb seine Preise heraufgesetzt hatte. Das Geschäft in kaltgewalztem Bandstahl zeigte gegenüber dem Vormonat keine großen Veränderungen.

An dem sehr guten Auftragseingang in Grobblechen hatten der inländische und ausländische Seeschiffbau starken Anteil. Daneben spielten die Bezüge der inländischen Kesselfabriken sowie der Apparatebauanstalten eine erhebliche Rolle. Die Abrufe an Blechen für Landdampfkessel überstürzten sich fast. Auch aus dem Ausland kamen größere Zuweisungen herein. In Mittelblechen erfuhr der Auftragszugang eine beachtliche Höhe durch umfangreiche Abrufe aus dem Inland, wobei es sich in der Hauptsache um große glatte Bestellungen handelte. Der Auslandsmarkt war dagegen ruhiger. Auf dem Feinblechmarkt traten irgendwelche nennenswerten Veränderungen gegenüber dem Vormonat nicht ein.

Die starke Röhrennachfrage im In- und Ausland hielt an. Vom Inland kamen größere Lageraufträge der Händler in Gas- und Siederöhren herein. Auch im inländischen Muffenrohrgeschäft konnte eine Reihe neuer Bestellungen gebucht werden. Die Ausfuhr verzeichnete eine beachtliche Belebung durch den Abschluß größerer Geschäfte in Oelrohren.

In Walzdraht und Drahtverfeinerungserzeugnissen konnte — der Jahreszeit entsprechend — das Geschäft als zufriedenstellend bezeichnet werden. Das Auslandsgeschäft hielt sich im großen und ganzen auf der Höhe des Vormonats.

Eine Aufwärtsbewegung des Absatzes an rollendem Eisenbahnzeug für den Inlandsbedarf konnte bisher nicht festgestellt werden; dagegen hat sich der Auslandsmarkt besser entwickelt. Trotz schärfstem ausländischem Wettbewerb war es möglich, verschiedene einigermaßen belangreiche Geschäfte zum Abschluß zu bringen. Auch die lebhafte Nachfrage des Auslandes hielt weiter an.

Die Lage auf dem Gußmarkt war im ganzen genommen recht gut. Das Inlandsgeschäft hat in den letzten Wochen eine zufriedenstellende Nachfrage gebracht. Auch das Auslandsgeschäft war mengenmäßig nicht schlecht, dagegen blieben die erzielbaren Preise nach wie vor höchst unbefriedigend.

II. SAARLAND. — Die Kohlenversorgung der Saarhütten ist nach wie vor ausreichend, doch beklagen sich die Werke über die ungleichmäßige Belieferung. Der Streik in Frankreich machte sich auch für die Grubenverwaltung unangenehm bemerkbar, weil sowohl die Verschiffungen nach Frankreich aufhörten als auch die regelmäßigen Pendelzüge dorthin nicht mehr verkehren konnten. Die Hüttenwerke mußten daher in die Bresche springen und teilweise die überschüssigen Mengen Kokskohle auf Lager nehmen. Außerdem mußten aus dem gleichen Grunde bei den Saargruben zwei Feierschichten eingelegt werden.

Die Lage des französischen Erzmarktes ist infolge des Streikes recht unübersichtlich geworden. Die allgemeine Lohnerhöhung der Bergleute einschließlich der Angleichung der Löhne für Jugendliche und Hilfsarbeiter an den Mindesttarif haben eine Lohnsteigerung ergeben, die nach französischen Angaben bis zu 35% ausmacht. Dabei soll nicht einbegriffen sein die Auswirkung der den Arbeitern zugestandenen 40-Stunden-Woche, die im Erzbergbau sogar vom Beginn der Einfahrt bis zur Ausfahrt gerechnet wird, so daß die Arbeitszeit in Wirklichkeit nur bis zu 38½ Stunden beträgt. Rechnet man den Lohnanteil in den Gestehungskosten mit etwa 60%, so würden die 35% Lohnerhöhung bei einem Gestehungspreis von etwa 14 Fr je t geförderter Minette eine Verteuerung von rund 3 Fr ergeben. Die Preisforderungen gehen aber teilweise bis zu 4 Fr, jedoch scheint man diesen Aufschlag nicht aufrechterhalten zu können. Die Abwälzung der gesamten Lohnerhöhung auf die Erzbezieher ist ungerechtfertigt insofern, als einmal zu Beginn des Jahres 1936 der Minettepreis eine reine marktmäßige Erhöhung von etwa 10% erfahren hat und anderseits die französische Industrie bis um 12% erhöhte Preise für Roheisen und Fertigerzeugnisse als Ausgleich für die Lohnerhöhungen erhält. Die Erzbezieher sind nicht gewillt, die geforderten Preiserhöhungen zu zahlen. Da, wo keine festen Vereinbarungen bestehen, dürfte höchstens 1 Fr je t mehr bezahlt werden. Die Preisverhandlungen scheinen jedoch noch nicht vollkommen zum Abschluß gekommen zu sein. Störungen in den Bezügen der Erze sind seit Beendigung des Streiks kaum noch aufgetreten. Die 40-Stunden-Woche ist allerdings bis jetzt noch nicht eingeführt worden. Die Regierung hat vielmehr erst einen Ausschuß eingesetzt, der die Wirkung auf die Förderung in den einzelnen Betrieben untersuchen soll. Man fürchtet nämlich einen starken Rückgang der Förderung, da bei der Verkürzung der Arbeitszeit nicht genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Schrott ist nach wie vor knapp. Die Bestände der Saarhütten sind auf eine verschwindend kleine Menge zusammengeschmolzen. Der an sich schon geringe Schrottentfall im Saargebiet kommt der Saarindustrie leider nicht voll zugute, da ein Teil der Mengen nach andern Gebieten abgezogen wird. Die für Schrott festgesetzten Höchstpreise sind unverändert.

Der Eingang der Aufträge ist nach wie vor lebhaft, so daß die Lieferzeiten verlängert werden mußten. In gewissen Profilen herrscht sogar Knappheit, da sowohl die Werke als auch die Händler nichts mehr am Lager haben. In Stabstahl verlangen die Werke je nach Auftrag Lieferfristen bis zu 10 Wochen, für Sonderbestellungen und ungangbare Sorten bis zu 12 Wochen. In den übrigen Erzeugnissen ist es nicht viel anders. Erfahrungsgemäß ist das Geschäft in den Ferienmonaten immer etwas schwächer, was man in diesem Jahr jedoch nicht beobachten kann.

III. SIEGERLAND. — Im Eisenerzbergbau konnte die gute Förderung der Vormonate fast vollkommen aufrechterhalten werden, obwohl eine Grube infolge Erschöpfung des Erzvorkommens ausfiel. Der Absatz überstieg erneut die Förderung und hatte eine abermalige Verringerung der Vorräte zur Folge. Die verschiedenen Versuchs- und Aufschlußarbeiten gehen planmäßig weiter.

Gegenüber dem Vormonat brachte der Monat Juli in allen Roheisensorten einen etwas lebhafteren Abruf. Die Bestände erfuhren daher eine entsprechende Ermäßigung. Es besteht Aussicht, daß sich in den nächsten Monaten der Roheisenabsatz in den augenblicklichen Ausmaßen bewegen wird.

Der Absatz in Stabstahl nahm gegenüber dem Vormonat wesentlich zu. Die Grobblechwalzwerke waren wieder ausreichend beschäftigt. In Handelsblechen blieb das In- und Auslandsgeschäft weiterhin lebhaft. Der Bedarf in Qualitätsblechen bei in- und ausländischen Verbrauchern hat gegenüber dem Vormonat nicht nachgelassen. Der Versand bewegte sich in der gleichen Höhe wie im Juni. Das Geschäft in Kraftwagenblechen weist im In- und Ausland keine wesentliche Aenderung auf. Die rege Nachfrage nach verzinkten Blechen auf dem Inlandsmarkt hat angehalten; auch das Auslandsgeschäft zeigte keine nennenswerte Abweichung gegenüber dem Vormonat. In verbleiten Blechen bewegten sich Abrufe und Versand in den bisherigen Bahnen. In dem günstigen Beschäftigungsgrad für Schmiedestücke und Stahlguß ist kein Rückgang festzustellen.

In den Maschinenfabriken ließen Anfragetätigkeit und Auftragseingang teilweise etwas nach. Da eine Anzahl großer Projekte in Bearbeitung ist, rechnet man für die nächsten Monate aber mit verstärktem Auftragseingang. Die Betriebe sind für lange Zeit voll beschäftigt.

Die Kauftätigkeit in verzinkten Blechwaren war im Inland etwas lebhafter; es war teilweise schwierig, die Lieferzeiten einzuhalten. In großen Mengen wurden vom Groß- und Kleinhandel Einkochapparate bestellt, die allem Anschein nach in diesem Jahre von den Verbrauchern in erhöhtem Maße gekauft werden. Belangreiche Aufträge wurden auch von der Militärbehörde erteilt. Die nicht genügende Zuteilung von Zink behinderte das Geschäft erheblich. Der Auslandsabsatz konnte zufriedenstellen und hielt sich in beachtlicher Höhe.

IV. MITTELDEUTSCHLAND. — Während in der Vergangenheit gegen den Hochsommer hin das Geschäft in Walzzeug im allgemeinen nachzulassen pflegte, ist in diesem Jahre eine entgegengesetzte Richtung festzustellen. Der Auftragseingang, besonders in Trägern und Monierstahl, ist nach wie vor sehr lebhaft. Die Werke waren daher gezwungen, weiterhin verlängerte Lieferzeiten für sich in Anspruch zu nehmen. Auch in Gas- und Siederöhren hat die Belebung des Geschäftes angehalten. In gußeisernen Muffenrohren und Formstücken wurden verschiedene größere Geschäfte zum Abschluß gebracht; auch in Röhrenverbindungsstücken hielt die gesteigerte Nachfrage an. In Stahlgußerzeugnissen und Schmiedestücken wird ebenfalls über eine Besserung, wenn auch nur geringeren Umfanges, berichtet. Gußeiserne emaillierte Badewannen und sonstiger Sanitätsguß konnte im Berichtsmonat ziemlich lebhaft umgesetzt werden. Die Nachfrage nach Radsätzen und Zubehör war schwächer, und die Werke befürchten, daß hierin eine Besserung in absehbarer Zeit nicht eintreten wird. Es konnten wiederum einige Auslandsaufträge in Radreifen hereingeholt werden.

Auf dem Schrottmarkt war infolge der Anordnung über die Lagerhaltung eine bessere Umsatztätigkeit als im Vormonat festzustellen. Die Preise blieben unverändert. Für Maschinen- und Ofengußbruch wurden die bisherigen Preise bezahlt. Auf dem Ofengußbruchmarkt ist nach der stärkeren Nachfrage in den letzten Monaten eine gewisse Beruhigung eingetreten.

Gründung des Internationalen Feinblechverbandes. — Das internationale Feinblechabkommen, dessen Gründung bereits am 18. Juli in Paris grundsätzlich beschlossen worden war, ist am 29. Juli 1936 von den Vertretern Deutschlands, Englands, Frankreichs, Belgiens, Luxemburgs und Polens unterzeichnet worden. Damit sind die drei Jahre währenden Verhandlungen zwischen der Rohstahlexportgemeinschaft und der englischen Eisenindustrie zu einem glücklichen Ende gekommen. Von den europäischen Ausfuhrländern steht jetzt nur noch die Tschechoslowakei außerhalb des Verbandes, doch darf wohl mit dem späteren Beitritt gerechnet werden. Der Verband ist auf eine Dauer von vier Jahren geschlossen und tritt am 1. August 1936 in Kraft. Sitz des Verbandes ist London. Für Schwarzbleche und verzinkte Bleche wird je ein besonderes Verkaufskontor errichtet. An der Schwarzblechausfuhr sind Deutschland und Belgien mit je 23 % beteiligt, auf England entfallen 33 %, während sich Frankreich, Luxemburg und Polen in den Rest teilen. Ueber die Ausfuhr verzinkter Bleche ist ein besonderer Vertrag geschlossen worden. Hier beträgt der deutsche Anteil 6 %, der englische 53 %, der belgische 37 %; der Rest von 4 % verteilt sich auf die übrigen Mitglieder des Verbandes. In den Verträgen ist auch der übliche gegenseitige Gebietsschutz der verschiedenen Ländergruppen vorgesehen.

Buchbesprechungen.

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

Bd. 17, Abhandlung 271 bis 293. Mit 120 Zahlentaf. u. 435 Abb. im Text u. auf 6 Taf. 1935. (3 Bl., 274 S.). 27 *RM*, geb. 30 *RM*.

Wie immer, stehen in diesem jüngsten Bande der Veröffentlichungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung neben der planmäßigen Weiterbehandlung größerer Forschungsgebiete eine Anzahl neuer Einzelarbeitsergebnisse.

Auf metallurgischem Gebiete wurde in Fortsetzung der Arbeiten über die Reaktionen bei der Stahlerzeugung die Wirkung des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel bei saurer Schlacke untersucht. Dabei wurde besonders das Wesen der Entkohlungsreaktion erörtert, die stark von äußeren Bedingungen abhängig ist. Weiter wurden untersucht die Reaktionen des Chroms mit sauren Schlacken, wobei sich die Gleichgewichtsbedingungen von Eisen, Mangan und Silizium nur wenig änderten; die Verschlakkung des Chroms erwies sich im hohen Maße abhängig von der Zusammensetzung der Stahl- und der Schlackenschmelze. Festgelegt wurden ferner die Gleichgewichte zwischen Eisen-Nickel-Schmelzen und Eisen-Nickel-Silikaten für etwa 1600°. Für eisenreiche Schmelzen bestimmte nur das Eisenoxydul und für nickelreiche Schmelzen nur das Nickeloxydul der Silikatschlacke den Oxydgehalt. In Untersuchungen über den metallurgischen Verlauf des basischen Siemens-Martin-Verfahrens bei besonderer Arbeitsweise erwies sich der Kohlenstoff, solange er zu mehr als 0,2 % im Stahlbad vorhanden war, als praktisch allein für den Sauerstoffgehalt des Bades maßgebend. Bei weniger Kohlenstoff wird der Sauerstoffgehalt des Bades vorzugsweise durch den Eisenoxydulgehalt der Schlacke bestimmt. Betriebsmäßig muß also bei Erzeugung kohlenstoffarmer Stähle auf eine eisenoxydularme Endschlacke hingearbeitet werden. Die Bedeutung eines hohen Mangangehaltes zur Verhinderung eines übermäßig hohen Anstiegs des Sauerstoffgehaltes in einem kohlenstoffarmen Stahlbad wurde bestätigt und die Rückwanderung des Mangans aus der Schlacke als sicheres Kennzeichen für einen niedrigen Sauerstoffgehalt des Bades festgelegt. In dem Maße, wie Mangan aus der Schlacke reduziert wird, tritt die Notwendigkeit einer nachträglichen Desoxydation zurück, die, wie schon in früheren Arbeiten nachgewiesen wurde, recht große Gefahren birgt, da durch diese Desoxydation Gase von neuem in das Bad gelangen. In diesem Zusammenhang ist die Weiterentwicklung des Verfahrens zur Bestimmung des Sauerstoffs im Stahl bedeutsam, über die in einer besonderen Arbeit berichtet wird.

Auf dem Gebiete der Metallphysik wurden weitere Untersuchungen durchgeführt über die Ermittlung von Spannungen mittels Röntgenuntersuchungen; eine besondere Kammer für die Herstellung von Rückstrahlaufnahmen wurde entwickelt, bei der eine starke Verkürzung der Belichtungszeit ohne Verlust an Genauigkeit möglich ist. Ferner wurden in Untersuchungen an Aluminium, Duralumin und kohlenstoffarmem Flußstahl die beim Abschrecken an der Oberfläche entstehenden Spannungen geprüft; die Arbeit geht dabei auf den Einfluß der Abschrecktemperatur, die Gitterkonstanten-Unterschiede und die Möglichkeit der Einwirkung der Spannungen auf die Aushärtungsvorgänge ein. — Bei Umkristallisationsversuchen mit Elektrolyteisen und kohlenstoffarmem, technischem Eisen ergab Erhitzen über den oberen Umwandlungspunkt für Elektrolyteisen grobkörniges Gefüge, während technisches Weicheisen im umkristallisierten Zustand stets sehr feinkörnig war; es wird angenommen, daß dieser Unterschied auf den starken Einfluß kleiner Beimengungen auf die Keimzahl zurückzuführen ist. Im Verlaufe der mittleren spezifischen Wärme von reinem Eisen zwischen 70 und 700° wurden ausgeprägte umkehrbare Unstetigkeiten festgestellt. Weiter wurde die Frage behandelt, wie weit die Gesetzmäßigkeiten der martensitischen Umwandlung namentlich in kristallographischer Hinsicht für die α-γ-Umwandlung des Eisens kennzeichnend sind. Untersucht wurde endlich das Abschreckvermögen flüssiger Härtemittel.

Zerreißversuche im Temperaturgebiet der Blauwärme ließen erkennen, daß das Auftreten von plötzlichen Dehnungsspannungen, die gleichzeitig einen Lastabfall hervorrufen, an ein Temperaturgebiet gebunden ist, das für weiche Stähle etwa zwischen 100 und 280° liegt. Besondere Aufmerksamkeit beanspruchen die Untersuchungen über die Aenderung der Festigkeitseigenschaften von Schienenstahl beim Lagern nach der Walzung. Bei den verschiedensten Werkstoffen wurde übereinstimmend festgestellt, daß ein Lagern bei Raumtemperatur — ebenso ein schwaches Anlassen — eine starke Zunahme der Dehnung und vor allem der Einschnürung hervorruft. Dabei ergaben sich des weiteren Unterschiede, je nachdem ob der gewalzte Stab oder erst die aus ihm entnommene Zerreißprobe dem Lagern oder dem Anlassen unterworfen wurde. Die Ursache für diese Eigenschaftsänderungen wird in dem Ausgleich von Gefügespannungen vermutet, jedoch konnte ein unmittelbarer Nachweis mikroskopischer Spannungen mit Hilfe des Röntgenrückstrahlverfahrens nicht erbracht werden. Ausscheidungsvorgänge kommen anderseits für die Erscheinungen nicht in Frage. Ziel der Untersuchungen einer Arbeit auf dem Gebiete der Schwingungsfestigkeit war die Klärung der Abhängigkeit der Dämpfung von den verschiedenen möglichen Einflüssen, namentlich deshalb, weil zwischen der Werkstoffdämpfung einerseits und anderseits der Zugfestigkeit, Streckgrenze, Kerbzähigkeit oder ähnlichen Werten Gesetzmäßigkeiten noch nicht festgestellt worden waren. Ermittelt wurden an Kohlenstoffstählen die Schwingungsfestigkeit und die Aenderung der Dämpfungsfähigkeit mit der Lastwechselzahl und der Belastungshöhe. Behandelt wurden dabei weiterhin Fragen der Prüfweise sowie der Aenderung der Streckgrenze und Zugfestigkeit durch voraufgegangene Dauerwechselbelastung. Man fand einen Höchstwert der Schwingungsfestigkeit bei eutektoidem Stahl — entsprechend den Verhältnissen bei der Zugfestigkeit und der 0,2-Dehngrenze. — Um geringe Beträge — bis zu 10 % — kaltverformte Proben von alterndem, sehr kohlenstoffarmem Stahl zeigten einen Anstieg von Streckgrenze, Festigkeit und Wechselfestigkeit mit der Alterung. Dabei ergaben sich Unterschiede zwischen der thermischen und der mechanischen Alterung in der Auswirkung auf die Schwingungsfestigkeit.

Die Arbeiten auf dem Gebiete der potentiometrischen Maßanalyse wurden fortgesetzt; behandelt wird die Bestimmung von Kobalt und Mangan; das neue Verfahren zur Bestimmung des Kobalts erscheint sehr zweckmäßig.

Auch auf dem Gebiete der Weiterverarbeitung des Stahles liegen wieder mehrere Arbeiten vor. Untersuchungen beim Kaltwalzen von Bandstahl an drei weichen Kohlenstoffstählen ließen erkennen, daß bei gleicher Güte der Walzenoberfläche der Werkstoff keinen Einfluß auf den Walzvorgang ausübt. Dabei ergaben sich weitere Feststellungen über die Abhängigkeit des Walzdruckes von der Bandbreite. — Andere Messungen betrafen den Einfluß des Walzendurchmessers beim Kaltwalzen von verschieden hartem Bandstahl und von Dynamostahl; untersucht wurden Walzdruck, Formänderungswiderstand und Breitenzunahme. — Beim Ziehen von Feindraht aus Kohlenstoffstahl mit 0,03 und 0,6 % C war bei der Benutzung von Widia-Düsen die Seifenschmierung am günstigsten, während die Rübölschmierung die größten Ziehkräfte verlangt. Weiterhin ergab sich eine Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der Zugzahl und von den Düsenöffnungswinkeln. Beim Ziehen durch Diamantdüsen war dagegen Ziehflüssigkeit am günstigsten. Einfache Beziehungen zwischen dem Gesamtkraftbedarf und der Gesamtquerschnittsabnahme ergaben die Möglichkeit, den Gesamtkraftbedarf weiterer Züge im voraus zu ermitteln. — Planmäßig wurde der Einfluß der Durchlaufgeschwindigkeit beim Bleipatentieren von Stahldraht auf die Festigkeitseigenschaften gezogenen Drahtes mit 0,66 % C untersucht; festgestellt wurden die günstigsten Patentierbedingungen und Querschnittsabnahme zur Erzielung

der besten Biegefähigkeit und Verwindezahlen, wobei ein Höchstwert der Verwindezahl nach mittlerer Querschnittsabnahme auftrat. Erprobt wurde in einer weiteren Versuchsarbeit der Walzendruckprüfer „Pasopos".

In einem zusammenfassenden Berichte wird endlich auf Grund von Erörterungen im Erz- und Hochofenausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute die Frage der Bewertung von Eisenerzen behandelt.

Der vorliegende Band der Mitteilungen ist der letzte aus dem früheren Heim des Eisenforschungs-Instituts. Sein stattlicher Umfang und seine wertvollen Abhandlungen stellen einen würdigen Abschluß dar für die vergangene Schaffenszeit des Instituts[1]).

Ernst Hermann Schulz.

Frielinghaus, Otto, Dr., Ministerialrat: **Kommentar zum Gesetz über den Aufbau der gewerblichen Wirtschaft** nebst Durchführungsverordnungen. Berlin (W 8): Verlag für Recht und Verwaltung C. A. Weller, G. m. b. H., 1936. (204 S.) 8⁰. Geb. 2,90 *RM*.

Vor dem Umbruch waren die Organisationen der Wirtschaft freie Verbände; die Mitgliedschaft beruhte dementsprechend ebenfalls auf dem Grundsatz der Freiwilligkeit. Lediglich die Kammern, als öffentlich-rechtliche Berufsverbände, kannten die Zwangsmitgliedschaft. Dies wurde nach dem Umbruch insofern anders, als das gesamte Organisationswesen der gewerblichen Wirtschaft durch Gesetz geregelt und die Zwangsmitgliedschaft eingeführt wurde. Zwar ist, wie der Verfasser in dem Vorwort zu seinem Kommentar selbst ausführt, der innere und äußere Aufbau der Organisation noch nicht vollendet. So hat am 7. Juli 1936 der Wirtschaftsminister einen Erlaß über die Reform der Organisation der gewerblichen Wirtschaft herausgegeben, dessen Kernstück die Ueberführung bezirklicher Organisationen in Abteilungen der Bezirkswirtschaftskammern bildet. Trotzdem ist eine Entwicklungsstufe erreicht, die einen Blick in den neuen Aufbau der gewerblichen Wirtschaft gestattet. Die Unternehmer haben zweifellos schon wegen des Zwangscharakters der Mitgliedschaft das Bedürfnis, sich mit dieser ihrer Organisation näher zu beschäftigen. Bei der Unterrichtung über Aufgaben und Zweck der Organisation wird der vorliegende Kommentar ein guter Berater des Unternehmertums sein, zumal da der Verfasser als einer der besten Kenner des Gegenstandes gilt. Die Anschaffung des Kommentars kann daher empfohlen werden.

Düsseldorf. Rechtsanwalt Dr. *Walter Reinecke.*

[1]) Vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 771.

Piccinini, Antonio, Dr.: **Napoleone all'isola d'Elba, suoi studi e progetti siderurgici esposti in alcuni documenti inediti, interpretati e commentati.** (Mit zahlr. Faksimile-Drucken auf Tafeln.) Edito a cura della società „Ilva", Alti Forni & Acciaierie d'Italia, Genova. (Genova: Selbstverlag der Herausgeberin 1935.) (141 S.) 4⁰.

Es war seit langem bekannt, daß Napoleon I. wie kaum ein anderer Herrscher seiner Zeit das Eisen und die Eisenindustrie schätzte. Wir wußten jedoch nicht, daß er sich auch selbst mit dem Eisenhüttenwesen beschäftigt hat. Darüber belehrt uns eingehend ein in letzter Zeit bekannt gewordener Briefwechsel Napoleons mit seinem Adjutanten Grafen Drouot[1]) während ihrer gemeinsamen Verbannung auf der Insel Elba in den Jahren 1814 und 1815. Dieser in dem vorliegenden Buche veröffentlichte Briefwechsel, der durch Gutachten des Grubenverwesers Pons de l'Hérault und des Eisenhütteningenieurs Alex. Boury ergänzt wird, beleuchtet die eingehende Beschäftigung Napoleons mit der Frage, ob es möglich sei, aus den Eisenerzen der Insel Elba unter Verwendung von Holzkohle Eisen zu erzeugen. Gerade die Beschaffung des notwendigen Brennstoffs ist dabei Gegenstand langer, sehr ins einzelne gehender Erörterungen. Im Laufe der Verhandlungen offenbart sich die genaue Kenntnis Napoleons auf eisenhüttenmännischem Gebiete. Er wußte, daß in England Kokshochöfen betrieben wurden. Er kannte die Güte der Eisenerze Elbas, „sollte es nicht möglich sein, daraus Stahl herzustellen?" Er wollte das Eisen bis nach Amerika verkaufen. „Es scheint mir, als ob die amerikanischen Schiffe, die nach Italien kommen, als Rückfracht Masseln laden könnten, da es in ihrem Lande an Erz mangelt, während Holz im Ueberfluß vorhanden ist." Der Briefwechsel und die daran anschließenden Verhandlungen gipfeln in einem Plan, den A. Boury im Februar 1815 dem Kaiser einreichte, und der bis in alle Einzelheiten die Wirtschaftlichkeit eines solchen Unternehmens beleuchtet. Am 22. Februar sollte Drouot darüber berichten. Ob es dazu kam? Am 1. März 1815 landete Napoleon in Cannes. Das Schicksal nahm seinen Lauf.

Die Società Ilva, die diese wertvollen Dokumente veröffentlicht, führt heute das aus, was Napoleon plante. Ihr sowie dem Herausgeber sei gedankt für diese Schrift, die nicht nur einen Beitrag von fachgeschichtlicher Bedeutung darstellt, sondern auch ein wichtiger Baustein ist für die Erweiterung unserer Kenntnisse über den umfassenden Geist Napoleons.

Herbert Dickmann.

[1]) Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 352.

Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

Arend, Heinrich, Dipl.-Ing., Aachen, Karlsgraben 41.

Bräutigam, Max, Dr.-Ing., Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar; Wohnung: Schleusenstr. 12.

Brückner, Willi, Leiter der Betriebsrechnung der Junkers Flugzeug- u. Motorenwerke A.-G., Flugzeugbau Dessau; Wohnung: Dessau-Ziebigk, Flurstr. 6.

Darschin, Hans, Ingenieur, Maschinen- u. Bohrgerätefabrik Alfred Wirth & Co., Kom.-Ges., Erkelenz (Rheinl.).

Elzemann, Kurt, Ingenieur, Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau; Wohnung: Magdeburg-Sudenburg, Kruppstraße 27.

Epstein, Samuel, Metallurgist, Research and Development Dept., Bethlehem Steel Works, Bethlehem (Pa.), U. S. A.

Fatheuer d. J., Adolf, Ingenieur, Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Werk Thyssen, Mülheim (Ruhr); Wohnung: Bochum, Auf der Bochumer Landwehr 11.

Hildner, Walter, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Kurfürstenstr. 5.

Kopaja, Ludwig, Kaufm. Leiter, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Grillo Funke, Gelsenkirchen; Wohnung: Kaiserstr. 68.

Meier-Cortés, Carl, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Fried. Krupp, A.-G., Hochofenwerk Borbeck, Essen-Borbeck; Wohnung: Leimgardtsfeld 28.

Menzen, Paul, Dipl.-Ing., Leipzig C 1, Nikischplatz 1.

Peters, Fritz, Dipl.-Ing., Düsseldorf 1, Lindemannstr. 88.

Philipp, Fritz, Dipl.-Ing., Obering., Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen; Wohnung: Geislautern (Saar), Kirchenstr. 16.

Ruff, Wolfram, Dr.-Ing., Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar; Wohnung: Sophienstr. 17.

Skroch, Kurt, Ingenieur, Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Werk Julienhütte, Bobrek-Karf 1; Wohnung: Beuthen (Oberschl.), Lindenstr. 1.

Stähler, Paul, Ingenieur, Siegener Maschinenbau-A.-G., Siegen (Westf.); Wohnung: Obenstruthstr. 22.

Weber, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., Ruhrstahl A.-G., Henrichshütte, Hattingen (Ruhr), Wohnung: Kasino.

Wendt, Theodor, Oberingenieur, Gleiwitz, Coseler Str. 56.

Gestorben:

Lotz, Karl, Direktor, Essen. * 30. 7. 1867, † 29. 7. 1936.

Neue Mitglieder.

Ordentliche Mitglieder:

Fricke, Wilhelm, Dipl.-Ing., Betriebsing., Hoesch-KölnNeuessen A.-G. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Dortmund; Wohnung: Oesterholzstr. 118.

Habermann, Richard, Ingenieur, Betriebsleiter, Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- u. Stahlwerk, Hagen-Haspe; Wohnung: Kölner Str. 33.

Hartosch, Josef, Betriebsingenieur, Falvahütte, Swietochlowice (Polen).

Mzachacz, Georg, Betriebsingenieur, Falvahütte, Swietochlowice (Polen).

De Rochi, Angelo, Ing., Hochofen-Betriebsleiter, Edelstahlwerk Cogne, Aosta (Italien), Villa D'Arbelley.

Rogers, Bruce A., Metallurgist, U.S.Bureau of Mines Experiment Station, Pittsburgh (Pa.), U.S.A.

Schaefer, Peter, Abt.-Direktor, Fried. Krupp Grusonwerk A.-G. Magdeburg-Buckau; Wohnung: Magdeburg 1, Moltkestr. 10.