

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 15

9. APRIL 1936

56. JAHRGANG

Zur Metallurgie der Eisenbegleiter.

Von Friedrich Körber in Düsseldorf.

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.

[Bericht Nr. 305 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹⁾.]

(Die Auswirkung der Silizid-, Phosphid- und Karbidbildung im flüssigen Eisen auf seine Gleichgewichte mit Oxyden. Die Reaktionen des Chroms mit sauren Schlacken. Das Verhalten des Vanadins gegen saure und basische Schlacken. Die Reaktionen zwischen Eisenschmelzen und Sulfid-Silikat-Schlacken.)

Ein wesentlicher Teil der metallurgischen Forschungsarbeiten im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung befaßt sich mit der laboratoriumsmäßigen Untersuchung des metallurgisch-chemischen Verhaltens der verschiedenen Eisenbegleiter. Ueber Ergebnisse dieser Arbeiten und ihre Nutzbarmachung zur Beurteilung des Reaktionsgeschehens bei den technischen Stahlerzeugungsverfahren wurde bereits zweimal auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zusammenfassend berichtet²⁾³⁾ und dabei

von einer tiefergehenden theoretischen Behandlung abgesehen werden muß und lediglich die Versuchsergebnisse in den Vordergrund gerückt werden sollen. Auch die Frage einer Anwendbarkeit der gefundenen Beziehungen auf technisch bedeutsame Vorgänge wird nur gestreift werden, um den Blick für die rein chemischen Fragen freizuhalten.

Die mitzuteilenden Versuchsergebnisse bieten kennzeichnende Beiträge zur Frage der Verbindungsbildung in

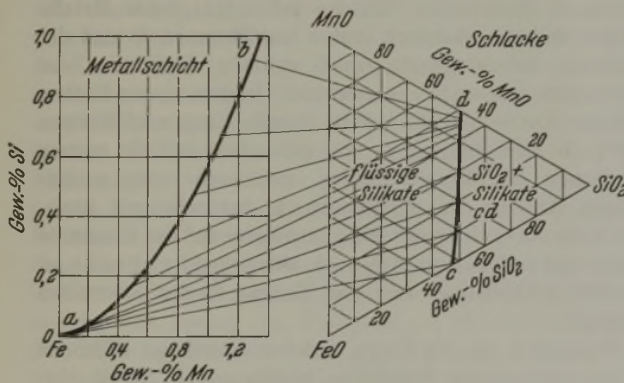


Abbildung 1. Die Gleichgewichte zwischen Eisenschmelzen, Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure bei kleinen Mangan- und Siliziumgehalten der Metallschicht bei etwa 1600°.

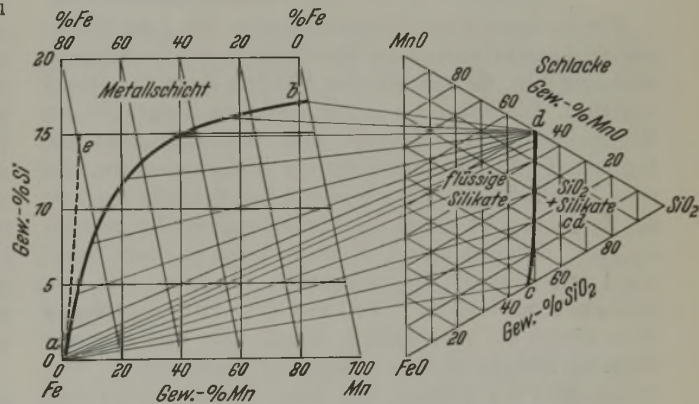


Abbildung 2. Die Gleichgewichte zwischen Eisen-Mangan-Silizium-Schmelzen, Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure bei etwa 1600°.

auch die Zielsetzung dieser Arbeiten dargelegt. In der vorliegenden Abhandlung sollen einige kurze Ausschnitte aus den Arbeiten des Instituts zur Kenntnis gegeben werden, die auf dem Gebiete der metallurgischen Chemie im letzten Jahre durchgeführt wurden, aber zur Zeit noch nicht völlig abgeschlossen sind. Die den einzelnen Arbeiten zugrunde liegenden Fragestellungen sind so mannigfaltiger Art, daß

den Roheisen- und Stahlschmelzen, zur Frage des metallurgischen Verhaltens des Chroms und des Vanadins und zur Frage der Reaktionen von Eisen und Mangan mit ihren Sulfiden und Silikaten.

I. Die Auswirkung der Silizid-, Phosphid- und Karbidbildung im flüssigen Eisen auf seine Gleichgewichte mit Oxyden.

Wie die Zustandsschaubilder und auch die bisher bekannten Mischungswärmen binärer Metallschmelzen lehren, bleiben die auftretenden Verbindungen oft zu einem erheblichen Anteil auch in den Metallschmelzen bestehen. Für die metallurgische Chemie verdient diese Tatsache größte Beachtung, ist doch das metallurgische Verhalten eines in der Metallschmelze enthaltenen Elementes in hohem Maße auch abhängig von den Bindungen, denen es in der Schmelze unterliegt. In den Roheisen- und Stahlschmelzen treten die Elemente Kohlenstoff, Silizium und Phosphor auf, die mit dem Eisen und auch mit dem Mangan, dem

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 30. November 1935 in Düsseldorf. — Ausführliche Berichte über die in den einzelnen Abschnitten behandelten Untersuchungen, die gemeinsam mit Willy Oelsen durchgeführt wurden, erscheinen in den Mitteilungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung. — Sonderabdrucke des vorliegenden Berichts sind zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

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

³⁾ F. Körber: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 535/43 (Stahlw.-Aussch. 277).

steten Begleiter des Eisens, nach den Zustandsschaubildern Fe-C, Fe-Si, Fe-P, Mn-C, Mn-Si und Mn-P wohlbekannte kristallisierte Verbindungen bilden können. Im folgenden soll an Hand einiger kennzeichnender Beispiele gezeigt werden, in welchem Ausmaß diese Verbindungen, die Silizide, Phosphide und Karbide des Eisens und des Mangans, in den Schmelzen bestehen bleiben, und wie sich diese Verbindungsbildung auf einige wichtige Metall-Schlacken-Reaktionen der Stahlerzeugungsverfahren auswirkt.

Als Ausgangspunkt der Betrachtung mögen die Metall-Schlacken-Reaktionen der Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke dienen, deren Gleichgewichte mit Hilfe

kleiner Versuchsschmelzen im Laboratorium eingehend untersucht wurden⁴). Es sind ausgesprochene Dreiphasenreaktionen des Systems Fe-Mn-Si-O. Die drei reagierenden Phasen sind: 1. die Stahlschmelze, 2. die Silikat-schlacke und 3. die feste Kieselsäure der Herdzustellung bzw. bei den Laboratoriumsversuchen die Kieselsäure der kleinen Sandtiegel, in denen die Schmelzversuche vorgenommen werden.

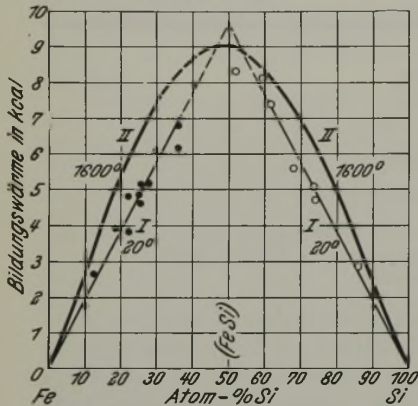


Abbildung 3. Die Bildungswärmen der Eisen-Silizium-Legierungen je Gramm-Atom der Mischungen.

- flüssiges Eisen auf festes Silizium gegossen.
- flüssiges Silizium auf Eisendrähte gegossen.

Für die eisenreichen Schmelzen sind in Abb. 1 die Gleichgewichtskonzentrationen der Metallschicht und der Schlacke wiedergegeben, die sich bei etwa 1600° in einem Sandtiegel einstellen. Die Kurve a b in Abb. 1 gibt die Endgehalte der Metallschicht, ihre Mangan- und Siliziumgehalte; die Kurve c d gibt die Endgehalte der Schlackenschicht. Zu jeder Metallschmelze auf a b gehört eine Schlacke auf c d; die Zuordnung ist durch die Verbindungsgeraden gekennzeichnet. Schmilzt man z. B. reines Eisen in einem Sandtiegel mit Eisenoxyden zusammen, so bildet sich die Schlacke c mit etwa 52 % FeO und 48 % SiO₂, das flüssige Eisen nimmt nur etwa 0,005 % Si auf. Gibt man zu dieser Schmelze Mangan, so setzt es sich sehr weitgehend mit dem Eisenoxydul der Schlacke um, deren Manganoxydulgehalt sehr schnell ansteigt, während ihr Eisenoxydulgehalt entsprechend abfällt. Der Mangangehalt der Metallschicht bleibt, solange die Schlackenschicht noch erhebliche Eisenoxydulgehalte aufweist, sehr niedrig und steigt erst dann beträchtlich an, wenn der Eisenoxydulgehalt der Schlacke sehr klein geworden ist und die Zusammensetzung der Schlacke sich dem Punkt d, dem reinen Mangansilikat, genähert hat. Mit steigendem Mangangehalt der Metallschicht nimmt auch ihr Siliziumgehalt, der aus der Kieselsäure reduziert wird, sehr stark zu, und zwar etwa mit dem Quadrate des Mangangehaltes.

Für noch höhere Mangangehalte zeigt Abb. 2 die Gleichgewichtsverhältnisse. Der in der vorigen Abbildung gezeigte Bereich liegt ganz in der Eisenecke. Die Siliziumgehalte der Metallschicht steigen immer mehr an, aber von etwa 30 % Mn an ändern sie sich nur noch verhältnismäßig wenig. Es werden schließlich bis 17 % Si aus der Kieselsäure der Schlacke und des Tiegels durch die manganreichen Schmelzen reduziert.

⁴) F. Körber und W. Oelsen: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 15 (1933) S. 271/309.

Es sei hier daran erinnert, daß die so festgelegte Siliziumisotherme ein klares Bild von den Vorgängen bei der Auflösung und Verteilung von Mangan und Silizium in oxydhaltigen Eisenschmelzen gibt, denn bei den Siliziumgehalten unter dieser Kurve sind gutflüssige Silikate mit den Eisenschmelzen im Gleichgewicht, im Felde oberhalb dieser Kurve tritt feste Kieselsäure auf⁴).

Das Umbiegen der Kurve bei höheren Mangangehalten weist auf die Bildung von Siliziden in der Metallschicht hin. Wenn eine solche Silizidbildung nicht eintreten würde, so wäre nämlich ein Anstieg der Siliziumgehalte mit den Mangangehalten zu erwarten, wie er dem Verlauf der gestrichelten Kurve a e entspricht, die aus dem Verlauf der Isotherme bei kleinen Mangangehalten extrapoliert wurde. Mit steigendem Siliziumgehalt wird aber immer mehr Eisen

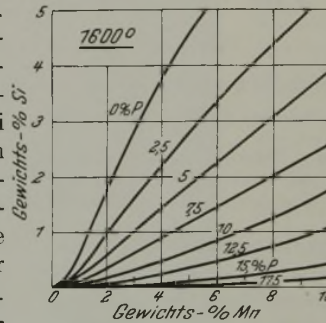


Abbildung 4. Die Verschiebung der Siliziumisotherme durch Phosphor bei 1600°.

(Die Auswirkung der Phosphid- und Karbidbildung auf die Reduktion von Silizium aus Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten durch manganhaltige Eisenschmelzen.)

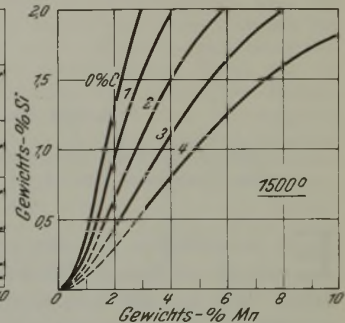


Abbildung 5. Die Verschiebung der Siliziumisotherme durch Zusatz von Kohlenstoff.

und auch Mangan zu Siliziden gebunden; beide Metalle werden dadurch chemisch immer unwirksamer, so daß der steigende Siliziumgehalt einer weiteren Reduktion der Kieselsäure sehr stark entgegenwirkt. In dem oberen flachen Teil der Kurve sind die beiden Metalle Eisen und Mangan durch die Silizidbildung so weit gebunden, daß die weitere Steigerung des Mangangehaltes nur noch einen geringfügigen Anstieg der Siliziumgehalte hervorbringen kann. Das steile Anwachsen der Siliziumgehalte auf der Eisenseite dauert nur so lange an, wie noch hinreichend viel nicht an Silizium gebundenes Eisen und Mangan in den Schmelzen vorliegt.

Wesentlich ist die Frage, welcher Anteil des Siliziums in den eisenreichen Schmelzen überhaupt als Silizid vorliegt, seine Hauptmenge oder nur ein sehr kleiner Anteil. Darüber können die Bildungswärmen der Eisen-Silizium-Schmelzen Auskunft geben. In Abb. 3 sind die Bildungswärmen der Eisen-Silizium-Legierungen bei 20° und die ihrer Schmelzen bei 1600° angegeben. Die Bildungswärmen der Legierungen bei 20° wurden unmittelbar bestimmt, indem flüssiges Eisen auf festes Silizium und flüssiges Silizium auf Eisendrähte gegossen wurde⁵). Die gemessenen Bildungswärmen der Legierungen aus festem Eisen und festem Silizium ordnen sich um zwei Geraden (I), die sich bei 50 Atomprozent Si schneiden und das Silizid FeSi als dasjenige mit der höchsten Bildungswärme von 9,6 kcal je Gramm-Atom Legierung bzw. 19,2 kcal je Mol FeSi kennzeichnen. Die Bildungswärmen der Eisen-Silizium-Schmelzen bei 1600° aus flüssigem Eisen und flüssigem Silizium ergeben sich aus denen der festen Legierungen mit Hilfe der Wärmeinhalte der beiden Bestandteile und ihrer Mischungen. Die Bildungswärmen der Eisen-Silizium-Schmelzen sind zum Teil noch höher als diejenigen der festen Le-

⁵) Siehe auch W. Oelsen: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1110/11.

gierungen. Der Höchstwert der Bildungswärmen der Schmelzen liegt ebenso wie für den kristallisierten Zustand nahe bei der Konzentration des Silizides FeSi.

Für die metallurgischen Reaktionen, die hier betrachtet werden, sind vor allem die Bildungswärmen der eisenreichen Schmelzen wichtig. Es werden nach Abb. 3 etwa 28 kcal frei, wenn ein Gramm-Atom flüssigen Siliziums in einer sehr großen Menge flüssigen Eisens gelöst wird. Das bedeutet aber, daß der Anteil des Siliziums, der in eisenreichen Schmelzen nicht an das Eisen gebunden ist, nur außerordentlich klein sein kann. Eine Ueberschlagsrechnung ergibt, daß die chemische Wirksamkeit des Siliziums in den eisenreichen Schmelzen etwa 1500mal kleiner ist, als nach seinem Molenbruch in der Schmelze zu erwarten ist, wenn man flüssiges Silizium als Bezugsphase wählt.

In derselben Weise, wie das Silizium durch die Bildung der Silizide das Reaktionsvermögen von Eisen und Mangan

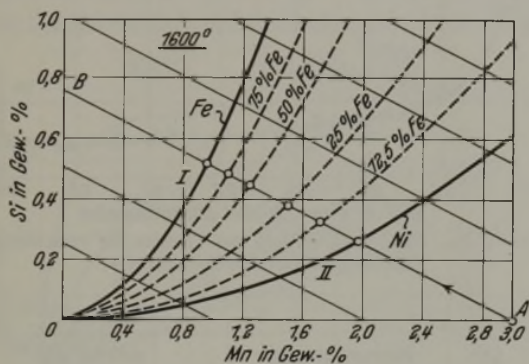


Abbildung 6. Die Verschiebung der Siliziumisotherme durch Nickel.

sehr stark herabsetzt, wirken die beiden Elemente Phosphor und Kohlenstoff in der Metallschmelze. In Abb. 4 gibt die Kurve für 0 % P die Siliziumgehalte an, die bei 1600° durch manganhaltiges Eisen aus den Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und der festen Kieselsäure reduziert werden können. Die weiteren Kurven der Abbildung geben die Siliziumisothermen für die jeweils angegebenen Phosphorgehalte der Schmelzen an. Der Phosphor hat sich an den Reaktionen mit den Schlacken unmittelbar nicht beteiligt, denn auch bei hohen Phosphorgehalten der Metallschicht bleiben die Phosphorsäuregehalte der Silikatschlacken sehr niedrig. Bei Zusatz von Phosphor zur Metallschicht fällt der Siliziumgehalt sehr stark ab, und zwar macht er bei 15 bis 17,5 % P nur noch einen kleinen Bruchteil vom Anfangsgehalt aus. Bei 15,6 % P liegt das Phosphid Fe₃P; wenn also der Phosphorgehalt dieser Verbindung erreicht ist, so ist offenbar das Reaktionsvermögen von Eisen und Mangan in diesen Schmelzen schon außerordentlich klein geworden.

Aehnlich wie der Phosphor wirkt auch der Kohlenstoff, wie die Siliziumisothermen für verschiedene Kohlenstoffgehalte bis zu 4 % bei 1500° in Abb. 5 zeigen. Auch hier fällt der Siliziumgehalt sehr stark ab, und zwar in dem Maße, wie sich in der Schmelze Eisen- und Mangankarbid bilden. Der Kohlenstoff hat, obwohl er bei diesen Temperaturen schon ein äußerst starkes Reduktionsmittel darstellt, unter den in den kleinen Schmelztiegeln herrschenden besonderen Bedingungen auf die Schlacke und die Kieselsäure des Tiegels nicht reduzierend gewirkt⁶⁾.

Die starke Verschiebung der Siliziumisotherme durch steigende Phosphor- und Kohlenstoffgehalte zeigt deutlich,

⁶⁾ Siehe F. Körber u. W. Oelsen: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 17 (1935) S. 39/61, sowie F. Körber, W. Oelsen, G. Thanheiser u. P. Bardenheuer: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 181/208.

wie das Reaktionsvermögen des Eisens und des Mangans durch die Phosphid- und Karbidbildung in den eisenreichen Schmelzen abnimmt.

Es drängt sich in diesem Zusammenhang die Frage auf, ob die Verschiebung der Gleichgewichte zwischen Stahlschmelzen und Schlacken nur durch solche Elemente hervorgerufen wird, die wie Silizium, Phosphor und Kohlenstoff ausgesprochene Verbindungen mit dem Eisen und dem Mangan bilden können. Die folgende Abb. 6 soll zeigen, daß z. B. auch das Nickel bei hohen Gehalten eine wesentliche Verschiebung der Gleichgewichtskonzentrationen bewirken kann. Auch das Nickel beteiligt sich an den Aus-

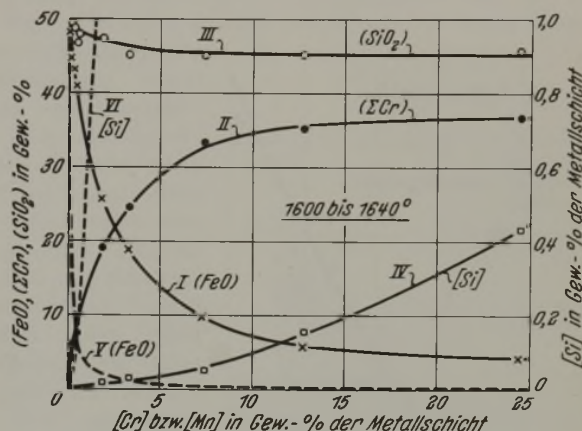


Abbildung 7. Die Gleichgewichte zwischen Eisen-Chrom-Schmelzen, Eisen-Chrom-Silikaten und fester Kieselsäure bei 1600 bis 1640°.

(Die gestrichelten Kurven V und VI kennzeichnen die Wirkung des Mangans im gleichen Maßstabe.)

tauschreaktionen zwischen der Metallschicht und der Schlacke nur sehr wenig⁷⁾. Die Kurve I in Abb. 6 zeigt die Endsiliziumgehalte, die bei etwa 1600° durch manganhaltiges Eisen aus Eisenoxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure reduziert werden können (siehe auch Abb. 1, Kurve a b); die untere Kurve II zeigt die Siliziumgehalte, die durch manganhaltiges Nickel aus Nickeloxydul-Manganoxydul-Silikaten und fester Kieselsäure reduziert werden können; die mittleren gestrichelten Kurven kennzeichnen Schmelzungen wechselnder Verhältnisse [Fe] : [Ni] in der Metallschicht.

Das im flüssigen Nickel gelöste Mangan vermag also nur viel geringere Siliziumgehalte aus der Kieselsäure zu reduzieren als das im flüssigen Eisen gelöste Mangan. Während in eisenreichen Schmelzen (Kurve I) das Mangan bei 1 % als Endgehalt bis etwa 0,6 % Si zu reduzieren vermag, ist in den nickelreichen Schmelzen (Kurve II) bei gleichem Mangangehalt nur eine Reduktion bis zu etwa 0,06 % Si möglich. Läßt man z. B. verschiedene Eisen-Nickel-Legierungen mit 3 % Mn als Anfangsgehalt auf feste Kieselsäure einwirken, so ruft der Umsatz des Mangans mit der Kieselsäure eine Aenderung der Gehalte der Metallschicht längs der schrägen Geraden AB hervor, und demnach ergeben sich als Endgehalte:

	Si %	Mn %
Nickelschmelze	0,27	1,96
75 % Ni	0,38	1,50
50 % Ni	0,45	1,25
25 % Ni	0,49	1,10
Eisenschmelze	0,52	0,96

⁷⁾ Die Versuchsergebnisse wurden einer Arbeit von W. Oelsen und G. Kremer entnommen, die demnächst in den Mitteilungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung erscheint.

Daraus geht deutlich hervor, wie sehr das Reaktionsvermögen des Mangans gegen fremde Oxyde durch das Grundmetall, in dem es gelöst ist, beeinflußt wird, auch wenn eine ausgesprochene Verbindungsbildung nicht eintritt. Der große Eisenüberschuß der Stahlschmelzen ist also für das Reaktionsvermögen der in ihm gelösten Elemente von ausschlaggebender Bedeutung. Für die technischen Stahlschmelzen bleiben die Konzentrationen der Legierungselemente im allgemeinen in Grenzen, in denen die Verschiebungen der Gleichgewichtskonzentrationen noch gering sind.

II. Die Reaktionen des Chroms mit sauren Schlacken⁸⁾.

Ueber das Verhalten des in Stahlschmelzen gelösten Chroms gegen die Oxyde der Schlacken bei den Stahl-

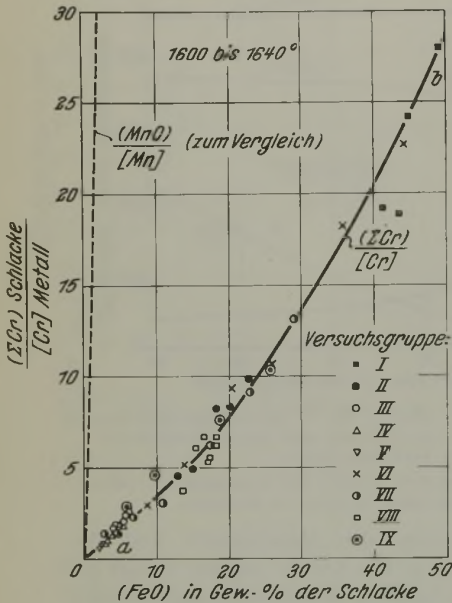


Abbildung 8. Die Verschlackung des Chroms durch saure Schlacken. (Die Zahlenwerte der Versuchsgruppen sind in der angeführten Arbeit⁸⁾ ausführlich mitgeteilt.)

erzeugungsverfahren liegen planmäßige Untersuchungen im Schrifttum noch nicht vor; ebenso sind Untersuchungen über seine desoxydierende Wirkung, die damit in ursächlichem Zusammenhang steht, noch nicht veröffentlicht worden. Es sollen nun für das Verhalten des Chroms gegen saure Schlacken Versuchsergebnisse mitgeteilt werden, aus denen auch Rückschlüsse auf die Mitwirkung des Chroms bei der Desoxydation flüssigen Eisens mit Mangan und Silizium gezogen werden können.

Wird zu einer Eisenschmelze, die in einem Sandtiegel unter flüssigem Eisensilikat steht, in steigender Menge Ferrochrom gegeben, so geht ein großer Anteil des Chroms in die Schlacke über, deren Gesamt-Chromgehalt sehr schnell ansteigt, während ihr Eisenoxydulgehalt entsprechend abnimmt. In Abb. 7 sind die entsprechenden Versuchsergebnisse für etwa 1600° zusammengestellt; Kurve I zeigt die Abnahme des Eisenoxydulgehaltes und Kurve II den Anstieg des Gesamtgehaltes der Schlacke an Chrom mit zunehmendem Chromgehalt der Metallschicht. Der Kieselsäuregehalt, den die Schlacken aus dem eingesetzten Quarzmehl und aus dem Sandtiegel aufgenommen haben (Kurvenzug III), ändert sich nur verhältnismäßig wenig, wenn das Eisenoxydul der Schlacke durch die Oxyde des Chroms ersetzt wird.

Bemerkenswert ist nach dieser Abbildung, daß z. B. neben 10 % Cr in der Metallschicht noch 7 % FeO in der Schlacke beständig sind. Die Erniedrigung der Eisenoxydulgehalte der Schlacken durch das Chrom ist also selbst bei ziemlich hohen Chromgehalten der Metallschicht nicht sehr weitgehend. Wenn man die Wirkung des Chroms mit derjenigen des Mangans vergleicht, die durch die gestrichelte Kurve V im gleichen Maßstab angegeben ist, so erkennt man

⁸⁾ Die Versuchsergebnisse dieses Abschnitts sind einer Arbeit von F. Körber und W. Oelsen entnommen: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 17 (1935) S. 231/45; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 310.

die wesentlich geringere Fähigkeit des Chroms, das Eisenoxydul der Silikatschlacke zu reduzieren. Ein Endgehalt von 0,4 % Mn in der Metallschicht bedingt schon die gleiche Erniedrigung des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke wie ein Endgehalt von etwa 10 % Cr in der Metallschicht.

Der Siliziumgehalt, den die Metallschicht aus der Silikatschlacke und der festen Kieselsäure des Tiegels zu reduzieren vermag (Kurve IV), steigt mit dem Chromgehalt der

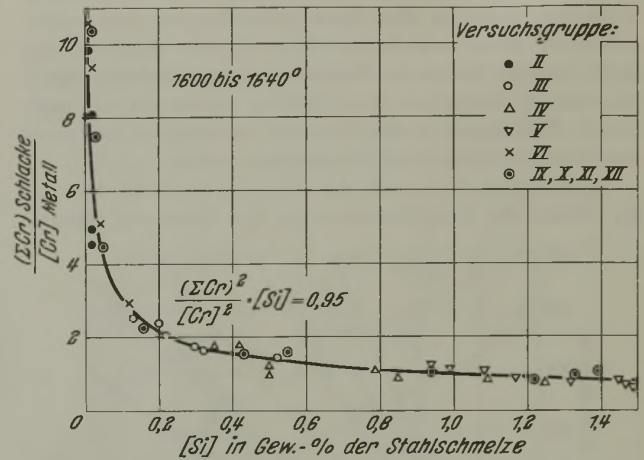


Abbildung 9. Die Verschlackung des Chroms bei verschiedenen Siliziumgehalten des Metallbades.

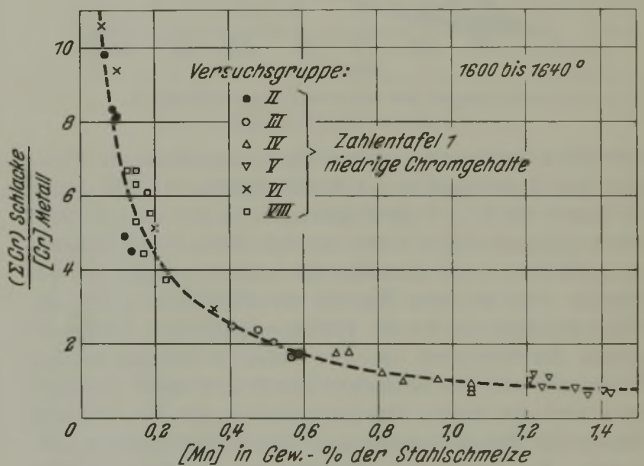


Abbildung 10. Die Verschlackung des Chroms bei verschiedenen Mangangehalten des Metallbades. (Die gestrichelte Kurve ist nicht als Gleichgewichtskurve aufzufassen.)

Metallschicht zunächst nur schwach an, entsprechend den noch ziemlich hohen Eisenoxydulgehalten der Schlacke; erst bei 10 % Cr in der Metallschicht wird z. B. der Gehalt von etwa 0,1 % Si erreicht. Um den Vergleich mit der Wirkung des Mangans durchführen zu können, sind in der gestrichelten Kurve VI auch die Siliziumgehalte angegeben, die durch manganhaltiges Eisen aus den Silikaten und der festen Kieselsäure zu reduzieren sind. Um den gleichen Siliziumgehalt von 0,1 % zu erzielen, würde wieder ein Manganendgehalt der Metallschicht von 0,4 % Mn völlig genügen. Das Chrom ist also auch gegenüber der Kieselsäure ein viel schwächeres Reduktionsmittel als das Mangan.

Der in seiner Gesetzmäßigkeit gleiche Verlauf der Kurven I und V sowie IV und VI zeigt aber, daß das Verhalten des Chroms gegen das Eisenoxydul und die Kieselsäure der Schlacken dem Verhalten des Mangans sehr ähnlich ist, nur sind etwa 27mal höhere Chromgehalte notwendig, um die Wirkung eines gegebenen kleinen Mangangehaltes zu erzielen.

Enthalten die Silikatschlacken neben dem Eisenoxydul und den Chromoxyden noch Manganoxydul oder auch Kalk, so ist der Anteil des Chroms, der in die Schlacke geht, im wesentlichen durch deren Eisenoxydulgehalt bestimmt. In Abb. 8 ist für mehrere Versuchsreihen mit stark veränderter Schlackenzusammensetzung das Verhältnis der Gehalte $(\Sigma Cr)_{Schlacke} : [Cr]_{Metall}$ in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke aufgetragen. Das Verschlackungsverhältnis des Chroms steigt also sehr stark mit dem Eisenoxydulgehalt an, zeigt bei etwa 3% FeO den Wert 1 und bei 50% FeO den Wert 28. Die gestrichelte Gerade gibt zum Vergleich das viel größere Verschlackungsverhältnis des Mangans im gleichen Maßstabe für die gleiche Versuchstemperatur von etwa 1600° wieder.

Abnehmende Eisenoxydulgehalte der Schlacke bedingen einen Anstieg der Silizium- und Mangangehalte der Metallschicht; dementsprechend wird das Verschlackungsverhältnis des Chroms durch steigende Silizium- und Mangangehalte

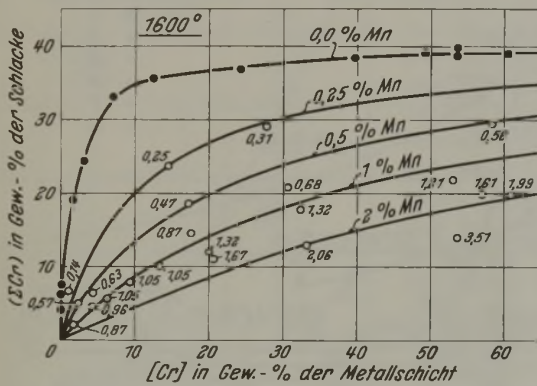


Abbildung 11. Gesamtchromgehalte der Silikatschlacken bei verschiedenen Mangangehalten der Metallschicht bei etwa 1600°. Den Versuchspunkten sind die Mangangehalte der Metallschicht beigeschrieben.

sehr stark erniedrigt. Für das Silizium kennzeichnet Abb. 9 die Verhältnisse; besonders stark wirken also die ersten kleinen Siliziumgehalte. Abb. 10 zeigt die gleichartige, allerdings merklich schwächere Wirkung des Mangans bei niedrigen Chromgehalten. Da aber nur das Verhältnis $(\Sigma Cr)_{Schlacke} : [Cr]_{Metall}$ erniedrigt wird, das auch bei erheblichen Gehalten des Metalles an Silizium und Mangan nicht wesentlich unter den Wert Eins absinkt, bleibt bei hohen Chromgehalten der Metallschicht der Gehalt der Schlacken an Chromoxyden auch bei erheblichen Silizium- und Mangangehalten noch sehr hoch.

In Abb. 11 sind für die Schmelzen mit hohen Chromgehalten die Gesamtchromgehalte der Silikatschlacken für verschiedene, den Versuchspunkten jeweils beigeschriebene Mangangehalte angegeben. Die Kurven für unveränderten Mangangehalt wurden entsprechend den Versuchswerten eingezeichnet. Die Chromgehalte der Schlacken werden also durch den steigenden Mangangehalt um so stärker herabgesetzt, je niedriger der Chromgehalt der Metallschicht ist. Die ersten kleinen Mangangehalte wirken besonders kräftig erniedrigend.

Für die Gleichgewichte zwischen Eisen und Mangan, ihren Silikaten und fester Kieselsäure war die Verknüpfung der Mangan- und Siliziumgehalte der Metallschicht durch die „Siliziumisotherme“ besonders kennzeichnend, wie bereits vorher ausgeführt wurde (s. Abb. 1). Es erhebt sich die Frage, wie diese Kurve durch steigende Chromgehalte der Metallschicht und dementsprechend der Schlacke verschoben wird. In Abb. 12 zeigt die ausgezogene Kurve die Siliziumgehalte für chromfreie Schmelzen in Abhängigkeit

von den Mangangehalten. Die eingezeichneten Versuchspunkte entsprechen chromhaltigen Schmelzungen; die Zahlen geben die jeweiligen Chromgehalte an. Solange die Chromgehalte der Metallschicht niedrig bleiben ($< 1\% Cr$), liegen die Siliziumgehalte nur wenig oberhalb der eingezeichneten Isotherme. Bei höheren Chromgehalten steigen die Siliziumgehalte aber sehr weit über diese Kurve an. Das bedeutet, daß das Mangan, wenn es in chromhaltigen Eisenschmelzen gelöst ist, viel höhere Siliziumgehalte aus den

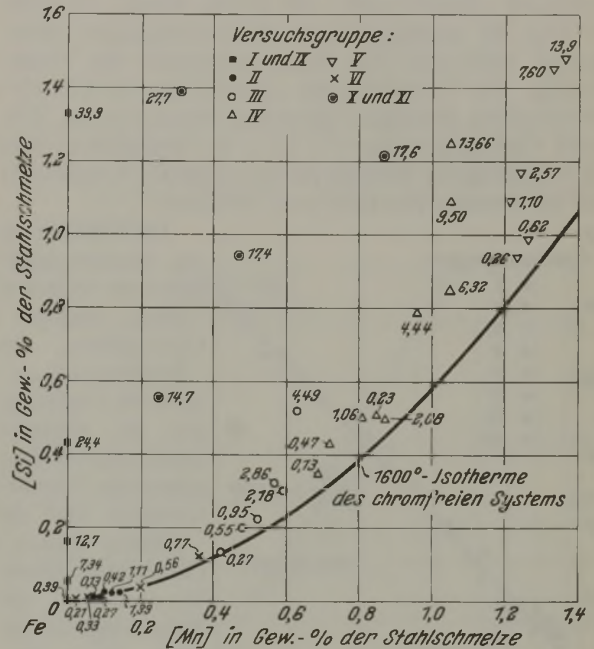


Abbildung 12. Siliziumgehalte der chromhaltigen Stähle bei verschiedenen Mangangehalten bei 1600 bis 1648°. Den Versuchspunkten sind die Chromgehalte der Schmelzen beigeschrieben.

Silikatschlacken und der festen Kieselsäure zu reduzieren vermag, als wenn es in chromfreien Eisenschmelzen gelöst ist. Die Verschiebung beruht also auf der Mitwirkung des Chroms, das ja selbst schon erhebliche Siliziumgehalte zu reduzieren vermag, wie die Punkte auf der Ordinate für die manganfreien Schmelzen erkennen lassen. Das Chrom steigert die Reduktionswirkung des Mangans, und umgekehrt erhöht das Mangan auch die Reduktionswirkung des Chroms, da jedes der beiden bei der Reduktion der Kieselsäure entstehenden Oxyde in der Schlacke durch das andere verdünnt wird.

Die Verschiebung der Siliziumgehalte in Abb. 12 bedeutet, daß neben chromhaltigen Eisenschmelzen flüssige Silikatschlacken noch bei höheren Siliziumgehalten beständig sind als in chromfreien Eisenschmelzen mit dem gleichen Mangangehalt. Diese Feststellung ist von besonderer Bedeutung für die Frage der Art der Desoxydationsprodukte in chromhaltigen Schmelzen. Solange die Chromgehalte klein ($< 1\% Cr$) sind, werden sich die Desoxydationsprodukte nur wenig von denen der chromfreien Schmelzen unterscheiden; die ausgezogene Kurve bleibt dann als Grenze zwischen dem Bereich der Bildung gutflüssiger manganoxydulreicher Silikate (unterhalb der Kurve) und fester Kieselsäure (oberhalb der Kurve) bestehen. Bei höheren Chromgehalten können aber wesentlich höhere Siliziumgehalte bei gleichem Mangangehalt auftreten, ohne daß es zur Bildung fester Kieselsäure als Desoxydationsprodukt kommt. Die gebildeten Silikatausscheidungen enthalten bei kleinen Chromgehalten der Schmelze nur geringe Gehalte an Chromoxyden, dagegen bei höheren Chromgehalten ganz

erhebliche Gehalte an Chromoxyden, auch wenn der Mangan-gehalt der Schmelze hoch ist (Abb. 11).

Von besonderer Bedeutung ist die Frage, in welchem Maße sich das Chrom bei kleinen Gehalten in den Eisen-schmelzen an der Erniedrigung des Oxyd-gehaltes beteiligt, wenn eine Desoxydation mit Mangan und Silizium vorge-nommen wird. Zunächst war zu entscheiden, ob die Lös-lichkeitsbeziehung zwischen der Eisenschmelze und der Schlacke schon durch kleine Chromgehalte (< 5 % Cr) wesentlich verändert wird. Abb. 13 gibt darüber Auskunft; sie zeigt die Abhängigkeit des Sauerstoff-gehaltes chrom-haltiger Schmelzen vom Eisenoxyd-gehalt der Silikat-schlacke. Die Versuchspunkte schließen sich der früher²⁾ für chromfreie Schmelzen ermittelten Geraden gut an, d. h. durch Chromgehalte bis 5 % Cr in der Metallschicht wird die Verteilung des Eisenoxyduls zwischen der Metallschicht und der Schlacke praktisch nicht verändert.

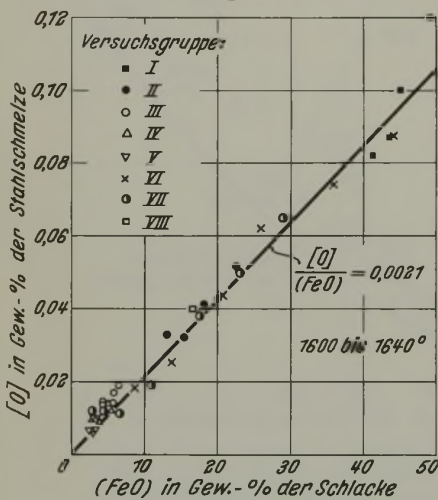


Abbildung 13. Oxydaufnahme der chromhaltigen Schmelzen aus Silikat-schlacken. ([Cr] < 5 %.)

Die Erniedrigung des Eisenoxyd-gehaltes der Schlacken durch steigende Chromgehalte der Metallschicht ist nach Abb. 7 vielgeringer als diejenige durch steigende Mangan-gehalte. Dementsprechend wird die Wirkung kleiner Chromgehalte bei der Desoxydation mit Mangan und Silizium durch deren Wirkung fast völlig überdeckt. In Abb. 14 sind die Sauerstoff-gehalte der untersuchten Schmelzen in Ab-

hängigkeit vom Chromgehalt aufgetragen. Die Kurve I entspricht manganfreien Schmelzen, Kurve II zeigt Schmelzen mit Mangangehalten von 0,07 bis 0,14 % Mn, Kurve III gilt für Schmelzen mit 0,42 bis 0,59 % Mn und die Kurven IV und V gelten schließlich für Schmelzen mit noch höheren Mangangehalten. Die Kurve VI gibt die Sauerstoff-gehalte einer Reihe von Schmelzen, bei denen die Mangan-gehalte gleichzeitig mit den Chromgehalten ansteigen. Man ersieht hieraus ganz deutlich, daß praktisch nur der Mangan-gehalt (und der Siliziumgehalt) den Sauerstoff-gehalt der Schmelze bestimmt, während der Chromgehalt nur eine geringe zusätzliche Erniedrigung hervorbringt, die aber bei höheren Mangangehalten nicht mehr ins Gewicht fällt.

Bei gemeinsamer Desoxydation mit Mangan und Silizium kommt also das Chrom nahezu vollständig als Legierungselement zur Wirkung. Es ist aber zu beachten, daß diese Beziehungen nur für den Fall gelten, daß die Schmelzen neben dem Mangan auch noch Silizium enthalten. Bei siliziumfreien Schmelzen kann die Mitwirkung des Chroms wesentlich kräftiger sein, da sich dann nicht Silikate bilden, sondern hochschmelzende Mischungen aus Manganoxydul und Chromoxyd.

Im vorhergehenden Abschnitt wurde die Oxydstufe des Chroms in den sauren Schlacken völlig außer acht gelassen und nur vom Gesamt-Chromgehalt der Schlacken gesprochen. Zunächst wurde angenommen, das Chrom läge in den sauren Schlacken bei Gegenwart der Metallschicht als Chromoxyd Cr₂O₃ vor. Es zeigte sich aber, daß in den flüssigen sauren

Schlacken das Chrom bei Gegenwart der Metallschicht zu einem erheblichen, ja meist überwiegenden Anteil auch als Chromoxyd CrO auftritt. Das erklärt auch, warum sich das Chrom gegen die Silikatschlacken dem Mangan und dem Eisen sehr ähnlich verhält.

III. Das metallurgische Verhalten des Vanadins.

Die Stellung des Vanadins als Reduktionsmittel oder als Desoxydationsmittel im Vergleich zum Mangan und Silizium ist noch nicht mit Sicherheit festgelegt. Im folgenden seien daher einige Ergebnisse kleiner Versuchsschmelzen mit- geteilt, die das Verhalten des Vanadins in großen Zügen kennzeichnen können.

a) Saure Schlacken (Sandtiegel).

Es wurde die Verteilung kleiner Vanadinmengen zwischen Eisenschmelzen (rd. 40 g) und Eisenoxydul-Manganoxydul-

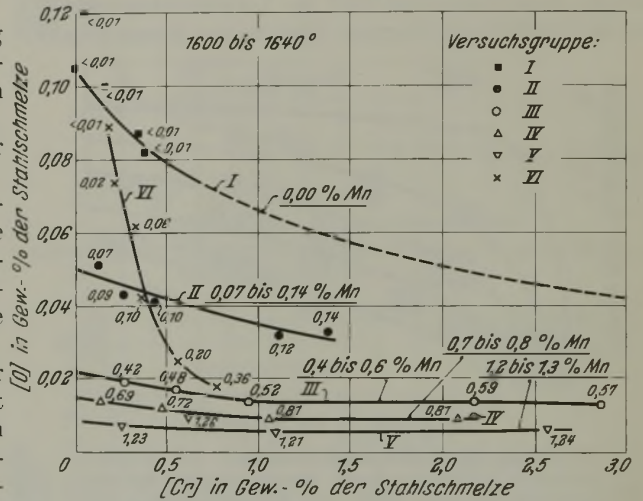


Abbildung 14. Die desoxydierende Wirkung des Chroms bei Gegenwart von Mangan und Silizium bei 1600 bis 1640°. Den Versuchspunkten sind die Mangan-gehalte beigeschrieben.

Silikaten (rd. 15 g) in Sandtieglern bei 1600 bis 1650° unter-sucht. In einer Gruppe von Schmelzversuchen wurde zu den Eisenschmelzen, die bereits mit den Silikaten des Eisens und des Mangans nahezu ausreagiert hatten, Ferrovand-in (80 % V) in kleinen Stücken gegeben, also die Oxydation des Vanadins verfolgt. Bei der zweiten Versuchsgruppe wurde Vanadinpentoxyd mit Eisenoxyduloxyd, Mangan-oxydul, Kieselsäure, Eisenpulver und zerstoßnem Mangan gemengt und gemeinsam in die heißen Tiegel gefüllt und niedergeschmolzen, also die Reduktion des Vanadins aus seinen Oxyden durch Eisen und Mangan beobachtet.

Bei der ersten Art der Versuchsführung, der Vanadin-oxydation, ergaben sich für die Anteile des verschlackten Vanadins bzw. für das Verschlackungsverhältnis (V) : [V] des Vanadins sehr stark schwankende Werte, während bei der zweiten Art der Versuchsführung, der Vanadinreduktion, viel gleichmäßigere Werte erzielt wurden. Bei sonst gleicher Zusammensetzung der Schlacke war das Verhältnis (V) : [V] bei Vanadinoxydation meist viel kleiner, d. h. der Vanadiningehalt der Metallschicht viel höher als bei Vanadinreduktion auch bei Schmelzzeiten von über 30 min. In Abb. 15 sind die Werte des Verschlackungsverhältnisses (V) : [V] für die Versuche mit Vanadinoxydation (Kreuze) und Vanadinreduktion (Kreise) in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Endschlacke eingezeichnet. Während sich die Werte für Vanadinreduktion zwanglos der Kurve a b anschließen, streuen die Werte für Vanadinoxydation sehr erheblich und liegen zum Teil weit unter der Kurve a b.

Die Ursachen für diesen großen Unterschied im Verschlackungsverhältnis des Vanadins je nach der Reaktionsrichtung sind leicht anzugeben, sie sind nämlich nicht chemischer, sondern physikalischer Art. In den sauren Schlacken liegt das Vanadin vorwiegend als Trioxyd V_2O_3 vor, das erst bei sehr hoher Temperatur schmilzt. Dieses Oxyd erhöht den Schmelzpunkt der Silikatschlacken beträchtlich und erniedrigt gleichzeitig ihre Aufnahmefähigkeit für die Kieselsäure. Bei Vanadinoxidation bildet sich daher rings um die Metallschicht eine an Vanadintrioxyd und Kieselsäure reiche, schwerflüssige Schicht, die nur unvollständig und langsam von der Hauptmenge der Schlacke aufgenommen wird und das restliche Vanadin der Metallschicht daran

hindert, mit der Hauptmenge der Schlacke auszureagieren. Die Zwischenschicht ist bei Zugabe von dünnflüssigem Eisensilikat zu einer Eisenschmelze mit 2 % V von einer solchen Festigkeit, daß sie mit einem Quarz- oder Eisenstab nur schwer zu durchstoßen ist; sie löst sich erst nach langem kräftigen Rühren in der Schlacke auf. Diese für eine Bestimmung der Gleichgewichtskonzentrationen sehr unerwünschte Erscheinung ist für die Verschlackung des Vanadins bei den technischen Verfahren mit ihrer im Vergleich zu den Laboratoriumsschmelzungen

weit oberhalb der Abbildung. Bei gleichem Eisenoxydulgehalt der Silikatschlacke ist das Verschlackungsverhältnis des Mangans etwa zehnmal höher als dasjenige des Vanadins. Die Kurve e f zeigt das Verschlackungsverhältnis des Chroms im gleichen Maßstab; die Werte sind der Abb. 8 entnommen. Das Verschlackungsverhältnis des Eisens ist so niedrig im Vergleich dazu, daß die Kurve mit der Abszisse nahe zusammenfallen würde. Die Kurven geben ein anschauliches Bild von der Fähigkeit der Elemente Eisen, Chrom, Vanadin und Mangan, die Oxyde der sauren Schlacken zu reduzieren. Das Vanadin stellt also gegenüber den sauren Schlacken ein wesentlich stärkeres Reduktionsmittel dar als Eisen und Chrom, dagegen wird es vom Mangan noch erheblich übertroffen. Das gilt jedoch nur für saure an Kieselsäure nahezu gesättigte Schlacken; gegenüber basischen Schlacken ändern sich die Verhältnisse wesentlich.

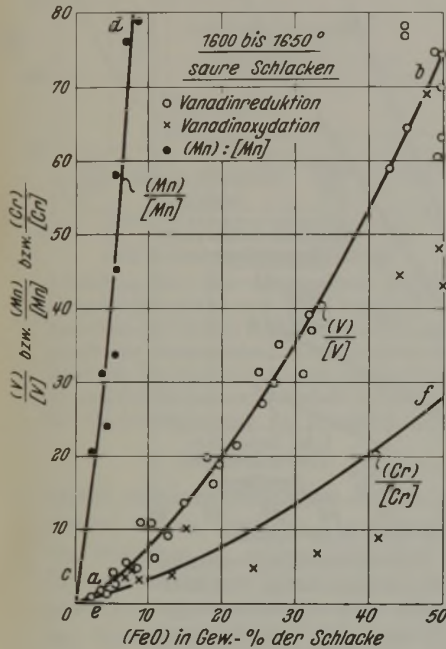


Abbildung 15. Das Verschlackungsverhältnis des Vanadins in Abhängigkeit vom Eisenoxydulgehalt der Silikatschlacken. Das Verschlackungsverhältnis des Mangans und des Chroms zum Vergleich. Schmelzversuche in Sandtieglern.

gen viel kleineren Berührungsfläche zwischen Stahlschmelze und Schlacke sicher von erheblicher Bedeutung. Das Vanadin schützt sich auf diese Weise selbst vor einer Oxydation, die bis zum Gleichgewicht mit der Gesamtmenge der sauren Schlacke führt. Das Vanadin verhält sich also hinsichtlich seiner Oxydation durch saure Schlacken dem Silizium sehr ähnlich, denn auch bei der Siliziumoxydation bildet sich leicht eine feste Zwischenschicht aus⁶⁾.

Die durch Reduktion aus der gutflüssigen Schlacke erzielten Versuchswerte, die sich um die Kurve a b ordnen, dürften dem Gleichgewicht zwischen der Metallschicht und der Silikatschlacke nahe entsprechen. Sie zeigen, daß das Verhältnis $(V) : [V]$ mit dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke sehr stark ansteigt, von etwa 7,5 bei 10 % (FeO) bis auf 75 bei 50 % (FeO); d. h. bei einem Vanadinegehalt der Metallschicht von 0,1 % [V] enthält die Silikatschlacke bei 1600° im Gleichgewichtsfall bei 10 % (FeO) etwa 0,75 % (V), bei 50 % (FeO) aber 7,5 % (V).

Die Kurve c d in Abb. 15 zeigt im gleichen Maßstab das Verschlackungsverhältnis $(Mn) : [Mn]$ des Mangans; sie ist entsprechend den angegebenen Werten gezeichnet, die bei den gleichen Schmelzungen erzielt wurden. Für Schlacken mit mehr als 7,5 % FeO liegen die Werte für $(Mn) : [Mn]$

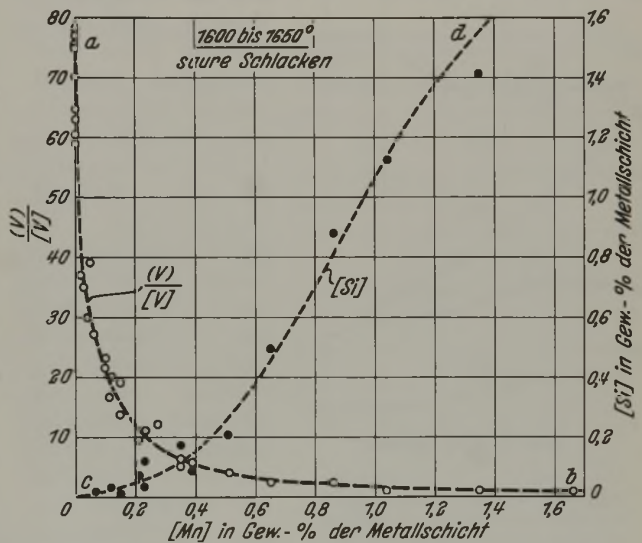


Abbildung 16. Die Abhängigkeit des Verschlackungsverhältnisses des Vanadins in Abhängigkeit vom Mangangehalt der Metallschicht. Die Endsiliziumgehalte der Schmelzen gibt Kurve c d an. (Die Kurven sind nicht als Gleichgewichtskurven anzusehen, da die Manganoxydulgehalte der Schlacken nicht berücksichtigt wurden.)

Entsprechend der soviel größeren Reduktionsfähigkeit des Mangans wird mit steigendem Mangangehalt der Eisenschmelze das Verschlackungsverhältnis des Vanadins sehr stark erniedrigt. In Abb. 16 sind die Verschlackungsverhältnisse des Vanadins in Abhängigkeit vom Mangangehalt der Metallschicht dargestellt; während bei 0 % Mn das Verschlackungsverhältnis des Vanadins den Wert 75 zeigt, ist es bei 0,4 % Mn schon auf etwa 5, d. h. den fünfzehnten Teil, abgesunken. Das gilt jedoch nur für saure Schlacken bzw. Silizium enthaltende Stahlschmelzen, denn mit steigendem Mangangehalt wird nicht nur Vanadin reduziert, sondern auch Silizium, wie die Kurve c d zeigt, die die Höhe der Siliziumgehalte kennzeichnet, die gleichzeitig mit dem Vanadin aus der Schlacke bzw. aus dem Tiegel reduziert wurden.

Eine weitgehende Verschlackung des Vanadins durch saure Schlacken kann also sicher erst dann erfolgen, wenn der Mangangehalt und erst recht der Siliziumgehalt der Stahlschmelze sehr weit gesunken ist. Diese Frage ist von besonderer Bedeutung für die Vanadinerzeugung aus vanadinhaltigem Roheisen. Es fragt sich allerdings, ob diese für 1600° und für kohlenstoffarmes Eisen abgeleiteten Beziehungen auch für Roheisen und für Temperaturen von

1250 bis 1350° wenigstens qualitativ gelten. Es wurden daher zu einem Thomasroheisen in einem Sandtiegel zunächst 0,8 % V gegeben und sodann steigende Mengen von Eisenoxyd unter kräftigem Rühren hinzugefügt. Nach jeder Zugabe von Eisenoxyd wurde ein kleiner Teil des Roheisens abgegossen und analysiert. Abb. 17 zeigt die Zusammensetzung des Roheisens in Abhängigkeit von der zugesetzten Eisenoxydmenge. Der Vanadengehalt ändert sich gegenüber dem Mangan und dem Silizium am wenigsten. Die Endprobe zeigt, daß das Silizium zu 100 %, das Mangan zu 80 %, das Vanadin nur zu 40 %, der Kohlenstoff zu 5 % und der Phosphor zu 0 % des Anfangsgehaltes unter Bildung saurer Schlacken oxydiert wurde. Das entspricht qualitativ durchaus noch den Verhältnissen bei den hohen Temperaturen.

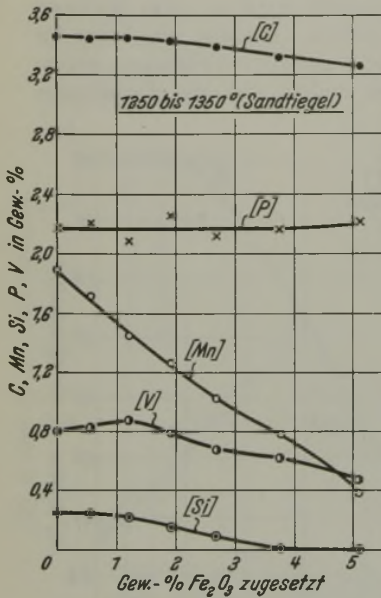


Abbildung 17. Die Oxydationsfolge von Mangan, Silizium und Vanadin aus Thomas-Roheisen bei 1250 bis 1350° im Sandtiegel.

essentlich, wenn nur mit Mangan ohne Gegenwart von Silizium desoxydiert wird.

b) Basische Schlacken (Tonerdetiegel).

Da kein vollwertiger basischer Tiegelbaustoff für die Schmelzungen mit basischen Schlacken vorlag, konnten sie nur in Tonerdetiegeln durchgeführt werden, obwohl die Gleichgewichte zwischen Eisen und Mangan und ihren Oxydulen schon eine merkliche Verschiebung durch die Tonerde erfahren, von der bis 35 % Al₂O₃ durch die Schlacke aufgenommen wurden. Es wurde wieder eine Reduktion der Vanadinoxyde aus der Schlacke angestrebt, indem Mischungen aus Eisenoxydul, Manganoxydul, Vanadin-pentoxyd, Eisenpulver und Mangan im Tonerdetiegel niedergeschmolzen wurden. Die Schlacken enthielten neben den wechselnden Gehalten an Eisenoxydul und Manganoxydul 2 bis 20 % V₂O₅. Die Vanadinglehalte der Metallschicht lagen im Bereich von 0,02 bis 0,08 % [V] und waren 50- bis 430mal kleiner als die Vanadinglehalte der Schlacke. In Abb. 18 sind als Punkte die Verschlackungsverhältnisse des Vanadins für diese Schmelzungen eingezeichnet; sie streuen infolge der sehr kleinen, nur einige hundertstel Prozent betragenden Vanadinglehalte der Metallschicht sehr weit. Doch ist deutlich zu erkennen, daß das Verschlackungsverhältnis des Vanadins mit steigendem Eisenoxydulgehalt der Schlacke erheblich zunimmt. Die Gerade a b, die mit großer Willkür durch den Streubereich gelegt ist, möge das kennzeichnen. Die Kurve c d mit den zugehörigen als Kreise eingezeichneten Versuchspunkten gibt die Verschlackungs-

verhältnisse des Mangans bei den gleichen Versuchsschmelzen wieder; sie sind bei gleichem Eisenoxydulgehalt durchweg kleiner als die Verschlackungsverhältnisse des Vanadins. Die Gleichgewichtsverhältnisse haben sich bei diesen Schlacken also völlig umgekehrt; denn bei den sauren Schlacken war das Verschlackungsverhältnis des Vanadins viel kleiner als das des Mangans, wie die beiden gestrichelt eingezeichneten Kurven zeigen. Während das Verschlack-

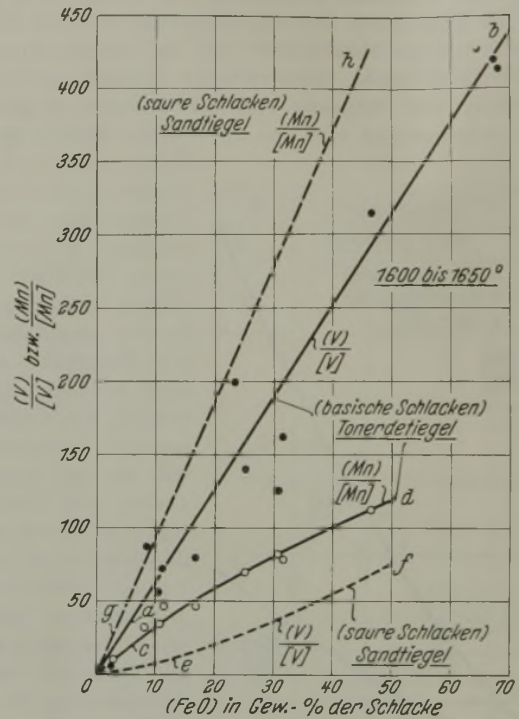


Abbildung 18. Das Verschlackungsverhältnis des Vanadins durch tonerdehaltige FeO-MnO-Schlacken verglichen mit dem Verschlackungsverhältnis des Mangans. Die Verschlackungsverhältnisse für saure Schlacken sind nach Abb. 15 ebenfalls eingezeichnet.

ungsverhältnis des Mangans beim Uebergang von sauren zu basischen Schlacken viel kleiner wird, wird das Verschlackungsverhalten des Vanadins viel größer.

Da das Vanadin durch die (tonerdehaltigen) Eisenoxydul-Manganoxydul-Schlacken weitergehend verschlackt wird als das Mangan, ist der Einfluß des Mangangehaltes der Eisenschmelze auf das Verschlackungsverhältnis des Vanadins wesentlich geringer als bei den sauren Schlacken. Zwar nimmt mit steigendem Mangangehalt nach Abb. 19 das Verschlackungsverhältnis erheblich ab, z. B. durch 1 % Mn von 430 auf etwa 80, d. h. auf ein Fünftel, doch ist die Abnahme verhältnismäßig längst nicht so beträchtlich wie bei den sauren Schlacken, bei denen der Wert (V) : [V] durch 1 % Mn von 75 auf etwa 1,5, also auf ein Fünfzigstel, abgenommen hat, wie die aus Abb. 16 übertragene gestrichelte Kurve für saure Schlacken ersehen läßt, die sich in diesem Maßstab schon bei 1 % Mn der Abszisse anschmiegt. Für eine sehr weitgehende Verschlackung des Vanadins unter sauren oder basischen Schlacken ist also stets eine weitgehende Oxydation des Mangans Vorbedingung. Bei basischen oxydulreichen Schlacken braucht die Oxydation des Mangans nicht so weit geführt zu werden wie bei sauren Schlacken; denn unter den Oxydulschlacken ist bei 1 % Mn das Verschlackungsverhältnis des Vanadins schon genau so groß wie bei 0 % Mn unter sauren Schlacken⁹⁾.

⁹⁾ Für die Frage der selektiven Verschlackung des Vanadins im Roheisen bei tieferer Temperatur darf nicht übersehen werden, daß durch die zuzusetzenden Verdünnungsmittel der Verschlackungsgrad erheblich herabgedrückt wird.

Dieses so verschiedene Verhalten des Vanadins und des Mangans gegen saure und basische Schlacken entspricht der Natur ihrer Oxyde. Das stark basische Manganoxydul wird bekanntlich viel leichter aus basischen Schlacken reduziert als aus sauren Schlacken, in denen es zu Silikaten gebunden ist. Das Vanadintrioxyd, das sehr wahrscheinlich in den Schlacken auftritt, bildet mit den basischen Oxyden Manganoxydul und Eisenoxydul sehr beständige spinellartige Verbindungen, die bei sehr hoher Temperatur schmelzen¹⁰⁾. In den sauren Schlacken wird das Vanadintrioxyd aus seiner Bindung an das Eisenoxydul und Manganoxydul in Freiheit gesetzt, da das Eisenoxydul und das Manganoxydul die offenbar festere Bindung an die Kieselsäure eingehen. Während also beim Uebergang von basischen zu sauren Schlacken das Eisenoxydul und das Manganoxydul schwerer reduzierbar werden oder schwächer oxydierend wirken, wird das Vanadintrioxyd beim Uebergang von basischen zu sauren Schlacken leichter reduzierbar. Diese Beziehungen gelten jedoch nur für den Gleichgewichtsfall; während des Ablaufes der Reaktionen können noch die physikalischen Bedingungen eine ausschlaggebende Rolle spielen. Um eine weitgehende Oxydation des Vanadins zu erzielen, muß die Schlacke z. B. sehr dünnflüssig sein, damit das gebildete Vanadintrioxyd schnell von ihr aufgenommen werden kann und nicht als reaktionshemmende feste Zwischenschicht zwischen der Eisenschmelze und der Schlacke bestehen bleibt.

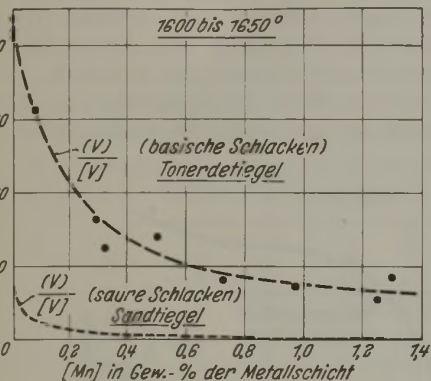


Abbildung 19. Die Abhängigkeit des Verschlackungsverhältnisses des Vanadins bei basischen und sauren Schlacken vom Manganengehalt der Metallschicht. (Die Kurven sind nicht als Gleichgewichtslinien anzusprechen, da auch der Manganoxydulgehalt der Schlacke für die Verschlackung des Vanadins mitbestimmend ist.)

Für die desoxydierende Wirkung des Vanadins ergibt sich aus diesen Versuchsunterlagen folgendes Bild. Bei der Desoxydation mit Mangan allein, ohne Silizium, ist die Mitwirkung des Vanadins sehr beträchtlich; schon sehr kleine Vanadinglehalte des Stahles rufen erhebliche Gehalte der Desoxydationsprodukte (FeO-MnO-Mischungen) an Vanadinoxyden hervor. Bei 0,5% Mn und 0,1% V in der Stahlschmelze würden die Desoxydationsprodukte bei 1600° bereits etwa 12% (V) bzw. 18% (V₂O₃) und bei 0,2% V bereits etwa 24% (V) bzw. 35% (V₂O₃) enthalten können. Da außerdem der Schmelzpunkt dieser Schlacken wesentlich höher liegt als derjenige der FeO-MnO-Mischungen, ergibt sich neben der starken zusätzlichen Desoxydationswirkung des Vanadins eine wesentliche Veränderung der physikalischen Eigenschaften der gebildeten Oxydeinschlüsse. Die Mitwirkung kleiner Vanadinglehalte bei der gemeinsamen Desoxydation mit Mangan und

¹⁰⁾ C. H. Mathewson, E. Spire und C. H. Samans: Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 20 (1930) II, S. 357/84.

Silizium ist dagegen nach den Versuchen unter saurer Schlacke viel geringfügiger, und dementsprechend wird der Charakter der Silikateinschlüsse nicht so stark verändert. Obwohl auch ihr Schmelzpunkt ansteigt und die vanadintrioxydhaltigen Silikate leichter kristallisieren, so sollte sich ein grundsätzlicher Unterschied in der Auswirkung kleiner Vanadinglehalte ergeben, je nachdem ob es sich um silizierte oder nichtsilizierte Stähle handelt. Bei den silizierten Stählen sollte das Vanadin voll als Legierungselement zur Wirkung kommen, während bei den nichtsilizierten Schmelzen selbst bei kleinen Vanadinglehalten ein erheblicher Anteil durch die Desoxydationswirkung verbraucht wird und in die Oxydeinschlüsse übergeht. Selbst bei geringen Vanadinzusätzen zu Stahlschmelzen darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß bei der Auflösung und Verteilung des Ferrovanadins örtlich sehr hohe Vanadinglehalte auftreten, die eine Abscheidung vanadinreicherer Oxydmischungen bedingen, als nach dem Endgehalt zu erwarten ist.

IV. Die Reaktionen zwischen Eisenschmelzen und Sulfid-Silikat-Schlacken.

Diese nachfolgend beschriebenen Untersuchungen, die bei weitem noch nicht abgeschlossen sind, sollen Unterlagen liefern weniger für die Frage der Entschwefelung als für die Beteiligung der Sulfide an der Bildung von Einschlüssen bei der Desoxydation mit Mangan und Silizium.

Als Ausgangspunkt der Untersuchungen sollte das Zustandsschaubild Eisen-Mangan-Schwefel dienen. Es zeigte sich jedoch schon nach den ersten Versuchsschmelzungen, daß das Schaubild, das R. Vogel und H. Baur¹¹⁾ lediglich mit Hilfe der thermischen Analyse, offenbar aber ohne eine hinreichende chemische Analyse der auftretenden Phasen entwickelten, in wesentlichen Punkten von den wahren Gleichgewichten abweichen muß. Dagegen ergab sich eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Untersuchungen

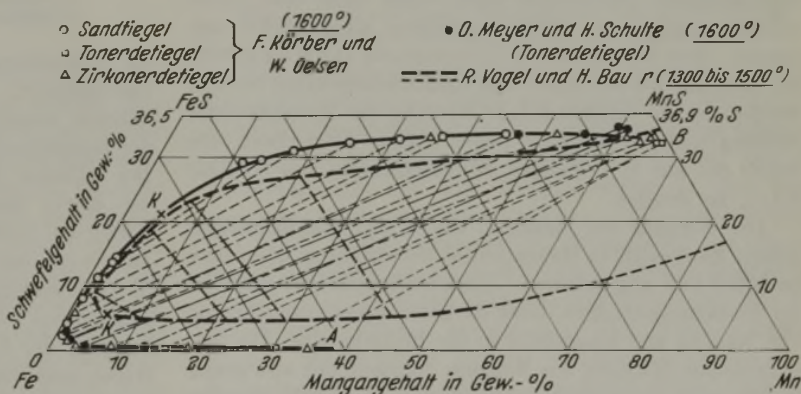


Abbildung 20. Die Mischungslücke im System Fe-Mn-S bei etwa 1600°. Die Sulfidschlacken enthalten kleine Oxydmengen.

von O. Meyer und H. Schulte¹²⁾. In Abb. 20 sind diese Verhältnisse dargestellt. Die stark gestrichelte Kurve kennzeichnet die Grenze der Mischungslücke im flüssigen Zustande, die von R. Vogel und H. Baur für den Temperaturbereich von 1300 bis etwa 1500° angegeben wurde. Danach sollten selbst Eisenschmelzen mit mehr als 10% Mn noch Schwefelgehalte bis 5% S aufnehmen können, und die stark gestrichelt eingezeichneten Konoden würden besagen, daß die Sulfidschicht stets viel kleinere Mangangehalte aufweise als die Metallschicht. Die eigenen Untersuchungen, deren Ergebnisse als Kreise, Quadrate und Dreiecke in Abb. 20 eingezeichnet sind, zeigten in Uebereinstimmung mit den als Punkte eingetragenen Werten von O. Meyer

¹¹⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 495/500.
¹²⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934/35) S. 187/95.

und H. Schulte und den Beobachtungen bei technischen Schmelzungen das Gegenteil. Einmal war z. B. neben 10 % Mn in der Eisenschmelze im Höchstfall nur 0,4 % S bei 1600° beständig, also weniger als ein Zehntel des von R. Vogel und H. Baur angegebenen Gehaltes; sodann enthielt die Sulfidschicht nach dem Verlaufe der dünn gestrichelt eingezeichneten Konoden stets viel mehr Mangan als die Metallschicht. Schon von etwa 3 % Mn in der Metallschicht weisen alle Konoden in die Ecke des Mangansulfids. Der kritische Punkt der Mischungslücke, der Punkt K also, in den die Konoden zusammenschrumpfen, liegt sicher nicht, wie R. Vogel und H. Baur annehmen, in der Eisenecke bei 5,6 % Mn und 5 % S, sondern der Seite Fe-FeS gegenüber bei etwa 4 % Mn und 20 % S. Die geringen Oxydgehalte, die in der Sulfidschicht auftraten, können die Drehung der Konoden um mehr als 90° und damit die Verschiebung des kritischen Punktes nicht hervorrufen¹³⁾¹⁴⁾.

Die hier angegebene Richtung der Konoden steht in engem Zusammenhang mit den Eigenschaften der Eisen-Schwefel-Schmelzen, die, entsprechend dem Zustandsschaubild im Bereich von 5 bis etwa 25 % S, schon eine ausgesprochene Neigung zur Entmischung in eine eisenreiche und eine schwefelreiche Schicht zeigen. Dementsprechend war zu erwarten, daß die bei Zusatz von Mangan erzielte Entmischung von der Seite Fe-FeS ihren Ausgang nimmt und die ersten Konoden nur einen spitzen Winkel mit ihr bilden. Weiterhin verläuft die Reaktion zwischen Eisensulfid und Mangan unter sehr starker Wärmeabgabe. Bei Zusatz von kaltem Mangan zu Eisensulfidschmelzen wurden Temperatursteigerungen der Schmelze um mehr als 100° beobachtet. Das bedeutet aber, daß das Mangan bevorzugt in die Sulfidschicht übergehen muß.

Der Gehalt von 0,4 % S, der bei 10 % Mn in der Metallschicht gehalten werden kann, ist so hoch, um festzustellen, daß das Mangan allein nur eine geringe Entschwefelung der Stahlschmelze hervorrufen kann, wenn nicht eine Oxydschlacke zugegen ist, die das gebildete Mangansulfid aufnimmt. Erst bei sehr tiefen Temperaturen (1200 bis 1300°), die aber nur bei Roheisen- und Gußeisenschmelzen erreicht werden, ist die entschwefelnde Wirkung des Mangans unter Bildung und Abscheidung reiner Sulfide hinreichend, um selbst bei nur 1 % Mangan Schwefelgehalte von 0,04 bis 0,1 % zu erzielen.

Die Wirkung des Mangans, das in den Stahlschmelzen gelöste Eisensulfid in Mangansulfid überzuführen, kann auch nach der hier angegebenen Löslichkeitsgrenze erst während der Erstarrung erfolgen durch die gemeinsame Anreicherung von Mangan und Eisensulfid in der Restschmelze. Die entschwefelnde Wirkung des Mangans vollzieht sich also genau so wie seine desoxydierende Wirkung (wenn kein Silizium zugegen ist); denn auch diese erfolgt bekanntlich erst während des Erstarrungsvorganges und führt das gelöste Eisenoxydul in die sich ausscheidenden Manganoxydul-Eisenoxydul-Tröpfchen oder -Mischkristalle über.

Bei der Desoxydation mit Mangan und Silizium bilden sich bekanntlich bei bestimmten Mangan- und Silizium-

gehalten, die aus den Gleichgewichten zwischen den Eisenschmelzen und Eisen-Mangan-Silikaten (Abb. 1) zu entnehmen sind, eben diese Silikate als Ausscheidungen. Wesentlich ist nur die Frage, welche Sulfidgehalte von diesen Silikaten bei ihrer Abscheidung aus den Stahlschmelzen aufgenommen werden können und welche Schwefelgehalte in ihnen verbleiben.

Reine Eisensilikate bilden sich zwar nur sehr selten als Ausscheidungen bei der Desoxydation mit Silizium, da schon sehr kleine Mangangehalte hohe Manganoxydulgehalte der Silikattröpfchen bedingen. Dennoch seien zunächst Versuchsergebnisse über die Verteilung des Eisensulfides zwischen Eisenschmelzen und Eisensilikaten mitgeteilt. In Abb. 21 sind die Schwefelgehalte der Eisensilikate in Abhängigkeit von denen der Eisenschmelze wiedergegeben;

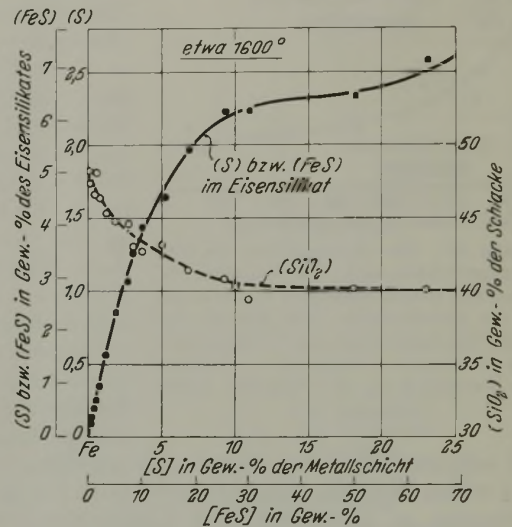


Abbildung 21. Die Verteilung des Eisensulfides zwischen Eisenschmelzen und Eisensilikaten. (Schmelzversuche in Sandtieglern.)

die Schmelzungen wurden bei etwa 1600° in Sandtieglern durchgeführt. Die Schwefelgehalte der Silikatschlacke nehmen zuerst verhältnismäßig mit den Schwefelgehalten der Eisenschmelze zu, sind aber nur halb so hoch wie diese. Bei höheren Schwefelgehalten der Metallschicht verläuft die Kurve der Schwefelgehalte der Silikatschlacke sehr flach; die Schlacke nimmt nur wenig mehr Schwefel auf, auch wenn der Schwefelgehalt der Metallschicht von 8 auf 25 % S ansteigt. Der flache Verlauf der Kurve in diesem Bereich von 8 bis etwa 25 % S ist wieder ein Zeichen für die Neigung der Eisen-Schwefel-Schmelzen, sich in eine eisenreiche und eine eisensulfidreiche Schicht zu entmischen. Die gestrichelte Kurve gibt die Kieselsäuregehalte der Schlacke an; sie nehmen ab, solange der Sulfidanteil der Schlacke noch zunimmt.

Die Abbildung besagt, daß die bei der Desoxydation einer manganfreien Schmelze mit Silizium allein entstehenden Eisensilikate nur wenig Eisensulfid aufnehmen können.

Wie verhalten sich demgegenüber die Mangansilikate? Darüber geben die in Abb. 22 zusammengefaßten Versuchsergebnisse Auskunft. Aufgetragen sind wieder die Schwefelgehalte der Silikatschlacken in Abhängigkeit vom Schwefelgehalt der Metallschicht, und zwar in den einzelnen Kurven für gleichbleibende Mangangehalte in der Metallschicht. Die beigeschriebenen Mangangehalte geben einen Anhalt für die Manganoxydul- bzw. Eisenoxydulgehalte der Schlacken. Die Schlacken, die den Kurven I und II entsprechen, enthalten viel Eisenoxydul; die Schlacken, die den Kurven III, IV, V, VI und VII entsprechen, enthalten wegen des höheren Mangangehaltes der Metallschicht viel

¹³⁾ Nach einer persönlichen Mitteilung von Professor R. Vogel, die mir jedoch erst nach dem Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zugehen, haben nunmehr seine weiteren Untersuchungen über das Zustandsschaubild Eisen-Mangan-Schwefel die nach den Versuchen von O. Meyer und H. Schulte sowie nach unseren Schmelzversuchen in Abb. 20 eingezeichnete Richtung der Konoden bestätigt.

¹⁴⁾ Während der Drucklegung des Vortrages erschien eine Arbeit von H. Wentrup: Carnegie Scholarship Mem. 24 (1935) S. 103/66, in der ebenfalls auf die Abweichungen des von R. Vogel und O. Baur¹¹⁾ entwickelten Zustandsschaubildes von den wahren Verhältnissen hingewiesen wird und weitere wertvolle Versuchsergebnisse mitgeteilt werden.

kleinere Eisenoxydulgehalte, dafür aber hohe Mangan-
oxydulgehalte; die Schlacken der Kurve VII enthalten z. B.
nur noch etwa 3 % FeO (aus dem Gesamteisen-
gehalt umgerechnet). Die Verteilung der Sulfide zwischen der Eisen-
schmelze und der Silikatschlacke ändert sich also grund-
sätzlich, wenn von den Eisensilikaten zu den Mangansili-
katen übergegangen wird. Bei den eisenreichen Silikaten
(I und II) steigt der Schwefelgehalt der Eisenschmelze
schneller an als derjenige der Schlacke; bei den Mangan-
silikaten (III bis VII) nehmen die Schwefelgehalte der
Schlacke schneller zu als diejenigen der Metallschicht, ja
es gibt Bereiche, in denen der Schwefelgehalt der Silikat-
schlacke schroff ansteigt, während sich derjenige der Metall-
schicht nur wenig ändert.

Bei den Schmelzen mit nur kleinen Mangangehalten der
Metallschicht und dementsprechend höheren Eisenoxydul-
gehalten der Silikatschlacken kann sich nur wenig Mangan-

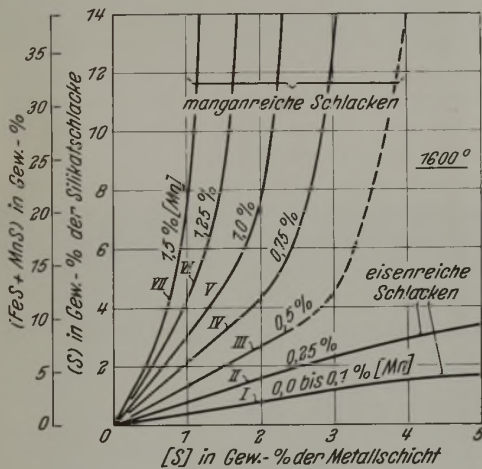


Abbildung 22. Die Abhängigkeit der Schwefel-
bzw. Sulfidgehalte der Silikatschlacken vom
Schwefelgehalt der Metallschicht bei verschie-
denen Mangangehalten.

durch die Breite des schraffierten Bandes angegebenen
Betrag ab, d. h. die Verdünnung der Sulfide durch die Sili-
kate auf ein Fünftel macht auf die Schwefelgehalte der
Metallschicht nur sehr wenig aus. Erst wenn der Sulfid-
anteil der Schlacke noch viel mehr erniedrigt wird, werden
auch die Schwefelgehalte der Metallschicht weitgehend
herabgesetzt.

Die Abnahme der Schwefelgehalte der Metallschicht bei
gegebenem Schwefelgehalt der Schlacke mit steigendem
Mangengehalt erscheint zwar sehr beträchtlich; sie ist aber
auch bei sehr starker Verdünnung der Sulfide durch die
Silikate noch nicht sehr weitgehend; denn selbst die Schwefel-
gehalte der tiefsten Isotherme mit nur 0,25 % S in der
Schlacke sind bei nicht zu hohen Mangangehalten noch um
ein Vielfaches höher als die in technischen Stahlschmelzen
zulässigen Schwefelgehalte.

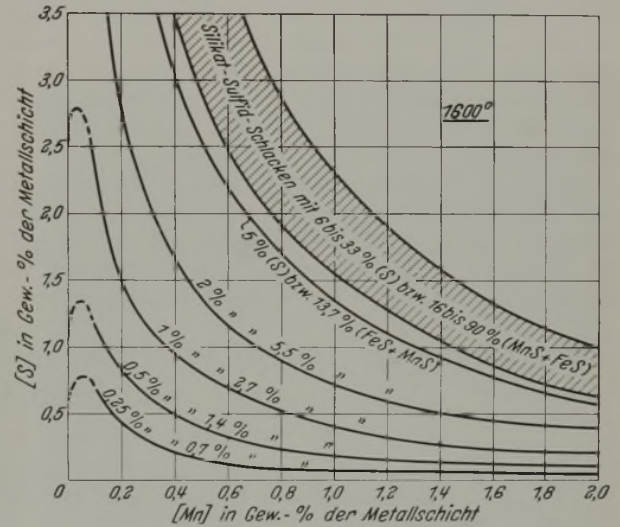


Abbildung 23. Die Änderung des Schwefelgehaltes der
Metallschicht mit ihrem Mangengehalt bei verschiedenen
Schwefel- bzw. Sulfidgehalten der Silikatschlacken.

sulfid bilden, der Schwefel bleibt als Eisensulfid vorwiegend
in der Metallschicht. Bei den Schmelzen mit höheren Man-
gangehalten bildet sich viel mehr Mangansulfid, das, ähnlich
wie das Manganoxydul, in der Eisenschmelze als solches nur
wenig löslich ist und vorwiegend in die Schlacke übergeht.

Trotz der hohen Schwefelgehalte, die von den Mangan-
silikaten als Mangansulfid aufgenommen werden können,
ist ihre entschwefelnde Wirkung auf technische Stahl-
schmelzen mit nur kleinen Schwefelgehalten sehr gering,
denn selbst bei 1,5 % Mn in der Metallschicht enthält die
Silikatschlacke erst 2 % S bzw. 5,5 % MnS, wenn die Eisen-
schmelze den hohen Schwefelgehalt von fast 0,5 % S er-
reicht hat. Die Silikattröpfchen, die sich bei der Desoxy-
dation mit Mangan und Silizium aus den technischen Stahl-
schmelzen mit ihren viel geringeren Schwefelgehalten aus-
scheiden, enthalten also, solange die Schmelze noch völlig
flüssig ist, sicher nur wenig Sulfide, auch wenn die Mangan-
gehalte sehr hoch sind.

Besonders deutlich sind diese Verhältnisse auch in der
Abb. 23 zu überblicken, in der die gleichen Versuchserge-
bnisse in einer anderen Darstellung enthalten sind, indem die
Schwefelgehalte der Eisenschmelzen in Abhängigkeit vom
Mangengehalt für verschiedene Sulfidgehalte der Silikat-
schlacken aufgetragen sind. Die obere Grenzkurve gibt die
Schwefelgehalte, die bei den betreffenden Mangangehalten
überschritten werden müssen, damit sich Sulfidschlacken
mit mehr als 90 % Sulfid ausscheiden können. Wenn diese
Sulfide durch Silikate so weit verdünnt werden, daß der
Sulfidanteil der Schlacke nur noch etwa 16 % beträgt,
so nimmt der Schwefelgehalt der Metallschicht nur um den

Eine Aufnahme von Sulfiden durch die bei der Desoxy-
dation der technischen Stähle mit Mangan und Silizium ge-
bildeten Silikattröpfchen kann also praktisch erst erfolgen,
wenn die Stahlschmelze zu kristallisieren beginnt und die
Schwefelgehalte mit den Mangangehalten in der Rest-
schmelze stark angereichert werden. Die Ausscheidung
fast reiner Sulfide kann erst eintreten, wenn die Haupt-
menge des Eisens bereits kristallisiert ist, da erst dann in der
Restschmelze die hohen Mangan- und Schwefelgehalte des
schraffierten Bandes erreicht oder überschritten werden
können. Es ist jedoch noch zu beachten, daß dieses Band
mit sinkender Temperatur zu niedrigeren Schwefelgehalten
verschoben wird und daß diese Gleichgewichte der Schwefel-
verteilung nur für an Kieselsäure gesättigte Silikat-Sulfid-
Mischungen gelten.

Zum Schluß sei hier noch darauf hingewiesen, daß die
im vorstehenden gemachten Angaben keinen Anspruch auf
Vollständigkeit erheben, da es sich nur um kleine Ausschnitte
aus den Ergebnissen eines großen Arbeitsgebietes handelt.
Sie wurden hier vorläufig mitgeteilt, weil sie auch schon
in dieser kurzgefaßten Darstellung auf eine Reihe von Fragen,
die für die Stahlerzeugung bedeutsam sind, eine unmittel-
bare Antwort geben können. Wegen der Einzelheiten der
Versuchsführung und der Ergebnisse muß auf die demnächst
in den Mitteilungen des Instituts erscheinenden ausführ-
lichen Abhandlungen verwiesen werden.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich auch
an dieser Stelle sehr für die Unterstützung der Unter-
suchungen.

Zusammenfassung.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit befaßt sich mit der Verbindungsbildung im flüssigen Eisen. An Versuchsergebnissen wird gezeigt, wie sich die Bildung der Silizide, Phosphide und Karbide auf die Gleichgewichte der Metallschmelzen mit den Oxyden der Schlacken auswirkt. Durch die Bindung des Eisens und des Mangans an das Silizium, den Phosphor und den Kohlenstoff wird ihr Vermögen, auf fremde Oxyde reduzierend einzuwirken, erheblich erniedrigt. Für die Eisensilizide werden als Kennzeichen für die Festigkeit ihrer Bindung die Bildungswärmen sowohl für den festen als auch für den flüssigen Zustand angegeben. Sodann wird festgestellt, daß eine Verschiebung der Gleichgewichte der Reaktionen zwischen den verschiedenen Elementen der Metallschicht [Fe, Mn, Si] und ihren Oxyden in der Schlackenschicht (FeO , MnO , SiO_2) nicht nur durch solche Beimengungen der Eisenschmelze verursacht wird, die ausgesprochene Verbindungen bilden, sondern daß auch durch solche Elemente erhebliche Verschiebungen hervorgerufen werden können, die, wie z. B. das Nickel, ausgesprochene Verbindungen mit dem Eisen und dem Mangan nicht bilden.

Im zweiten Teil wird das Verhalten des Chroms gegen saure Schlacken gekennzeichnet. Es werden Versuchsunterlagen mitgeteilt, die die Verschlackung des Chroms bei verschiedenen Eisenoxydulgehalten der Silikatschlacke und auch die Reaktionen des in den Eisenschmelzen ge-

lösten Chroms mit der Kieselsäure und dem Manganoxydul der Schlacke beurteilen lassen. Die Versuchsergebnisse geben Auskunft auf die Frage nach der Mitwirkung des Chroms bei der Desoxydation der Stahlschmelzen mit Mangan und Silizium, sie lassen Rückschlüsse zu auf die Chromgehalte der Silikateinschlüsse, die sich bei der Desoxydation chromhaltiger Stähle mit Mangan und Silizium bilden können.

Sodann wird das Verhalten des Vanadins gegen saure und basische Schlacken gekennzeichnet. Gegenüber den sauren Schlacken erweist sich das Vanadin als ein wesentlich schwächeres Reduktionsmittel als das Mangan, jedoch übertrifft die Reduktionswirkung des Vanadins gegenüber basischen Schlacken diejenige des Mangans merklich. Damit ergibt sich für die Mitwirkung des Vanadins bei der Desoxydation ein grundsätzlicher Unterschied, je nachdem, ob mit Mangan allein oder mit Mangan und Silizium gemeinsam desoxydiert wird. Im ersten Fall ist die Mitwirkung des Vanadins bei der Desoxydation selbst bei kleinen Vanadinegehalten (0,1 % V) erheblich, im zweiten Fall aber ist die Mitwirkung des Vanadins bei der Desoxydation viel geringer und wird von der Wirkung des Mangans und des Siliziums fast völlig überdeckt.

Zum Schluß werden Ausschnitte aus den Versuchsergebnissen betrachtet, die bei der Untersuchung der Gleichgewichte zwischen Eisenschmelzen und Silikat-Sulfid-Schlacken gewonnen wurden.

Mitwirkung des Luftstickstoffs beim Fressen aufeinander gleitender Stahlteile und beim Dauerbruch.

Von Hermann Schottky und Hugo Hiltenkamp in Essen.

(Metallographische und chemische Untersuchung der Reibstellen bei Federblättern, Zahnradern, bei einer gebrochenen Turbo-kompressorenwelle u. a. ergab, daß an diesen Stellen Stickstoff aus der Luft aufgenommen wird.)

[Hierzu Tafel 1 und 2.]

M. Fink¹⁾ hat wohl als erster nachgewiesen, daß die trockene Reibung von Eisen und Stahl kein rein mechanischer Vorgang ist, sondern auch eine chemische Seite hat. Er fand, daß bei rollender Reibung mit Schlupf in Gegenwart von Sauerstoff Eisenoxyd gebildet wird, das sich teils als Belag auf der Rollenoberfläche, teils im anfallenden Verschleißstaub vorfindet; diese Erscheinung nannte er zunächst „Walzoxydation“, später „Reiboxydation“. Weit älter als diese im Laboratorium gewonnene Erkenntnis sind die Betriebsbeobachtungen, die sich auf das Auftreten roten bis schwarzen Rostes („Reibungsrost“ oder „Bluten“) an Einspannstellen, Nabensitzen u. dgl. beziehen²⁾. Diese Erscheinung kann in der Tat sehr auffällige Formen annehmen; als Beispiel ist in *Abb. 1* (s. Tafel 1) ein oberflächengehärteter Hohlzylinder aus Stahl wiedergegeben, der im Schwinger einer häufigen Wechselbiegung mit Hilfe zweier feststehender Einspannungen und eines beweglichen mittleren Stempels unterworfen wurde. Die drei Auflageflächen sind gleichmäßig mit festhaftendem rotbraunem Rost überzogen.

Zweifellos sind die Reiboxydation und das Bluten gleiche oder nah verwandte Vorgänge³⁾. Weiterhin wurde nun daraus, daß an Einspannstellen häufig Dauerbrüche beobachtet werden und daß gelegentlich hierbei auch Aufrauungen der Oberfläche festgestellt wurden, geschlossen, daß die Reiboxydation auch die Ursache für die Verminderung der Dauerhaltbarkeit an Einspann- und Scheuer-

stellen sei⁴⁾. Eine dem entgegenstehende Auffassung entwickeln neuerdings A. Thum und F. Wunderlich⁵⁾; sie erkennen der Oxydation neben der mechanischen Einwirkung nur eine untergeordnete Wirkung zu. Hierbei stützen sie sich, außer auf eigene Versuche mit eingespannten Biegeproben, auch auf Ergebnisse von S. J. Rosenberg und L. Jordan⁶⁾, die bei Versuchen auf der Amsler-Maschine stärkeren Verschleiß und stärkere Aufrauung in sauerstofffreier als in sauerstoffhaltiger Atmosphäre fanden. In der Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, liegen bereits seit einer Reihe von Jahren Beobachtungen dahingehend vor, daß bei Dauerbrüchen von Federblättern sehr häufig blank geriebene Stellen der Oberfläche, an denen Reibungsrost nicht festzustellen ist, den Ausgangspunkt der Brüche bilden. Bei der metallographischen Untersuchung solcher Federn und auch anderer Stahlteile häuften sich immer mehr die Anhaltspunkte dafür, daß nicht der Sauerstoff, sondern der Stickstoff an der Oberflächenzerstörung beim Fressen maßgebenden Anteil hat. Zweck des Folgenden ist, diesen Befund an einigen kennzeichnenden Beispielen zu belegen und zum Austausch weiterer Beobachtungen auf diesem Gebiete anzuregen.

I. Beobachtungen an Federblättern.

Abb. 2 zeigt ein Federblatt aus Siliziumstahl mit drei blanken Stellen, an denen das Blatt gegen das daraufliegende gescheuert hat. Einen Längsschliff durch die

¹⁾ Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 84 (1929) S. 405/12.

²⁾ Vgl. R. Kühnel: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 968; F. Wunderlich: Dr.-Ing.-Dissert. Techn. Hochsch. Darmstadt 1933; A. Thum und F. Wunderlich: Mitt. Mat.-Prüf.-Anst. Techn. Hochsch. Darmstadt (1934) Heft 5, S. 62.

³⁾ Vgl. z. B. A. Leon: Stahlbau-Techn. (1935) Heft 7.

⁴⁾ M. Fink und U. Hofmann: Z. Metallkde. 24 (1932) S. 49/54; Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 161/64.

⁵⁾ Z. Metallkde. 27 (1935) S. 277.

⁶⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 23 (1935) S. 577.

H. Schottky und H. Hiltenkamp: Mitwirkung des Luftstickstoffs beim Dauerbruch.

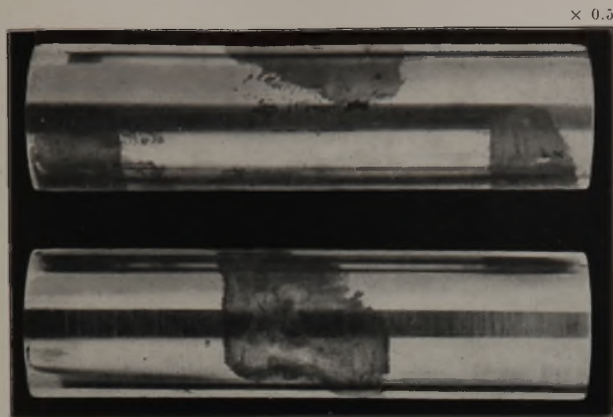


Abbildung 1. Erscheinung des Blutens beim Wechselbiegeversuch.

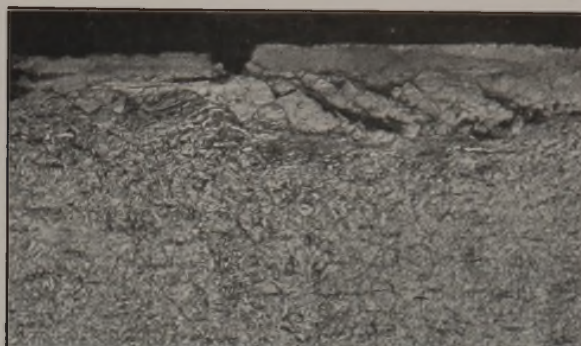


Abb. 3. Zweihundertfache Vergrößerung.

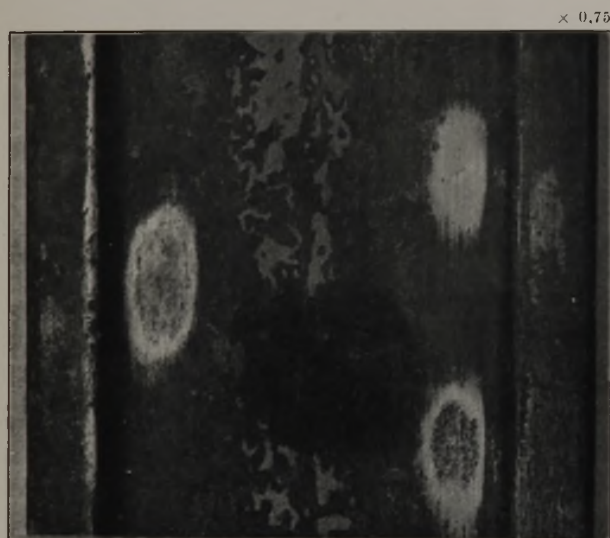


Abbildung 2. Federblatt aus Siliziumstahl mit Reibstellen.

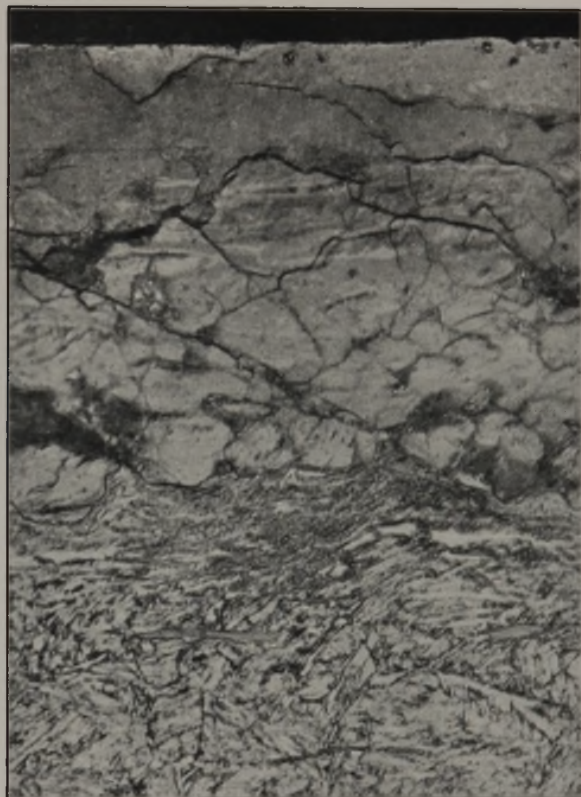


Abb. 4. Tausendfache Vergrößerung.

Abbildung 3 und 4. Längsschliffe durch die Reibstelle A in Abb. 2 (Ätzungen stets mit alkoholischer Pikrinsäure).

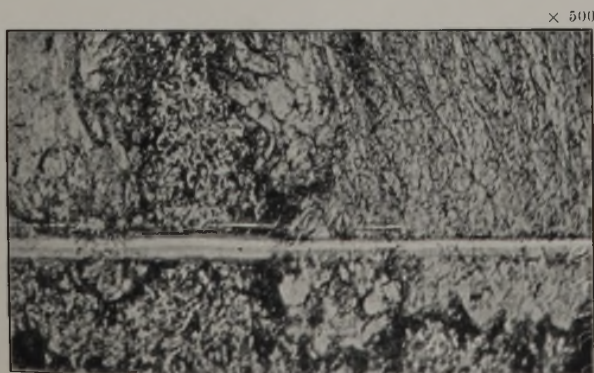


Abbildung 5. Nachweis harter Randschichten auf dem Oberflächenschliff einer Reibstelle durch Ritzhärteprüfung.

× 4,5



Abbildung 6. Reibstelle eines Federblattes aus Siliziumstahl mit Dauerbruchausgang.

× 175

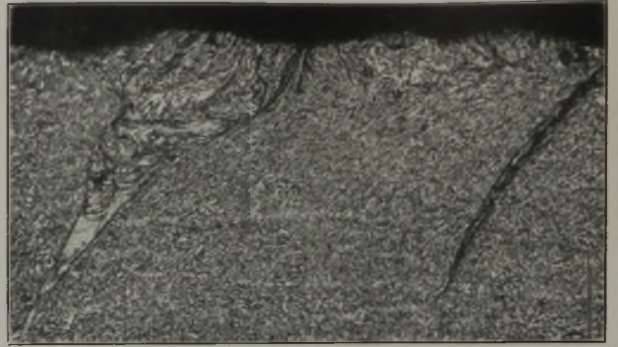


Abbildung 7. Längsschliff durch die Reibstelle der Abb. 6.

× 200

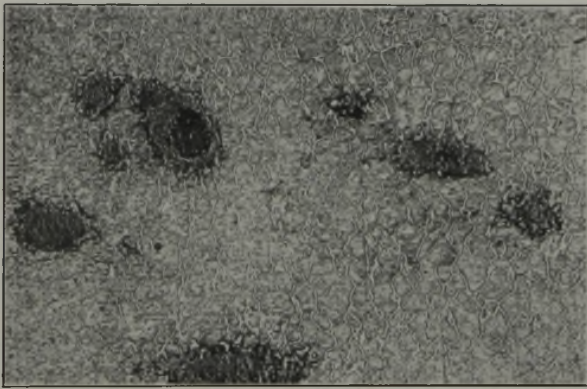


Abb. 8.

× 1000

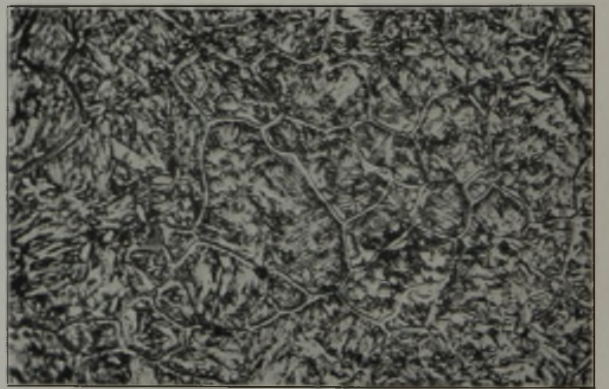


Abb. 9.

Abbildung 8 und 9. Oberflächenschliff einer Reibstelle an einem Federblatt aus Manganstahl.

~ × 0,5

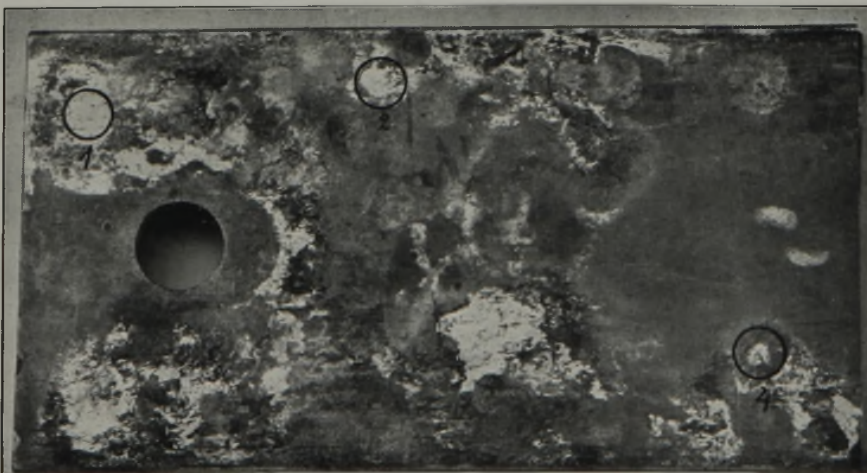


Abb. 10. Vorderseite.

~ × 1



Abb. 11. Rückseite.

Abbildung 10 und 11. Federblatt einer Kupplungsfeder aus Manganstahl mit Reibstellen.

× 200

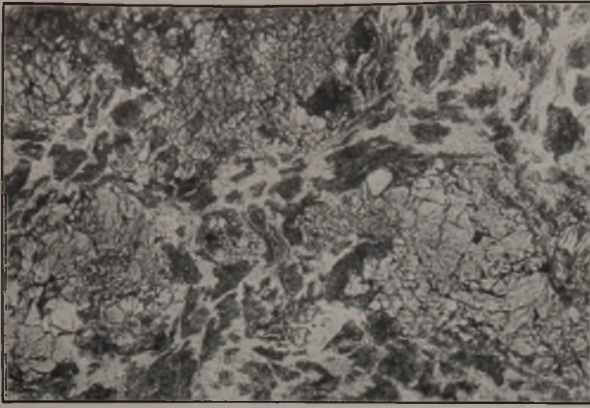


Abb. 12. Oberflächenschliff.

× 200

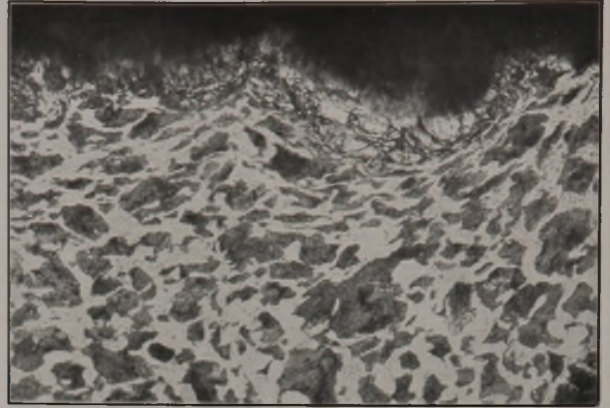


Abb. 13. Querschliff.

Abbildung 12 und 13. Gefüge an der stark aufgerauhten Zahnflanke eines Kupplungszahnrades.

× 2/3



Abbildung 14. Dauerbruch einer Turbokompressorwelle aus Chrom-Nickel-Stahl.

× 3



Abbildung 15. Oberfläche am Bruchausgang B nach Abb. 14 mit Fressungen.

|← Abb. 17 →|

× 45

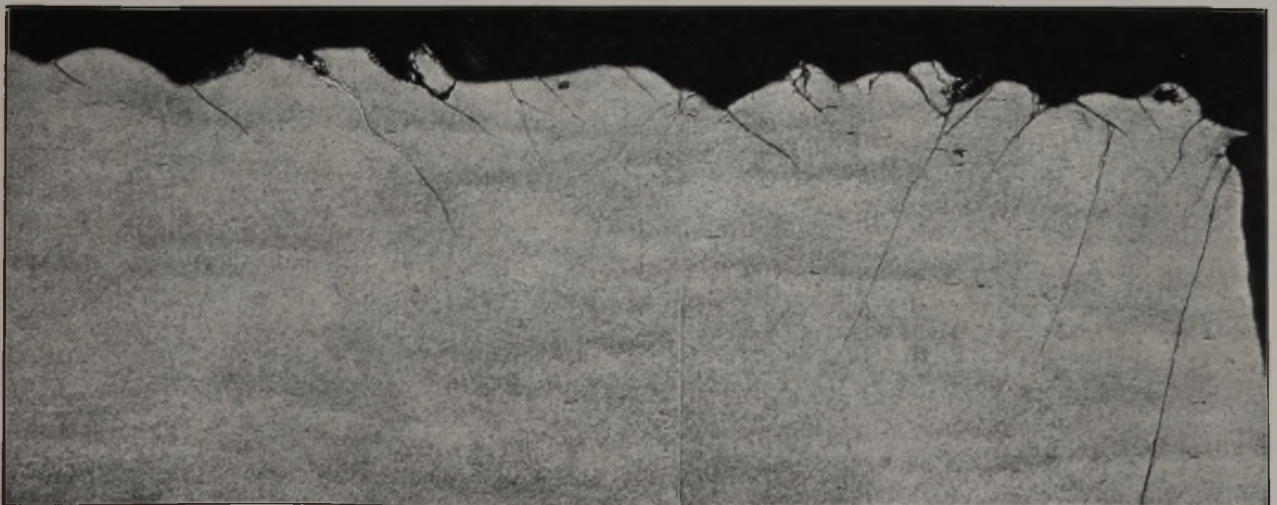


Abbildung 16. Längsschliff am Bruchausgang B in Abb. 14.

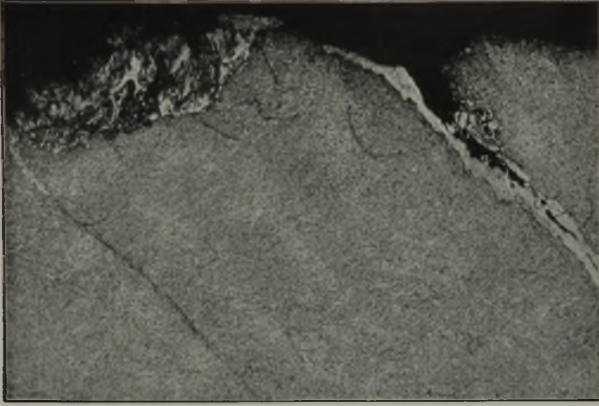


Abbildung 17.
Teilbild von Abb. 16 in zweihundertfacher Vergrößerung.



Abbildung 18.
Randzone an der Oberfläche einer Reibstelle im Längsschliff.

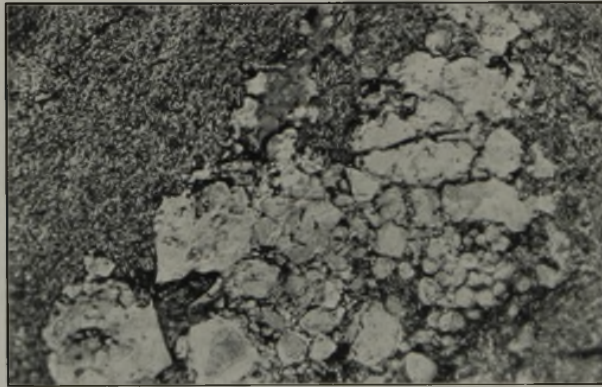


Abbildung 19. Oberflächenschliff einer Reibstelle; in die Oberfläche eingedrückte Teile einer harten Randschicht.

Stelle A gibt Abb. 3 wieder. Es paßt hierauf die Beschreibung von S. J. Rosenberg und L. Jordan für den ohne Mitwirkung von Sauerstoff entstehenden Verschleiß: „Zahlreiche Risse, die häufig linsenförmige Bezirke von verquetschtem Metall begrenzen, waren für diese Art des Verschleißes kennzeichnend.“ Bei stärkerer Vergrößerung (Abb. 4) findet man jedoch in der Randschicht weder Anzeichen bildsamer Verformung noch ein sonstiges auflösbares Gefüge. Dagegen beobachtet man, daß sich der Werkstoff der Randschicht in die Unterlage eingedrückt und diese stark verformt hat; er ist also augenscheinlich sehr hart. Dies bestätigt auch die Ritzhärteprüfung (Abb. 5). In Abb. 6 ist eine stärker aufgeraute Scheuerstelle, die bereits den Ausgang eines Dauerbruches gebildet hat, dargestellt. Hier ist, wie ein Längsschliff (Abb. 7) zeigt, die harte Schicht von der Oberfläche verschwunden. Die äußerste Randschicht ist sehr ungleichmäßig verformt und aufgerissen. Teile von dem vorerwähnten hellen Randgefügebestandteil sind tief in die Risse und Falten hineingedrungen.

Eine Kupplungsfeder aus Manganstahl zeigte an der Reibstelle beim Anschleifen der Oberfläche nach Polieren und Ätzen mit alkoholischer Pikrinsäure das in Abb. 8 wiedergegebene Aussehen. An einzelnen Stellen sind noch Teile der Oxydhaut stehengeblieben. Im Metallgefüge fällt ein helles Netzwerk auf, das man zunächst als Ferritnetz anzusprechen geneigt ist. Die stärkere Vergrößerung (Abb. 9) bestätigt dies jedoch nicht; augenscheinlich steht der Netzbestandteil im Relief, er ist also hart und wenig durch das Ätzmittel angreifbar und kann, wenn er nicht Zementit ist, nur Nitrid sein.

Der analytische Nachweis der vermuteten Nitridbildung erforderte ein mikrochemisches Bestimmungsverfahren⁷⁾. Hierbei wurde anfänglich der zu untersuchende Stoff durch Abschaben mit einem Messer gewonnen. Später wurde das Verfahren zur Probenahme an bestimmten Stellen von Oberflächen dahin weiterentwickelt, daß der Stickstoffgehalt einer kreisrunden Stelle der Oberfläche von 10 bis 20 mm Dmr. ohne Spänenahme ermittelt werden konnte. Zu diesem Zweck wird auf der Drehbank oder mit einem Hohlbohrer ein Kern von etwas größerem als dem gewünschten Durchmesser herausgearbeitet. Dieser Bohrkern wird dann kegelig zugeschliffen und ein kleines Lösungsgefäß mittels Schliffes aufgesetzt. Das Lösungsverfahren hat vor der Untersuchung von Schabspänen den Vorzug, daß die Probenahme über einen Bereich von bekannter Oberfläche und Tiefe erfolgt. Dem steht der Nachteil gegenüber, daß bei der Herstellung der Probenkegel unbemerkt Teile der spröden Oberflächenschichten abspringen und sich damit der Untersuchung entziehen können. Man findet daher bei diesem Verfahren nur Mindestwerte.

Ein Blatt der erwähnten Kupplungsfeder wurde durch Entnahme von Schabspänen chemisch untersucht, wobei folgender Stickstoffgehalt gefunden wurde: an der Reibungsstelle 0,090 % und 0,074 %, an der Oberfläche außerhalb der Reibungsstellen 0,0065 %, im Innern 0,006 %.

Dieselbe Feder wurde nach dem Lösungsverfahren untersucht. Abb. 10 zeigt einen Blattabschnitt mit größeren und kleineren blanken Reibstellen, Abb. 11 eine Stelle auf der Rückseite desselben Blattes, an der das daraufliegende Zwischenstück über eine größere Fläche stark gescheuert hat. An den mit 1 bis 4 bezeichneten Stellen wurde der Stickstoffgehalt an der Oberfläche und im Innern bestimmt. Die Ergebnisse sowie diejenigen, die an zwei Federblättern aus Siliziumstahl erhalten wurden, sind in *Zahlentafel 1* zusammengestellt. Die chemische Untersuchung be-

stätigt demnach die Stickstoffanreicherung an der Oberfläche. Man erkennt zugleich, daß der Stickstoffgehalt um so höher ausfällt, je weniger Oxyd mituntersucht wurde. Immerhin sind, absolut genommen, die Stickstoffwerte nicht sehr hoch.

Zahlentafel 1.

Stickstoffgehalte an Reibstellen von Federblättern.

Stelle Nr.	Kennzeichen der Oberfläche	Erste Schicht		Zweite Schicht		Im Innern N ₂ %
		Stärke mm	N ₂ %	Stärke mm	N ₂ %	
4 ¹⁾	sehr starker Oxydanzatz	0,072	0,013	—	—	0,007
2 ¹⁾	mittlerer Oxydanzatz	0,035	0,015	0,063	0,011	0,007
1 ¹⁾	rauh mit etwas Oxydanzatz	0,050	0,019	0,056	0,013	0,007
3 ¹⁾	glatt blank	0,029	0,034	0,071	0,007	0,007
5 ²⁾	glatt glänzend	0,035	0,042	0,071	0,008	0,005
6 ²⁾	stark glänzend	0,095	0,019	—	—	0,005

¹⁾ Nach Abb. 10 und 11 Stahl mit 0,6 % C und 1,5 % Mn.

²⁾ Stahl mit 0,4 % C und 1,5 % Si.

II. Beobachtungen an Zahnrädern.

Von einer Zahnradkupplung, die sehr gelitten hatte, wurden einige der stark aufgerauten Zahnflanken, die zum Teil mit Reibungsrost bedeckt waren, an den blanken Stellen untersucht; es handelt sich um einen unlegierten Stahl mit etwa 0,4 % C. Abb. 12 (s. Tafel 2) zeigt das Oberflächengefüge. Man erkennt ein mehr oder weniger verzerrtes ferritisch-perlitisches Grundgefüge, in das Inseln eines hellen, in viele Teile zerbrochenen Gefügebestandteils eingelagert sind. Aus dem Querschliff (Abb. 13) geht hervor, daß die Oberfläche mit einer ziemlich zusammenhängenden Schicht des hellen Bestandteils bedeckt ist und daß das scheinbare Netzwerkgefüge von Abb. 12 nur dem Abschleifen der Vorsprünge auf der Zahnoberfläche bei der Herstellung des Oberflächenschliffs seine Entstehung verdankt. Eine mikrochemische Stickstoffbestimmung auf einer stark beanspruchten und — im Vergleich dazu — auf einer wenig beanspruchten Zahnflanke hatte folgendes Ergebnis.

	Oberflächenschicht		Im Innern N ₂ %
	Stärke mm	N ₂ %	
Stark beanspruchte Flanke . .	0,040	0,013	0,004
Schwach beanspruchte Flanke . .	0,045	0,008	0,004

Ein Ritzel aus Chromnickelstahl, das stark verschliffen war und Grübchenbildung an den Zahnflanken zeigte, ergab bei Entnahme von Schabspänen an der Reibungsstelle 0,042 und 0,035 % N₂, im Innern 0,0005 und 0,006 % N₂.

III. Beobachtungen an einer gebrochenen Welle.

Die aus Chromnickelstahl hergestellte Welle eines Turbokompressors war mit den Kennzeichen eines Dauerbruchs gebrochen (Abb. 14). Am Bruchausgang bei B fanden sich auf der Oberfläche ganz kennzeichnende Reibungsstellen (Abb. 15). Ein Schnitt durch eine dieser Stellen parallel zur Achse, also senkrecht zum Bruch, ergab nach Ätzung ein höchst eigenartiges Bild (Abb. 16). Man sieht zahlreiche feine Risse, die zum Teil schon recht tief in den Werkstoff hineinlaufen, wobei zwei Hauptrichtungen vorzuherrschen scheinen. Weiterhin sieht man in einem dieser Risse — und bei stärkerer Vergrößerung auch in anderen — einen hellen Bestandteil weit ins Innere sich hineinziehen, der seinerseits in der Mitte durch einen feinen Riß unterbrochen ist (Abb. 17). Vereinzelt sind auch noch auf der zerklüfteten Oberfläche Reste dieses Bestandteils zu sehen. Eine solche Stelle gibt Abb. 18 in 1000facher Ver-

⁷⁾ P. Klinger und W. Koch: Arch. Eisenhüttenwes. und Techn. Mitt. Krupp demnächst.

größerung wieder; hier ist unterhalb der hellen Schicht, mit scharfer Abgrenzung gegen sie, eine gedunkelte Zone zu sehen, wie sie für die Randschichten verstickter Sonderstähle kennzeichnend ist. Beide Schichten, die helle und die dunkle, sind mit feinen Korngrenzenrissen durchzogen, während die unveränderte Grundmasse hiervon frei ist. Im Gegensatz hierzu zeigt der Oberflächenschliff in *Abb. 19* in ebenfalls 1000facher Vergrößerung den hellen Gefügebestandteil nicht in primärer, sondern in sekundärer Lagerung; er erscheint hier in einzelne zum Teil bereits abgerundete Schollen zerbrochen und in die weichere Grundmasse eingedrückt. Stellenweise ist hier übrigens deutlich zu sehen, daß er nicht einheitlich ist, sondern sich aus zwei Bestandteilen zusammensetzt, wie es ja von den Nitridrandschichten auch sonst bekannt ist. An Schabspänen von einer Reibungsstelle wurden hier 0,029 % N₂ gefunden.

IV. Sonstige Beobachtungen über Stickstoffaufnahme bei Reibung.

Versuche von K. Dies⁸⁾ über den Verschleiß bei trockener gleitender Reibung brachten eine Bestätigung der vorhergehenden Feststellungen über die Stickstoffaufnahme an Reibungsstellen. Bei bestimmten Anpreßdrücken und Temperaturen findet eine ganz erhebliche Stickstoffanreicherung (bis zu 0,12 % N₂) in der Verschleißfläche durch den Luftstickstoff statt. Von der Mitwirkung des Stickstoffs hängt in starkem Maße die Größe der Verschleißwerte ab.

Da auch bei der Zerspanung zwischen Werkzeug-schneide und Werkstück sehr starke Reibungskräfte auftreten, lag auf Grund der geschilderten Beobachtungen der Gedanke nahe, daß auch bei diesem Vorgang eine oberflächliche Stickstoffbindung aus der Luft erfolgen könne. Diese Vermutung fand durch einige Versuche ihre Bestätigung. Sie wurde im Rahmen der chemisch-analytischen Arbeit von Klinger und Koch weiterverfolgt, da sie für die Stickstoffbestimmung von besonderer Bedeutung ist.

Weiterhin wurde auch bei der Herstellung metallographischer Schiffe von weichem Eisen eine oberflächliche Stickstoffaufnahme gefunden⁹⁾.

⁸⁾ Veröffentlichung der Versuchsergebnisse demnächst.

⁹⁾ H. J. Wiester: Arch. Eisenhüttenwes. 9 (1935/36) Heft 10.

V. Schlußfolgerungen.

Als sicher ist aus dem Vorstehenden zu entnehmen, daß bei starker Reibung nicht nur Sauerstoff, sondern auch Stickstoff aus der Luft vom Stahl gebunden wird. Diese Feststellung ist keineswegs so unwahrscheinlich, wie sie auf den ersten Blick scheinen mag. Es ist ja bekannt, daß aktiver Stickstoff, z. B. in Form von Ammoniak, mit dem α -Eisen in fein verteilter Form schon bei 200°, in kompakter Form bei 300° zu reagieren beginnt¹⁰⁾. Umgekehrt vermag hochaktives Eisen den inaktiven, molekularen Stickstoff, indem es sich selbst an der Reaktion beteiligt, schon bei mäßigen Temperaturen zur Vereinigung mit Wasserstoff zu bringen; Eisen ist zwar nicht einer der technisch besten, aber jedenfalls einer der ältesten Katalysatoren für die Ammoniaksynthese¹¹⁾. Daß bei Reibung unter hohem Flächendruck, wie sie an Druckstellen auftritt, die Eisenoberfläche aktiv und reaktionsfähig wird, ist wohl nicht zu bezweifeln. Ebenso sicher ist, daß hierbei örtlich beträchtliche Temperaturerhöhungen auftreten. Da die Nitridbildung in den Korngrenzen beginnt, ist auch die Versprödung und Zerbröckelung der Oberflächenschicht, wie sie durch *Abb. 18* veranschaulicht wird, verständlich. Weniger verständlich ist vorerst noch die Wechselwirkung zwischen mechanischen und chemischen Kräften, die zu den tiefen Rissen nach *Abb. 16* führt. Es darf aber hier daran erinnert werden, daß bei der Korrosionsermüdung eine ähnliche Wechselwirkung vorliegt, deren Ablauf ebenfalls noch keine vollständige Deutung gefunden hat.

Zusammenfassung.

Starke örtliche Reibung von Stahlteilen, die Fressen verursacht, führt auch zur Bindung von Luftstickstoff im Stahl. Metallographisch und analytisch konnte an zerstörten Werkstücken eine Stickstoffanreicherung nachgewiesen werden. Von der verquetschten und durch Stickstoffaufnahme versprödeten Oberfläche gehen bei Wechselbeanspruchung Risse aus, die den Ursprung von Dauerbrüchen bilden können.

¹⁰⁾ Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl. (Berlin: Verlag Chemie 1930) System-Nr. 59: „Eisen“, Teil B, S. 143, 144, 146.

¹¹⁾ A. Mittasch und W. Frankenburger: Z. Elektrochem. 35 (1929) S. 920.

Umschau.

Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb¹⁾.

Kontinuierliche Bandblechstraße für Rußland.

M. Stone beschreibt²⁾ eine in Zaporozje zu errichtende Bandblechstraße, die in verschiedener Hinsicht bemerkenswert ist. Das Walzwerk dient zum Walzen von Streifen und Blechen bis zu etwa 1450 mm Breite und 1,6 bis 15 mm Dicke. Die Ballenlänge der Walzen beträgt 1680 mm.

Die Anlage (s. *Abb. 1*) umfaßt drei gasbeheizte Wärmöfen für eine

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 362/64.

²⁾ Steel 97 (1935) Nr. 24, S. 32/34 u. 57.

Leistung von 50 t/h; Platz für einen vierten Ofen wurde vorgesehen. Das erste Gerüst mit zwei Walzen von 710 mm Dmr. dient zum Brechen der Schlacke, wobei noch Druckwasser von 70 at beim Entfernen der Schlacke mithilft. Stehen Brammen von genügender Breite zur Verfügung, so brauchen sie nur gestreckt zu werden; andere Brammen werden im zweiten Gerüst, d. h. dem ersten Vorwalzgerüst, das ein Vierwalzengerüst mit

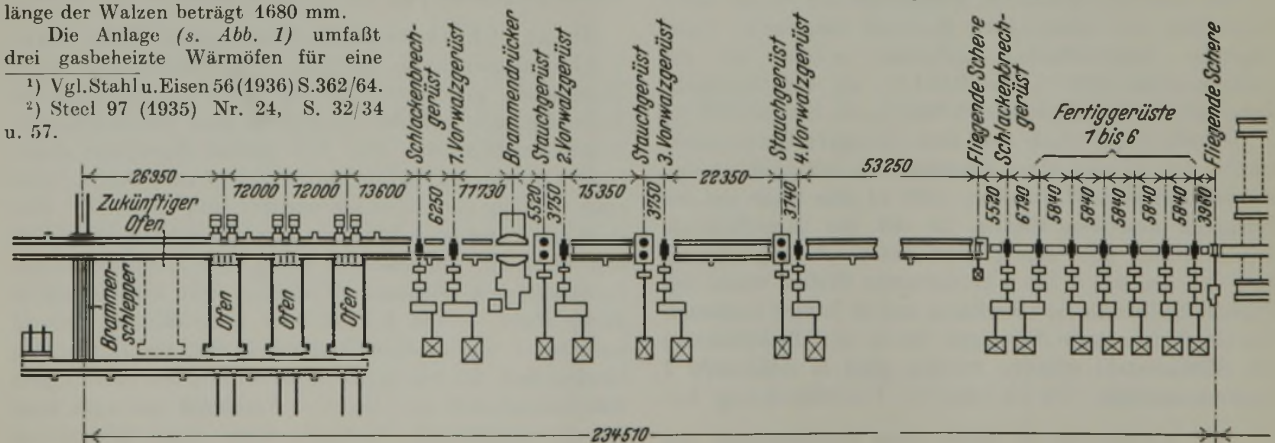


Abbildung 1. Anordnung

Walzen von 914 und 1320 mm Dmr. und 2435 mm Ballenlänge ist, zuerst bis auf die richtige Breite gestreckt und dann mit Hilfe von Drehtischen, die vor und hinter dem Gerüst angeordnet sind und sich um 90° drehen können, quergestellt und in der Länge gestreckt, wobei auf der Vorderseite des Gerüsts eine Druckvorrichtung beim Einführen der Bramme zwischen die Walzen mit-hilft. Hinter dem Querwalzgerüst wird die Bramme zwischen elektrisch einstellbaren Richtleisten geraderichtet und geht dann zu drei weiteren Vierwalzen-Vorwalzgerüsten mit 610 und 1240 mm Walzen-Dmr.; jedes dieser Gerüste hat ein vorgebautes Stauchgerüst.

Die vorgewalzte Bramme läuft frei aus auf einen langen Rollgang, wo sie durch Druckluft vor ihrem Eintritt in die Fertigstraße so weit abgekühlt wird, daß angeblich nicht nur die fertige Dicke in allen Teilen des Bandes gleichmäßig, sondern durch die raschere Abkühlung eine größere Erzeugung erreicht werden soll, denn ohne künstliche Abkühlung müßte die Bramme länger auf dem Rollgang liegenbleiben. Hierauf geht die Bramme mit einer Geschwindigkeit, die geringer als die des letzten Vorgerüsts ist, durch eine fliegende Endenschere, die das vordere und hintere Ende abschneidet, weiter in ein Schlackenbrechgerüst mit zwei Walzen von 610 mm Dmr., hierauf in die Fertigstraße mit sechs Vierwalzengerüsten, deren Walzen 610 und 1240 mm Dmr. haben. Die Austrittsgeschwindigkeit beträgt 7,62 m/s. Vom letzten Gerüst aus wird zum Teilen des Bandes in Tafellängen eine fliegende Schere angetrieben, wodurch eine große Genauigkeit beim Teilen gewährleistet werden soll; das Abschneiden der Enden wird dadurch geregelt, daß die Trommel der fliegenden Schere getrennt beschleunigt und dann wieder synchron gekuppelt wird. Etwa 12 m vor dem Ende des Auslaufrollganges stehen drei Wickelmaschinen und dahinter ein Blechstapler zum Aufschichten der auf Tafellänge geschnittenen Bleche bei höchster Walzgeschwindigkeit.

Der Walzsinter wird nicht nur durch die beiden Schlackenbrechgerüste, sondern auch durch Druckwasser von 70 at entfernt, das vor dem Eintritt des Walzgutes in die Gerüste der Vor- und Fertigstraße aufgespritzt wird.

Das Gewicht der Walzen wird durch Druckwasser ausgeglichen. Die Bauart dieser Ausgleichvorrichtungen erleichtert das schnelle Auswechseln der Walzen, da die Steuervorrichtungen so ausgebildet wurden, daß jeder Satz Arbeits- oder Stützwalzen in jedem Gerüst gehoben oder gesenkt werden kann, ohne Druck auf die anderen Walzen auszuüben. Auch wurde die Verwendung von C-förmigen Haken zum Auswechseln der Arbeitswalzen sowie von Wagen, die auf einem Gleis laufen und zum Aus- und Einbau von ganzen Walzensätzen dienen, vorgesehen. Alle Gerüste sind mit schreibenden und anzeigenden Geräten für fortlaufende Druck- und Temperaturmessungen versehen worden, um die Gleichmäßigkeit des Erzeugnisses und den Betrieb überwachen zu können.

Der das letzte Gerüst verlassende Streifen kann auf vierfache Art weiterbehandelt werden. Wird der Streifen von der fliegenden Schere in Tafeln zerschnitten, so laufen sie über den Auslaufrollgang a zur Stapelvorrichtung, die sich beim Höherwerden des Stapels selbsttätig senkt. Die Blechstapel werden durch einen Sonderkran abgenommen und dann mit einer Haube versehen, um die in den Tafeln noch erhaltene Hitze zum Ausglühen zu verwenden. Die von den Wickelmaschinen kommenden Bunde werden durch ein 125 m langes Kettenförderband dem Lager oder der weiteren Verarbeitung zugeführt.

Die Streifen können durch Schlepper auf je ein Kühlbett und dann auf einen der beiden Rollgänge b und c von je 275 m Länge links und rechts neben dem Auslaufrollgang befördert werden, an deren Ende je eine fliegende Schere zum Teilen in Längen von 1½ bis 6 m mit einem geringen Längenspielraum steht. Die

Kühlbetten und Rollgänge sind so geräumig, daß sie ohne Ueberfüllung die gesamte vom Walzwerk erzeugte Menge Blech verarbeiten können, wenn dieses voll in Betrieb ist. Nach dem Schneiden gehen die Bleche durch eine Rollenrichtmaschine und zu einem Blechstapler; die Stapel werden durch Kettenförderbänder oder Laufkrane der Fertigbearbeitung zugeführt.

Ein vierter Rollgang d wird zur Verarbeitung von Blechen in Stärken von 1,6 bis 15 mm verwendet, wobei die dickeren Bleche, um sie genügend abkühlen zu können, vom Auslaufrollgang a über das Kühlbett e oder f, dann auf den Rollgängen c oder b und über das Kühlbett g zu den Rollgängen b oder c gelangen, die sie wieder zu den Kühlbetten f oder e bringen; von dort gehen sie über das Kühlbett h zum Rollgang d. Um die Blechenden abzuschneiden und die langen Bleche in kürzere teilen zu können, sind in den Rollgängen b und c noch Zweiständerschere eingebaut worden. Auf dem Rollgang d können die Bleche mit einer Blechwendevorrichtung auf beiden Seiten besichtigt, dann an beiden Längsseiten durch Kreismesserbesäumscheren beschnitten, in Handelslänge zerteilt, gewogen, aufgestapelt oder durch wagenartige Fördervorrichtungen oder auch Sonderlaufkrane weggeschafft werden.

Bemerkenswert sind die von einem Punkte aus betätigten Gruppen von Druck-Schmiervorrichtungen, die zusammen 9000 Lager aller Arten und Größen bedienen. Das Warmwalzwerk hat allein 5 Gruppen, das Kaltwalzwerk 3 Gruppen, während 12 andere Gruppen den übrigen Lagern das Fett oder Oel unter Druck zuführen.

Abgesehen von dem mit Druckschmiergleitlagern ausgerüsteten Schlackenbrechgerüst der Vorstraße, haben die übrigen Walzgerüste Pendel- oder kegelige Rollenlager.

Zahlentafel 1 gibt Auskunft über die Antriebsmotoren der Walzgerüste, die alle ein Vorgelege haben.

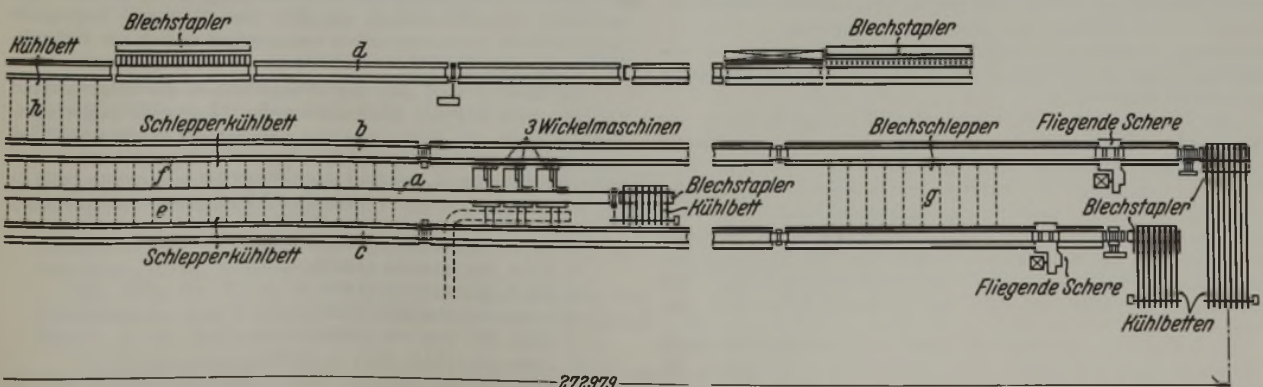
Zahlentafel 1. Angaben über die Antriebsmotoren der Walzgerüste.

Bezeichnung des Gerüsts	Stromart	PS	U/min
1. Schlackenbrechgerüst der Vorstraße	Drehstrom	1000	375
2. Erstes Vorwalzgerüst	Drehstrom	3000	214 Schwungrad
3. Die übrigen Walzgerüste	Drehstrom	je 3000	600 (Synchronmotoren)
4. Schlackenbrechgerüst der Fertigstraße	Gleichstrom	500	250/750
5. Fertigstraßengerüste	Gleichstrom	je 3500	175/400

Die Rollgänge zwischen den Gerüsten werden durch regelbare Gleichstrommotoren angetrieben. Der Auslaufrollgang dagegen, dessen Umfangsgeschwindigkeit bis zu 8,25 m/s betragen kann, hat einzeln durch Wechselstrom angetriebene Rollen, die ihren Strom von einem Umformersatz mit wechselnder Frequenz erhalten; das gleiche gilt für die übrigen Rollgänge hinter der Fertigstraße.

Bei der weiteren Verarbeitung können die Blechtafeln blau gegläht, gebeizt, kalt nachgewalzt, gerichtet, geölt und versandt, oder auch, je nach der gewünschten Güteart, nur kalt nachgewalzt als Schwarzblech ohne Beizen, oder ohne sie zu glühen, gebeizt und kalt nachgewalzt werden. Die Arbeitswalzen der beiden Kalt-nachwalz-Vierwalzengerüste haben 420 mm Dmr., die Stützwalzen 1210 mm Dmr., die Ballenlänge beträgt 1680 mm, die Walzenzapfen liegen in Pendelrollenlagern.

Im Kaltwalzwerk können die vom Warmwalzwerk kommenden Blechrollen in einer kontinuierlichen Beizanlage gebeizt werden, an deren Ausgangende Scheren den Streifen in Tafellängen zerschneiden. Hier steht auch eine Kaltwalzstraße aus drei hintereinander angeordneten Vierwalzengerüsten (Abb. 2) mit 1680 mm Ballenlänge der Walzen, deren Zapfen in kegeligen Rollenlagern liegen. Jedes Walzgerüst wird von einem 1500-PS-



272979

Gleichstrommotor mit 300/600 U/min, die Haspel mit einem 500-PS-Motor angetrieben. Zwei Vierwalzen-Umkehrwalzgerüste, davon eins mit Arbeitswalzendurchmesser von 485 mm und Stützwalzendurchmesser von 1370 mm bei 1680 mm Ballenlänge, das andere mit 405 mm Arbeitswalzendurchmesser und 1240 mm Stützwalzendurchmesser bei 1060 mm Ballenlänge, deren Zapfen in kugelförmigen Rollenlagern liegen, sind im Bau.

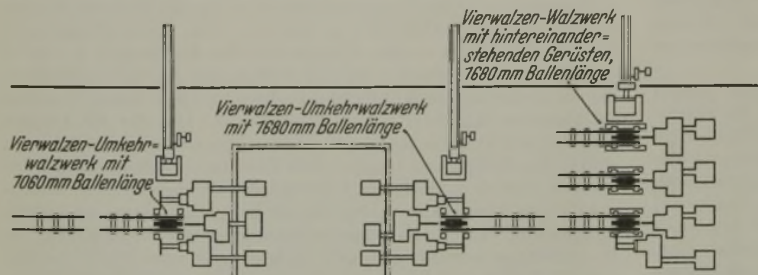


Abbildung 2. Kaltwalzwerksanlage mit zwei Vierwalzen-Umkehrwalzwerken und einer Walzenstraße mit hintereinanderstehenden Gerüsten.

Das Walzgerüst mit 485 mm Arbeitswalzendurchmesser hat einen Gleichstromantriebsmotor von 2250 PS mit 300/500 U/min; die Haspeln werden mit Motoren von 600 PS angetrieben, die Fertigwalzgeschwindigkeit beträgt 3,81 m/s. Der Antriebsmotor des Walzgerüsts mit 405 mm Arbeitswalzendurchmesser hat 1500 PS und macht 300/500 U/min; die Haspelmotoren haben ebenfalls 600 PS. Die angenommenen größten Walzdrücke betragen in den drei genannten Kaltwalzgerüst-Bauarten 1600, 1600 und 1400 t.

Im gleichen Raum befinden sich auch die übrigen Einrichtungen zum Fertigmachen der Bleche, wie Normalglühöfen, Kastenglühöfen, von denen 24 für je zwei Kasten mit selbsttätiger Einsatzvorrichtung vorhanden sind, ferner Haubenglühöfen mit Behandlung des Glühgutes durch Schutzgas, Beiz-, Wasch- und Trockeneinrichtungen für normalgeglühte Bleche, fliegende Scheren, Besäumscheren und Rollenrichtmaschinen.

Zum ersten und zweiten Kaltnachwalzen oder Dressieren der Bleche sind sieben Walzgerüste vorhanden, und zwar:

Zwei Vierwalzengerüste mit Arbeitswalzen von 405 mm Dmr. und Stützwalzen von 1240 mm Dmr. bei 1680 mm Ballenlänge; vier Zweiwalzengerüste mit 685 mm Walzendurchmesser und 1060 mm Ballenlänge und ein Vierwalzengerüst mit Arbeitswalzen von 405 mm Dmr. und Stützwalzen von 1240 mm Dmr. bei 1680 mm Ballenlänge zum Glätten von gewickelten Blechbunden. Die Zapfen aller Walzgerüste liegen in Pendelrollenlagern. Um noch breitere Bleche erzeugen zu können, wird ein Vierwalzen-Umkehr-Kaltwalzgerüst vorgesehen, in dem die Bleche quer gewalzt werden. Auch wurde die Aufstellung noch weiterer Maschinen, wie Teilscheren, Spannmaschinen, Rollenrichtmaschinen, Blechspaltmaschinen, Maschinen zum Oelen der Bleche usw. sowie Prüftische vorgesehen.

Als zukünftige Leistung der kontinuierlichen Bandblechstraße werden 600 000 t jährlich angegeben, von denen 300 000 t zu hochwertigen Blechen verarbeitet werden sollen. H. Fey.

Chromüberzüge als Zunderschutz.

Schutzüberzüge aus Chrom sind besonders geeignet für Gegenstände, die keine häufigen und großen Temperaturschwankungen erleiden. Der Nachteil einer geringeren Haltbarkeit im Vergleich zu Aluminiumüberzügen, die durch Alitieren, Alumetieren, Kalorisieren usw.¹⁾ hergestellt werden, wird durch den geringeren Preis wieder ausgeglichen. Gegenüber hochlegierten zunderbeständigen Werkstoffen bieten sie den ganz bedeutenden Vorteil, daß sie nur geringe Mengen an devisenbelastetem Metall (Chrom, Nickel, Kobalt u. ä.) benötigen. Allerdings sind zunderschützende Chromüberzüge nur für auswechselbare Teile zu verwenden, damit bei etwaigen Beschädigungen keine unnötigen Aufenthalte entstehen.

Als Grundwerkstoff für Chromschutzüberzüge kommen vor allem weicher Stahl und Stahlguß in Frage; bedingt verwendbar ist auch Gußeisen, allerdings hauptsächlich dann, wenn man Zwischenschichten anwendet, während bei den Stählen die Verchromung am besten unmittelbar aufgebracht wird. Für diese Zwischenschichten wählt man Metalle, deren Wärmeausdehnungsbeiwert etwa in der Mitte zwischen dem des Gußeisens und dem des Chromüberzuges liegt. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß Gußeisen in der Hitze wächst. Die Zwischenschicht muß also

eine genügende Dehnbarkeit haben, was z. B. bei wasserstofffreiem Nickel oder Kupfer der Fall ist. In der Hitze verbindet sich an der Berührungsfläche das Chrom mit dem Grundwerkstoff, so daß sich über einer Eisen-Chrom-Legierungsschicht als Uebergangszone eine reine Chromschicht befindet. Es empfiehlt sich, diese Legierungsbildung durch kurzes Erhitzen auf etwa 1100 bis 1200° zu beschleunigen. Bei dieser Erhitzung, die unter Luftzutritt erfolgen kann, entsteht gleichzeitig oberflächlich auf dem Chrombeschlag eine Oxydschicht, die in sich zusammenhängend, sehr temperaturbeständig und mechanisch fest ist; sie schützt das darunterliegende metallische Chrom vor weiterer Oxydation.

Die Herstellung der Chromüberzüge geschieht zweckmäßig elektrolytisch aus den bekannten Chrombädern, und zwar unmittelbar auf den Stahl oder unter Verwendung von Zwischenschichten aus Nickel, Kobalt o. ä.¹⁾ Statt der einfachen Chromüberzüge kann man auch gegebenenfalls Chromlegierungen elektrolytisch niederschlagen²⁾. Wird besondere Härte verlangt (der Chromniederschlag ist ohnehin sehr hart), so kann diese Legierungsschicht durch Aufkohlen noch weiter gehärtet werden³⁾. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit kann auch eine zweite Chromschicht aus schmelzförmigen Elektrolyten niedergeschlagen werden⁴⁾. Praktisch bewährt hat sich vor allem die Herstellung aus wässrigen Elektrolyten auf Chromsäuregrundlage⁵⁾. Vor dem Verchromen werden die Gegenstände zweckmäßig mit dem Sandstrahl abgeblasen; die vom Sandstrahl aufgeraute Oberfläche gibt einen vorzüglichen Haftgrund für die unmittelbare Verchromung. Es ist unbedingt zu beachten, daß möglichst wasserstoffarme Niederschläge erhalten werden. Dies läßt sich erreichen durch geringe Temperaturen (höchstens 20°) und sehr große Stromdichten (bis 50 A/dm²). Dabei kann, ohne daß die Gefahr eines Abplatzens besteht, die Schichtdicke bis auf 0,1 mm, unter Umständen sogar noch höher getrieben werden. Nur ist darauf zu achten, daß die Gegenstände nach dem Herausnehmen aus dem Bade sehr sorgfältig abgespült und getrocknet werden. Zweckmäßig wird auch das Erhitzen zur Ansinterung und Legierungsbildung unmittelbar anschließend vorgenommen.

Bei Betriebsversuchen zeigten Rohrstücke, die in dieser Weise mit einer Chromschicht von etwa 0,05 mm versehen wurden, nach mehreren hundert Stunden oxydierender Glühbehandlung bei etwa 900 bis 1000° keine Verzunderung; sie sahen auch sonst vollkommen unverändert aus. Empfindlich sind sie freilich gegen allzu häufige und große Temperaturwechsel, da dann die Chromschichten rissig werden und von den gebildeten Poren aus die Verzunderung des Grundwerkstoffes einsetzt. Bei Gußeisen haben diese Schichten nur eine ziemlich kurze Lebensdauer, wenn es nicht gelingt, einen sehr weichen Chromniederschlag herzustellen. Dies läßt sich durch nachträgliche Entgasung des Niederschlages unter Erhitzen und gleichzeitigem Evakuieren erreichen.

Zu große Schichtdicken sind vom wirtschaftlichen Standpunkt falsch, da von etwa 0,07 bis 0,08 mm Dicke die Schutzwirkung nicht weiter zunimmt; jedes Mehr ist also Verschwendung. Allzu dicke Schichten neigen zudem stärker zur Ribbildung beim Erhitzen. Erwähnenswert ist noch, daß stark reduzierende Atmosphären die Haltbarkeit der Schichten herabsetzen.

Hermann Franßen.

Schaubildliche Bestimmung der günstigsten Größe von Lagerbeständen.

Ueber einen bemerkenswerten Aufsatz von H. Bertrand⁶⁾ zu diesem Thema⁷⁾ sei hier kurz berichtet. Die Betrachtungen beziehen sich vor allem auf Unternehmungen, welche auf Lager arbeiten; sie sollen zeigen, wie man eine günstigste Lagergröße schaubildlich vorausbestimmen kann, sofern es sich um verkaufsfähige Vorräte handelt.

In Abb. 1 sind auf der Waagerechten der Lagerbestand (Menge) und auf der Senkrechten der Lagerwert aufgetragen. Linie 1 stellt die Verkaufszahlen dar; beim Lagerbestand Null finden keine Verkäufe statt, dann findet eine progressive Steigerung der Verkäufe bis zu einer bestimmten Höhe statt, und von da ab vermindert sich die Verkaufsgeschwindigkeit, die allmählich

1) DRP. Nr. 563 882 (1932).

2) DRP. Nr. 550 966 (1932).

3) DRP. Nr. 496 004 (1930).

4) DRP. Nr. 503 866 (1930).

5) DRP. Nr. 448 526 (1927).

6) Usine 43 (1934) Heft 5, S. 25.

7) Siehe auch W. Schug: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1030/35 (Betriebsw.-Aussch. 84).

1) A. V. Farr: Iron Age 107 (1921) I, S. 251/53; vgl. Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 658. J. Cournot: Rev. métallurg. 22 (1925) S. 139/53; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 923/24. A. Hauttmann: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 65/67.

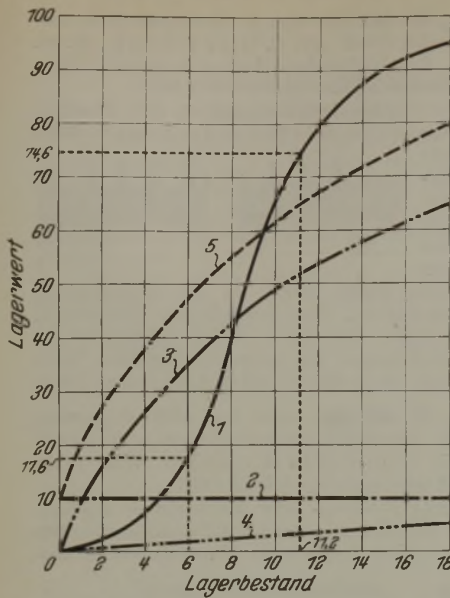


Abbildung 1. Lagerbestand und seine Kostenanteile.
1 = Verkaufswert 4 = Zinsverlust (bzw. Lagerentwertung)
2 = fixe Kosten 5 = Gesamtkosten
3 = veränderliche Kosten

gegen Null hingeht, was „zu viele Vorräte“ bedeutet. Linie 2 veranschaulicht die fixen Kosten, Linie 3 die veränderlichen und Linie 4 die Zinsverluste bzw. Lagerentwertung. Linie 5 ist die Summe der Linien 2, 3 und 4. Solange Linie 1 unter Linie 5 verläuft, verkauft man mit Verlust, sobald sie darüber liegt, mit Gewinn, wobei der

Unterschied zwischen beiden Linien den Verlust bzw. den Gewinn darstellt. Dieser ist in Abb. 2 aufgezeichnet.

In Abb. 3 ist der Gewinn als in Abhängigkeit von dem Verhältnis

reichung eines Höchstwertes beginnt er dann aber zu fallen, da der Gewinn nach Abb. 2 ebenfalls einen Höchstwert aufweist. Der höchste Wert Verkauf/Lagerbestand bedeutet einen kritischen Punkt; es ist gewissermaßen das Zeichen für den Eintritt verminderter Gewinne.

Die ganze Betriebsplanung besteht nun darin, die Vorräte ruhig wachsen zu lassen, solange das Verhältnis Verkauf/Lagerbestand ebenfalls wächst. Nähert man sich der Stelle, an der die Kurve der Abb. 3 umbiegt, so kann man auch die Nähe der kommenden höchsten Gewinne voraussehen und wird dann zweckmäßig unter schärferer Ueberwachung der Einzelgrößen das Verhältnis Verkauf/Lagerbestand in der Nähe des höchsten Gewinnes zu halten suchen. Dabei muß eine gewisse zeitliche Phasenverschiebung zwischen der Aenderung des Lagerbestandes und der Aenderung des Verkaufes beachtet werden.

In Abb. 3 befindet sich dieser kritische Punkt beim Verhältnis Verkauf/Lagerbestand = 6,7. Das entspricht ungefähr einem Vorratskennwert von 11,2; einem Verkaufskennwert von 74,6 und einem Gewinnkennwert von 9,2 (Abb. 1).

Bertrand weist ausdrücklich darauf hin, daß diese Betrachtungen nicht für die sogenannten Zwischenlager zwischen Werkstatt und Betrieb gelten (z. B. Halbzeuglager), sondern nur für Fertiglager, die der Fertigungsbetrieb unbedingt einrichten und auch unterhalten muß, ehe er mit dem Verkauf beginnen kann (z. B. Schrauben, Fittings, Kleinzeug, Armaturen usw.). Es handelt sich also vorwiegend um die Fälle, in denen sich die vom Kundenkreis angefragten Stücke sowohl in ihrer Art als auch der Größe nach stark ändern. Man könnte das Verfahren auch für gewisse Walzwerkserzeugnisse anwenden, da die Ursache der Verschiedenheit der Bedürfnisse in äußeren Einflüssen, wie Jahreszeit und Klima, liegen kann.

Wenn in Abb. 1 die Linie der veränderlichen Kosten (3) und des Verkaufes (1), die ja im Grunde nichts anderes als die Erlöskurve darstellt, nicht als gekrümmte Kurve, sondern als gerade Linien verlaufen, so lassen sich diese Betrachtungen nicht anwenden, da sich dann bei Umrechnung auf das Verhältnis Verkauf/Lagerbestand keine gekrümmte Kurve ergibt.

Gottfried Schmidt, Mülheim (Ruhr).

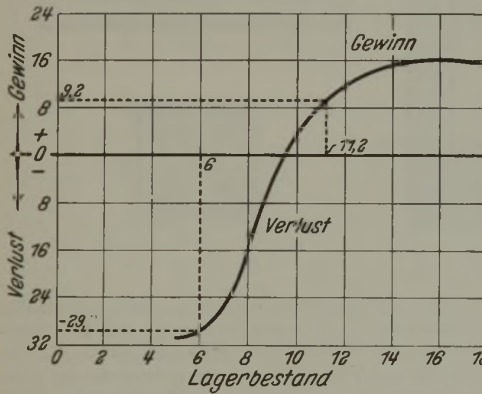


Abbildung 2. Lagerbestand und Gewinn (Verlust).

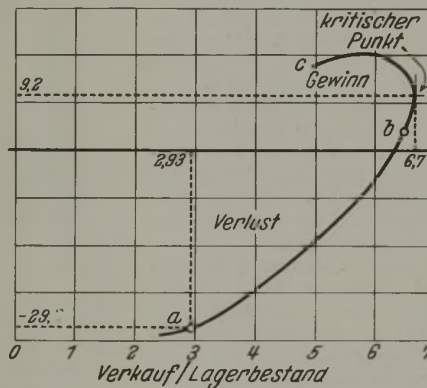


Abbildung 3. Gewinn in Abhängigkeit von Verkauf (Lagerbestand).

„Verkauf/Lagerbestand“ dargestellt. Diese Kurve ermittelt man leicht aus Abb. 1 und 2 (vgl. eingezeichnete Beispiele); für einen Vorrat 6 ist die Verkaufszahl 17,6 und der Gewinn (Abb. 2) — 29,9. Das Verhältnis Verkauf/Vorrat ist dann $17,6/6 = 2,93$. Zu diesem Punkt (2,93) gehört in Abb. 3 der Punkt — 29,9 usw.

Die Abbildung läßt erkennen, daß der Gewinn zunächst in etwa wie die Bewegung der Lagerbestände wächst; nach Er-

Energietagung statt, die der Kohle gewidmet ist. Am 21. April beginnt um 10 Uhr der 1. Teil „Kohle und Mensch“; nachmittags 17 Uhr folgt der 2. Teil „Kohle und Wirtschaft“ und am 22. April um 15.30 Uhr der 3. Teil „Kohle und Technik“. Anforderungen des ausführlichen Tagungsplanes sowie Anmeldungen sind an die Geschäftsstelle des Hauses der Technik, Essen, Postfach 254, zu richten.

3. Essener Energietagung „Die Kohle“.

Am 21. und 22. April 1936 findet in Essen die 3. Essener

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 14 vom 2. April 1936.)

Kl. 7 b, Gr. 3/70, K 132 175. Mechanische Presse, insbesondere Rohrstoßbank. Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

Kl. 10 a, Gr. 4/01, H 142 712. Verbundkoksofen mit unter den Kammern in deren Längsrichtung nebeneinanderliegenden Vorwärmräumen für Gas und Luft. Hinselmann, Koksofenbauges. m. b. H., Essen.

Kl. 10 a, Gr. 18/02, H 142 120. Verfahren zum Herstellen eines asche- und schwefelarmen Koksens. Hochofenwerk Lübeck, A.-G., Herrenwyk im Lübeckischen.

Kl. 18 a, Gr. 3, G 87 394. Verfahren zur Beseitigung von Hängestörungen in Schachtöfen. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G., Höllriegelskreuth b. München.

Kl. 18 b, Gr. 21/02, S 112 702. Vereinigter Flamm- und Induktionsofen zum Frischen eisenhaltiger Schmelzen. Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

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

Kl. 18 c, Gr. 3/15, H 140 682. Verfahren zur Einsatzhärtung. Ewald Hanus, Berlin-Hermsdorf.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, D 63 089. Aus Glühhaube und Untersatz bestehende Glühvorrichtung für Draht- und Bandenringe. Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, S 104 274. Elektrisch beheizter Blankglühofen, in welchem das Glühgut mit einer dünnen Schutzhaube bedeckt ist. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18 c, Gr. 11/10, O 21 891. Vorrichtung zum Steuern der Fördergeschwindigkeit. „Ofag“ Ofenbau, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 18 d, Gr. 1/30, E 43 003. Chrom-Stickstoff-Stahllegierung. Electro Metallurgical Company, New York.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, K 129 539; Zus. z. Anm. K 129 566. Stahl für Gegenstände, die gegen den entkohlenden Angriff von Gasen widerstandsfähig sein müssen. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, K 129 540; Zus. z. Anm. K 128 126. Stahl für Gegenstände, die gegen den entkohlenden Angriff von Gasen widerstandsfähig sein müssen. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 18 b, Gr. 4, V 31 047. Verfahren zur Herstellung von metallischen Schutzüberzügen auf Draht. Vereinigte Stahlwerke, A.-G., Düsseldorf.

Deutsche Reichspatente.

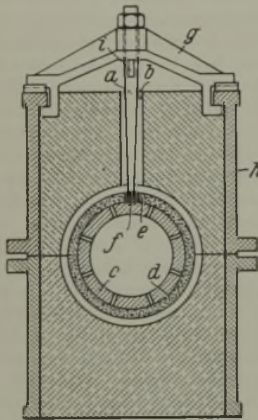
Kl. 18 d, Gr. 2₃₀, Nr. 622 940, vom 14. März 1935; ausgegeben am 10. Dezember 1935. Wilhelm Bamberger in Düsseldorf. *Stahllegierung für Spaten.*

Der Stahl enthält 0,4 bis 1% C, 1 bis 2% Si, 0,3 bis 0,8% Mn, 1 bis 3% Cr, 0,3 bis 0,5% Cu, 0,2 bis 0,3% Mo, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen. Außerdem kann die Legierung noch geringe Zusätze an Nickel und Vanadin enthalten. Die Spaten werden in Oel gehärtet und dann verchromt.

Kl. 18 c, Gr. 8₅₀, Nr. 622 963, vom 7. Juli 1929; ausgegeben am 10. Dezember 1935. Amerikanische Priorität vom 6. Juli 1928. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. *Verfahren zur Verbesserung der magnetischen Eigenschaften, besonders der Wattverluste von Eisen-Nickel-Legierungen mit 40 bis 50% Ni und 60 bis 50% Fe.*

Die Legierungen werden in einer nichtoxydierenden Schutzgasatmosphäre oder auch im Vakuum 2 bis 3 h bei etwa 1200 bis 1300° oder 2 h bei 1300° geglüht.

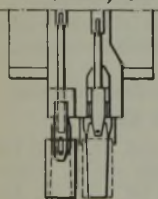
Kl. 31 c, Gr. 19₀₁, Nr. 623 086, vom 7. Mai 1933; ausgegeben am 12. Dezember 1935. Ing. Bassani, Manfredi & Co., Komm.-Ges., in Turin (Italien). *Verfahren und Vorrichtung zum Gießen von metallenen Hohlkörpern, besonders von gußeisernen Rohren in waagerechter Lage.*



Ein kegelförmiger Dorn a wird in einen der Steiger b eingeführt, so daß er den Kern c, d abstützt. Zwischen der Spitze des Dornes a und dem Kern wird eine Eisenscheibe e und eine weitere Scheibe f aus Hartholz angeordnet. Oben durchsetzt der Dorn ein Joch g, das an den Rändern der oberen Formkastenhälfte h verankert wird. Der Dorn wird durch einen Schrägkeil i gegen die Scheiben e, f gepreßt, so daß der Kern vollkommen gegen eine Verlagerung geschützt wird. Der Dorn wird

unmittelbar nach dem Füllen der Form und vor dem Erstarren des Gießgutes aus dem Forminnern herausgezogen.

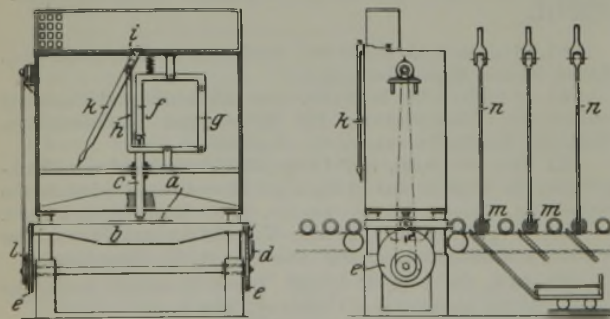
Kl. 31 c, Gr. 31, Nr. 623 087, vom 11. Januar 1934; ausgegeben am 12. Dezember 1935. Demag, A.-G., in Duisburg. *Strippervorrichtung.*



Die Vorrichtung hat zwei nebeneinanderliegende Abstreifwerkzeuge, von denen das eine mit einer Zange für die Blockformenohren und einem Abstreifstempel versehen ist, während das andere Werkzeug aus einer Blockzange und Anschlägen für die Blockformen beim Aufwärtsabstreifen besteht.

Kl. 42 b, Gr. 11, Nr. 623 202, vom 25. November 1934; ausgegeben am 17. Dezember 1935. Heinrich Engels in Düsseldorf-Benrath. *Vorrichtung zum laufenden Messen der Dicke von Blechen, Papier u. dgl.*

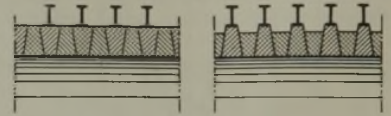
Der zu messende Gegenstand a wird zwischen das Schlittenquerstück b und die Achse c eingeführt. Drückt man bei Handbetrieb auf den Hebel d, so heben die Exzenterscheiben e den Schlitten b hoch. Hierdurch wird die Achse c aus ihrer ruhenden



Lage gebracht, ebenfalls die mit ihr in Verbindung stehenden Hebel f, g, h, i, sowie der Zeiger k, der dann die Dicke des Gegenstandes auf einer Teilung oder elektrischen Meßtafel anzeigt. Bei maschinellem Antrieb wird der Handhebel d durch die Riemenscheibe l ersetzt. Mit der Meßvorrichtung ist eine Auslesevorrichtung verbunden, wobei die Förderwalze m durch den Hebbügel n, der mit der Hand oder einer Magnetspule betätigt werden kann, ausgehoben wird. Die Hebevorrichtung n ist auf einer Schiene fahrbar.

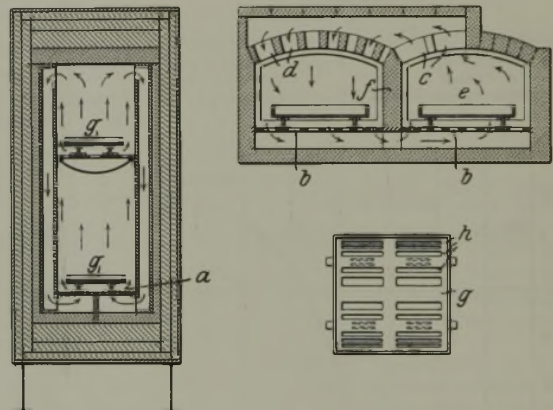
Kl. 18 b, Gr. 14₀₁, Nr. 623 230, vom 3. November 1933; ausgegeben am 16. Dezember 1935. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., in Bochum. *Aus keilförmigen Steinen bestehendes Ofengewölbe für Siemens-Martin-Oefen.*

Versteifungsrippen werden dadurch gebildet, daß Gewölbesteine, die, in der Längsrichtung des Ofens senkrecht geschnitten, keilförmigen Querschnitt haben, durch darüberliegende Ankereisen gehalten werden. Auch die Steine, die zwischen den die Versteifungsrippen bildenden Gewölbesteinen liegen, haben, in der Längsrichtung des Ofens senkrecht geschnitten, einen keilförmigen Querschnitt. Die die Versteifungsrippen bildenden, durch Ankereisen abgestützten Gewölbesteine können die dazwischenliegenden Steine des Gewölbes nach außen hin überragen und als Kühlrippen wirken.



Kl. 18 c, Gr. 11₁₀, Nr. 623 287, vom 6. Juni 1930; ausgegeben am 17. Dezember 1935. Amerikanische Priorität vom 5. Juni 1929. Hevi Duty Electric Company in Milwaukee, Wisconsin (V. St. A.). *Elektrisch oder mittelbar beheizter Ofen.*

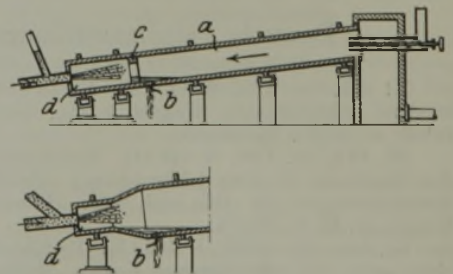
Bei Durchlauföfen mit neben- oder übereinander angeordneten Vorwärm- und Abkühlzonen sowie mit Durchlässen in den Trennwänden dieser beiden Zonen zum Umwälzen der Ofen-



atmosphäre werden die Durchlässe a, b in dem Ofenboden und/oder der Ofendecke c, d derart bemessen, daß ihr Querschnitt in Richtung nach den Außenseitenwänden zunimmt. Bei Anordnung der Kühl- und Vorwärmkammern nebeneinander weist die Kühlzone e nur eine geringe Anzahl Durchlässe c mit großem Querschnitt nahe der Zonentrennwand f auf. Die Gutträger g haben Durchlässe h für die erhitzte Luft, deren Querschnitte in Richtung des kühler werdenden Heißluftstromes abnehmen.

Kl. 18 a, Gr. 18₀₃, Nr. 623 341, vom 30. Juli 1932; ausgegeben am 18. Dezember 1935. Lucien Paul Basset in Paris. *Verfahren zum gleichzeitigen Herstellen von Eisen und Zement.*

Das Gemisch aus zu reduzierendem Eisenerz, Kohle und solchen Zuschlägen, die für die Bildung einer der Zusammensetzung von Portlandzement oder hydraulischem Kalk entsprechenden Schlacke erforderlich sind, wird in trockenem Zustand in einen mit Kohlenstaub beheizten Drehofen a aufgegeben und wandert in der Richtung des Pfeiles. Vor der Abstichöffnung b ist der Ofen mit einer ringförmigen Mauer c versehen oder der Ofen nach dem Austritt d zu kegelförmig ausgebildet, so daß das gebildete Eisen den Ofen durch die Auslaßöffnung b bei jeder Drehung verläßt, während der Klinker aus dem Ofen im vorderen Teil in der Nähe des Kohlenstaubbrenners tritt. Durch entsprechende Einstellung des Kohlenstoffgehaltes und Aufrechterhaltung einer Temperatur, die über der üblichen Sintertemperatur, jedoch unterhalb der Schmelztemperatur des Zementes liegt, wird eine vollständige Reduktion des Eisenoxys zu leichtflüssigem, metallischem Eisen erreicht. Die Rohmischung kann auch aus einem Gemisch von Eisenerz, Kohle und zu Brei aufbereitetem Kalk bestehen.



Wirtschaftliche Rundschau.

Die oberschlesische Eisenindustrie im I. Vierteljahr 1936.

In der oberschlesischen Eisenindustrie hat sich der Beschäftigungsstand im 1. Vierteljahr teils auf der Höhe des Vorvierteljahres gehalten, teils eine weitere Besserung erfahren. Im allgemeinen kann die Beschäftigungs- und Absatzlage der oberschlesischen Eisenindustrie als zufriedenstellend angesprochen werden.

Die Lage der oberschlesischen Steinkohlengruben kann als verhältnismäßig günstig bezeichnet werden. Das Hausbrandgeschäft ließ allerdings infolge des milden Winters zu wünschen übrig; dagegen war der Absatz an Industriekohlen bedeutend besser. Obwohl nur zeitweise arbeitende Betriebe, wie Zuckerraffinerien, Ziegeleien, überhaupt ausschieden, haben sich andere Industriebetriebe vor dem Inkrafttreten der Frachterhöhung bevorratet. Nach der Frachterhöhung bis Ende Februar ließ der Absatz erheblich nach und wurde erst nach Wiederaufnahme der Oderschiffahrt wieder günstiger. Der Schiffsverkehr auf der Oder wurde mit dem 6. Januar 1936 geschlossen und ruhte vom 22. Januar bis einschließlich 28. Februar ganz. Die Oder fuhr bis heute vollschiffes Wasser.

Der Koksabsatz hielt sich etwa auf der Höhe des letzten Vierteljahres 1935. Während die kurze Kältewelle eine vorübergehende Belebung des Geschäftes brachte, wirkte sich in der übrigen Zeit die milde Witterung auf den Absatz in Heizkoks nachteilig aus. Hinzu kam, daß die Kohlenhändlerverbände durch die einseitige Auslegung der Verordnung über die 5prozentige Frachterhöhung eine gewisse Unsicherheit in den Markt trugen. Die Verladungen nach dem Ausland erreichten nicht die Höhe des vorhergehenden Vierteljahres. Die Ausfuhr nach Oesterreich ging infolge Herabsetzung des Einfuhrkontingents zurück.

Bei Preßkohlen war ein Abgleiten der Herstellung und des Absatzes festzustellen.

Die Beschäftigung der Hochofenwerke war weiterhin zufriedenstellend. Die Versorgung mit Erzen ging ohne Störung vor sich. Die Verladungen von Hämatit- und Gießereirohisen bewegten sich im Rahmen des Vorvierteljahres.

Die jahreszeitlichen Einflüsse im Januar und Februar 1936 hatten nur eine geringe Einwirkung auf den Geschäftsgang in Walzwerkserzeugnissen. Mit Beginn des Monats März setzte unter dem Einfluß des Frühjahrgeschäfts ein erhöhter Bedarf der Baufirmen und Eisenhändler ein. Der Auftragsengang in Röhren war die ganze Berichtszeit hindurch sowohl aus dem Inlande als auch aus dem Auslande außerordentlich lebhaft und wies gegenüber dem 1. Vierteljahr 1935 eine beträchtliche Steigerung auf. Auftragsengang und Beschäftigung in Blechen und Draht waren durchaus zufriedenstellend. Im Weichenbau konnten die Betriebseinrichtungen nicht voll ausgenutzt werden, da der letzte Auftrag des Reichsbahn-Zentralamts nur einen geringen Umfang hatte und mit einer weiteren Bestellung erst Ende April zu rechnen ist. Die Abteilungen Wagenbau und Feldbahnzeug sind für mehrere Wochen befriedigend beschäftigt.

Die Lage der Eisengießereien war nach wie vor gut. Der Zufluß an neuen Aufträgen erreichte infolge Fehlens von Bremsklotzbestellungen nicht die Vorvierteljahreshöhe. Der gegenwärtige Auftragsbestand gewährleistet eine Beschäftigung für mehrere Wochen. Die Aufwärtsbewegung bei den Maschinenbauanstalten setzte sich in der Berichtszeit weiter fort. Im Eisenbau und in den Kesselschmieden war der Auftragsengang durchaus zufriedenstellend und lag bedeutend über der Höhe des Vorvierteljahres.

Der französische Eisenmarkt im März 1936.

Während des ganzen Monats März war die Lage unverändert. Einige Werke erhielten wohl mehr Aufträge, aber im allgemeinen beschränkte sich die festzustellende Besserung ausschließlich auf das Auslandsgeschäft. Die endgültige Ordnung des französischen Marktes blieb zu Ende des Monats noch in der Schwebe; die ganze Aufmerksamkeit galt deshalb dem Ausfuhrmarkt und insbesondere den Geschäften mit England. Der wachsende Bedarf dieses Landes machte sich in neuen Aufträgen an die festländischen Werke geltend. Die scharfen Bestimmungen des Vertrages mit den Festlandswerken über die Einschränkung der Lieferungen nach England werden augenblicklich nicht beachtet. Es dürfte noch einige Zeit dauern, bis der englische Bedarf gedeckt ist, der sich aus den Schiffbauplänen ergibt, und bis die umfangreichen Aufträge ausgeführt sind, die mit der militärischen Aufrüstung zusammenhängen. Die lebhafteste Ausfuhrfähigkeit wird langsam, aber sicher

auf den Inlandsmarkt rückwirken. Offensichtlich sind in Frankreich während der Krise die Erneuerungsarbeiten nicht planmäßig durchgeführt worden. Auf allen Gebieten: im See- und Flußschiffbau, im Eisenbahnwesen sind noch umfangreiche Arbeiten zu erledigen. Die nächsten Wochen dürften schon einige Anzeichen für die Wiederbelebung des Inlandsmarktes bringen; alles dieses dürfte ohne Rücksicht auf die von der französischen Finanzpolitik eingeschlagene Richtung vor sich gehen, eine Politik, die fortgesetzt Erörterungen und Beunruhigungen hervorruft.

Auf dem Roheisenmarkt war zu Beginn des Monats die Beschäftigung nicht zufriedenstellend. Die Preise blieben unverändert. Zweifellos würde die Zusage fester Preise für eine größere Zeitspanne die Gießereien veranlassen, langfristige Geschäfte abzuschließen. In Hämatit bemerkte man eine zunehmende Abschwächung, wohingegen die Nachfrage nach Spiegeleisen ausreichend war. Man erwartet hier ebenso wie auf dem Ferromanganmarkt eine baldige Geschäftszunahme. Auf dem letztgenannten Markt dürfte infolge einer Verständigung zwischen den Erzeugern in Kürze eine Preissteigerung eintreten. Angeblich bestehen Ausfuhrmöglichkeiten für Gießereirohisen nach Großbritannien trotz dem Einspruch verschiedener englischer Werke. Obwohl im Verlauf des Monats Gießereirohisen regelmäßig abgerufen wurde, waren die abgeschlossenen Mengen nicht sehr umfangreich. Die Gießereien von Heizkörpern waren gut beschäftigt; dahingegen nahm der Bedarf der Gießereien für Maschinenteile eher ab. Ende März waren verschiedene Verbraucher nicht ausreichend mit Hämatit eingedeckt, während die Hochofenwerke Vorräte ansammeln mußten. Die Preise blieben ziemlich fest auf der Grundlage der letzten Preissteigerung. Obwohl man unterstellen darf, daß die Preise beibehalten werden, beschränkten sich die Verkäufe im allgemeinen auf den Monat Mai.

In Halbzeug war das Ausfuhrgeschäft sehr zufriedenstellend, während der Inlandsmarkt nur wenig Besserung zeigte. Doch trat hier im Verlauf des Monats eine beachtliche Belebung ein, besonders was Platinen betrifft. Das Ausfuhrgeschäft war infolge der englischen Käufe umfangreich. Ende März befestigte sich die Lage; die Preise blieben unverändert. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Vorgewalzte Blöcke	Vorgewalzte Blöcke, 140 mm	
Brammen	und mehr	2.5.-
Vierkantknüppel	2½- bis 4zöllige Knüppel	2.7.-
Flachknüppel	Platinen, 20 lbs und mehr	2.8.-
Platinen	Platinen, Durchschnittsgewicht von 15 lbs	2.9.6

Die Nachfrage nach Fertigerzeugnissen hielt sich Anfang März im Inlande in engen Grenzen. Die fehlende Verständigung zwischen den Werken und den Händlern machte hier jede stärkere Wiederbelebung zweifelhaft. Der Verband hatte neue Vorschläge über die Aufteilung des Landes in Verkaufszonen unterbreitet. Nach den erfolglosen ersten Versuchen glaubt man, daß der Handel diesmal die Angelegenheit sorgfältiger prüfen wird, zumal da sich seine Lage inzwischen ernstlich verschlechtert hat. Man kann auf alle Fälle damit rechnen, daß in den nächsten Monaten irgendein Handelsverband zustande kommt, was sicherlich eine fortschreitende Festigung der Geschäfte zur Folge haben würde. Die Nachfrage nach den meisten Fertigerzeugnissen blieb währenddessen im Inlande schwach. Das Geschäft in schweren Trägern ging bedenklich zurück. Der Wettbewerb in Betonstahl beeinflusste den Markt ungünstig. Die Nachfrage des Eisenbaues nach Sonderorten besserte sich etwas. Der Kraftwagenbau dagegen schränkte seine Käufe fühlbar ein. Die Eisenindustrie Mittelfrankreichs kämpfte mit Schwierigkeiten, die hervorgerufen wurden durch die Entwicklung der Herstellung von Sonderstählen in Ostfrankreich und besonders im Moselbezirk. Die Lieferfristen für Aufträge, die sich in ihrer Zusammensetzung wenig ändern, betragen vier bis sechs Wochen. Bei Sonderprofilen erreichen die Lieferfristen infolge der Schwierigkeiten, genügende Mengen zu erhalten, die den Einbau einer Walze rechtfertigen, oft zwei bis drei Monate, was lebhaften Einspruch der Weiterverarbeiter hervorruft. Ende März machte sich eine ziemlich allgemeine Aufbesserung bemerkbar. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :	
	Goldpfund		Goldpfund
Betonstahl	560	Träger, Normalprofile	550
Röhrenstreifen	620	Handelsstabstahl	560
Große Winkel	560	Bandstahl	650
Winkel, Grundpreis 3.2.6		Träger, Normalprofile 3.1.6	

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk Osten, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

Nach Blechen in allen Abmessungen war die Nachfrage zu Anfang April gut. Die Kesselfabriken erteilten beachtliche Aufträge. In Feinblechen blieben die Preise umstritten. In Mittelblechen hing der Preis mit den erfolgten Abrufen zusammen, und es war kaum möglich, Preise für Verbandserzeugnisse genau anzugeben. Der Markt für Grobbleche blieb günstig bei Lieferfristen von 4 bis 6 Wochen. Die Verhandlungen über die Bildung eines internationalen Verbandes dauerten an. In französischen Kreisen glaubt man, daß die Verbindung: verzinkte Bleche, Feinbleche zweifellos Schwierigkeiten über die Belgien zuzuteilenden Mengen hervorrufen würde. Im Verlauf des Monats herrschte auf dem Feinblechmarkt weiterhin lebhaftige Tätigkeit, doch blieben die Preise umstritten. Die Nachfrage erstreckte sich auf die für das zweite Vierteljahr vorgesehenen Bedarfsdeckungen. Die Lieferungen für Mai-Juni waren umfangreich und lassen hoffen, daß der neue Verband um diese Zeit zustande kommt. Die Werke bemühen sich, bis dahin ihre Preise zu erhöhen. Ende März war der Grobblechmarkt unverändert gut beschäftigt. Die demnächstige Auftragserteilung für den Bau der neuen „Atlantique“ dürfte weiter dazu beitragen, die bevorzugte Lage dieses Marktes zu befestigen. Umfangreiche Aufträge werden erwartet von der Errichtung von Brunnen und Behältern für Zwecke der nationalen Verteidigung. Die Beschäftigung in Mittelblechen wurde ungleichmäßig, während sie sich bei Feinblechen behauptete, wo sich auch die Preise befestigten. Der Markt für verzinkte Bleche belebte sich. Bei umfangreichen Aufträgen verkauft man zu ungefähr 1000 Fr ab Werk Norden, während für kleinere Bestellungen erhöhte Preise gefordert werden. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Grobbleche, 5 mm und mehr:	Bleche:	
Weiche Thomasbleche 700	4,76 mm	4.5.-
Weiche Siemens-Martin-Bleche 800	3,18 mm	4.10.-
Weiche Kesselbleche, Siemens-	2,4 mm	4.10.-
Martin-Güte 875	1,6 mm	4.15.-
Mittelbleche, 2 bis 4,99 mm:	1,0 mm (geglüht)	4.18.-
Thomasbleche:	0,5 mm (geglüht)	5.15.-
4 bis unter 5 mm 700	Riffelbleche	4.15.-
3 bis unter 4 mm 750	Universalstahl, Thomasgüte	4.1.-
Feinbleche, 1,75 bis 1,99 mm 700-750		
Universalstahl, Thomasgüte,		
Grundpreis 600		
Universalstahl, Siemens-Martin-		
Güte, Grundpreis 700		

Die im Februar festgestellte Besserung auf dem Markt für Draht und Drahterzeugnisse hielt im Berichtsmontat an. Die jahreszeitlich bedingte Nachfrage war beachtlich, namentlich wurden umfangreiche Aufträge in Stacheldraht erteilt. Ende März blieb die Lage zufriedenstellend. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht 1050	Verzinkter Draht 1300
Angelassener Draht 1120	Drahtstifte 1200

Die Lage auf dem Schrottmarkt blieb nach wie vor günstig. Aus England bestand fortgesetzt große Nachfrage. Die Werke des Nordens klagten über die erhöhten Preise. Im Lyoner Bezirk waren große Vorräte vorhanden, die ursprünglich für Italien bestimmt waren. Die Frage einer Versorgung der Werke des Ostens auf dem Wasserwege ist von der Auflösung dieser Vorräte abhängig.

Der belgische Eisenmarkt im März 1936.

Zu Monatsanfang gingen die Neuaufträge der Menge und dem Umfang nach zurück. Die Werke waren jedoch so gut mit Aufträgen eingedeckt, daß eine regelmäßige Arbeit möglich war. England erteilte weiterhin umfangreiche Bestellungen und gab damit dem Ausfuhrmarkt ein zuversichtliches Aussehen, wenngleich sich das Geschäft nach anderen Ländern ziemlich stark abschwächte. Während des Februars hatten sich die abgeschlossenen Geschäfte je zur Hälfte auf die Ausfuhr und das Inland verteilt. Es hängt dies mit den Deckungskäufen der Händler und Lagerhalter zusammen, die getätigt waren infolge der für Anfang März angekündigten Preiserhöhung. Die Entscheidung hierüber soll unter Vermittlung der Regierung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Diese Frage ist natürlich stark umstritten und auch unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnissen schwer zu entscheiden. Die in der ersten Märzwoche von der „Cosibel“ verzeichneten Aufträge betragen 46 000 t, darunter fast 33 000 t Fertigerzeugnisse; 26 000 t waren für das Inland bestimmt und 20 000 t für die Ausfuhr. Der starke Anteil des Inlandes beruht auf den obenerwähnten Deckungskäufen der Händler und Lagerhalter. In der Absicht, die Spekulation einzudämmen, und in der Erwartung neuer Preisfestsetzungen wurden die erteilten Aufträge aufs sorgfältigste geprüft; Preisfestsetzungen erfolgten nur für Abrufe, die bestimmt waren, tatsächlichen und wohlbegründeten Bedarf zu decken. Im Verlauf des Monats hielt sich insbesondere der Ausfuhrmarkt infolge

der politischen Ereignisse stärker zurück, doch blieb der Auftragsengang aus Großbritannien umfangreich. Im Inlande bemerkte man eine stärkere Nachfrage der Weiterverarbeiter und der Konstruktionswerkstätten, deren Lage sich infolge zahlreicher Bestellungen des Auslandes besserte. Es war klar, daß mit dem Inkrafttreten der Ausfuhrbewilligungen auf dem Inlandsmarkt wieder Ruhe einkehren würde. Die Lagervorräte erreichten denn auch in der Tat eine beträchtliche Höhe, und die Werke sahen sich, um in Arbeit zu bleiben, gezwungen, neuen Ausfuhrgeschäften nachzugehen. Im Laufe einer Verhandlung am 24. März zwischen Vertretern des belgischen Stahlwerksverbandes und der Weiterverarbeiter unterwarfen sich diese (Usines Gilson, Laminaires du Ruau, Usines de Moncheret, Laminaires d'Anvers, Laminaires de Jemappes) unter Wahrung des freien Verkaufes an ihre Kundschaft der Aufsicht von „Cosibel“, welche mittelbar durch die Belieferung mit solchem Halbzeug erfolgt, dessen Fertigerzeugnisse der Ausfuhrgenehmigung unterliegen. Den Weiterverarbeitern wurde eine Menge von insgesamt 21 000 t zugebilligt, die sie unter sich aufteilen sollen. Inzwischen wurde auch eine Verständigung über die Löhne erreicht. Die neuen Löhne beruhen auf einer Maßzahl von 689. Die Werke können die Löhne ermäßigen, wenn die Maßzahl auf 672 sinkt, und die Arbeiter können eine Erhöhung fordern, wenn die Maßzahl auf 706 ansteigt. Ende März blieb das Ausfuhrgeschäft ziemlich ruhig, doch wird seine zukünftige Entwicklung günstig beurteilt. Vom 1. bis 29. März beliefen sich die eingegangenen Bestellungen auf 138 000 t, davon 85 000 t für inländische Rechnung und 53 000 t für die Ausfuhr. Mit den Abrufen auf frühere Bestellungen konnten den Werken 155 000 t zugeteilt werden, davon 104 000 t Fertigerzeugnisse. Uebrig blieb ein Bestand von 35 000 t. Infolge der geldlichen Schwierigkeiten in Frankreich wurden die Notierungen in französischen Franken an den belgischen Eisenbörsen seit dem 29. März eingestellt. Man erwartet die Bekanntgabe der königlichen Verordnung über die Ausfuhrgenehmigungen, die am 5. April in Kraft treten. Die Neuordnung ist so stark wie eben möglich vereinfacht worden. Sie wird ausschließlich auf Fertigerzeugnisse von „Cosibel“ und nicht auf die Gesamtheit der belgischen Erzeugung angewendet. Am 17. April findet eine Sitzung der Verbandsausschüsse und Geschäftsführungen in Brüssel statt, wo die Frage einer Erhöhung der Ausfuhrpreise für die meisten Erzeugnisse erörtert werden soll. Hiergegen macht sich ein gewisser Widerspruch der Werke bemerkbar, da hierdurch die industrielle Selbständigkeit der Verbraucherländer gestärkt würde. In Roheisen war die Geschäftstätigkeit zu Monatsanfang etwas umfangreicher. Gießereiroheisen kostete 395 Fr je t ab Wagen Werk Athus. Der Preis für Hämatit schwankte je nach der Zusammensetzung zwischen 460 und 485 Fr je t ab Wagen Werk. Phosphorreiches Gießereiroheisen wurde zu 410 Fr je t ab Werk und Thomasroheisen zu 350 Fr frei Verbraucherwerk verkauft. Im Verlauf des Monats war der ausländische Wettbewerb fortgesetzt am Markt. Ende des Monats war der Markt infolge der sich ansammelnden Vorräte ruhig. Die Preise für Gießerei- und phosphorarmes Roheisen befestigten sich etwas.

England setzte seine Käufe in Halbzeug fort, was den Markt stark belebte. Auch British-Indien schenkte dem Markt Aufmerksamkeit, doch boten die Preise den Werken keinen Anreiz zu Geschäftsabschlüssen. Im Inlande deckten sich die Weiterverarbeiter etwas übereilig ein. Im Verlauf des Monats hielt die günstige Lage an. Japan erschien ebenfalls am Markt. Ende März berichtete man, daß die Engländer die Absicht hätten, die zusätzlichen Halbzeuglieferungen für Mai-Juni wieder aufzuheben. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Goldpfund	Goldpfund
Rohblöcke 470	Knüppel 555		
Vorgewalzte Blöcke 530	Platinen 530		
Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	Goldpfund
Rohblöcke 2.-	Platinen 2.8.-		
Vorgewalzte Blöcke 2.5.-	Röhrenstreifen 3.15.-		
Knüppel 2.7.-			

Auf dem Markt für Fertigerzeugnisse war es still, hauptsächlich als Folge der auf den Ausfuhrmärkten herrschenden Ruhe; nur in Stabstahl machte sich eine geringe Besserung bemerkbar. Im Inlande schwächte sich das Geschäft beträchtlich ab, als die Entscheidung der Regierung über die Einführung von Ausfuhrgenehmigungen bekannt wurde. Die Lagervorräte reichen aus, um die Nachfrage für mehrere Monate zu befriedigen. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

Inland ¹⁾ :		Goldpfund	
Handelsstahl	650	Warmgewalzter Bandstahl	840
Träger, Normalprofile	650	Gezogener Rundstahl	1100
Breitflanschträger	665	Gezogener Vierkantstahl	1300
Mittlere Winkel	650	Gezogener Sechskantstahl	1450
Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	
Handelsstahl	3.2.6 bis 3.5.-	Kaltgew. Bandstahl	22 B. G., 15,5 bis 25,4 mm breit.
Träger, Normalprofile	3.1.6 /	Gezogener Rundstahl	4.15.-
Breitflanschträger	3.3.-	Gezogener Vierkantstahl	5.15.-
Mittlere Winkel	3.2.6	Gezogener Sechskantstahl	6.10.-
Warmgewalzter Bandstahl	4.-		

Die Lage auf dem Schweißstahlmarkt war immer noch unzureichend. Die Werke klagten auch weiterhin über die zu hohen Schrottpreise. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Goldpfund	
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte			575
Schweißstahl Nr. 4			1200
Schweißstahl Nr. 5			1420
Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte			3.-

In den ersten Märztagen besserte sich das Geschäft in Thomasblechen, nach Blechen aus Siemens-Martin-Stahl blieb die Nachfrage gut. Auch in Feinblechen nahm das Geschäft allgemein zu. In verzinkten Blechen wurden große Aufträge erteilt. Die Besserung befestigte sich im Lauf des Monats bei Grob- und Mittelblechen in Thomasgüte. Die Preise für Feinbleche zogen gleichfalls an, und die Nachfrage schwankte je Werk und Abrufe zwischen 10/- und 15/- sh. Ende März war die Beschäftigung auf dem Blechmarkt ausreichend, nur in Feinblechen schwächte sich die Nachfrage wieder ab. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Bleche (gegült und gerichtet):	
Gewöhnliche Thomasbleche, Grundpreis frei Bestimmungsort:		2 bis 2,99 mm	1025
4,76 mm und mehr	800	1,50 bis 1,99 mm	1050
4 mm	850	1,40 bis 1,49 mm	1070
3 mm	875	1,25 bis 1,39 mm	1100
Riffelbleche:		1 bis 1,24 mm	1110
5 mm	850		
4 mm	900		
3 mm	950		
Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	
Universalstahl	4.1.-	Bleche:	
Bleche:		2 bis 2,99 mm	3.17.6
6,35 mm und mehr	4.2.6	1,50 bis 1,99 mm	4.-
4,76 mm und mehr	4.5.-	1,40 bis 1,49 mm	4.5.-
4 mm	4.7.6	1,25 bis 1,39 mm	4.10.-
3,18 mm und weniger	4.10.-	1 bis 1,24 mm	4.15.-
Riffelbleche:		1,0 mm (gegült)	4.17.6
6,35 mm und mehr	4.7.6	0,5 mm (gegült)	5.16.-
4,76 mm und mehr	4.10.-		
4 mm	4.15.-		
3,18 mm und weniger	6.12.6		

Das Auslandsgeschäft in Draht und Drahterzeugnissen wurde während des ganzen Monats stark umkämpft, war aber auch im Inlande nicht besonders. Verhandlungen über die Verlängerung der „Lweco“, die Ende 1936 abläuft, wurden eingeleitet. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht	1150	Stacheldraht	1750
Angelassener Draht	1250	Verzinkter Draht	2400
Verzinkter Draht	1700	Drahtstifte	1550

Trotz Nachlassen der Aufträge aus Großbritannien blieb das Ausfuhrgeschäft in Schrott umfangreich. England und Polen schenken dem Markte große Aufmerksamkeit. Die Preise waren im Verlauf des März sehr fest. Das Inlandsgeschäft war ziemlich still. Die Lagerhalter gaben nur geringe Mengen ab.

	4. 3.	1. 4.
Sonderschrott	270—275	270—275
Hochofenschrott	270	270
Siemens-Martin-Schrott	340—350	340—350
Drehspäne	250—260	250—260
Maschinengußbruch, erste Wahl	385—390	390—400
Brandguß	300—310	300—310

United States Steel Corporation. — Die Nachfrage nach den Erzeugnissen der angeschlossenen Gesellschaften nahm im Jahre 1935 wiederum zu, und zwar, wie *Zahlentafel 1* ausweist, um rd. 25 %. Die Walzwerke waren zu 38,8 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt gegen rd. 34 % im Jahre 1934. Das abgelaufene Jahr weist damit die höchste Erzeugungszahl seit 1930 auf und überschreitet den Tiefstand des Jahres 1932 um 100 %. Der Absatz an Fertigerzeugnissen stellte sich auf 7 465 110 t gegen 6 000 461 t im Jahre 1934, was einer Zunahme von 25 % entspricht. Die Preise stiegen zwar nicht im gleichen Verhältnis, entwickelten sich aber im Vergleich zum Vorjahre günstig. Die Inlandspreise stiegen um etwa 1,7 %, die Ausfuhrpreise um 2 %, so daß sich, durcheinander gerechnet, eine Preissteigerung von 1,8 % gegenüber 1934 ergibt. Die Zahl der Angestellten und Arbeiter betrug 194 820 und hob sich gegenüber dem Vorjahre

Zahlentafel 1.
Erzeugung der United States Steel Corporation.

	1935	1934	Zu- oder Abnahme %
	(in t zu 1000 kg)		
Eisenerzförderung:			
Aus dem Gebiet des Oberen Sees	9 851 449	9 019 242	+ 9,2
Süden (Grubon der Tennessee Co.)	1 735 632	1 196 258	+ 45,1
Brasilien (Manganerz)	16 579	—	—
Insgesamt	11 603 660	10 215 500	+ 13,6
Koksgewinnung	6 648 037	4 882 863	+ 36,2
davon aus:			
Bienenkorb-Oefen	—	4 636	— 100,0
Oefen mit Gewinnung von Neben- erzeugnissen	6 648 037	4 878 227	+ 36,3
Kohlenförderung	13 693 767	10 636 179	+ 28,7
Kalksteingewinnung	6 352 247	5 482 503	+ 15,9
Hochfenerzeugnisse:			
Roheisen	7 438 662	5 508 379	+ 35,0
Spiegeleisen, Ferromangan und Ferrosilizium	97 100	92 631	+ 4,8
Insgesamt	7 535 762	5 601 010	+ 34,5
Flußstahlerzeugung:			
Bessemerstahlblöcke	1 640 728	1 244 628	+ 31,8
Siemens-Martin-Stahlblöcke	9 668 309	7 554 245	+ 28,0
Insgesamt	11 309 037	8 798 873	+ 28,5
Walz- und andere Fertigerzeugnisse:			
Schienen	421 758	531 484	— 20,6
Vorgewalzte Blöcke, Brammen usw.	891 960	625 665	+ 42,6
Grobbleche	404 431	373 390	+ 8,3
Baueisen	445 299	375 015	+ 18,7
Handelseisen, Röhrenstreifen, Bandeisen usw.	1 687 478	1 169 495	+ 44,3
Röhren	521 418	459 144	+ 13,6
Walzdraht	1 065 658	764 363	+ 39,4
Draht und Drahterzeugnisse			
Feinbleche (Schwarzbleche und verzinkte) und Weißbleche	1 576 878	1 253 675	+ 25,8
Eisenkonstruktionen	220 215	221 046	— 0,4
Winkelleisen, Laschen usw.	69 735	80 861	— 13,8
Nägeln, Bolzen, Muttern, Nieten	26 127	20 175	+ 29,5
Achsen	14 013	9 982	+ 40,4
Wagenräder aus Stahl	32 472	35 416	— 8,3
Verschiedene Eisen- und Stahl- erzeugnisse	216 358	180 947	+ 19,6
Insgesamt	7 593 800	6 100 658	+ 24,5

	1935	1934	Zu- oder Abnahme %
	(in t zu 1000 kg)		
Inlandsabsatz:			
Gewalzter Stahl und andere Fertigerzeugnisse	6 982 594	5 478 060	+ 27,5
Roheisen, Flußstahl, Eisenlegierungen, Alteisen	280 219	160 576	+ 74,5
Eisenerze, Kohlen, Koks, Kalkstein	2 754 468	2 298 015	+ 19,9
Sonstiges und Nebenerzeugnisse	205 303	162 595	+ 26,3
Insgesamt	10 222 584	8 099 246	+ 26,2
Portland-Zement (Faß)	8 093 800	7 950 569	+ 1,8
Ausfuhr:			
Gewalzter Stahl und andere Fertigerzeugnisse	482 516	522 402	— 7,6
Roheisen, Eisenlegierungen, Alteisen	1 415	7 667	— 81,5
Kalkstein	88 105	9 340	+ 843,3
Sonstiges und Nebenerzeugnisse	48 289	57 356	— 15,8
Insgesamt	620 325	596 765	+ 3,9
Portland-Zement (Faß)	146 402	148 635	— 1,5
Inlands- und Auslandsabsatz an Walz- u. Fertigerzeugnissen aus Eisen und Stahl zusammen	7 465 110	6 000 461	+ 24,4
Wert des gesamten Versandes: Inland (ohne Verkäufe innerhalb des Trustes)	\$ 470 927 570	\$ 354 124 236	
Ausfuhr	\$ 34 227 736	\$ 37 244 437	
Insgesamt	505 155 306	391 368 673	

um 2,6 %. Die Löhne und Gehälter stiegen von 210 503 533 \$ auf 251 576 808 \$ oder um rd. ein Fünftel. Der Durchschnittslohn je Arbeiter und Stunde stellte sich auf 73 c gegen 70 c im Jahre 1934, war also 4,3 % höher. Die durchschnittliche Arbeitszeit des einzelnen Arbeiters nahm zu von 131 Stunden im Monat auf 147,2 Stunden. Die durchschnittliche Arbeitszeit je Woche stieg von 30,1 auf 33,9 Stunden. Der Gesamtumsatz hob sich von 591 609 497 \$ auf 758 893 126 \$. Gegenüber 1934, das einen Verlust von 21,7 Mill. \$ aufwies, ergibt sich diesmal ein Gewinn von 4,1 Mill. \$. Zuzüglich der Zahlung der Vorzugsdividende von 7,2 Mill. \$ stellt sich der Verlust auf 6,1 Mill. \$ gegen 28,9 Mill. \$ im Jahre 1934. Der Fehlbetrag wurde wieder aus den unverwendeten Ueberschüssen ausgeglichen, die sich bei Verrechnung einiger weiterer Einnahmen und Ausgaben von 258,6 Mill. \$ auf 252,5 Mill. \$ verringerten.

Buchbesprechungen.

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

Bd. 24. Mit 1 Kunstblatt, 97 Abb. u. 10 Bildnissen im Text u. auf 24 Taf. 1935. (2 Bl., 148 S.) Geb. 12 *R.M.*, für Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure 10,80 *R.M.*

Der vorliegende Band befaßt sich anlässlich des hundertjährigen Bestehens der deutschen Eisenbahn nur mit Arbeiten aus der Entwicklung des Eisenbahnwesens. In einem einleitenden Aufsatz verbreitet sich Conrad Matschoß über das Aufkommen des Eisenbahngedankens und seine Umsetzung in die Tat und gedenkt dabei der Männer, die sich in der Frühzeit der Eisenbahnen Verdienste erworben haben.

Aus dem übrigen Inhalt des Bandes, der sich mit den ersten deutschen Lokomotivbauern, der Normung im Eisenbahnwesen, der Entwicklung der Druckluftlokomotive, des Signalwesens und vieler anderer Gebiete befaßt, seien zwei Aufsätze besonders herausgestellt, weil sie einen Stoff behandeln, der gerade für den Eisenhüttenmann von Belang ist.

Der erste dieser Aufsätze befaßt sich mit der Geschichte der Eisenbahnwerkstoffe. Das kennzeichnend Neue im Eisenbahnbetriebe, das Dynamische, also die Bewegung großer Massen mit Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Bremswirkungen in einem bis dahin nicht gekannten Ausmaße, stellte im Laufe der Entwicklung stetig wachsende Anforderungen an alle dauerbeanspruchten Teile wie Schienen, Räder, Radreifen, Achsen, Federn usw. Der Verfasser führt uns durch eine hundertjährige Geschichte der in Betracht kommenden Werkstoffe, wobei besonders die Bestrebungen und Verdienste von A. Wöhler nicht nur auf dem Gebiete der Werkstoffprüfung, sondern auch der „Klassifikation von Eisen und Stahl“ eingehend dargestellt werden. Bei der Bedeutung der Eisenbahnwerkstoffe und ihres großen Anteils an der Gesamtproduktion von Eisen und Stahl verdient dieser Aufsatz die besondere Beachtung der Eisenhüttenleute. Ebenfalls in das Gebiet der Werkstoffkunde führt uns ein Beitrag über die Geschichte der Eisenbahnräder. Angefangen mit den ersten Spurradsrädern, die Ralph Allen um 1740 angewandte, über die Versuche zur Erhöhung der Reibung zwischen Rad und Schiene mit glatten, geraushten oder gezahnten Laufflächen, über das Hartgußrad und schließlich den Radreifen aus Schweiß- oder Flußstahl war bis zum heutigen betriebssicheren Eisenbahnrad ein weiter, mühevoller Weg, den mancher Erfinder mit bitteren Erfahrungen verließ.

Erwähnt werden soll noch eine Zeittafel, die die hauptsächlichsten Daten aus der Geschichte der Eisenbahnen, vor allem in Deutschland, verzeichnet.

Die vorliegenden Abhandlungen über die einzelnen Gebiete des Eisenbahnwesens in seiner hundertjährigen Entwicklung vermitteln uns ein gutes Gesamtbild der Leistungen und Fortschritte auf diesem Gebiete unter Einschluß des Wirkens und Strebens aller beteiligten Männer. Die auf Grund guter und zuverlässiger Quellen verfaßten Arbeiten geben klare und eindeutige Schilderungen und bieten in ihrer Gesamtheit eine wertvolle Gabe zur Jubelfeier der deutschen Eisenbahn. *Herbert Dickmann.*

Physikalische Methoden der analytischen Chemie. Unter Mitwirkung von C. Drucker, Upsala [u. a.] hrsg. von W. Böttger, Leipzig. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 8^o.

Teil 2. Leitfähigkeit, Elektroanalyse und Polarographie. Bearb. von W. Böttger, Leipzig, J. Heyrovský, Prag, G. Jander, Greifswald, O. Pfundt, Ludwigshafen a. Rh., K. Šandera, Prag. Mit 78 Abb. 1936. (XII, 343 S.) 26 *R.M.*, geb. 28 *R.M.*

Der vorliegende Teil der „Physikalischen Methoden der analytischen Chemie“⁽¹⁾ enthält „analytische Arbeitsweisen, bei

denen unter Zuhilfenahme eines von außen auf das System wirkenden elektrischen Stromes Mengenbestimmungen ausgeführt werden“. Hierzu gehören die im Titel genannten Gebiete.

Der erste Abschnitt vermittelt einen Ueberblick über das Gesamtgebiet der Konduktometrie. Bei der Bearbeitung der Leitfähigkeitstitation haben sich G. Jander und O. Pfundt eng an das von ihnen kürzlich herausgebrachte Buch „Leitfähigkeitstitation und Leitfähigkeitsmessungen“⁽²⁾ angelehnt. Nach einer kurzen Entwicklung der Theorie der Leitfähigkeitstitation sowie des älteren Meßverfahrens mittels Telephons nimmt die eingehende Behandlung der visuellen Titration mit allen dazu notwendigen Schaltungen und Geräten den Hauptraum ein. Einige Anwendungsbeispiele aus der Praxis zeigen die vielseitige Verwendbarkeit dieses Meßverfahrens. In einem Sonderteil über angewandte Konduktometrie mit Ausnahme der konduktometrischen Titration erörtert K. Šandera Beispiele aus der Zuckerindustrie, aus dem Gebiet der Nahrungs- und Genußmitteluntersuchung und anderen Gebieten, wo auch mit Hilfe der unmittelbaren Leitfähigkeitsmessung allein und besonders in Verbindung mit anderen analytischen Kunstgriffen und Messungen manche verwickelte analytische Aufgabe der Praxis mit Vorteil gelöst wird.

Die Elektroanalyse behandelt W. Böttger im zweiten Hauptabschnitt. Während in einem allgemeinen Teil die theoretischen Grundlagen gründlich und umfassend dargelegt werden, bringt der experimentelle Teil eine eingehende Besprechung der Hilfsmittel und Arbeitsweise der elektrolytischen Analytik. Alle erfolgreichen Mittel und Wege werden dem Leser an Hand treffender Beispiele nahegebracht, wodurch der Verfasser in vollendeter Weise seine Absicht erreicht, dem Analytiker das Rüstzeug zur Weiterbearbeitung noch offener Fragen zu geben. Darüber hinaus werden für fast alle elektrolytisch erfaßbaren Elemente ein oder mehrere Bestimmungsverfahren mitgeteilt, die erprobt sind, und mit denen einwandfreie Ergebnisse ermittelt werden können, während andere Arbeitsweisen kurz erwähnt und zum Teil kritisch gewürdigt werden.

Da gerade in jüngster Zeit die Versuche zur Lösung analytischer Aufgaben mit Hilfe von Aufnahme und Auswertung von Stromspannungskurven stärker betrieben werden, wird die zusammenfassende Behandlung der Grundfragen dieser polarographischen Arbeitsweise und des gegenwärtigen Standes ihrer Verwendbarkeit in der analytischen Praxis, wie sie im letzten Abschnitt dieses Bandes von J. Heyrovský gegeben wird, sowohl von dem, der sich mit diesem Sondergebiete befaßt, als auch von dem Fernerstehenden lebhaft begrüßt werden. Von diesem bestechenden Verfahren, das zumeist ohne Substanzverlust und mit kleinsten Probemengen durchführbar ist, kann noch manche einfachere Durchführung bisher langwieriger analytischer Untersuchungen auch für das Eisenhüttenlaboratorium erwartet werden; dabei wird allerdings die Entwicklung stark von der weiteren Verbesserung der polarographischen Apparatur für die Praxis abhängen. Nebenher sei bemerkt, daß es heute außer der als einzig angegebenen Bezugsquelle für Polarographen auch brauchbare Geräte z. B. bei den Firmen Leybold, Köln, und Geißler, Bonn, gibt.

Die jedem Abschnitt angefügten, erschöpfenden und sorgfältig geordneten Verzeichnisse des einschlägigen in- und ausländischen Schrifttums sind vorbildlich und ermöglichen, sich schnell und vollkommen über Einzelheiten zu unterrichten. Das Buch, dem weiteste Verbreitung in Fachkreisen zu wünschen ist, wird ohne Zweifel sehr dazu beitragen, die Anwendung physikalischer Verfahren überall dort zu fördern, wo sie anderen chemischen Arbeitsweisen an Genauigkeit oder Schnelligkeit überlegen sind. *Erich Stengel.*

¹⁾ Wegen des 1. Teiles vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 923.

²⁾ Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 54.

Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereines deutscher Eisenhüttenleute.

Kurzer Bericht über die Sitzung des Vorstandes am Freitag, dem 20. März 1936, im Eisenhüttenhaus zu Düsseldorf.

Anwesend waren vom Vorstand: A. Vögler (Vorsitz), F. Bartscherer, G. Baum, E. Brandi, F. Dorfs, A. Flacus, H. Froitzheim, P. Goerens, K. Grosse, R. Hennecke, E. Herzog, A. Junius, H. Klein, A. Klinkenberg, F. Körber, S. Kreuzer, O. Petersen, W. Petersen, E. Poensgen, K. Raabe, K. Reinhardt, W. Reuter, W. Roh-

land, E. H. Schulz, A. Spannagel, F. Springorum jun., A. Stadeler, A. Thiele, O. Wedemeyer, H. Wenzel, A. Wirtz, F. Wüst.

Als Gäste: G. Krupp von Bohlen und Halbach, P. Maulick, J. W. Reichert, W. Steinberg.

Der Vorsitzende, Dr. A. Vögler, begrüßte vor Beginn der Verhandlungen besonders die anwesenden Ehrenmitglieder des Vereines, Dr. G. Krupp von Bohlen und Halbach und Geheimrat F. Wüst, ferner Direktor Dr.-Ing. S. Kreuzer, der

nach seiner Berufung in das Amt des Vorsitzenden der Eisenhütte Oberschlesien zum ersten Male an einer Sitzung des Vorstandes teilnahm.

Einleitend wurden einige geschäftliche Angelegenheiten erledigt. Zur Prüfung der Anträge wegen Gewährung von Reiseunterstützungen für deutsche Eisenhüttenleute¹⁾ wurde ein kleiner Ausschuß eingesetzt, dem ein Vertreter der Deutschen Rohstahlgemeinschaft und des Stahlwerks-Verbandes als Stiftern der Mittel, der Vorsitzende des Vereins und einer seiner Stellvertreter, etwa zwei Vorsitzende von Fachausschüssen des Vereins (auszuwählen nach der Zuständigkeit für die jeweils vorliegenden Bewerbungen) und das geschäftsführende Vorstandsmitglied angehören. Für die weitere Behandlung wurden vom Vorstand Richtlinien gegeben.

Der dritten Internationalen Schienentagung, die vom 8. bis 12. September 1935 in Budapest stattfand, soll im Jahre 1938 die vierte Tagung in Deutschland folgen. Der Vorstand erklärte sich damit einverstanden, daß der Verein gemeinsam mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und dem Stahlwerks-Verband die Vorbereitung dieser Tagung übernimmt.

Für die Ausstellung Düsseldorf 1937: Schaffendes Volk, ist die Beteiligung der Eisenindustrie erbeten worden. Ein erster Plan für den Rahmen dieser Beteiligung wurde eingehend besprochen.

Von dem vor einigen Jahren geplanten „Handbuch des Eisenhüttenwesens“ sind inzwischen vom Verlag Stahl Eisen m. b. H. gemeinsam mit dem Verlag Julius Springer zwei Bände herausgebracht worden, die sich mit dem Gebiet des Walzwerkswesens befassen. Der dritte Band dieser Art befindet sich in Vorbereitung. Der Plan, nunmehr auch Darstellungen über die Roh-eisen- und Stahlerzeugung vorzubereiten, fand die Genehmigung des Vorstandes.

Die Abrechnung für das Geschäftsjahr 1935 ergab nach Abschreibungen auf den Besitz von Immobilien und Mobilien sowie nach Rückstellungen für verschiedene Zwecke einen Ueberschuß von 4347,83 *RM*, die dem Vermögenskonto zugeschrieben wurden. Wie üblich sind die Bücher, Karteien und Kassen sowie die Bilanz und Erfolgsrechnung zum 31. Dezember 1935 durch zwei Wirtschaftsprüfer und die vom Vorstand eingesetzten ehrenamtlichen Rechnungsprüfer geprüft und in Ordnung gefunden worden. Bilanz und Erfolgsrechnung wurden vom Vorstand genehmigt, so daß bei der nächsten Hauptversammlung die Entlastung beantragt werden kann. Die bisherigen Rechnungsprüfer, Direktor Raabe und Direktor Dr. Rosdeck, wurden mit dem Dank des Vorstandes für ihre bisherige Tätigkeit wieder gewählt.

Zur augenblicklichen geldlichen Lage konnte berichtet werden, daß der im Jahre 1935 fertiggestellte Neubau für das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung bis auf eine unwesentliche Ueberschreitung im Rahmen des Kostenvoranschlages abgewickelt worden ist. Der Haushaltplan des Instituts für 1936 wurde vom Vorstand besprochen und genehmigt. Neben den Mitteln für den laufenden Bedarf sollen dem Institut zur Bildung eines Grundstockes zur Ergänzung und Neuanschaffung apparativer Einrichtungen weitere Mittel zugeführt werden. In ähnlicher Weise wurde des Grundstockes des Vereins für wissenschaftliche Zwecke gedacht.

Der Eisenhüttag 1936 soll nach den großen Veranstaltungen der beiden Vorjahre, deren eine mit der Grundsteinlegung des Neubaus für das Eiseninstitut, die andere mit der 75-Jahr-Feier des Vereins und der Einweihung des genannten Neubaus verbunden war, in einfacherer Form gehalten werden und voraussichtlich am 28. November in Düsseldorf stattfinden. Der Rahmen für diese Hauptversammlung wurde vom Vorstand in großen Zügen schon festgelegt.

In der Zeit vom 20. bis 26. September 1936 wird das englische Iron and Steel Institute seine Herbstversammlung in Düsseldorf abhalten. Gemeinsam mit dem Stahlwerks-Verband hat der Verein die Vorbereitung und Durchführung dieser Veranstaltung, die neben wissenschaftlichen Tagungen zahlreiche Werksbesichtigungen vorsieht, übernommen. Der dem Vorstand vorgelegte vorläufige Plan der Veranstaltung fand Zustimmung. Die weitere Durchführung wurde einem vorbereitenden Ausschuß übertragen, dem es obliegt, die Pläne im einzelnen durchzuführen.

Neben den schon erwähnten großen Veranstaltungen wurde eine Reihe von Veranstaltungen in den Zweigvereinen und Bezirken gutgeheißen. Es sind bisher geplant: für den

26. April die Hauptversammlung der Eisenhütte Südwest, für den 10. Mai die Hauptversammlung der Eisenhütte Oesterreich und für den 7. Juni die Hauptversammlung der Eisenhütte Oberschlesien. Ferner soll etwa Mitte Juni in Berlin eine Vortrags-sitzung für den mitteldeutschen Bezirk stattfinden und für den Monat Oktober eine Vortrags-sitzung für das Siegerland in Aussicht genommen werden.

Wie immer nahmen in den Verhandlungen des Vorstandes die Hochschulfragen einen breiten Raum ein. An dieser Stelle soll nur ganz kurz darüber berichtet werden. Eine Aussprache über die Neuordnung des eisenhüttenmännischen Hochschulstudiums hat ergeben, daß die in den letzten Jahren mit allen beteiligten Stellen gemeinsam aufgestellten Grundrichtlinien im wesentlichen heute noch die allgemeine Billigung finden. Inzwischen ist ein Vorschlag zum Neuaufbau der technischen Erziehung, herausgegeben von der Reichsstudienbundesführung, bekanntgeworden. Die Denkschrift wird im Schulausschuß noch eingehender erörtert werden müssen.

Ueber die ungünstige geldliche Lage der hüttenmännischen Abteilungen der Hochschulen mußte leider wieder Klage geführt werden. Es wurden die Möglichkeiten besprochen, um über diesen Zustand in der nächsten Zukunft hinwegzukommen.

Die Sorge um den zahlenmäßig stark gesunkenen Nachwuchs hat dem Verein Veranlassung gegeben, einen Fragebogen zur Aufstellung einer Berufsstatistik an die Werke herausgehen zu lassen. Schon das vorläufige Ergebnis bringt einen wertvollen Ueberblick über die Art der Ausbildung, die Fachrichtung und den Altersaufbau der in den Hüttenwerken tätigen technischen Angestellten. Die endgültige Auswertung wird den beteiligten Stellen bekanntgegeben werden.

Die Unterbringung stellenloser Eisenhüttenleute wird von der Geschäftsführung des Vereins schon seit langen Jahren als eine ihrer wichtigsten Aufgaben betrachtet. Erfreulicherweise war es möglich, einer großen Zahl dieser Fachgenossen im Laufe der Jahre wieder zu Arbeit und Brot zu verhelfen. Leider ist die verbliebene Zahl aber immer noch recht groß. Die Geschäftsführung steht wegen der Unterbringung dieser Fachgenossen dauernd mit den Werken in Verbindung und legte dem Vorstand auch bei dieser Gelegenheit wieder nahe, beim Freiwerden von Stellen besonders dieser Kollegen zu gedenken.

Ueber den Stand der laufenden Arbeiten der Geschäftsstelle, soweit sie nicht schon unter anderen Punkten der Tagesordnung berührt wurden, nahm der Vorstand einen Bericht entgegen. Einzelheiten brauchen hier deshalb nicht wieder gegeben zu werden, weil der ausführliche Bericht über die Tätigkeit des Vereins im Jahre 1935 erst vor kurzer Zeit²⁾ veröffentlicht worden ist.

Dem Vorstand wurde der Vorschlag vorgelegt, nach dem Beispiel anderer technisch-wissenschaftlicher Vereine eine Abkürzung für den Namen des Vereins festzulegen, um zu einer einheitlichen Bezeichnung für alle die Zwecke zu kommen, für die eine solche Abkürzung erwünscht erscheint. Als Abkürzung ist die Bezeichnung VDEh gewählt worden.

Nach Beendigung der geschäftlichen Tagesordnung nahm der Vorsitzende, Dr. A. Vögler, das Wort, um den Vorstand unter Hinweis auf seine vorhergegangene briefliche Mitteilung zu bitten, ihn von dem Amt des Vorsitzenden zu entlasten. Der Entschluß sei nicht erst von heute, sondern bestehe schon seit einigen Jahren, obwohl ihm das Scheiden aus der ihm lieb gewordenen Tätigkeit schwerfalle. Er dankte allen Mitgliedern des Vorstandes, die ihn schon schriftlich um sein Verbleiben im Amte gebeten hätten, erklärte aber, auf seinem Entschluß bestehen zu müssen.

Eine Reihe von Vorstandsmitgliedern nahm nacheinander das Wort, um nochmals herzlich und dringend um Zurücknahme des Entschlusses zu bitten, und der Vorstand brachte dem Vorsitzenden durch Erheben von den Plätzen eine besondere Ehrung dar.

Dr. Vögler bat trotzdem, die Gründe für seinen Entschluß, der unabänderlich sei, zu würdigen und, wie schriftlich schon vorgeschlagen, das Amt seinem ersten Stellvertreter, Dr. Springorum jun., zu übertragen.

Dr. Springorum jun. erklärte sich angesichts der Unabänderlichkeit des Entschlusses, die sich schon aus seinen persönlichen Rücksprachen mit Herrn Vögler ergeben hätte, zur Uebernahme des Amtes des ersten Vorsitzenden bereit. Er sprach dem scheidenden Vorsitzenden den herzlichen Dank des Vorstandes für sein so einzigartiges Wirken zur Förderung und Erstarkeung des Vereins in den vergangenen fast 20 Jahren aus, einen Dank,

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 220.

²⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 441/62.

der noch an anderer Stelle zum Ausdruck zu bringen sei. Er verspricht, die Geschäfte im gleichen Geiste weiterzuführen.

Anschließend nahm der Vorstand einige Vorträge entgegen. Direktor Dr.-Ing. E. A. Matejka, Witten, Vorsitzender des Ausschusses für Betriebswirtschaft, erstattete einen Bericht über die Entwicklung der Betriebswirtschaft auf Eisenhüttenwerken, Professor Dr. K. Rummel über den Aufgabenkreis der Betriebswirtschaftsstelle eines Eisenhüttenwerkes. Der dritte in der Tagesordnung vorgesehene Vortrag von Dr.-Ing. P. Bardenheuer über die Wirkung des Wasserstoffs im Stahl mußte wegen vorgerückter Zeit zurückgestellt werden.

Der Vorsitzende sprach den Vortragenden für ihre wertvollen Ausführungen den Dank des Vorstandes aus.

Fachausschüsse.

Freitag, den 17. April 1936, 15,15 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27 (früher Breite Straße), die

39. Vollsitzung des Hochofenausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Wärmeverlust des Roheisens auf dem Wege vom Hochofen zum Mischer. Berichterstatter: Dipl.-Ing. K. Frölich, Hannover.
3. Aufbereitungs- und Verhüttungsversuche mit badiischem Doggererz der Arbeitsgemeinschaft Neunkirchen-Völklingen. Berichterstatter: Dr.-Ing. Dr. mont. A. Wagner, Völklingen.
4. Aufgabenkreis der Betriebswirtschaftsstellen in deutschen Eisenhüttenwerken. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf.
5. Verschiedenes.

* * *

Donnerstag, den 23. April 1936, findet in Düsseldorf die

22. Vollsitzung des Maschinenausschusses

statt.

Die Tagesordnung lautet wie folgt.

Vormittags 10.30 Uhr: Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, August-Thyssen-Straße 1.

1. Kurzer Ueberblick über die elektrotechnischen Einrichtungen des Instituts. Berichterstatter: Professor Dr. phil. F. Wever, Düsseldorf.
2. Besichtigung des Instituts.

Mittagspause.

Nachmittags 15.30 Uhr: Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Straße 27.

3. Geschäftliches.
4. Steuergleichrichter für elektrische Anlagen in der Industrie. Berichterstatter: Direktor Dr.-Ing. C. T. Buff, Berlin-Siemensstadt.
5. Betriebswirtschaft in der Großeisenindustrie. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf.
6. Verschiedenes.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Buchholtz, Herbert*, Dr.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund; Dortmund-Kirchhörde, Meraner Str. 14.
- Gamillscheg, Fritz*, Dr.-Ing., Geschäftsführer der Fa. Röchlingstahl, G. m. b. H., Völklingen (Saar).
- Günther, Ernst*, Dipl.-Ing., Kindberg (Steiermark), Oesterreich.
- Hoffmann, Wilhelm*, Oberingenieur der Fa. Wilhelm Schwier, Ing.-Büro für Hüttenbau, Düsseldorf, Christophstr. 49.
- Keller, Bernhard*, Direktor, Karlsruhe-Mühlburg, Silcherstr. 29.
- Lwowski, Hermann*, Dr.-Ing. E. h., Bergwerksdirektor i. R., Essen-Bredeney, Am Wiesental 40.
- Mausel, Kurt*, Ingenieur, Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Georga-Marien-Werke, Osnabrück.
- Morzinek, Emil*, Walzwerkschef i. R., Beuthen (O.-S.), Johann-Georg-Str. 14.
- Müller, Helmut*, Dipl.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund, Westenhellweg 134.
- Opitz, Herwarth*, Dr.-Ing. habil., Aachen, Lohmühlenstr. 36.
- Passler, Josef*, Ing., Reichenberg (C.S.R.), Richard-Wagner-Straße 19.
- Sieler, Heinrich*, Major a. D., Oberpräsidium der Provinz Westfalen, Benninghausen über Lippstadt, Nr. 47.
- Stricker, Paul*, Betriebsdirektor, Sangerhausen, Göpenstr. 13.
- Walz, Adolf*, Dr.-Ing., Brennabor-Werke, A.-G., Brandenburg (Havel), Potsdamer Str. 40.
- Weinges, Franz*, Dipl.-Ing., Hochofenchef, Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund; Dortmund-Hörde, Hochofen L 37.
- Wüster, Dietrich*, Dipl.-Ing., Ybbs a. d. Donau (N.-Oesterreich), Roseggerzeile 4.

Neue Mitglieder.

Ordentliche Mitglieder.

- Haensel, Günter*, Dr.-Ing., Betriebsingenieur, Bergmann-Elektrizitätswerke, A.-G., Berlin-Wilhelmsruh; Berlin-Reinickendorf-Ost, Mückestr. 12.
- Kammerer, Franz*, Oberingenieur der Fa. Brown, Boveri & Cie., A.-G., Techn. Büro Köln, Köln; Mastrichter Str. 21.
- König, Horst*, Dipl.-Ing., Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation, A.-G., Bochum, Pieperstr. 44.
- Petzold, Franz*, Dr. rer. pol., Ingenieur, Verein. Stahlwerke, A.-G., Düsseldorf; Düsseldorf-Grafenberg, Limburgstr. 30.
- Thönneßen, Ferdinand*, Dipl.-Ing., Verein. Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen, A.-G., Abt. Burbacherhütte, Saarbrücken 2, Hochwaldstr. 2.

Aus verwandten Vereinen.

Der Westfälische Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure, Dortmund, Rheinische Str. 173, hält Mittwoch, den 15. April 1936, 20 Uhr, im weißen Saale des Casinos, Dortmund, Betenstraße, seine 4. Mitgliederversammlung ab. Dipl.-Ing. Strommenger, Dortmund, hält einen Lichtbildervortrag über: „Dringende technische Aufgaben im Kraftverkehrswesen“. Zu der Veranstaltung werden hiermit auch die Mitglieder unseres Vereins eingeladen.

Eisenhütte Südwest,

Zweigverein des Vereines deutscher Eisenhüttenleute.

Einladung zur Hauptversammlung

Sonntag, den 26. April 1936, pünktlich 11 Uhr vormittags, im Festsaal des Rathauses, Saarbrücken 3.

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Geschäftliche Mitteilungen.
3. Vorlage der Jahresrechnung von 1935 und Entlastung des Schatzmeisters.

4. Vorträge:

- a) Dipl.-Ing. F. Vieler, Direktor der Ferngasgesellschaft Saar: **Entwicklung und Aufbau der Saar-Ferngasversorgung.**
- b) Dr.-Ing. W. Heiligenstaedt, Aachen: **Ferngas als Brennstoff für Industrie und Gewerbe.**

5. Sonstiges.

Im Anschluß an den geschäftlichen Teil findet in den Räumen des Hindenburghauses, Saarbrücken 3, Hindenburgstraße 7, gegen 14 Uhr ein gemeinsames Mittagessen statt. Als Beitrag zu den Unkosten, Mittagessen einschl. ½ Flasche Wein und Trinkgeld hierfür, werden für jedes Mitglied der Eisenhütte Südwest 2,50 RM erhoben. Eingeführte Gäste zahlen 4,50 RM. Dieser Betrag wird von den erschienenen Teilnehmern vor dem Mittagessen gegen Aushändigung der Teilnehmerkarte erhoben, welche als Gutschein in Zahlung gegeben wird. Von den angemeldeten, aber nicht erschienenen Teilnehmern wird der Betrag nachträglich eingezogen. Meldungen mit namentlicher Angabe der Teilnehmer, welche verbindlich sind, werden umgehend an Herrn Hüttendirektor Spannagel, Neunkirchen (Saar), erbeten. Die Einführung von Gästen kann wegen des zur Verfügung stehenden Raumes nur in beschränktem Maße erfolgen. Es wird gebeten, die Namen der einzuführenden Gäste an die vorgenannte Adresse mitzuteilen.