

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 42

17. OKTOBER 1940

60. JAHRGANG

Die Schlackenkunde als Grundlage der Metallurgie der Eisenerzeugung.

Von Friedrich Körber und Willy Oelsen in Düsseldorf.

(Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.)

[Bericht Nr. 375 des Stahlwerksausschusses und Bericht Nr. 194 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Zustandsschaubilder der Schlacken und ihr Schmelzverhalten. Zustandsschaubilder und Reaktionsvermögen der Komponenten in den flüssigen Schlacken. Das Verhalten des Flußspates gegen das Eisenoxydul. Eigenheiten der Vanadinverschlackung, erklärt mit Hilfe eines Schlackenzustandsschaubildes. Zur Frage der Ferrite in flüssigen basischen Schlacken und ihre metallurgische Bedeutung. Ueber die Bildungswärmen der Hochofenschlacken.)

Das Streben der Eisenindustrie nach einer weiteren Steigerung ihrer Leistung bietet nicht nur, alle technischen Möglichkeiten auszunutzen, sondern auch, das vorliegende Erfahrungsgut der wissenschaftlichen Forschung soweit wie möglich auszuschöpfen. Dazu gehört, dieses Erfahrungsgut in eine für die Anwendung geeignete Form zu bringen. Eines der wichtigsten Gebiete der Forschung, das noch einer solchen Aufschließung für die Anwendung harret, ist die Schlackenkunde. Wohl ist seit alters bekannt, welche Bedeutung den Eigenschaften der Schlacken für die technisch-metallurgischen Reaktionen zukommt; man beachte nur, mit welcher großer Sorgfalt schon die älteren Lehrbücher der Metallurgie die Schlackenkunde behandeln.

Die Grundlagen der Schlackenkunde sind auf den verschiedensten Wegen geschaffen worden, einmal unmittelbar durch die praktische Erfahrung, durch technische Versuche, dann durch die Forschungsarbeiten der anorganischen Chemie, zuletzt aber besonders durch die grundlegenden Untersuchungen der Geochemiker, die, um die Jahrhundertwende beginnend, durch Aufstellung der wichtigsten Zustandsschaubilder¹⁾ der Oxydmischungen, besonders der Silikatsysteme, den Weg zu einer wissenschaftlichen Ordnung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Oxyden für den großen Temperaturbereich von Raumtemperatur bis über die Schmelztemperaturen der feuerfesten Baustoffe hinaus ebneten. Die vielen Sonderfragen, die in den einzelnen Abhandlungen der Geochemiker, Mineralogen und Keramiker erörtert werden mußten, weil eben ihre Zielsetzung eine andere war, haben aber leider auch dazu geführt, daß eine auch nur annähernd befriedigende Ausdeutung und etwa notwendige Ergän-

zungen der Zustandsschaubilder der Oxydmischungen zum Beurteilen der technisch-metallurgischen Verfahren weitgehend unterblieben sind. Die Metallurgen gingen andererseits meist den Weg, das Zustandsschaubild nur als eine Art chemische Landkarte aufzufassen, der man z. B. die Bereiche der Schmelzen und die Zusammensetzung der Kristallarten entnahm. Von der Fülle der weiteren Aussagen der Zustandsschaubilder machte man nur geringen Gebrauch. Vielfach ließ man sich lediglich leiten von den wahren oder vermeintlichen Gleichgewichtsbedingungen einzelner metallurgischer Reaktionen, die man unter gewissen Annahmen zu formulieren versuchte. Man beachte nur die Fülle von Ansätzen, die über den Molekularzustand der Oxyde in den flüssigen Schlacken zur Beschreibung dieser Gleichgewichte mit mehr oder weniger gutem Erfolg angewendet wurden.

Die Mängel einer solchen Betrachtungsweise haben die physikalischen Chemiker vielfach hervorgehoben; ihre Vorschläge, sie zu beheben und wahre, allgemeingültige Beziehungen zu finden, waren aber meist nur rein formaler Art, sie betrafen nur die anzuwendenden Gesetze und deren Formulierung sowie die einzuführenden Konzentrationsgrößen („freie“ Gehalte, Aktivität, ideale und reale Mischungen usw.). Ein besonderer Fortschritt konnte aber auch durch diese Begriffe nicht erzielt werden, weil für die metallurgischen Reaktionen die für solche Ueberlegungen notwendigen Unterlagen bei einseitiger Betrachtung weitgehend fehlen, andererseits aber auch nicht erkannt wurde, daß diese Unterlagen zum Teil in den Zustandsschaubildern schon in irgendeiner Form enthalten sind.

Genau so, wie nämlich mit zu den wichtigsten experimentellen Grundlagen der inneren Eigenschaften wässriger Lösungen die Schmelzkurven (Gefrierpunktniedrigung!) der betreffenden Mischungen gehören, bergen auch die Schmelzschaubilder der Schlacken- und Metallmischungen aufschlußreiche Unterlagen für die Beurteilung ihrer Eigenschaften und inneren Kräfte. Notwendig ist nur, daß man den Schaubildern diese Aussagen zu entnehmen weiß.

Weiterhin ist hervorzuheben, daß aus den Gleichgewichtsschaubildern auch wesentliche Aussagen für die

*) Auszugsweise erstattet von W. Oelsen in der Vortrags- tagung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 6. Juli 1940 in Dresden. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Bei der großen Zahl der in der vorliegenden Abhandlung zu beschreibenden Zustandsschaubilder können die Quellen nicht ausführlich angegeben werden; zu den Schaubildern, die bereits in bekannte Lehrbücher aufgenommen sind, werden daher nur die Bearbeiter und die Jahreszahlen genannt.

Fälle des Vorliegens offener Ungleichgewichte zu machen sind, wenn man sie nur daraufhin liest.

Die vorliegende Abhandlung soll diese Verhältnisse an einigen technisch besonders wichtigen Beispielen in großen Zügen beleuchten. Gleichzeitig wird dabei auch hervorzuheben sein, wie viele Unterlagen zum Aufbau einer wirklich umfassenden Schlackenkunde allein für die Verfahren der Eisenerzeugung noch beigebracht werden müssen. Andere Beispiele werden zeigen, welche einfache Erklärung vielfach erörterte Besonderheiten des Verhaltens einzelner Stoffe schon an Hand der Zustandsschaubilder finden können.

1. Die Zustandsschaubilder der Schlacken und ihr Schmelzverhalten.

Den Zustandsschaubildern der Oxydmischungen kann man bekanntlich die Bereiche der Konzentrationen und der Temperaturen entnehmen, in denen Schlacken gegebener Gesamtzusammensetzung flüssig, und diejenigen, in denen sie fest sind oder aus Gemengen fester und flüssiger Anteile bestehen, jedoch nur für den Fall, daß sich die Gleichgewichte (für die Gesamtmenge) auch eingestellt haben.

treten dann bis zu Temperaturen über 2000° in dieser Schlacke flüssige Anteile in nennenswerter Menge nicht auf.

Ist jedoch das Gemenge nicht so innig verrieben, liegt z. B. nur ein verhältnismäßig kleiner Anteil des Kalkes in größeren Stücken vor, so bildet sich schon bei 1440° ein erheblicher Anteil (nämlich bis zu 76 % der Gesamtmenge) dünnflüssiger Schlacke der Zusammensetzung des Punktes e, in die die größeren Kalkstückchen eingemengt sind. Die ganze Masse ist dabei gut beweglich, während das Zustandsschaubild für die Gesamtzusammensetzung (nach Einstellen des Gleichgewichtes) verlangt, daß sie völlig fest sei, und zwar bis hinauf zu 2150°.

Bei der Steigerung der Temperatur über 1440° hinaus löst dieser flüssige Anteil unter entsprechender Zunahme seiner Menge von den Kalkstücken mehr und mehr auf,

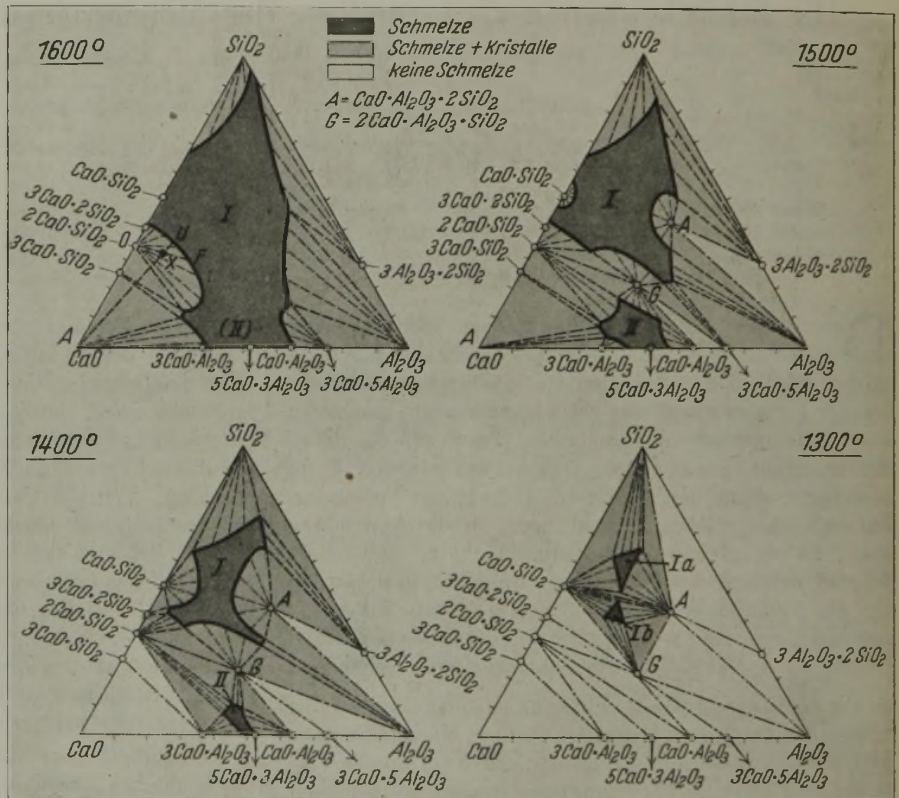
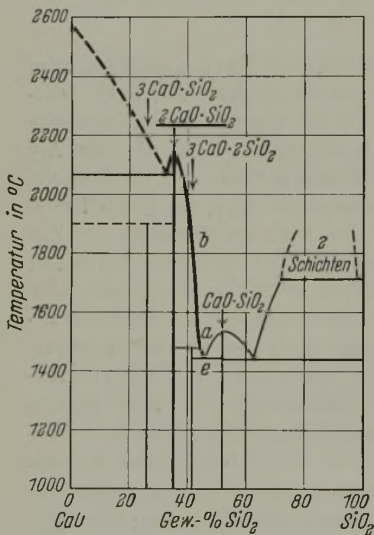


Bild 1. Zustandsschaubild CaO-SiO₂. Bilder 2 a bis d. Schnitte bei verschiedenen Temperaturen durch das System CaO-Al₂O₃-SiO₂.

Wie schwerwiegend diese letzte Voraussetzung für die Anwendung eines Zustandsschaubildes ist, und daß hierbei nicht schematisch verfahren werden darf, sei an einigen Beispielen erörtert.

Betrachten wir im System CaO-SiO₂ ein Gemenge aus Kalk und Kieselsäure der Zusammensetzung des Orthosilikates 2 CaO · SiO₂ (65 % CaO, 35 % SiO₂), so sagt das Zustandsschaubild²⁾ Bild 1 aus, daß diese Schlacke erst bei 2150° schmelze. Wie ist es aber in Wirklichkeit, wenn man ein solches Gemenge aus Kalk und Kieselsäure erhitzt?

Ist das Gemenge, das man in den Tiegel einfüllt, feinkörnig verrieben, so trifft die Aussage des Schaubildes in der Tat zu. Nach einer exothermen Reaktion im festen Zustand (vgl. Abschnitt 6, Bild 15) im Bereich von 1200 bis 1400°, bei der sich das Orthosilikat weitgehend bildet,

ändert seine Konzentration längs des Kurvenzuges e a b in Bild 1, bleibt aber gut flüssig. Wenn jedoch die Schlacke wieder von höherer Temperatur (z. B. von 1700° auf 1500°) abgekühlt wird, so scheiden sich aus ihrem flüssigen Anteil viele Kriställchen des Orthosilikates ab, und damit wird die Gesamtmenge der Schlacke dickflüssig und schwer beweglich.

Aus diesem einen Löslichkeitslinienzug e a b kann man daher für hochbasische CaO-SiO₂-Schlacken, die dauernd mit festem Kalk in Berührung stehen (mit Kalk „gefüttert“ werden), die technisch wichtige Folgerung ziehen, daß sie in ihrem Fließverhalten äußerst stark abhängig von ihrer Vorgeschichte, also z. B. von den erreichten Höchsttemperaturen, und besonders empfindlich gegen Temperaturschwankungen sind, durch die sie immer dickflüssiger werden und schließlich vollständig in das wohl als hochfeuerfesten Stoff zu bezeichnende Orthosilikat übergehen müssen. Weiterhin ist der flüssige Anteil der Schlacke im unverdünnten System CaO-SiO₂ bis zu Temperaturen über 2000° nur an dem Orthosilikat 2 CaO · SiO₂ zu sättigen, niemals aber an reinem festem Kalk, wieviel davon auch

²⁾ Nach A. L. Day, E. T. Allen, E. S. Shepherd, W. P. White und E. F. Wright (1906 u. 1907), E. S. Shepherd und G. A. Rankin (1911 u. 1915), J. B. Ferguson und H. E. Merwin (1919), J. W. Greig (1927), N. L. Bowen, J. F. Schairer und E. Posnjak (1933).

zugegen ist. Auf die Bedeutung dieser Tatsache für das Reaktionsvermögen des in diesen Schlacken gelösten Kalkes wird noch zurückzukommen sein (vgl. Abschnitt 2).

In den *Bildern 2a, b, c, d* sind für die $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ -Schlacken, also die Grundschlacken des Hochofenverfahrens, für 1600, 1500, 1400 und 1300° die Bereiche (stärker angelegt) der völlig flüssigen Schlacken abgegrenzt, wie sie dem Zustandsschaubild⁴⁾ entnommen werden können. Ebenfalls sind die Bereiche (schwächer angelegt) hervorgehoben, in denen die Schlacken nur teilweise flüssig, und diejenigen, in denen sie völlig fest sein müßten. Die gestrichelten Geraden, die Konoden, kennzeichnen die jeweils auftretenden Kristallarten.

Bei 1600° enthalten demnach alle ternären $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ -Schlacken schon flüssige Anteile. Bei tieferen Temperaturen treten immer größere Bereiche vollkommen fester Schlacken (im Gleichgewichtsfall!) auf. Mit sinkender Temperatur verengen sich also nicht nur die Bereiche der völlig flüssigen Schlacke, sondern auch in den Bereichen der teilweise flüssigen Schlacken nehmen die festen Anteile immer mehr auf Kosten der flüssigen zu.

Will man das Fließvermögen dieser Schlacken beurteilen, so ist dafür nicht allein die Grenze des Bereiches der völlig flüssigen Schlacken maßgebend, sondern auch die Schlacken, die feste Phasen neben den flüssigen Anteilen enthalten, können recht beweglich sein. Es kommt nur darauf an, in welcher Menge und besonders in welchem Zustand die festen Phasen in die flüssigen Anteile eingemengt sind. Liegen die festen Phasen in ziemlich groben Teilen (Kalkstücke) vor, so wird eine solche Schlacke recht gut beweglich sein; sind sie in Form feiner Kriställchen (nach Abkühlung von hoher Temperatur unterschieden) in den flüssigen Anteil eingemengt, so wird die ganze Masse dickflüssig (breiartig) erscheinen.

Außerdem hängt die Menge des flüssigen Anteiles in diesen Bereichen sehr davon ab, ob die festen Phasen mit dem flüssigen Anteil im Gleichgewicht sind oder nicht. Betrachtet man z. B. eine $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ -Schlacke der Gesamtzusammensetzung X bei 1600°, so sollte sie im Gleichgewichtsfall (entsprechend der Konode O F, Hebelbeziehung) etwa 50 % der flüssigen Schlacke F und 50 % des festen Kalkorthosilikates O enthalten. Lagen aber bei der Erhitzung des Ausgangsgemenges ziemlich grobe Kalkstücke vor, so kann im Grenzfall das entstehende Schlackengemenge (entsprechend der Geraden AXU) annähernd 80 % der flüssigen Schlacke U enthalten und nur 20 % ungelösten Kalk (A). Der erste Fall (Gleichgewicht: 50 % fest, 50 % flüssig) stellt sich ein bei der Abkühlung der vollkommen flüssig gewesenen Schlacke von höheren Temperaturen auf 1600°, der zweite Fall (Ungleichgewicht: 20 % fest, 80 % flüssig) bei der Erhitzung grobstückiger Gemenge. An diesem Beispiel erkennt man wieder, wie stark das Fließverhalten einer Schlacke auch von ihrer Vorgeschichte abhängig sein kann, besonders davon, ob die Arbeitstemperatur von höheren oder tieferen Temperaturen aus erreicht wird. Wenn man von den Gemengen der unver-

bundenen Komponenten ausgeht, so wird bei Schlacken, deren Zusammensetzung in das heterogene Gebiet fällt, vielfach der flüssige Anteil bei der ersten Erhitzung größer sein als bei der Abkühlung auf die betreffende Temperatur.

Eines der wichtigsten Beispiele dieser Art bieten noch die CaO-MgO-SiO_2 -Schlacken, deren Gleichgewichte⁴⁾ für 1600° *Bild 3a* enthält, während *Bild 3b* die Flüssigkeitsgrade nach McCaffery und Mitarbeitern⁵⁾ für die gleiche Temperatur wiedergibt. Nach dem Zustandsschaubild müßte die Schlacke X (55 % CaO , 15 % MgO) bei 1600° noch völlig fest sein, nämlich ein Gemenge aus festem Orthosilikat und Magnesiumoxyd darstellen, das erst bei etwa 1900° zu schmelzen begänne, aber erst bei etwa 2000° völlig flüssig sein könnte. McCaffery findet dagegen, daß sie schon bei 1600° recht gut flüssig sei, ja selbst schon bei 1500°. Das ist nur so zu verstehen, daß die von McCaffery untersuchte Schlacke dieser Gesamtzusammensetzung noch nicht völlig im Gleichgewicht war, also noch ungelösten Kalk und unge-

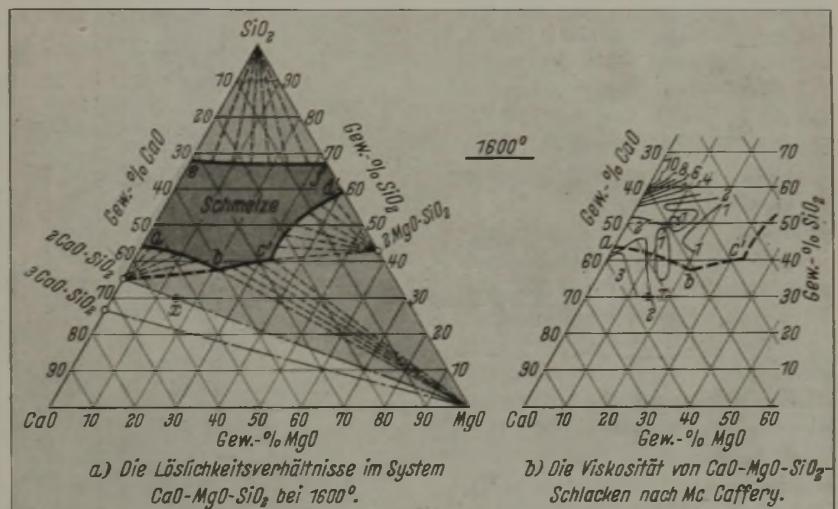


Bild 3 a und b. Beziehungen zwischen Löslichkeitsverhältnissen und Viskosität im System CaO-MgO-SiO_2 .

löstes Magnesiumoxyd enthält. Die ungelösten Anteile müßten mindestens etwa 25 % der Schlackenmenge ausmachen. Allerdings ist auch die Möglichkeit gewisser Unstimmigkeiten des Zustandsschaubildes nicht ausgeschlossen. Auf solchen Erscheinungen beruhen höchstwahrscheinlich die vielfach im Schrifttum anzutreffenden gegensätzlichen Angaben über den Einfluß des Magnesiumoxydes auf das Fließverhalten basischer Schlacken.

Diese Ausführungen bezogen sich im wesentlichen nur auf die basischen Schlacken, aus denen die Verbindungen und Komponenten im allgemeinen ohne nennenswerte Unterkühlung kristallisieren. Die sauren Schlacken lassen sich, wenn sie voll aufgeschmolzen sind, meist sehr weit unterkühlen, für diese Schlacken gilt daher in gewisser Hinsicht das Umgekehrte wie für die basischen Schlacken derart, daß sie bei der Abkühlung von höheren Temperaturen bei der betreffenden Arbeitstemperatur über größere Bereiche flüssig erscheinen können als bei der Erhitzung bereits gebildeter kristallisierter Schlacken oder der Gemenge aus den unverbundenen kristallisierten Komponenten. Allerdings ist auch hier zu betonen, daß das erhitzte Gemenge, das noch ungelöste, in diesem Fall feste saure Bestandteile

⁴⁾ Zustandsschaubilder nach J. B. Ferguson und H. E. Merwin (1919); letzte Bearbeitung R. B. Sosman und O. Andersen (1935).

⁵⁾ Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 64/85, 86/121 u. 135/40; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1934) S. 1030/32.

²⁾ Nach G. A. Rankin und E. S. Shepherd (1914), G. A. Rankin (1915), J. W. Greig (1927), R. B. Sosman und O. Andersen (1935).

(Kieselsäure) enthält, flüssiger erscheinen kann als die von höherer Temperatur abgekühlte (und unterkühlte) Schlacke, weil eben der flüssige Anteil bei der ersten Erhitzung weniger Kieselsäure enthält und damit dünnflüssiger ist.

Bei allen Erörterungen über das Fließverhalten von Schlacken hat man diese Gesichtspunkte, die sich ohne weiteres mit Hilfe des Zustandsschaubildes ergeben, neben den Zahlenwerten des Flüssigkeitsgrades unbedingt zu berücksichtigen, dürfen sich doch diese Zahlenwerte nur auf wirklich flüssige in sich homogene Schlacken beziehen. Die ungenügende Beachtung dieser einfachen Zusammenhänge hat schon manche Verwirrung angerichtet.

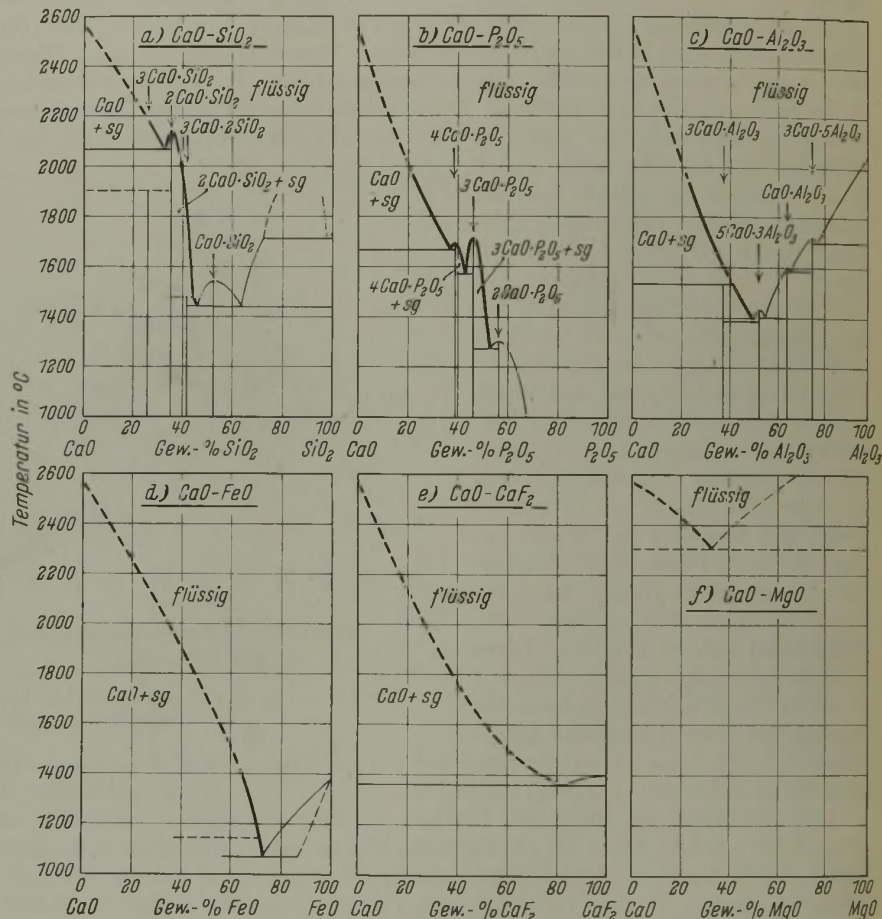
2. Zustandsschaubilder und Reaktionsvermögen der Komponenten in den flüssigen Schlacken.

Die wichtigste Aussage, die dem Schlacken Zustandsschaubild entnommen werden kann, betrifft das Reaktionsvermögen der in den flüssigen Schlacken gelösten Stoffe. Im folgenden sei diese Frage für einige binäre und ternäre Schlacken behandelt, jedoch zunächst nur für den wichtigsten Bestandteil der basischen Schlacken, den Kalk, dessen Wirkung bei der Eisenerzeugung ja schließlich die zu erzielende Entphosphorung des Stahles und auch seine Entschwefelung wie die des Roheisens im Hochofen bestimmt.

Betrachten wir zunächst die wichtigsten Zustandsschaubilder der binären Mischungen des Kalkes mit Kieselsäure⁶⁾, Phosphorsäure⁶⁾, Tonerde⁷⁾, Eisenoxydul⁸⁾, Flußspat⁹⁾ und Magnesiumoxyd¹⁰⁾ (Bilder 4a bis f). Diejenigen binären flüssigen Schlacken, in denen der Kalk das höchstmögliche Reaktionsvermögen zeigt, sind jeweils gegeben durch den Zug der Kurven des Beginns der Erstarrung auf der linken Seite der Schaubilder. Man verfährt dann bekanntlich so, daß man die niedrigschmelzenden Schlacken des mittleren Bereiches mit festem Kalk versetzt, von dem die Schlacke

so viel „annehmen“ kann, bis die Zusammensetzung des flüssigen Anteils diese Grenze bei der betreffenden Temperatur erreicht hat.

Ohne Kenntnis der Schaubilder könnte man sich nun vorstellen, in allen solchen mit einem Kalküberschuß versetzten noch flüssigen Schlacken sei so viel Kalk gelöst, daß sie an reinem Kalk „gesättigt“ seien. Dann müßte der in der flüssigen Schlacke gelöste Kalk das gleiche Reaktionsvermögen (den gleichen Dampfdruck, die gleiche „Aktivität“ usw.) haben wie der reine feste Kalk bei der gleichen Temperatur; denn das würde ja die Aussage, die Schlacke sei an festem Kalk gesättigt, bedeuten.



Bilder 4 a bis f. Schmelzkurven verschiedener Zweistoffsysteme mit Kalk.

⁶⁾ Trömel, G.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 14 (1932) S. 25/36; Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 396/97. Körber, F., und G. Trömel: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 7/20 (Stahlw.-Aussch. 254). Dieckmann, Th., und E. Houdremont: Z. anorg. allg. Chem. 120 (1922) S. 129/40. Behrend, G., und H. Wentrup: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 95/102.

⁷⁾ Shepherd, E. S., und G. A. Rankin: Z. anorg. allg. Chem. 68 (1910) S. 370/420; Rankin, G. A., und H. E. Merwin: Z. anorg. allg. Chem. 96 (1916) S. 291/316; Büssem, W., und W. Eitel: Z. Kristallogr., Abt. A, 95 (1936) S. 175/88; und andere.

⁸⁾ Das System CaO-FeO ist kein Zweistoffsystem, da auch bei Gegenwart von Eisen immer noch höhere Eisenoxyde vorliegen. Das Schaubild wurde gezeichnet nach Schmelzversuchen in Eisentiegeln von W. Oelsen, W. Middel und H. Maetz (demnächst in Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg.); Analysen der Schlacken gibt Bild 12a.

⁹⁾ Nach Eitel, W.: Zement 27 (1938) S. 455/59 u. 469/72. ¹⁰⁾ Shepherd, E. S., und G. A. Rankin: Z. anorg. allg. Chem. 68 (1910) S. 370/420; Rankin, G. A., und H. E. Merwin: Z. anorg. allg. Chem. 96 (1916) S. 291/316; Wartenberg, H. v., und E. Prophet: Z. anorg. allg. Chem. 208 (1932) S. 369/84; Wartenberg, H. v., und H. Reusch: Z. anorg. allg. Chem. 207 (1932) S. 1/20.

Sättigung einer Schmelze an einem Stoff im Sinne der Gleichgewichtslehre ist aber nur dann erreicht, wenn der betreffende Stoff bis zu diesem Gehalt nicht nur aufgelöst wird, sondern sich auch als solcher aus einer übersättigten Schmelze z. B. bei der Abkühlung wieder ausscheidet; nur dann aber gilt die obige Folgerung. Betrachtet man nunmehr die Schaubilder etwa für 1600°, so erkennt man schon die grundsätzlichen Unterschiede. Die flüssigen CaO-SiO₂-Schlacken kann man bei 1600° gar nicht an festem Kalk sättigen, sondern nur an den Kristallen des Orthosilikates 2CaO·SiO₂; die CaO-P₂O₅-Schlacken sind ebenfalls bei 1600° nicht an festem Kalk zu sättigen, sondern nur entweder an dem Tetraphosphat 4CaO·P₂O₅ oder an dem Orthophosphat 3CaO·P₂O₅. Dagegen kann in den binären Mischungen CaO-Al₂O₃ (oberhalb 1550°), CaO-FeO (oberhalb 1150°) und CaO-CaF₂ (oberhalb etwa 1370°) die Sättigung der flüssigen Schlacken an festem Kalk bei 1600° erreicht werden, ja sogar schon bei den angegebenen zum Teil erheblich niedrigeren Temperaturen. In diesen letzt-

genannten Schlacken kann also der gelöste Kalk, wenn ein Ueberschuß an festem Kalk vorliegt, wirklich sein größtes Reaktionsvermögen schon bei 1600° zeigen, das gleich ist dem des reinen festen Kalkes. Dabei ist es völlig gleichgültig, wie hoch der Kalkgehalt der Schlacken bei der betrachteten Temperatur ist; die Tatsache allein, daß wirklich Sättigung an festem Kalk erreicht worden ist, genügt. Diese Aussage gilt jedoch nur vom Standpunkt der Gleichgewichtslehre, aber nicht vom Gesichtspunkt des größtmöglichen Umsatzes, der auch von der Menge des vorhandenen gelösten Kalkes abhängt.

In den CaO-SiO_2 - und $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ -Schlacken kann man bei 1600° , wie groß auch immer das Kalkangebot ist, niemals ein höheres Reaktionsvermögen des in ihnen gelösten Kalkes erzielen, als es durch die Eigenschaften der festen Verbindungen

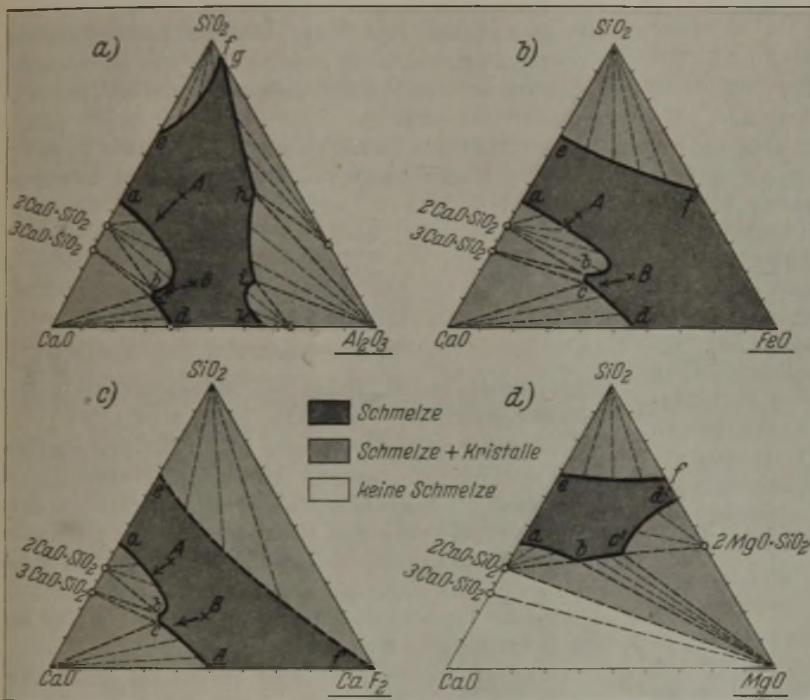
nämlich diese Schmelzpunktsmaxima der Silikate und Phosphate umgehen und schon bei tieferer Temperatur die Sättigung an Kalk erzielen (vgl. jedoch weiter unten die Dreistoffsysteme).

Aus den Zustandschaubildern der binären Mischungen in den Bildern 4a bis e folgt ohne weiteres eine grundsätzliche Unterscheidung der fünf Stoffe SiO_2 , P_2O_5 , Al_2O_3 , FeO und CaF_2 in zwei Gruppen hinsichtlich ihrer Wirkung bei der Bildung hochkalkbasischer Schlacken bei technisch gut erreichbaren Temperaturen. Die Kieselsäure und die Phosphorsäure vermögen bei 1600° wohl große Kalkmengen zu verflüssigen, jedoch unter weitgehender Minderung seines Reaktionsvermögens auch bei noch so großem Angebot an festem Kalk, während die drei übrigen Stoffe als echte Flußmittel bezeichnet werden müssen, da sie es gestatten, bei technisch gut erreichbaren Temperaturen flüssige Schlacken mit dem ungeminderten Reaktionsvermögen des reinen festen Kalkes herzustellen. Die Sonderstellung des Magnesiumoxydes, die im wesentlichen aus seinem hohen Schmelzpunkt folgt, wird aus Bild 4f klar.

Bei sehr hohen Temperaturen verwischt sich jedoch dieser Unterschied, da dann schließlich in allen Systemen die Sättigung der Schlacke an Kalk zu erzielen ist.

Für die technischen Verfahren ist besonders aufschlußreich das Zusammenwirken der verschiedenen Stoffe als Flußmittel für den Kalk. In den Bildern 5a, b, c, d sind für einige ternäre Silikatschlacken die Löslichkeitsverhältnisse für etwa 1600° dargestellt¹¹⁾.

Die in diesen Dreistoffmischungen bei 1600° zu erzielenden kalkreichsten Schlacken sind gegeben durch die Linienzüge der verschiedenen Sättigungskurven (a b c d). Die drei Systeme $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, CaO-FeO-SiO_2 und $\text{CaO-CaF}_2\text{-SiO}_2$ sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß man bei 1600° auf eine Grenzkurve (c d) gelangen kann, deren Schlacken, wie die Konoden zeigen, an festem Kalk gesättigt sind und in denen daher der gelöste Kalk sein höchstmögliches Reaktionsvermögen, eben das des reinen festen Kalkes, hat. Ganz anders liegen die Verhältnisse im System CaO-MgO-SiO_2 . Hier wird der Bereich flüssiger Schlacken nur über das kurze Stück a b von der Löslichkeitslinie des Kalkorthosilikates $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ begrenzt, an das sich die Löslichkeitslinien b c' des Magnesiumoxyds (Periklas) und c' d' des Magnesiumorthosilikates $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ (Forsterit) anschließen. Die Gegenwart des Magnesiumoxyds, sofern es in der flüssigen Schlacke gelöst ist, verhindert also offensichtlich, daß man bei 1600° Schlacken erzielen kann, die an festem Kalk gesättigt und damit wirklich als



Bilder 5 a bis d. Löslichkeitsverhältnisse in einigen Silikatsystemen bei 1600° .

Flußmittel gegeben ist. Bestimmend für das Reaktionsvermögen des Kalkes ist in diesen Schlacken im Grunde die Bildungswärme dieser Verbindungen (mit gewissen hier nicht zu erörternden Einschränkungen), an denen die Schlacke gesättigt ist.

Ein wichtiger Gesichtspunkt für die Silikat- und Phosphatschlacken sei noch hervorgehoben. Wollte man im System CaO-SiO_2 die größte Wirksamkeit des Kalkes in einer flüssigen Schlacke erzielen, müßte man die Temperatur bis auf über 2000° steigern, im System $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ jedoch nur auf etwa 1650° , um die Sättigungskurve des festen Kalkes zu erreichen. In beiden Fällen stehen unterhalb dieser Temperaturen der Bildung der an festem Kalk gesättigten Schlacken die Schmelzpunktsmaxima der Verbindungen entgegen. Im System $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ sind aber diese Höchsttemperaturen durch eine wesentlich geringere Temperatursteigerung zu überwinden als im System CaO-SiO_2 . Damit in ursächlichem Zusammenhang steht die Tatsache, daß man beim basischen Siemens-Martin-Verfahren, dessen Grundschlacke aus Kalk und Kieselsäure besteht, zur Erzielung hochbasischer Schlacken höhere Flußmittelgehalte (Eisenoxydul, Flußspat, Tonerde und vielleicht auch Manganoxydul) benötigt als beim Thomasverfahren, dessen Grundschlacke aus Kalk und Phosphorsäure besteht. Mit Hilfe der Flußmittel kann man

¹¹⁾ Die Löslichkeitsgrenzen wurden gezeichnet nach folgenden Arbeiten: a) $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, vgl. Fußnote 3; b) CaO-FeO-SiO_2 , nach N. L. Bowen, J. F. Schairer und E. Posnjak: Amer. J. Sci. 25 (1933) S. 273/97; vgl. Chem. Zbl. 104 (1933) I, S. 3405/06; nach unveröffentlichten Untersuchungen im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung von W. Oelsen, W. Middel und H. Maetz; c) $\text{CaO-CaF}_2\text{-SiO}_2$ nach W. Eitel: siehe Fußnote 9, a. a. O., sowie nach B. Karandéeff: Z. anorg. allg. Chem. 68 (1910) S. 188/97; d) CaO-MgO-SiO_2 , vgl. Fußnote 4.

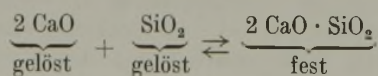
hochkalkbasisch anzusprechen sind, ja man kann nicht einmal Schlacken erzielen, die an dem Trikalziumsilikat $3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ gesättigt wären.

Nun ist aber das Magnesiumoxyd unbestreitbar in den technischen basischen Schlacken nächst dem Kalk die stärkste Base, sei es in seinem Verhalten gegen die Kieselsäure wie gegenüber der Phosphorsäure. Man geht nämlich nicht fehl, wenn man die basischen Oxyde entsprechend ihrer basischen Natur in der Reihenfolge: FeO , MnO , MgO , CaO anordnet, in der z. B. die Bildungswärmen der Phosphate stark zunehmen. Um so schwieriger verständlich will es daher zunächst erscheinen (wenn man die Zustandsschaubilder außer acht läßt), daß man mit dem Eisenoxydul, der schwächsten Base, oder gar mit Hilfe der Tonerde, die schon merklich saure Eigenschaften hat, oder weiterhin mit dem Flußspat, den man gegenüber dem Kalk als neutral betrachten kann, hochkalkbasische Schlacken erzielen kann, während dies mit der nächst dem Kalk stärksten Base Magnesiumoxyd (bei 1600°) nicht möglich ist.

Diese Tatsache hat eben mit der „basischen“ oder nicht-basischen Natur dieser Stoffe nichts zu tun; denn was hilft schließlich die wohl ausgesprochen basische Eigenschaft des Magnesiumoxyds, wenn sein hoher Schmelzpunkt und seine dementsprechend geringe Löslichkeit in den Schlacken verhindern, daß die Schlacke an dem weit stärker basischen Kalk gesättigt werden kann, und das bedeutet die Aussage des Zustandsschaubildes, daß sich an den Abschnitt a b der Löslichkeitslinie des Orthosilikates $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ die Löslichkeitslinie b c' des Magnesiumoxyds anschließt. Für die basischen Eigenschaften der Silikate ist eben die Sättigung an festem Magnesiumoxyd nicht gleichbedeutend mit der Sättigung an festem Kalk, weil Sättigung an festem Magnesiumoxyd nur bedeutet, daß dieses in der Schlacke sein größtes Reaktionsvermögen erreicht hat, das aber erheblich geringer als das des Kalkes ist.

Höhere Magnesiumoxydgehalte, die in den basischen Schlacken über den Punkt b hinausführen, bewirken demnach auch bei großem Angebot an festem Kalk in dem flüssigen Anteil der Schlacke eine Abnahme der (Kalk-)Basizität. Im Schrifttum hat man diese Wirkung des Magnesiumoxyds, die sich z. B. auch beim basischen Siemens-Martin-Verfahren bemerkbar macht, indem unter anderem die Mangangleichgewichte eine geringe Verschiebung nach der „sauren“ Seite hin erfahren, damit zu deuten versucht, daß man dem Magnesiumoxyd in basischen Schlacken bei hohen Temperaturen gewisse saure Eigenschaften zuschrieb¹²⁾. Das Zustandsschaubild CaO-MgO-SiO_2 erklärt aber diese Wirkung des Magnesiumoxyds zwanglos aus den Löslichkeitsverhältnissen.

Noch verständlicher werden diese Zusammenhänge, wenn man sich überlegt, was die (isothermen) Löslichkeitslinienzüge a b c d in den drei ersten Teilbildern bedeuten. Längs a b sind die Schlacken an dem Orthosilikat $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ gesättigt; hier ist also die heterogene Reaktion:



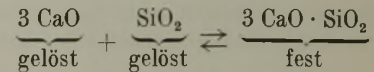
im Gleichgewicht. Bezeichnet man, ohne Rücksicht zunächst auf den Molekularzustand von Kalk und Kieselsäure in der flüssigen Schlacke, das Reaktionsvermögen der beiden Stoffe (oder ihre „Aktivität“) mit a_{CaO} und a_{SiO_2} , so gilt

$$a_{\text{CaO}}^2 \cdot a_{\text{SiO}_2} = \text{konst.},$$

für dieses Gleichgewicht eine einfache Bedingung, etwa derart:

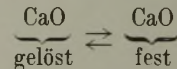
wobei lediglich die Tatsache hervorgehoben sei, daß eine ganze enge Verknüpfung zwischen dem Reaktionsvermögen der beiden Stoffe Kalk und Kieselsäure in den Schlacken a b besteht. Das gilt für die vier betrachteten Schlackensysteme in gleicher Weise. Diese Beziehung entspricht durchaus dem Löslichkeitsprodukt, wie es z. B. für die Löslichkeit von Silberchlorid in Wasser gilt.

Längs b c in den *Bildern 5 a, b und c* ergibt sich für die heterogene Reaktion:



eine ganz ähnliche Beziehung, jedoch nur für die drei ersten Systeme, da im vierten System bei 1600° eine Sättigung der Schlacken an dem Trikalziumsilikat $3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ gar nicht mehr erreicht wird.

Die einfachsten Verhältnisse herrschen in den Schlacken längs der Kurvenstücke c d, hier gilt für die heterogene Reaktion:



die ganz einfache Beziehung:

$$a_{\text{CaO}} = \text{konst.} = 1,$$

wenn man das Reaktionsvermögen des reinen festen Kalkes bei der betreffenden Temperatur gleich 1 setzt.

Wären die Sättigungsgrenzen a b c d für diese Systeme (und entsprechende andere) hinreichend genau bekannt, so bestände die Möglichkeit, für solche Schlacken jene Verknüpfungen zwischen dem Reaktionsvermögen des Kalkes und der Kieselsäure auszurechnen. Gerade an dieser Stelle kann daher die eingehende physikalisch-chemische Erforschung der Eigenschaften der Schlacken in Hinblick auf ihre metallurgische Wirkung einsetzen.

Technisch wichtiger ist aber vorerst die Frage: Wie erzielt man bei etwa 1600° hochkalkbasische, flüssige Schlacken, wie gelangt man zu Schlacken, die möglichst an Kalk gesättigt sind, also auf den Abschnitten c d oder doch wenigstens auf dem Linienzug a b c möglichst nahe dem Punkt c liegen, in denen das Reaktionsvermögen des Kalkes seinen Höchstwert nahezu erreicht hat? Kalkzugaben allein zu irgendeiner flüssigen Schlacke des mittleren Bereiches genügen eben nicht; vielmehr kommt es darauf an, wie hoch die Verhältnisse $\frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{SiO}_2}$, oder $\frac{\% \text{FeO}}{\% \text{SiO}_2}$, oder $\frac{\% \text{CaF}_2}{\% \text{SiO}_2}$ in der Ausgangsschlacke sind. Für zwei Schlacken A und B ist der Konzentrationsweg bei der Auflösung des Kalkes in den *Bildern 5 a bis c* jeweils angedeutet, und man erkennt sofort, daß die Schlacken durch Auflösen von Kalk um so basischer werden können, je mehr jeweils von den „Flußmitteln“ Al_2O_3 , FeO und CaF_2 im Vergleich zur Kieselsäure vorliegen. Das Magnesiumoxyd bringt aber nach anfänglich geringer Steigerung der Basizität bis zum Punkt b die umgekehrte Wirkung hervor, sobald dieser Gehalt überschritten wird.

Wird die Temperatur über 1600° gesteigert, so rücken die Löslichkeitslinien mehr und mehr in die Kalkecke hinein, dabei wächst außerdem jeweils der Abschnitt c d auf Kosten der beiden Abschnitte a b und b c. Die Erzielung hochbasischer Schlacken wird also bei höheren Temperaturen immer leichter; man braucht dazu immer weniger Flußmittel wie FeO , Al_2O_3 und CaF_2 . Von dieser Möglichkeit

¹²⁾ Salmang, H., und F. Schick: Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 299/316.

¹³⁾ Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. II. Berlin 1934. S. 18. Dort wird das Magnesiumoxyd unter die „amphoterer“ Oxyde eingeordnet.

kann man im Lichtbogenofen während des Feinens mit hochbasischer Schlacke Gebrauch machen. Ein besonders anschauliches Beispiel für die Wirkung der steigenden Temperatur hinsichtlich der durch Kalkzugabe zu erzielenden basischen Schlacken bieten die *Bilder 2a bis d* für das System $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.

Die Löslichkeitsverhältnisse im System CaO-FeO-SiO_2 heben eine der technisch wichtigsten Tatsachen mit aller Deutlichkeit hervor. Soll eine möglichst hochbasische flüssige Silikatschlacke (ohne besondere Flußmittel wie CaF_2 und Al_2O_3) bei einer gegebenen Endtemperatur von etwa 1600° erzielt werden, so benötigt man eben höhere Eisenoxydulgehalte oder Eisengehalte der Schlacke. Der Linienzug *a b c d* besagt ja einfach, daß in allen mit festem Kalk versetzten Schlacken mit abnehmendem Kieselsäuregehalt der Eisenoxydulgehalt zunehmen muß, wenn die Schlacke flüssig bleiben soll, eine Tatsache, die technisch beim Siemens-Martin-Verfahren immer wieder zu beobachten ist. Diese Verhältnisse hat man vielfach damit zu erklären versucht, daß in den flüssigen hochbasischen Schlacken sich die Kalkferrite bilden, doch sieht man, daß auch hier das Zustandsschaubild eine einfachere Deutung gibt. Das ist besonders auch deshalb wichtig, weil wir später (vgl. Abschnitt 5) erkennen werden, daß in den flüssigen hochbasischen Schlacken die Kalkferrite bei Gegenwart von festem oder flüssigem Eisen eine so große Rolle, wie man sie ihnen vielfach zuschrieb, nicht spielen.

In diesem Zusammenhang versteht man nunmehr auch die Wirkung des Flußspates und der Tonerde (Bauxitzuschläge) beim Siemens-Martin-Verfahren. Der Flußspat und die Tonerde können das Eisenoxydul in seiner Wirkung als Flußmittel ersetzen, so daß man auch eisenoxydularme hochbasische Schlacken erschmelzen kann. Man kommt so zu der allgemeineren Feststellung, daß bei technisch gut erreichbaren Temperaturen durch Kalkzugeben um so stärker basisch wirkende (Silikat-) Schlacken zu erzielen sind, je höher das Verhältnis:

$$\frac{\text{FeO} + \text{CaF}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = \frac{\text{Summe der echten Flußmittel}}{\text{Kieselsäure}}$$

ist. Noch offenbleiben muß die Frage, mit welchem Gewicht man die Gehalte der einzelnen Flußmittel FeO , CaF_2 und Al_2O_3 bei der Addition einzusetzen hat; diese Faktoren dürften aber nur wenig von 1 abweichen. Weiterhin wäre für technische Verhältnisse noch zu klären, in welchem Umfang man das Manganoxydul zu den Flußmitteln zählen darf. Dazu fehlt insbesondere die Kenntnis des Schmelzverhaltens von CaO-MnO -Mischungen.

Aus den Löslichkeitsverhältnissen kann man noch eine weitere umfassendere Beziehung ableiten. Wenn man nämlich in den *Bildern 5a, b und c* die Linienzüge *a b c d* jeweils ganz roh durch eine Gerade annähert, so würde sich für etwa 1600° ergeben:

$$\text{SiO}_2 + (\text{FeO} + \text{CaF}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) \sim 40 \text{ bis } 45 \%;$$

in den mit einem Ueberschuß an Kalk versetzten, aber noch flüssigen Schlacken würden also die Kieselsäuregehalte und die Gehalte an Flußmitteln ziemlich eng verknüpft sein.

Wenn man nunmehr bedenkt, daß in den basischen Siemens-Martin-Schlacken außer Kieselsäure und Eisenoxydul neben dem vorwiegenden Kalk nur noch Magnesiumoxyd und Manganoxydul als hochschmelzende basische Oxyde vorliegen, so folgt ohne weiteres, daß dieser Rest bei 1600°

$$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO} \sim 55 \text{ bis } 60 \%$$

betragen müßte. S. Schleicher¹⁴⁾ gibt für basische Siemens-Martin-Schlacken für diese Summe den Mittelwert 61,4 % an. Der höhere Wert dürfte auf den höheren Temperaturen beruhen; je höher diese nämlich sind, desto mehr wird in den *Bildern 5a, b, c* die Löslichkeitslinie *a b c d* in die Kalkecke hineinrücken. Die vorstehenden Ueberlegungen sollen jedoch nur darauf hinweisen, daß man aus den in den Zustandsschaubildern niedergelegten Löslichkeitsverhältnissen zwangsläufig zu ähnlichen gesetzmäßigen Beziehungen der Gehalte kommen muß, wie sie unter technischen Bedingungen auch beobachtet werden; allerdings steht eine eingehende Untersuchung dieser Löslichkeitsverhältnisse, wie sie z. B. für die Vielstoffmischungen der Siemens-Martin-Schlacken gelten würden, noch aus.

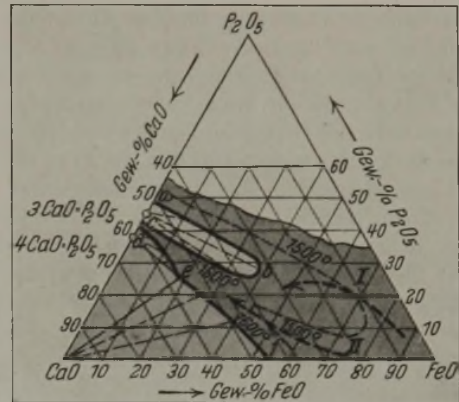


Bild 6. Bereich der bei 1600° flüssigen Schlacken im System $\text{FeO-CaO-P}_2\text{O}_5$ (sehr schematisch).

Als für das Thomasverfahren grundlegend kann man das Zustandsschaubild $\text{CaO-FeO-P}_2\text{O}_5$ ansehen. Leider liegen aber für dieses System nur sehr wenige Unterlagen vor, so daß in *Bild 6* die Löslichkeitsverhältnisse für etwa 1600° nur in ihren Grundzügen skizziert werden konnten¹⁵⁾. So ist z. B. auf Grund der Schrifttumsangaben schwer zu entscheiden, ob sich wirklich der Bereich der bei 1600° flüssigen Schlacken zungenförmig bis zur Seite $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ (Eutektikum zwischen $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ und $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$; vgl. *Bild 4b*) erstreckt. Wieder ergibt sich eine aus drei Abschnitten bestehende Löslichkeitsgrenze, *a b c* für das Orthophosphat $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, *d e* für das Tetraphosphat $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ und *e f* für den reinen festen Kalk. Für jeden dieser Abschnitte gelten also wieder entsprechende Löslichkeitsprodukte, wie sie für das System $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (vgl. *Bild 5a*) bereits besprochen wurden. Das Reaktionsvermögen (die Aktivität) des gelösten Kalkes muß zunächst längs *a b c*, dann längs *d e* erheblich zunehmen und in einem Punkt *e* den Höchstwert, der der Sättigung an reinem festen Kalk entspricht, erreicht haben, der dann längs *e f* beibehalten wird. Für eine mög-

¹⁴⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 239/44 (Stahlw.-Aussch. 195); Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 357/58 (Erörterungsbeitrag). Vgl. auch Sonntag, A., und N. Wark: Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 24/42 (Nachtrag), sowie Back, R.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 319 u. 359 (Stahlw.-Aussch. 204).

¹⁵⁾ Berücksichtigt wurden die Untersuchungen von G. Trömel⁶⁾ über das System $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$; Untersuchungen von H. Wentrup: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 57/60, über das System $\text{FeO-P}_2\text{O}_5$, die durch Untersuchungen (unveröffentlicht) von W. Oelsen, W. Middel, H. Maetz und E. Rottenbach über die Eisenoxydlecke ergänzt wurden. — Weitere Untersuchungen von W. Oelsen und H. Maetz ergaben erst kürzlich, daß innerhalb des Systems $\text{CaO-FeO-P}_2\text{O}_5$, und zwar besonders auf dem Schnitt $\text{FeO-3CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, eine breite Mischungslücke im flüssigen Zustand auftritt. Diese letzten Befunde konnten jedoch in *Bild 6* noch nicht berücksichtigt werden.

lichst weitgehende Entphosphorung und gleichzeitige Entschwefelung des Stahles wird man das hohe Reaktionsvermögen des Kalkes anstreben, das nahe dem Punkt e erreicht wird. Bei Kalküberschuß stellen sich diese Konzentrationen von selbst ein. Man sieht aber sogleich, daß stöchiometrische Verhältnisse zwischen Kalk und Phosphorsäure, entsprechend irgendeinem der Kalkphosphate, nicht allein entscheidend für den Kalkbedarf beim Thomasverfahren sein können, daß man ihn daher auch kaum aus den Formeln der Verbindungen errechnen kann. Ein gewisser Kalküberschuß über den zur Bildung des Orthophosphates notwendigen hinaus, wie er unter technischen Bedingungen fast immer zur Anwendung kommt, sichert erst die Bildung stets der gleichen an Kalk soweit wie möglich gesättigten Schlacken.

Von besonderer Bedeutung für den Ablauf der Reaktionen im Konverter ist die Verschiebung der Löslichkeitslinien mit der Temperatur. Durchaus schematisch sind sie daher in Bild 6 noch für etwa 1500° eingezeichnet. Die Erstarrungsfläche des Orthophosphates sollte sich als hochgewölbter Rücken bis weit hinüber in die Ecke des Eisenoxyduls hinein erstrecken. Man findet nämlich, daß sowohl der Kalk allein (vgl. Bild 4d) als auch die Phosphorsäure allein den Schmelzpunkt des Eisenoxyduls sehr weit erniedrigen; fügt man dagegen das Kalziumorthophosphat oder Kalk und Phosphorsäure im entsprechenden Verhältnis zugleich zum Eisenoxydul hinzu, so steigen die Schmelzpunkte der entstehenden Schlacken sogleich erheblich an.

Das verhältnismäßig späte Einsetzen der Phosphoroxidation beim Thomasverfahren dürfte im wesentlichen auf den hohen Schmelztemperaturen des Trikalziumphosphates und insbesondere auch seiner Mischungen mit Eisenoxydul beruhen. Während des Ablaufes des Verfahrens muß bei der Auflösung des Kalkes der Rücken der Schmelzfläche des Orthophosphates überschritten werden. Man sieht so auch ein, daß es nicht gleichgültig für den Ablauf des Thomasverfahrens sein kann, ob sich erst Eisenphosphate bilden und danach der feste Kalk gelöst wird, oder ob erst der Kalk durch Eisenoxyde teilweise verflüssigt wird und dann die Phosphoroxidation einsetzt. Im ersten Fall wird der Rücken der Schmelzfläche überwunden werden müssen (Pfeil I), während im zweiten Fall (Pfeil II) die Zusammensetzung sich im Tal der gutflüssigen kalkreichen Schlacken auf die Endzusammensetzung hin bewegt. Unter Berücksichtigung dieses allerdings noch sehr hypothetischen Schaubildes sollte daher eine teilweise Verflüssigung des Kalkes z. B. in Form von Kalk-Erz-Mischungen (vgl. dazu die Bilder 4d und 11) für eine frühzeitig einsetzende Entphosphorung günstig sein, da dann der Kalk in der entstehenden Schlacke sowohl chemisch als auch physikalisch von Anfang an sehr reaktionsfähig ist. Ein gleichgerichteter Versuch mit flüssiger Siemens-Martin-Schlacke ist schon einmal gemacht worden.

Nun enthalten aber sowohl die Siemens-Martin-Schlacken geringe Phosphorsäure- als auch die Thomasschlacken erhebliche Kieselsäuregehalte. Als Grundschlacken für beide Verfahren müßte man daher die $\text{CaO-FeO-SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ -Schlacken ansehen, von denen aber technisch wiederum nur die kalkreichen von Bedeutung sind. Der Vollständigkeit halber sind die Löslichkeitsverhältnisse für 1600° in der räumlichen Darstellung des Bildes 7, jedoch nur ganz schematisch, wiedergegeben. In der Ecke liegt der Zustandspunkt des reinen festen Kalkes. Die rechte Seite entspricht den Phosphatschlacken und die linke den Silikatschlacken.

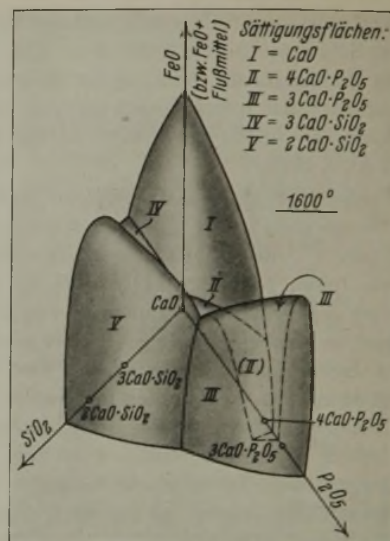


Bild 7. Die Löslichkeitsbeziehungen im System $\text{CaO-FeO-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ bei etwa 1600° (schematisch).

An Stelle der Löslichkeitskurven für die ternären Randsysteme treten in diesem Vierstoffsystem für jede Temperatur die verschiedenen Löslichkeitsflächen, die für den reinen festen Kalk (I), die für das Tetraphosphat (II), die gewölbte Fläche für das Orthophosphat (III) und die beiden Flächen für das Kalziumorthosilikat (V) und das Trikalziumsilikat (IV). Das Auftreten von Löslichkeitsflächen von Silikophosphaten wurde der Einfachheit wegen ganz außer acht gelassen. Für die Schlacken dieser Löslichkeitsflächen gelten ähnliche Löslichkeitsprodukte, wie sie für die Löslichkeitskurven der ternären Schlacken (Bilder 5a bis 5d) im vorhergehenden erörtert wurden. Man erkennt nunmehr aber sogleich, daß für das Reaktionsvermögen des Kalkes in den Phosphatschlacken mit geringen Kieselsäuregehalten (Thomasschlacke) der rechten Seite des räumlichen Schaubildes nur die Löslichkeitsprodukte der Phosphate entscheidend sind, die Silikate also nur eine untergeordnete Rolle spielen, während auf der linken Seite (Siemens-Martin-Schlacke) nur die Löslichkeitsprodukte der Silikate das Reaktionsvermögen des gelösten Kalkes bestimmen und die geringen Phosphorsäuregehalte einschneidende Wirkung nicht haben können. Am einfachsten liegen jedoch wieder die Verhältnisse bei den an Kalk gesättigten Schlacken der Fläche I, die ganz unabhängig von den Kieselsäure- und Phosphorsäuregehalten, sofern nur diese Sättigungsfläche erreicht ist, das größte Reaktionsvermögen des Kalkes zeigen.

Auch dieses allerdings noch rein schematische räumliche Schaubild soll im wesentlichen nur zeigen, daß stets, wenn basische Schlacken mit einem Kalküberschuß versetzt werden, die Endschlacken ganz bestimmte Eigenschaften aufweisen müssen. Auf diesen Gesetzmäßigkeiten der Löslichkeitsverhältnisse beruht zuletzt die unbestreitbar überaus gute Wiederholbarkeit sowohl der basischen Siemens-Martin- als auch der Thomasschmelzungen. Diese Löslichkeitsbeziehungen für den Kalk und seine Verbindungen spielen bei den basischen Stahlerzeugungsverfahren eine mindestens ebenso ausschlaggebende regelnde Rolle für die metallurgische Wirkung der Schlacken wie die Löslichkeit der Kieselsäure in den Silikatschlacken bei der Stahlerzeugung auf saurer Zustellung (vgl. z. B. in den Bildern 5a bis 5d die Löslichkeitslinien ef für die feste Kieselsäure).

Daher müßte auch mit größtem Nachdruck angestrebt werden, diese Löslichkeitsverhältnisse nicht nur für die hier

erörterten Teilsysteme, sondern auch für die Vielstoffsysteme der technischen basischen Schlacken vornehmlich in den technisch bedeutsamen Bereichen der kalkreichen Mischungen versuchsmäßig festzulegen.

3. Das Verhalten des Flußspates gegen das Eisenoxydul.

Im vorhergehenden wurde die Bedeutung des Flußspates als Flußmittel für den Kalk erörtert (Bild 4e und 5c). Die Wirkung des Flußspates in basischen Schlacken liegt aber auch noch in einer ganz anderen Richtung, und zwar in seinem Verhalten gegenüber dem Eisenoxydul, das durch die folgenden Versuchsergebnisse¹⁶⁾ aufgeklärt wird. Schmilzt man in Weicheisentiernen bei 1400 bis 1450° Gemenge aus Eisenoxiden mit Flußpat nieder, so bilden sich selbst nach kräftigem Rühren und schneller Abkühlung zwei scharf voneinander abgesetzte Schichten, eine obere flußspatreiche Schicht, die nur etwa 2% FeO enthält, und eine untere eisenoxydulreiche Schicht, mit nur etwa 2% CaF₂ (entsprechend der Analyse der schnell abgekühlten Schmelze). Die obere Schicht erstarrt bei etwa 1400°, die untere bei etwa 1350°, also nur wenig unterhalb des Schmelzpunktes des Wüstits (1370°). Bild 8a gibt einen ersten Entwurf des Zustandsschaubildes.

Diese geringe Mischbarkeit des Flußspates und des Eisenoxyduls bedeutet, daß die beiden Molekülarten in den Mischungen sich wechselseitig viel weniger anziehen als jede der einzelnen Molekülarten untereinander. Ohne aber weiter auf die Gründe dieses Verhaltens einzugehen, können wir sofort die folgende wichtige Aussage machen, die durch Bild 8b unterstrichen wird.

Wenn man in einer Flußspatschmelze nur etwa 2% FeO löst, so zeigt dieses Eisenoxydul (der oberen Schicht b) trotz seinem geringen Gehalt das gleiche Reaktionsvermögen (den gleichen Dampfdruck, die gleiche Aktivität usw.) wie das Eisenoxydul in der unteren Schicht (a) mit dem fast fünfzigmal höheren Gehalt von 98% FeO¹⁷⁾.

Aus der Erkenntnis der sehr geringen Mischbarkeit von Eisenoxydul und Flußpat kann sogleich auch eine technisch bedeutsame Folgerung gezogen werden. Man könnte ja daran denken, aus einer Stahlschmelze mit Hilfe einer niedrighschmelzenden, dünnflüssigen Flußspatschlacke das gelöste Eisenoxydul „auszuwaschen“. Die in Bild 8b aufgezeichnete Abhängigkeit des Reaktionsvermögens des Eisenoxyduls in FeO-CaF₂-Schlacken von ihrer Zusammensetzung gibt sogleich eine Vorstellung von der Abhängigkeit der Sauerstoffgehalte von Eisenschmelzen, die unter solchen Schlacken geschmolzen werden. Die Sauerstoffgehalte dieser Eisenschmelzen müssen ja verhältnismäßig dem Reak-

tionsvermögen des Eisenoxyduls in der Schlacke sein. Damit ergibt sich aber, daß schon sehr kleine Eisenoxydulgehalte die auswaschende Wirkung dieser Flußspatschlacke erschöpfen. Man kann sogar der Größenordnung nach angeben¹⁸⁾, daß bei 1600° eine Flußspatschlacke mit nur etwa 1% FeO bereits auf Eisenschmelzen mit weniger als 0,15% O₂ nicht mehr „auswaschend“ wirken könnte, obwohl doch dieser Gehalt schon ein Mehrfaches des in technischen Stahlschmelzen enthaltenen Sauerstoffes ausmacht. Flußspatschmelzen sind also trotz ihrer Dünnflüssigkeit als Desoxydationsschlacken nicht geeignet, es sei denn, daß ihr Eisenoxydulgehalt durch Reduktionsmittel (Kokspulver) bis auf Spuren erniedrigt würde.

Diese die Mischungslücke im System FeO-CaF₂ hervorgerufenen Wechselwirkungskräfte zwischen den Eisenoxydul-

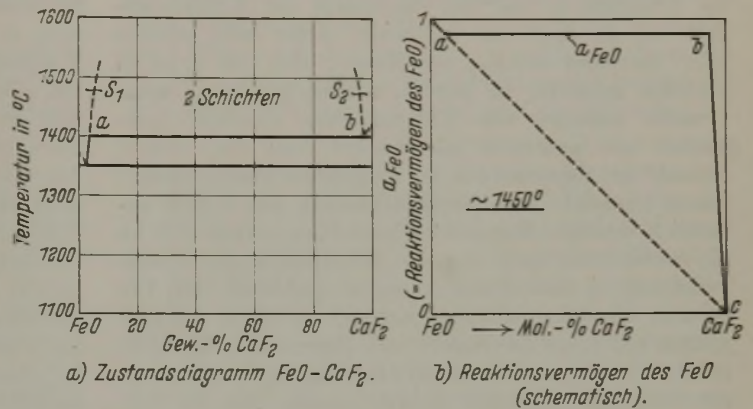


Bild 8 a und b. Verhalten des Flußspates gegen Eisenoxydul.

und Flußpatmolekeln werden sich natürlich auch dann noch bemerkbar machen, wenn andere Bestandteile wie Kalk oder Kalksilikate neben Eisenoxydul und Flußpat in den Schlacken enthalten sind, und zwar auch dann noch, wenn durch diese Stoffe die Mischungslücke längst geschlossen ist. Die Neigung zur Entmischung in eine eisenoxydulreichere und in eine flußspatreichere Schicht wird bestehen bleiben, und dementsprechend sollte in Flußpat enthaltenden Schlacken das Eisenoxydul stets ein höheres Reaktionsvermögen zeigen als in flußspatfreien Schlacken. Obwohl diese Verhältnisse noch einer eingehenden versuchsmäßigen Klärung bedürfen, kann man jedoch schon eine weitere Feststellung treffen. Aus Flußpat enthaltenden Schlacken sollte sich das Eisenoxydul (z. B. durch den Kohlenstoff des Stahlbades) leichter reduzieren lassen, oder in solchen Schlacken sollte das Eisenoxydul als stärkeres Oxydationsmittel (wieder auf den Kohlenstoff, aber z. B. auch auf den Phosphor und das Mangan) wirken als in flußspatfreien Schlacken gleichen Eisenoxydulgehaltes. Die Wirkung von Flußpatzusätzen zu schwerflüssigen basischen Schlacken ist somit eine doppelte, sie verflüssigen die Schlacken, machen sie also physikalisch reaktionsfähiger, gleichzeitig aber erhöhen sie auch das Reaktionsvermögen des in den Schlacken enthaltenen Eisenoxyduls chemisch. [Schluß folgt.]

¹⁸⁾ Eine reine Eisenoxydulschlacke (Schicht a in Bild 8) bedingt bei 1600° bekanntlich einen Sauerstoffgehalt der Eisenschmelze von etwa 0,34% O, den gleichen Gehalt würde die Flußspatschlacke mit nur etwa 2% FeO (Schicht b in Bild 8) erzwingen.

¹⁶⁾ Die Untersuchung wurde gemeinsam mit H. Maetz durchgeführt (Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. demnächst).

¹⁷⁾ Wenn man sich einer im Schrifttum vielfach üblichen Ausdrucksweise bedienen würde, so würde das heißen, daß die flußspatreiche Schlacke mit nur 2% FeO genau soviel „freies“ Eisenoxydul enthält wie die fast reine Eisenoxydulschlacke mit nur 2% CaF₂, sie hätte also etwa 50mal mehr „freies“ Eisenoxydul, als überhaupt insgesamt Eisenoxydul in ihr vorhanden ist. Daraus erkennt man, zu welchen begrifflichen Schwierigkeiten der Ausdruck „freie“ Gehalte führen kann. Ähnliche Verhältnisse trifft man übrigens in den Systemen Sulfid-Silikat und, wie erst kürzlich von W. Oelsen und H. Maetz festgestellt wurde, gerade auch in Phosphatschlacken an.

Die Gestaltung von Kranteilen auf Grund von Unfallereignissen.

Von Karl Schwantke in Essen.

[Bericht Nr. 84 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute¹⁾.]

In der Unfallverhütung spielt — mehr als im Umgange mit dem toten Werkstoff — der „Faktor Mensch“ eine bedeutende Rolle. Er ist immer eine unsichere und veränderliche Größe, die die Lösung jeder Aufgabe schwierig macht. Dabei ist allerdings nicht nur an das Versagen des Menschen bei der Wartung und Bedienung der betrieblichen Einrichtungen, also hier der Krane, gedacht, sondern der „Faktor Mensch“ ist ja schon dann als Unfallursache mitbeteiligt, wenn beim Bau der Maschinen die Erfahrungen und die Grundsätze der Unfallsicherheit, sei es auch nur unbewußt, außer acht gelassen oder übersehen werden, ein Mangel, der sich dann in Unfällen auswirkt. Es gibt im Grunde genommen keine Grenzen zwischen den Unfallursachen einerseits technischer und andererseits menschlicher Art; der „Faktor Mensch“ ist, abgesehen von den Ereignissen höherer Gewalt, immer irgendwie beim Zustandekommen der Unfälle ursächlich beteiligt. Von dieser Feststellung ausgehend muß die verbindende Linie von den Erfahrungen der Unfallverhütung zu den Anforderungen des Betriebes und von da zum Hersteller gefunden werden. An dieser Aufgabe mitzuarbeiten, hat der Verfasser seit Beginn seiner Tätigkeit bei der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft jede sich bietende Gelegenheit wahrgenommen. Aus der Vorarbeit auf dem Gebiete der Unfallsicherheit an Krananlagen entstand in den ersten Jahren nach dem Weltkriege eine Sammlung aller hierfür in Betracht kommenden Einflüsse, und daraus der Entwurf einmal zu den gegenwärtig gültigen Unfallverhütungsvorschriften und zum anderen zu den Richtlinien für den Bau elektrisch betriebener Krananlagen des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute (Ausgabe 1937). Beide Stücke sind auch im Maschinenausschuß eingehend beraten worden. Daß die Arbeit nicht ohne Grund begonnen und fortgeführt worden ist, zeigt die Entwicklung der Unfälle im Laufkranbetrieb, von denen die tödlichen gegenüber den Zahlen vor und während des Weltkrieges erheblich zurückgegangen sind, ohne zu verschweigen, daß sie in den letzten Jahren wieder zahlreicher geworden sind.

Es ist zwar gerade dem Verfasser als beruflichem Unfallverhüter bewußt, daß die tödlichen Unfälle weder an Zahl noch an den Umständen des Einzelereignisses gemessen einen zuverlässigen Gradmesser für die tatsächliche Gefahr bilden; aber es ist doch bemerkenswert, daß von den 5770 tödlichen Betriebsunfällen aller Art im Bereiche der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft, Essen, seit 1913 nicht weniger als 1139 = 20 % Laufkranunfälle waren (1939 = 22 %). Allerdings sind dabei auch die Unfälle bei der Lastenbeförderung durch Krane mitgezählt. Bei den gemeldeten Unfällen, wo die Großzahlforschung zuverlässigere Werte ergibt, zeigt sich, daß die reinen Kranunfälle im Jahre 1917 17 % ausmachten, 1937 waren es 10,6 % und 1939 12,35 %, also im ganzen eine Abnahme, allerdings auch hier mit einer Neigung zum Wiederanstieg. Die Zeitumstände gebieten, die Aufgabe der Kranunfallverhütung als eines wichtigen Sondergebietes der allgemeinen Unfallverhütung erneut zu beleben.

Aus der Nachkriegszeit ist eine Anzahl Vorkommnisse bekannt geworden, bei denen das Versagen der Lagerung der Triebwerke der Krankatze, besonders der Trommelachse, die Ursache war. Sie haben sich glücklicherweise nur zum Teil in schweren Unfällen ausgewirkt; es ist aber beachtenswert, daß in mehreren Fällen Gießkrane beteiligt waren, an denen gefüllte Stahlpfannen hingen, und das sagt genug. Immer haben hierbei auf die Lager der Trommelachse Kräfte eingewirkt, die durch plötzliche oder fortdauernde Gewalt die Lösung oder den Bruch der Lagerung bewirkten, derart, daß dann durch Ausheben der Trommel das Getriebe zwischen Ritzel und Trommelzahnrad außer Eingriff kam und der Kranführer die Herrschaft über die Last verlor. Die Richtlinien des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute sagen hierzu in Ziffer 25: „Die Lager der Antriebe sind möglichst so anzuordnen, daß der Lagerdruck nicht auf den Lagerdeckel wirkt; das gilt besonders für die Trommelachse.“ Die Beobachtungen der in Rede stehenden Fälle zeigen nun, daß die Lager tatsächlich nach oben beansprucht worden sind, sei es in bezug auf die Achshalter oder die Lagerschalen oder die Lagerböcke selbst. Diese bemerkenswerten Feststellungen gaben mir Veranlassung, bei Unfalluntersuchungen und in Aussprachen mit Fachingenieuren des Kranbetriebes den Gründen solcher gefahrbringenden Kräftewirkungen nachzugehen. W. Bonn hat dann diese Frage weiterverfolgt.

Die Unfallverhütungsvorschriften (§ 21) verlangen, daß bei tiefster Hakenstellung noch (Ziffer 55) mindestens $4\frac{1}{2}$ Windungen auf der Trommel liegen müssen. Der Zweck ist bekannt. Die Seilenden werden verschieden auf der Trommel befestigt. Die Richtlinien verlangen „Keil- oder Durchsteckverschlüsse“ und Schrauben. Die einfachste Art ist die Einführung in eine Bohrung, in der zwei Schrauben einen Flachkeil auf das Seilende festpressen. Eine andere Ausführung bedient sich eines Schlingkeils, der durch den Zug des ihn umschlingenden Lastseiles in die konische Aussparung der Trommel hineingezwängt wird. Ein tödlicher Unfall der letzten Zeit an einem Auslegerkran, dessen Ausleger an einem Seil hängt, kam so zustande, daß bei einer Ausbesserung, mehr durch ein Versehen als bewußt, das Seil ganz von der Trommel abgerollt wurde. Das Seil zog sich trotz Flachkeil aus der Bohrung heraus, und der herabstürzende Ausleger erschlug einen Mann. Bei Kranen mit unveränderlicher Hubhöhe, auch bei Gießkranen, wird man wegen der Umschlingung des Seiles um die Trommel diese Befürchtung nicht zu haben brauchen. Berechtigt scheint der Zweifel bei Kranen, wie Auslegerdrehkrane und Verladekrane von Hafenanlagen, wo sich die Hubhöhe nach den äußeren Umständen, wie dem Wasserstande, richtet und immer ein Mann im Fallbereich der Last, hier meist des Greifers steht. Es dürfte angezeigt sein, im Betriebe das Augenmerk auf diesen Gegenstand zu lenken.

Ein Punkt, der früher mehr als glücklicherweise in den letzten Jahren Anlaß zu Unfällen gegeben hat, ist die Hubbegrenzung durch Endschalter. Die Unfallverhütungsvorschriften verlangen solche, und machen Abweichungen von den im Einzelfalle vorliegenden und nachzuweisenden besonderen technischen Schwierigkeiten, meist der zu geringen Hubhöhe, abhängig; in diesem Falle sind

¹⁾ Vorgetragen in der 28. Vollsitzung am 23. April 1940 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen u. Metallbau, Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Fangvorrichtungen und leider auch Brechhölzer zulässig. Ist auch diese Sicherung nicht möglich, so wäre ein Ausnahmeantrag bei der zuständigen Berufsgenossenschaft einzureichen.

Für die Betätigung der Endschalter setzt sich mit Vorteil mehr die Ausführung durch, sie nicht durch das Triebwerk vorzunehmen, sondern durch die Flasche, damit die richtige Einstellung besser gewährleistet ist. Allerdings sind die Auffassungen darüber geteilt. Das Triebwerk soll durch Getriebe, nicht durch Ketten oder Seile, betätigt werden. Auf die Verzögerungsschaltungen und die Benutzung elektrischer Abbremsung des Nachlaufes durch den Endschalter soll nur der Vollständigkeit wegen hingewiesen werden.

Unterschiedlich wird die Frage beurteilt und gehandelt, wie man beim Wiedereinstellen des Endschalters verfahren soll. Es gibt hier drei Wege:

1. Der Kranführer wird gezwungen, das Triebwerk von Hand zurückzudrehen, also Arbeit zu haben, damit er vorsichtig fährt (Bremse lüften, Trommel zurückdrehen, oder er wird die Last dazu benutzen oder mit eingeschaltetem Senkstrom fahren).

2. Es kann nach dem Ansprechen des Endschalters sofort durch eine Umgehungsschaltung abwärts gefahren werden, doch dann nicht wieder aufwärts; der Kranführer muß zuvor den Endschalter wieder einlegen.

3. Der Endschalter wirkt als betriebsmäßiger Schalter wie bei Aufzügen, also ohne jeden weiteren Eingriff.

Wie sind diese Vorgänge zu beurteilen?

Fall 1 ist zu verwerfen; der Kranführer wird verleitet, den Endschalter zu überbrücken oder festzukeilen, also ihn unwirksam zu machen, oder es wird, wie ein tödlicher Unfall im Jahre 1939 und zwei solche aus der vergangenen Zeit zeigen, der Versuch unternommen, im ersten Kontakt mit Strom abwärts zu fahren, wobei die Gefahr des elektrischen Stromtodes durch Berührung von Schleifleitungen auftritt. Inzwischen hat sich ein weiterer schwerer Unfall ereignet; ein Kranführer geriet, als er nach Einschalten der Senkbewegung auf der Katze den Endschalter wieder einlegen wollte, mit dem Bein in das offene Getriebe zwischen Ritzel und Trommelrad. Die Last als Antrieb zu benutzen ist gleichfalls gefährlich.

Fall 2. Diese Umgehungsschaltung ist zweckmäßig, bei Gießkranen sogar notwendig. Der Kranführer soll sich beim Aufsteigen auf den Kran durch den Augenschein überzeugen, ob das Uebertreiben irgendwelche nachteiligen Folgen gehabt hat. Der Endschalter muß vom Kranträger aus erreichbar sein, ein Besteigen der Katze bringt unnötige Gefahren mit sich.

Fall 3. Die betriebsmäßige Schaltung für alle Bewegungen mag bei Gießkranen zweckmäßig sein. Die Befürchtung, daß dann der Kranführer sie nicht mehr als „Notschalter“ ansieht, also sich auf sie verläßt und sorglos wird, dürfte aber berechtigt sein.

Die Fahrbewegungen des Kranes und der Katze werden vielfach durch Anschläge, die auf den Laufschienen befestigt sind, begrenzt. Die Befestigungen müssen starker Beanspruchung widerstehen; in einem Falle stürzte durch Schraubenbruch ein solcher Klotz herunter und verursachte einen Schädel- und Halswirbelbruch. Besser sind federnde Puffer für Kran und Katze.

Von einer für den Kranbau maßgebenden Stelle ist an die Berufsgenossenschaften die Anregung gelangt, die in den Unfallverhütungsvorschriften (§ 65) geforderte Abdeckung der Krankatze fallen zu lassen, um, wie gesagt wird, zu verhindern, daß sich Arbeiter dort aufhalten,

und dann wegen der vielleicht zu geringen Höhe bis zu den Dachbindern gequetscht werden; es sei besser, statt einer Abdeckung eine Abkleidung aus Maschendraht zu wählen, die ein Betreten nicht gestattet, falls die Abdeckung nicht ganz fallengelassen werden kann. Es kann wohl nicht zweifelhaft sein, daß dieser Wunsch den Betriebsbedürfnissen zuwiderläuft, ganz besonders bei den weiträumigen Katzen der Hüttenkrane. Die Arbeiter müssen bei Ausbesserungen (Schmieren, Bremse nachziehen, Seilauflegen) einen sicheren Stand haben.

Zum Punkt „Elektrische Anlagen“ folgendes: Durch ein Rundschreiben des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute war 1937 auf die in einem Werke vorhandene mangelhafte Erdung der Krane bei Verwendung von Preßstoffen für die Lagerschalen der Laufräder hingewiesen worden, die eine Unfallgefahr bedeuten kann. In einem Werke sind bis zu 320 V Spannung am Lasthaken gegen Erde gemessen worden; man erdet dort jetzt den Kran mit einer besonderen Schleifleitung; sonst genügt wohl ein Schleifkontakt auf der Laufschiene der Fahrbahn.

Im Führerstande untergebrachte Widerstände waren in den letzten Jahren an dem Zustandekommen von vier tödlichen Unfällen beteiligt, in sämtlichen Fällen dadurch, daß sie als Sitzgelegenheit benutzt wurden. Zweimal gerieten die Auflagen in Brand, der dann auf die Kleider des Kranführers übergriff; in den beiden anderen Fällen waren es Isolationsfehler an Kabeln, die dem auf dem Widerstände sitzenden Kranführer zum Verhängnis wurden. Man fand die Leute nach geraumer Zeit leblos in dieser Stellung vor. Diese Unfälle beweisen die Richtigkeit der Forderung der Richtlinien (Ziffer 77), daß Widerstände außerhalb des Führerstandes aufgestellt werden sollen. Wo es anders ist und nicht geändert werden kann, sollte man die oberen Flächen steil abschrägen.

Der Hauptschalter im Führerkorbe soll so liegen, daß er im Gefahrfall vom Standorte des Fahrers rasch erreicht werden kann, und sich gleichzeitig auf dem Wege zum Aufstiege befindet. In besonderen Fällen, wo beide Forderungen nicht erfüllbar sind, empfiehlt sich die Stromlosmachung des Kranes im Notfall durch einen am Standort des Fahrers angebrachten Druckknopf für Fuß- oder Handauslösung.

Zu beachten ist auch die Anordnung und Ausführung der Steuerwalzen in den Führerkörben. Bei häufigem Wechsel der Kranbedienung ist eine weitgehende Vereinheitlichung anzustreben, wenn auch natürlich die Mannigfaltigkeit gerade der Bewegungen der Hüttenkrane keine umfassende Normung zuläßt. Folgende Regeln dürften aber Allgemeingültigkeit beanspruchen:

1. Der Platz vor dem Fenster oder der Brüstung bleibt frei, die Steuerwalzen stehen zu beiden Seiten des Führers.

2. Die rechte Hand bedient die Hubbewegungen.

3. Die linke Hand bedient die Fahrbewegungen.

4. Die Steuerwalzen der Hilfskatzen stehen neben denen der Hauptkatze, die der häufigsten Schaltungen stehen dem Führer am nächsten.

5. Die Schaltungen für die Fahrt sollen, soweit die Lage des Führerstandes das gestattet, sinngemäß sein. Die Betätigung hat durch rundlaufende Handräder, nicht durch Hebel zu geschehen.

6. Eine einheitliche Kennzeichnung der Hubkontrollen ist notwendig. „Heben“ soll durch Rechtsdrehung, „Senken“ durch Linksbewegung bewirkt werden. Die Steuerwalzen für Drehstrom schalten allgemein nur auf zwei Phasen ab, es bleibt deshalb, wenn der Hauptschalter aus Nachlässigkeit nicht gezogen wird, sondern nur die Steuerwalzen

auf Null gestellt werden, Strom in den Katzenschleifleitungen. Die Statorleitungen sollten daher, was als grundsätzliche Forderung zu erheben wäre, an die der Berührung entlegenste Stelle verbracht werden. Die Nichtbeachtung dieser einfachen Regel hat wiederholt Unfälle verursacht, vor mehreren Jahren einen tödlichen.

Zur Frage der Schutzabkleidungen gegen Triebwerke und elektrische Anlagen sowie über die Sicherungen gegen Absturz von Personen wäre aus der Unfallerfahrung manches zu sagen, desgleichen der Aufstiege und Laufstege. Der Verband der Eisen- und Metall-Berufsgenossenschaften hat ein Merkblatt „Erläuterungen zu § 55 der Unfallverhütungsvorschriften über Laufstege bei Laufkränen“ versandt, das bei der zuständigen Berufsgenossenschaft erhältlich ist.

Drei tödliche Unfälle liegen vor durch Brüche von Kranhaken im Gewindegange, in zwei Fällen waren es Rundgewinde, in einem Falle, bei dem allerdings scharfer Frost mitgewirkt hat, war es ein scharfkantiges Gewinde. Die Normblätter 687, 688 und 699 beschäftigen sich mit der Form der Haken und gewissen Anforderungen an die Werkstoffe. Nicht behandelt ist die Art der Gewinde und der Aufhängung in der Flasche, also etwa in dem Sinne, daß keine Biegebbeanspruchung in das Gewinde durch Schläge oder sonstige ungünstige Beanspruchung kommen darf.

Die Verdunkelung wird sich im Sommer auf die Temperatur und Luftbeschaffenheit im Kranführerstande sehr nachteilig auswirken, was die anstrengende Arbeit im heißen Hüttenbetriebe nur noch mehr erschweren muß. Die Einflüsse bestehen in erhöhter Raumtemperatur der Hallen, strahlender Hitze (Walzwerke) und aufsteigenden Dämpfen und Gasen (Stahlwerke, Elektrostahlwerke). Als Gegenmittel kommen in Betracht:

1. Isolierung des Führerstandes gegen Hitzeeinwirkung (doppelte Wandung mit isolierender Zwischenschicht, weißer Anstrich gegen strahlende Hitze, z. B. über Tieföfen).

2. Verlegung des Führerstandes an eine günstigere Stelle.

3. Künstliche Entlüftung des Hallenraumes.

4. Belüftung des Führerstandes durch Zuführung von Frischluft, etwa über eine an der Kranbahn entlang laufende Wasserrinne mit Tauchverschluß.

5. Herstellung eines Luftumlaufes im Führerstande oder um diesen.

Zu erwähnen ist schließlich noch die Einstellung von Frauen als Kranführerinnen auf leichteren Kranen und die damit verbundene Anlernung oder Schulung der Kranführer überhaupt. Das führt zu dem Gedanken der Kranführerschulen, deren Zahl im Laufe der letzten Jahre zugenommen hat, was durchaus im Sinne der Unfallverhütung liegt. Erwähnt sei die vom Reichsinstitut für Berufsausbildung in Handel und Gewerbe herausgegebene Schrift „Die Kranführerschulung“.

Abschließend noch ein Wort über die Bedeutung der Unfallverhütung. Man kann nachrechnen, daß der Ausfall an Arbeitszeit durch Betriebsunfälle in Deutschland im Jahre etwa 30 000 000 Schichten beträgt, das wäre gleichzusetzen einer Menschenzahl von 100 000, die während des ganzen Jahres für die Erzeugung ausfällt. Das besagt in der Gegenwart viel! Kranunfälle sind häufig und oft schwerer Natur. Geübte Kranführer sind Facharbeiter, die schwer zu entbehren und ebenso schwer zu ersetzen sind. Die Unfallverhütung wird hier besonders wichtig: Mehr Sicherheit und weniger Unfälle!

An den Vortrag schloß sich folgende Aussprache an.

W. Bonn, Essen: Daß zum Teil schwere Unfälle beim ungesteuerten Absinken der Last, besonders bei Gießkränen, vorgekommen sind, ist in den meisten bekanntgewordenen Fällen auf Ausheben der Achsen von Seiltrommeln zurückzuführen. Das hat uns veranlaßt, besonders an Gießkränen, Beobachtungen anzustellen und die vorliegenden Verhältnisse genauer nachzuprüfen, sowie den in den Auflagerstellen der Trommelachsen wirkenden Kräften nachzugehen. Die folgenden Darstellungen mögen als Anregung für eine Nachprüfung ähnlich gelagerter Fälle in Ihrem Kranbetrieb dienen.

Bild 1 zeigt den Aufbau eines Trommelsystems mit eintrümiger Seilaufwicklung im Aufriß und im Grundriß. Bei Seiltrommeln dieser Art sind die Bedingungen, welche zu einem Ausheben der Trommelachse und damit zum Absturz der Last führen können, am günstigsten. Meines Wissens haben sich die bekanntgewordenen Unfälle auch nur bei solchen Trommeln ereignet. Die Trommelachse ist beiderseits in Lagerbleche eingelegt und wird gegen Drehen und Ausheben durch vorgesetzte Achshalter gehalten. Diese sind mit Kopschrauben befestigt. Um eine nach unten wirkende Belastung des Lagers am Trommelritzel zu erreichen, ist der Seilaufwurf auf die zwischen Trommelachse und Trommelritzel liegende Seite des Trommelmantels gelegt. Das im Punkt „f“ befestigte Seil wandert beim Aufwickeln bis zu dem mit „d“ bezeichneten Punkt, welcher der höchsten Hakenstellung entspricht. Das auf die vom Auflager „A“ zum Eingriff des Trommelzahnrades „C“ gedachte Achse bezogene statische Moment aus dem Seilzug löst den Auflagerdruck in „B“ aus, welcher sich je nach der Lage des Seiles auf dem Trommelmantel in seiner Größe und Richtung ändern muß. Diese Änderung des Auflagerdruckes „B“ in Abhängigkeit von dem von „f“ nach „d“ wandernden Seilzuge wurde in dem gezeichneten Diagramm dargestellt. Es ist ersichtlich, daß die Richtung des Auflagerdruckes bei gewichtslosem Trommelsystem im Punkt „e“ wechselt. Das heißt, bei einer Wanderung des Seiles von „f“ über „e“ hinaus wird der bisher nach unten gerichtete Auflagerdruck „B“ aufwärtsgerichtet. Er belastet dann aber den für diese Kraftaufnahme nicht vorgesehenen Achshalter und dessen Befestigungsschrauben. Unter Berücksichtigung des Eigengewichtes des Trommelsystems ver-

schiebt sich der Punkt für den Richtungswechsel des Auflagers „B“ nach „x“. Die punktierte Linie des Diagramms grenzt die Größe der Auflagerdrücke „B₁“ für diesen Fall ab, welche den

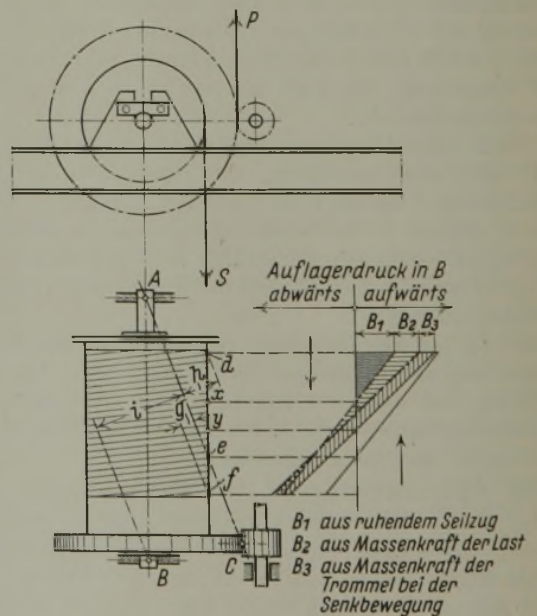


Bild 1. Kräfteverlauf beim Trommelsystem mit eintrümiger Seilaufwicklung.

tatsächlichen Verhältnissen bei stillstehender Trommel und konstantem Seilzug entsprechen. Zu dieser Wirkung des aus der ruhenden Last resultierenden Seilzuges kommt der zusätzliche Seilzug aus der Massenwirkung der beim Heben zu beschleunigenden und beim Senken zu verzögernden Last, dessen Einwirkung „B₂“ aus der strichpunktiierten Linie des Diagramms hervorgeht.

Der Einfluß der z. B. beim Abbremsen der Last auftretenden Massenkräfte kann besonders bei Gießkranen ein erhebliches Ausmaß gewinnen, da hier bei den Kranführern die Meinung vorherrscht, man müsse, um sicher zu gehen, die Hubwerksbremse so scharf wirkend einstellen, daß die sinkende Last unter allen Umständen schnell und auf kürzestem Wege zum Stillstand gebracht werden müsse. Um dies zu erreichen, wird nicht selten die auf Gießkranen vorhandene und vielfach als Fußbremse ausgebildete Notbremse zusätzlich benutzt.

Ferner wirkt sich im Auflager „B“ die beim Abbremsen der im Senksinne rotierenden Massen des Trommelsystems entstehende Reaktion aus dem Zahndruck nach oben gerichtet aus, deren Einfluß „B 3“ durch die ausgezogene Linie des Diagramms dargestellt ist. Der Punkt für den Richtungswechsel des Auflagerdruckes in „B“ verschiebt sich unter Berücksichtigung der genannten drei verschiedenen Kraftwirkungen nach „y“.

Unter Berücksichtigung aller wirkenden Kräfte wurde bei dem 100-t-Hubwerk eines Gießblaufkranes, welcher dem gezeichneten Diagramm die Werte lieferte, ein nach oben gerichteter Auflagerdruck in „B“ von 3,6 t ermittelt. An diesem Auflagerdruck sind die Kräfte aus Massenwirkung von Last und Trommel mit 1,7 t beteiligt. Diese schlagartig auftretende Kraft wurde von einem Achshalter, der mit zwei unbearbeiteten Schrauben befestigt war, aufgenommen.

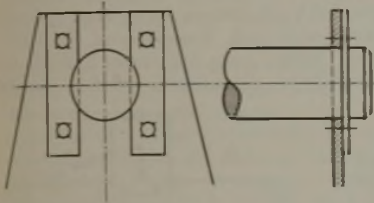


Bild 2. Befestigung der Trommelachse durch volle Bohrungen.

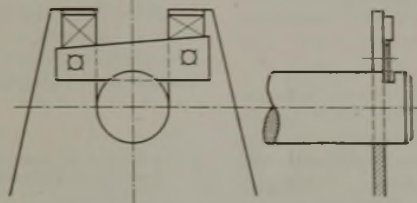


Bild 3. Sicherung der Trommelachse mit Hilfe vorgeschweißter Entlastungseisen.

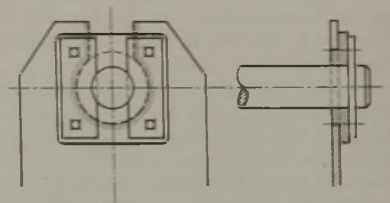


Bild 4. Sicherung der Trommelachse durch Stecklager.

In allen ähnlichen Fällen erwies sich eine derartige Befestigung der Achshalter als durchaus ungenügend, da die verwandten Kopfschrauben unbearbeitet waren und keine Gewähr für eine schließende Anlage des Schraubenschafes an der Lochwandung geben. Außer der an sich vorhandenen Gefahr eines Abreißen der Schrauben am Gewindeansatz durch Kerbwirkung besteht daher auch noch eine zusätzliche Biegebungsbeanspruchung in dem ohnehin gefährdeten Querschnitt. Außerdem wurde in einigen untersuchten Fällen festgestellt, daß durch das inzwischen erfolgte Ausschlagen der Schraubenlöcher im Achshalter die auf die Schrauben wirkende Schlagwirkung noch erheblich vergrößert wurde. Diese Feststellungen dürften die Ursache zu den vorgekommenen Zerstörungen der Achshalterschrauben abgeben und damit für das Freiwerden und schließlich Ausheben der Trommelachse verantwortlich gemacht werden.

Es ist also zu fordern, daß die Achshalterschrauben völlig entlastet werden. Seit einiger Zeit wird von den Herstellerfirmen in verschiedener Weise darauf Rücksicht genommen. Das Durchstecken der Trommelachse durch volle Bohrungen in den Lagerblechen, wie im Bild 2 gezeigt, ist wohl sicher, hat aber in bezug auf Ausbaumöglichkeiten bei Instandsetzungsarbeiten Nachteile. Die gebräuchlichste Art der Sicherung ist in Bild 3 dargestellt und besteht aus zwei dem Achshalter vorgeschweißten Entlastungseisen. Es empfiehlt sich aber auch hier, die Anlageflächen der Entlastungseisen und der Achshalter zu bearbeiten, damit eine satte Auflage gewährleistet wird. Eine weitere gute Ausführungsart geht aus Bild 4 hervor, bei welcher die Achse durch Stecklager gehalten wird, die in die erweiterte Bohrung des Lagerbleches eingepaßt sind. Bei Anwendung dieser oder ähnlicher zweckentsprechenden Lösungen und bei Verwendung von bearbeiteten und gegen Lösen gesicherten Befestigungsschrauben dürften sich Unfälle der von Herrn Dr. Schwantke erwähnten Art vermeiden lassen.

Es sei kurz noch erwähnt, daß ähnliche Verhältnisse, wie sie bei eintrümmigen Trommeln vorstehend geschildert wurden, auch bei Trommeln mit zweitrümmigem Seilauflauf zutreffen können, wenn diese einen verhältnismäßig langen Trommelhals auf der Seite des Antriebsrades besitzt. Bei normal ausgebildeten Seiltrommeln mit zweitrümmigem, symmetrischem Seilauflauf heben sich die Momente aus den Seilzügen gegenseitig auf, so daß eine wesentliche und unerwünschte Beanspruchung der Trommelachslagerung nicht zu befürchten ist.

Außer der Lagerung der Trommelachsen empfiehlt es sich, der Lagerung des Trommelritzels besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, da durch Bruch von Lagerfüßen und Befestigungs-

schrauben an dieser Stelle ebenfalls Lastabstürze vorgekommen sind. In diesen Fällen war nach der Zerstörung seiner Lagerung das Trommelritzel ebenfalls außer Eingriff mit dem Trommelzahnrad gekommen. Bei älteren Kranen sind vielfach Konstruktionen anzutreffen, die eine recht ungünstige Beanspruchung der Trommelritzellager durch die horizontal gerichtete Komponente des Zahndrucks zulassen, so daß sich besonders bei Gießkranen eine Nachprüfung empfiehlt. Unter allen Umständen ist in solchen Fällen die Verwendung von gußeisernen Lagerkörpern zu vermeiden und für eine absolut sichere Gestaltung der Schraubenbefestigung zu sorgen.

H. Meyer, Rheinhausen: Das erwähnte Unglück mit dem Endausschalter wurde durch eine doppelte Schuld des Kranführers hervorgerufen: Er hat vor dem Verlassen des Führerkorbes den Hauptschalter nicht ausgeschaltet und sogar den Hubwerkskontrollen auf den 3. Kontakt für „Senken“ gestellt. Das dadurch beim Einrücken des Endsalters in Bewegung kommende Hubwerk erfaßte seine Kleidung und quetschte ihm das Bein ab. Hier läßt sich bei Neuanlagen Abhilfe schaffen, sofern als Hauptschalter ein sogenannter „Selbstausschalter“ verwendet wird, der mit Hilfe der an ihm vorgesehenen Kontakte mit dem Endausschalter so verbunden wird, daß das Ausschalten des Endaussalters durch Zuhoefahren selbsttätig die Auslösung des Hauptsalters verursacht. Da meistens hierdurch eine Vermeh-

rung der Schleifleitungen bedingt wird, bedeutet das aber eine wesentliche Komplikation der Gesamtschaltung.

Kranhaken sollten unseres Erachtens nur aus bestem Siemens-Martin-Stahl hergestellt, in regelmäßigen Zeitabständen genauestens geprüft und einem Nachglühen in Fachanstalten unterzogen werden.

Bezüglich der Kranführerschulen glauben wir bemerkt zu haben, daß sich die Anzulernenden leicht auf die von ihnen verlangten Kunstgriffe einstellen. Wir ziehen daher die unter Aufsicht vorzunehmende Anlernung im Betrieb mit Aufrücken von den leichtesten bis zu den schwersten Kranen vor mit gleichzeitiger gründlicher Unterweisung über die Gefahren und ihre Vermeidung durch genaueste Befolgung der Vorschriften.

H. Froitzheim, Dortmund: Als Kranhaken verwenden wir schon seit langem in den meisten Fällen Lamellenhaken, um ein Reißen weniger häufig werden zu lassen. Außerdem muß der Kranhaken von Zeit zu Zeit unter fachmännischer Leitung ausgeglüht werden.

A. Tolksdorf, Düsseldorf: Bei einer normalen Ausbildung kann man ohne Kranführerschule auskommen, wenn man genügend Zeit hat. Aber jetzt haben wir keine Zeit, um jahrelange Erfahrungen zu sammeln und den Kranführer anzulernen. Jetzt sind so viele Leute anzulernen, daß man ohne Kranführerschule nicht durchkommen kann, und vor allen Dingen, wenn es sich um Frauen handelt, die jetzt eingestellt werden, muß man unbedingt zur Kranführerschule übergehen.

K. Schwantke, Essen: Zur Frage der Kranführerschule muß ich sagen, daß ich mich als Freund dieser Ausbildung bekenne, weil auf diese Weise die Leute unterwiesen werden über den Sinn der ganzen Sache. Sie werden über Bedeutung und Einrichtung des Kranes aufgeklärt und erhalten so Einblick über ihre Tätigkeit und die Einzelheiten, mit denen sie es zu tun haben. Das halte ich für sehr wichtig, damit sie wissen, worum es geht.

H. Dittmar, Huckingen: Anlässlich eines Kranhakenbruchs haben wir sämtliche Kranhaken der Hütte einer analytischen Untersuchung unterworfen und sind dabei zu erschreckenden Ergebnissen gelangt. Wir haben u. a. festgestellt, daß selbst von maßgebenden Kranbaufirmen gelieferte Krane zum Teil mit aus unberuhigtem Thomasstahl angefertigten Haken versehen waren. Ein 60-t-Haken eines Vorrückkranes ging durch Zug der Pfannentraverse unter den Kranuntergurt zu Bruch, wobei der Untergurt nicht die geringsten Verformungen oder Beschädigungen erlitt. Der Haken war im gefährlichen Querschnitt wie Glas zerbrochen. Die angestellten Untersuchungen sämtlicher Kranhaken

hatten zur Folge, daß 35 % ausgewechselt werden mußten. Wir verwenden jetzt nur noch Haken aus alterungsbeständigem Siemens-Martin-Stahl nach unserer besonderen Vorschrift und haben damit bisher die besten Erfahrungen gemacht. Den gleichen Stahl verwenden wir für die Kran- und Pfannentraversen. Ich möchte diese Untersuchungen der Kranhaken dort, wo es noch nicht geschehen ist, wärmstens empfehlen.

Bezüglich der Kranführerschulen ist es wohl so, daß bei vielen Firmen Zeit und Mittel zur Errichtung solcher Schulen bisher nicht bereitgestellt worden sind. Wir haben einen Werkstattkran für diesen Zweck eingerichtet. Jeder Kranführer und jede Kranführerin wird bei der Einstellung auf diesem Kran zunächst einmal mit der Kraneinrichtung und mit den Fahr- und Unfallverhütungsvorschriften bekannt gemacht. Nach dieser Unterweisung und nach der ersten Fahranleitung muß der Unterzeichnete auf einem Vordruck bescheinigen, daß er über die Bestimmungen und Einrichtungen unterrichtet wurde. Dann erfolgt die weitere Anleitung auf dem Kran, den der Eingestellte end-

gültig im Betrieb zu fahren hat. Die Erfahrung lehrt, daß die beste Schulung die auf dem Betriebskran ist, da ja die Verhältnisse in allen Betrieben verschiedenartig sind. Den Standpunkt, daß Frauen nur Krane geringer Tragkraft fahren sollen, kann ich nicht teilen. Ein Baukran großer Tragkraft, jedoch mit geringen Arbeitsschwindigkeiten, kann viel leichter von einem Kranführer mittlerer Güte bedient werden als ein schneller 5-t-Kran, der sperrige Güter in Hallen mit großer Gefolgschaft und starker Werkzeugmaschinenbesetzung bewegt.

Ich möchte noch zurückkommen auf die gezeigte Bolzen- und Achsensicherung für die Seiltrommeln (vgl. Bild 3), die ich in Huckingen erstmalig eingeführt habe. Die Sicherung des Keiles erfolgt jedoch nicht, wie in Bild 3 gezeigt, sondern mittels Schraube in einem kleinen Paßstück, welches hinter dem festgetriebenen Keil verschraubt wird. Durch die Festkeilung wird vermieden, daß sich die Achsen in die Schilder einschlagen. Das gleiche ist bei den Kranlaufradbolzen, die wir auch mit solchen Keilen sichern, der Fall.

Umschau.

Gaserzeugung unter Sauerstoffverwendung nach dem Thyssen-Galocsy-Verfahren.

Die neueren Bestrebungen zur Verwendung von Sauerstoff im Hochofenbetrieb, über die kürzlich R. Durrer¹⁾ berichtete, sind auch mit Erfolg bei der Gaserzeugung aus Kohle oder Koks angewandt worden.

Wenn der mit Sauerstoff betriebene Niederschachtofen ohne Erz arbeitet, entsteht der Abstichgaserzeuger. Für die Erzeugung von Schwachgas, Wassergas und Synthesegas werden erhebliche Koksmengen verbraucht, die mithin metallurgischen Zwecken entzogen werden. Es ist damit zu rechnen, daß in Zukunft die Synthesegaserzeugung zur Herstellung von Benzin und die Lieferung von Ferngas eine erhebliche Steigerung erfahren. Hierfür müssen demnach weitere Koksmengen zur Verfügung gestellt werden. Fettkohlen, aus denen der Koks hergestellt wird, stehen in überreichlichem Maße nicht zur Verfügung. Somit steht die Lösung der Aufgabe der Kohlenvergasung, die vom Reichswirtschaftsministerium und von der Reichsgruppe Energiewirtschaft vorangetrieben wird, im Brennpunkt gastechnischer und metallurgischer Belange. Dazu kommt vornehmlich die Anwendung von Sauerstoff in Frage. Hierfür stehen verschiedene Verfahren mit im Vordergrund, z. B. das der Demag, das in sinnvoller Bauart Staubkohle beliebiger Art im Schwebezustand unter Anwendung von Luft oder Sauerstoff mit Dampf in Verbindung mit einem Hilfsgas vergast.

Die nachstehenden Ausführungen erläutern in großen Zügen das Verfahren von Thyssen-Galocsy, das ebenfalls den Durrerschen Ausführungen Anregung vermittelt. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Sauerstoffverfahren zur Vergasung von Brennstoffen zu stickstoffarmen Heiz- oder Synthesegasen bei flüssiger Schlacke. Die bisherigen Versuche der stetigen Vergasung mit Sauerstoff und Dampf waren bis auf den Sonderfall des Winkler-Gaserzeugers mit einer im Vergasungsmittel schwebenden Ladung ohne Erfolg, weil durch einen übermäßigen Dampfzusatz das Schmelzen der feuerfesten Steine verhütet werden mußte. Die Folge davon war, daß die damit im Zusammenhang stehende Abkühlung die Bildung von Kohlensäure, Wärmeverluste und eine Einschränkung der Durchsatzleistung hervorrief. Die Ursache dieser Mißerfolge wurde darin erkannt, daß Sauerstoff mit Kohlenstoff schon bei niedrigerer Temperatur reagiert als Dampf. Der Dampf muß also erst durch die Verbrennungswärme auf Reaktionstemperatur sehr hoch erhitzt werden. Es ergibt sich also erst in einem Zeitabstand nach dem Verbrennen von Kohlenstoff mit Sauerstoff mit vorgewärmtem Kohlenstoff Wassergas, während sich aber inzwischen schon in der Gasphase durch Verbrennung entstandenes Kohlenoxyd mit Wasserdampf zu Kohlensäure und Wasserstoff teilweise umgesetzt hat.

Das Thyssen-Galocsy-Verfahren vermeidet diese hintereinanderfolgenden wärmeliefernden und wärmeverbrauchenden Vorgänge. Dies geschieht dadurch, daß das Sauerstoff-Dampf-Gemisch vor seinem Eintritt in den glühenden Brennstoff über die Reaktionstemperatur des Wasserdampfes mit Kohlenstoff erhitzt wird, und zwar so hoch, daß die Freilauf-temperatur der flüssigen Schlacke erreicht wird. Der Erfolg ist der, daß das Verbrennen des Kohlenstoffes und die Reduktion des Wasserdampfes zusammenfallen. Es braucht demnach nur

der für die Wassergasreaktion erforderliche Dampf zugeführt werden, um die notwendige Temperatur einzuhalten.

Bild 1 zeigt den Aufbau des Thyssen-Galocsy-Gaserzeugers. Rings um den Gaserzeuger sind Vorkammern angeordnet, in denen in dem Gemisch von Sauerstoff und Wasserdampf ein Hilfsbrennstoff verbrannt wird. Dieser kann aus einem Teil des im Gaserzeuger entstehenden Gases entnommen werden, dessen

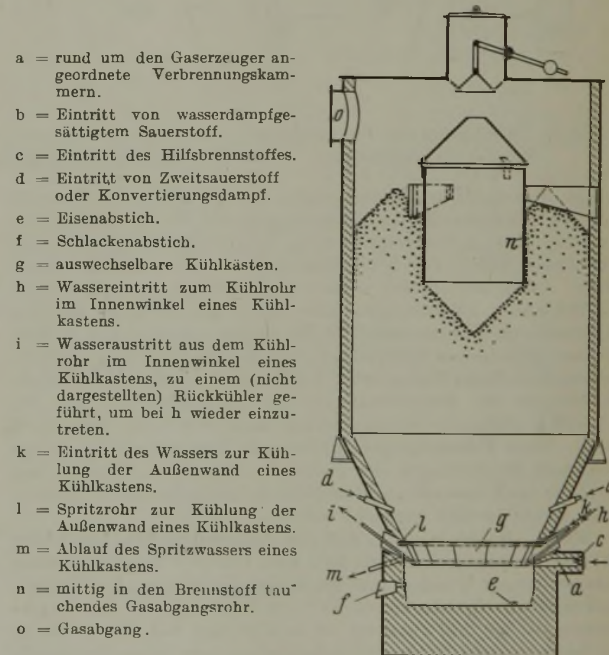


Bild 1. Thyssen-Galocsy-Gaserzeuger.

Verbrennungsergebnis durch Kohlenstoff wieder reduziert wird. Es entsteht eine dem Heizwertinhalt dieses Hilfsgases entsprechende Menge Kohlenoxyd und Wasserstoff. Diese Maßnahme läßt sich so erklären, daß das Hilfsgas bei seiner Verbrennung nur als Sauerstoffträger und zur Temperaturverlagerung dient. Im Unterteil des Gaserzeugers entsteht somit aus jedem Brennstoff ein Gasgemisch von etwa zwei Drittel Kohlenoxyd und ein Drittel Wasserstoff. Das Gasgemisch ist fast frei von Kohlensäure und Stickstoff. Dieses heiße Gemisch entgast beim Aufsteigen den Brennstoff nach Art der Spülschmelze. Das Endgas, als Oxygas bezeichnet, enthält auch die Schwelzerzeugnisse, woraus etwa 75 bis 80 % des Schweltees abgetrennt werden.

Wenn Synthesegas erzeugt werden soll, wird dem Brennstoff etwas Eisenerz zugesetzt, um die Umwandlung des überschüssigen Kohlenoxyds mit zusätzlichem Wasserdampf im Schacht zwischen Vergasungs- und Schwelzone zu bewirken. Die dabei frei werdende Reaktionswärme wird zur Schwelung und Entgasung eines feuchten Brennstoffes sowie zur Vorwärmung des Erzes nutzbar. Es ist zweckmäßig, eine gewisse Menge Eisenerz zuzugeben, um die aus der Brennstoffschlacke sich ergebende geringe Roheisenmenge bei jedem Abstich bequem zu entfernen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 877/82 (Hochofenausssch. 193).

Der Stand der Entwicklung ist so, daß in den Thyssenschen Gas- und Wasserwerken in Duisburg-Hamborn ein halbtechnischer Versuch bei 2 t Tagesdurchsatz in mehr als zweieinhalb-jährigem Dauerbetrieb als sehr günstig anzusehen ist. Aus Koks, aschenreicher Gasflammförder- oder Magerkohle wird Oxygas und Synthesegas erzeugt. Im ungarischen Stickstoffwerk Pecs liefert eine Anlage bei 10 t Tagesdurchsatz in mehrmonatigem Betrieb aus Steinkohle und Braunkohle bei Eisenerzzusatz Oxygas, Synthesegas, Schwelteer und Roheisen.

Nach diesem Verfahren sind alle in üblichen Schachtgas-erzeugern verwendeten Brennstoffe, also nicht backende Steinkohlen, u. a. stückige Braunkohlen zu gebrauchen, wenn das Feinkorn unter etwa 5 mm, ferner ungewaschene aschenreiche Sorten der genannten Brennstoffe sowie backende Kohlen-sorten, wenn das Feinkorn unter etwa 2 mm abgeseibt wird bei Magerung mit anfallender Schlacke oder mit geeignetem Eisenerz.

Die im Gange befindlichen Arbeiten, die in Deutschland demnächst ins Großtechnische übertragen werden, zeigen neue Wege der restlosen Vergasung von Brennstoffen jeglicher Art unter Anwendung von Sauerstoff. Im Zuge dieses oder ähnlicher Verfahren ergibt sich daher eine verstärkte Bereitstellung von Fettkohle oder Koks für metallurgische Zwecke.

Die Vergasungsseite steht hier selbstverständlich im Vordergrund. Steigende Mengen des Erzsatzes erhöhen den Kohlen-säuregehalt des Gases. Es können sich aber zunächst für die Verhüttung dichter, chemisch schwer reduzierbarer Erze, Schlacken oder Schrott immerhin gewisse Aussichten ergeben. Es fällt an: Heiz- oder Synthesegas, Schwelteer und Roheisen, das im Gaserzeuger höchst sauer erschmolzen wird. Beispielsweise entsteht bei phosphorarmen Erzen oder Schrott ein Ferro-silizium, das einen wesentlich höheren Siliziumgehalt aufweist als ein Hochofen-ferrosilizium. Max Paschke.

Druckmutter mit, Preßstoffutter.

Die Verwendung von Preßstoff für Walzwerkslager hat sich bis auf die wenigen Ausnahmefälle, in denen die Zapfentemperatur wie bei Feinblech-Warmwalzwerken zu hoch liegt oder sonstige Sonderverhältnisse vorhanden sind, allgemein durch-gesetzt, da sich wesentliche betriebliche Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Metallagern ergeben. Es ist damit eine nicht unerhebliche laufende Ersparnis an Metallen verbunden.

Weitere große Metallmengen bei den Walzgerüsten sind in den Anstellmuttern festgelegt. Wenn der Verschleiß hier auch unbedeutend ist, so wäre die Freistellung dieser Metallmenge für andere Zwecke doch erwünscht. Tatsächlich zeigt sich, daß diese Anstellmuttern ersetzt werden können. Für manche Fälle, z. B. bei Feinblechgerüsten, hat sich Stahl hierfür durchaus bewährt. Immerhin liegt eine gewisse Neigung zum Fressen vor, der man durch Verkupferung oder Verchromung entgegenzuwirken versucht hat.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Anwendung von Preßstoff, der in Stahlbuchsen eingepreßt ist. Nachdem bereits vor Jahren erste Versuche an einer Blockstraße nicht unbefriedigend verlaufen sind, hat neuerdings ein mitteldeutsches Werk eine solche Ausführung nach Bild 1 für eine 600er Duo-Umkehrstraße mit sehr befriedigendem Erfolg angewendet. Es ist bereits die frühere Laufzeit der Bronzemuttern erreicht worden, ohne daß bisher ein wesentlicher Verschleiß festzustellen ist; deshalb soll nunmehr auch die 750er Blockstraße dieses Werkes in ähnlicher Form nach Bild 2 ausgerüstet werden. Als Werkstoff für die Gewindebuchse wird ein Hartgewebepreßstoff verwendet. Das Gewinde wird nachträglich eingeschnitten. Die Schmierung erfolgt durch Preßfett über die in den Bildern eingezeichnete Schmiernute.

Einfluß von Zinn auf Stahl-Feinblech.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird zum Teil gefordert, daß hochwertige Feinbleche höchstens 0,025 % Sn enthalten. Dadurch werden die Kosten für die Stahlerzeugung

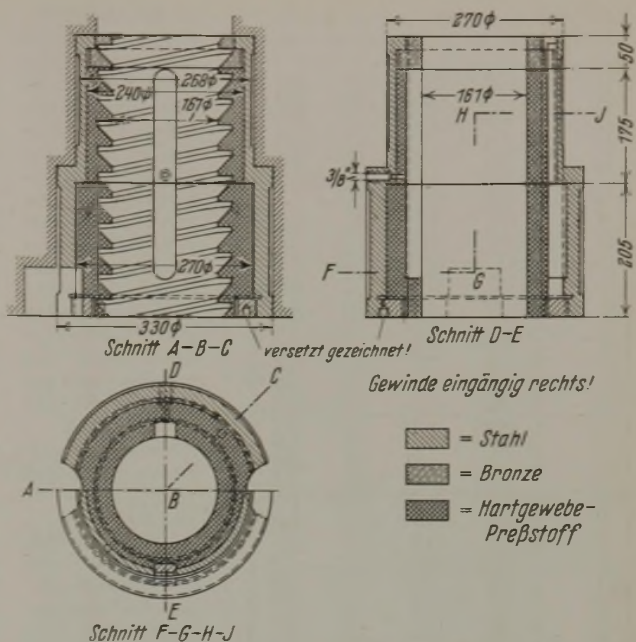


Bild 1. Mit Preßstoff ausgekleidete Druckmutter einer 600er Duo-Umkehrstraße.

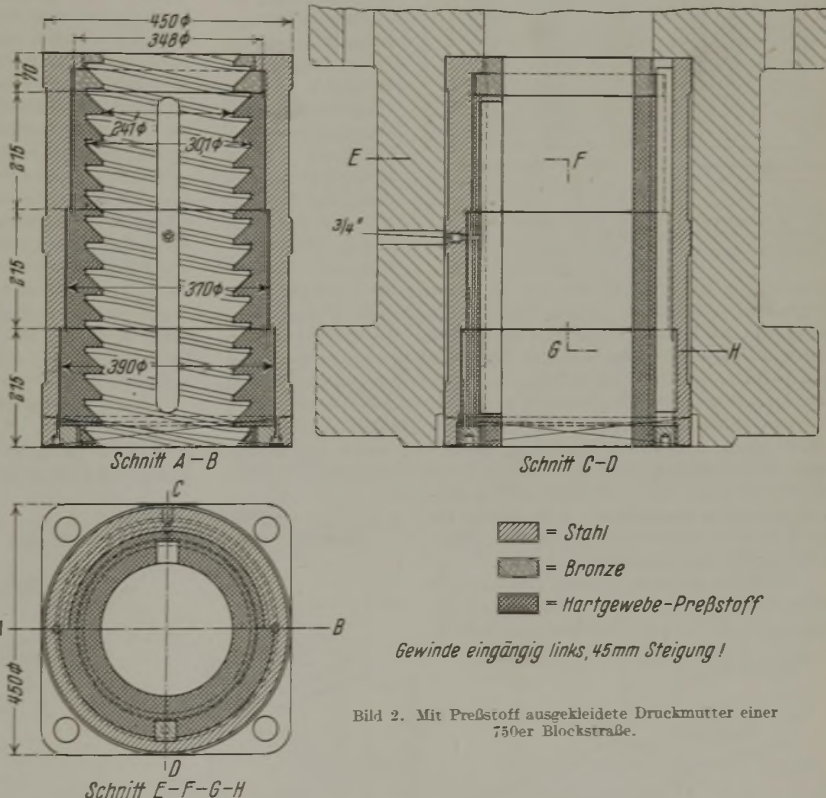


Bild 2. Mit Preßstoff ausgekleidete Druckmutter einer 750er Blockstraße.

in manchen Fällen wesentlich gesteigert, da zinnhaltige Schlacken im Hochofenwerk und gewisse Schrottsorten im Siemens-Martin-Stahlwerk nicht mehr verwendet werden können. Paul J. McKimm¹⁾ untersuchte deshalb den Einfluß des Zinns auf die Eigenschaften von Feinblechen, die aus unberuhigtem weichen Stahl betriebsmäßig hergestellt worden waren. Es waren dazu vorgeblockte Brammen auf einer durchlaufenden Breitbandstraße auf etwa 2 bis 2,5 mm dicke Bänder ausgewalzt, gebeizt und kalt auf 0,95 mm Dicke heruntergewalzt worden; die Bänder wurden dann zu Blechen zerschnitten und in Haubenöfen bei etwa 700° rekristallisierend gegläht.

Bemerkenswert ist die Untersuchung der Seigerungsverhältnisse von Zinn. Stahl mit einer Pfannenanalyse von 0,08 % C, 0,30 % Mn, 0,008 % P, 0,029 % S, 0,046 % Cr, 0,16 % Cu, 0,06 % Ni und 0,07 % Sn wurde zu Brammen der Abmessung 960 x 610 x 1524 mm³ vergossen. Die Gesamtzugabe

¹⁾ Steel 106 (1940) Nr. 19, S. 64, 67 u. 68; Nr. 20, S. 60 u. 64.

940			
470	140	140	140
50	89		
C	0,08	0,08	0,04
Mn	0,34	0,34	0,34
P	0,010	0,010	0,005
S	0,004	0,003	0,002
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,16	0,21	0,19
C	0,05	0,05	0,04
Mn	0,34	0,34	0,34
P	0,010	0,008	0,005
S	0,004	0,005	0,005
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,17	0,16	0,16
C	0,04	0,04	0,04
Mn	0,33	0,32	0,33
P	0,008	0,007	0,007
S	0,004	0,004	0,004
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,17	0,16	0,16
C	0,04	0,04	0,04
Mn	0,33	0,32	0,33
P	0,008	0,007	0,007
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,16	0,15	0,15
C	0,04	0,03	0,03
Mn	0,32	0,32	0,32
P	0,008	0,007	0,007
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,16	0,15	0,15
C	0,04	0,03	0,03
Mn	0,32	0,32	0,32
P	0,007	0,007	0,007
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,16	0,15	0,15
C	0,03	0,03	0,03
Mn	0,31	0,31	0,31
P	0,007	0,007	0,007
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,15	0,15	0,15
Sn	0,16	0,15	0,15
C	0,03	0,03	0,03
Mn	0,30	0,30	0,30
P	0,006	0,006	0,006
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,14	0,14	0,14
Sn	0,11	0,09	0,09
C	0,03	0,03	0,03
Mn	0,30	0,30	0,30
P	0,006	0,006	0,006
S	0,004	0,003	0,003
Cu	0,14	0,14	0,14
Sn	0,10	0,08	0,08
C	0,03	0,03	0,03
Mn	0,30	0,30	0,30
P	0,006	0,006	0,006
S	0,003	0,002	0,002
Cu	0,14	0,14	0,14
Sn	0,07	0,05	0,05
480			
146	146	146	51
978			

Bild 1. Seigerung in einer Bramme aus schwach beruhigtem Stahl mit 0,08 % C, 0,30 % Mn, 0,008 % P, 0,029 % S, 0,16 % Cu und 0,07 % Sn.

halt betrug 0,85 %. Bleche aus Schmelzen bis rd. 0,08 % Sn zeigten dieselbe Härte, Oslsen-Tiefung, Zugfestigkeit und Dehnung wie solche aus zinnfreien Schmelzen. In einem Bereich von 0,19 bis 0,27 % Sn war der Werkstoff besonders hart und gab beim Kaltwalzen zu Störungen Anlaß; dagegen ließen sich Bänder mit höheren Zinngehalten wieder einwandfrei verarbeiten. In dem kritischen Zinnbereich wurde ein starker Anstieg der Härte nach natürlicher Lagerung gefunden, wenn die Bleche nach der Glühung den üblichen Polierstich erhalten hatten; die Härte kann bis zu 30 Rockwell-B-Einheiten steigen, wenn dieser Arbeitsgang bei noch nicht auf Raumtemperatur abgekühlten Blechen durchgeführt wird.

McKimm kommt zu dem Schluß, daß beim Einsetzen üblicher Schrottsorten ein Zinngehalt von höchstens 0,07 %

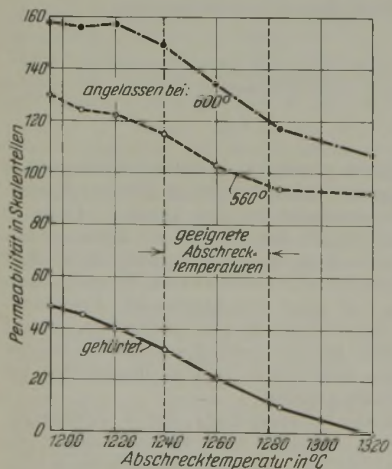


Bild 1. Messungen an Schnellstahl über die Permeabilität nach dem Härten und nach dem Anlassen in Abhängigkeit von der Härtetemperatur.

an Aluminium in Pfanne und Blockform betrug etwa 55 g/t; der Stahl war unberuhigt, jedoch schon ziemlich frei von den üblichen Gasblasen. Eine Bramme wurde parallel zur Breitseite aufgeschnitten und genau in der Mitte analysiert. Die Art der Probenahme sowie deren Ergebnisse gehen aus Bild 1 hervor; der

Zinngehalt schwankt danach zwischen 0,05 und 0,26 % je nach Blocklage.

Es wurde eine ganze Reihe von Versuchsschmelzen im Siemens-Martin-Ofen hergestellt, sei es durch Einsatz von zinnhaltigem

Schrott oder durch Zugabe von Reinzinn in die Blockform. Dabei ergaben sich aus flüssigem Stahl Zinngehalte von 0,012 bis 0,30 %;

der höchste in einem Blech gefundene Zinngehalt betrug 0,85 %.

nicht überschritten wird und daß dieser für die erzeugten Fertigbleche nicht von Bedeutung ist. Dieser Schlußfolgerung kann man sich jedoch nicht anschließen, wenn man mit den vom Verfasser gefundenen Seigerungsverhältnissen in der Größenordnung von fast 1 : 4 rechnet. Es sind dem Berichtserstatter aus eigener Erfahrung Fälle bekannt, in denen Zinngehalte von 0,12 % im Blech bei der Verarbeitung schon erhebliche Störungen verursacht haben, besonders dann, wenn das Blech ohne Zwischenglühung mehrere Züge auszuhalten hatte und damit also zusätzlich Alterungserscheinungen einwirken konnten. Man wird daher Schmelzen mit Zinngehalten von mehr als etwa 0,04 % zweckmäßig zu Blechen verarbeiten lassen, deren geringere Beanspruchung beim Verbraucher bekannt ist. Es muß noch berücksichtigt werden, daß in Deutschland ein Großteil der Feinbleche nach anderen Verfahren hergestellt wird und damit dem Fertigblech durch geänderte Glüh- und Abkühlungsbedingungen andere Eigenschaften bei der Weiterverarbeitung zukommen.

Werner Busson.

Magnetische Härteprüfung von Schnellstählen.

Von H. Springer¹⁾ wird ein magnetisches Prüfverfahren zur Beurteilung des Härtungszustandes von Schnelldrehstahl beschrieben. Der Prüfling wird hierbei in eine in Brückenschaltung liegende Meßspule, die mit Wechselstrom von 50 Hz gespeist wird, eingelegt. Die magnetische Feldstärke wird so eingestellt, daß keine vollständige Sättigung erfolgt. Die Permeabilität des Prüflings wird in Skalenteilen an einem Galvanometer abgelesen, das den Unterschied in der Induktion gegen ein Eichstück angibt.

Bei der Prüfung von gehärtetem Schnelldrehstahl in dieser Weise wurde gefunden, daß der Zahlenwert der magnetischen Messung, der zur „magnetisch gemessenen Härte“ in umgekehrtem Verhältnis steht, mit steigender Härtetemperatur fortschreitend abfiel (Bild 1). Ebenso sank er bei Verlängerung der Haltedauer für eine gleichbleibende Abschrecktemperatur, ferner bei Abmilderung der Abschreckwirkung von einer Wasserabschreckung zu Öl- bzw. Luftabkühlung und schließlich zu Stufenhärtung. Erklärt wird diese Erniedrigung der Permeabilität durch erhöhte Austenitbildung. Im Widerspruch hierzu steht aber die Tatsache, daß im angelassenen Zustand die durch verschiedene Härtetemperaturen hervorgerufenen Unterschiede in der magnetisch gemessenen Härte erhalten bleiben. Wie ebenfalls aus Bild 1 zu entnehmen ist, vergrößert sich bei üblichem Anlassen auf 560° der Abstand des angelassenen gegen den gehärteten Zustand nur geringfügig, während er bei zu hohem Anlassen auf 600° sogar vollständig gleichbleibt. Der Austenitgehalt des gehärteten Stahles müßte aber bei diesen Anlaßbehandlungen bis auf ganz geringe Reste zerfallen sein.

Noch zweifelhafter ist die Angabe, daß die mit Hilfe der magnetischen Messung erkennbare Einwirkung des Anlaßvorganges auf ein gehärtetes Stück für die Schnitthaltigkeit von Bedeutung sei. Danach soll ein Stahl mit hoher Schneidhaltigkeit (Stahl B in Bild 2 und 3) an einem großen Abstand von angelassen gegenüber gehärteter Leistung (Stahl A in Bild 2 und 3)

¹⁾ Z. VDI 84 (1940) S. 365/70.

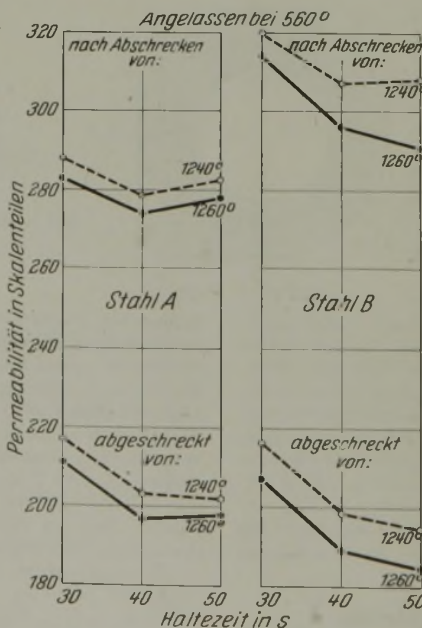


Bild 2 und 3. Permeabilität zweier verschiedener Stähle nach dem Härten bei 1240° und 1260° und nach dem Anlassen bei 560°.

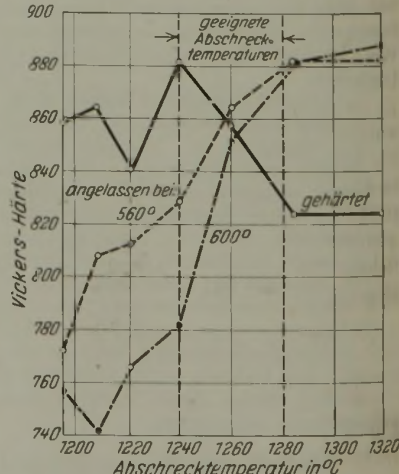


Bild 4. Härte der gleichen Prüflinge wie in Bild 1.

zu erkennen sein. Sollte dies durch einen höheren Austenitgehalt bedingt sein, so wäre dagegen einzuwenden, daß stark austenitbildende Schnelldrehstähle, wie z. B. solche mit hohem Chromgehalt, keineswegs eine bessere Schnitthaltigkeit als Schnelldrehstähle mit üblichen Austenitgehalten im gehärteten Zustand haben. Außerdem wird bei einem zu hohen Anlassen, das die Schnittleistung zweifellos beeinträchtigt, gemäß Bild 1 der Abstand von gehärtet gegen angelassen ebenfalls größer. Wenig anlaßbeständige Schnelldrehstähle mit dementsprechend niedriger Schnittleistung, die bei gleicher Wärmebehandlung mit gewöhnlichem Schnelldrehstahl verglichen werden, können auf Grund dieser den Abstand vergrößernden Wirkung des zu hohen Anlassens leicht zu Fehlschlüssen über ihre Schnitthaltigkeit führen.

Für die richtige Beurteilung des magnetischen Zustandes eines angelassenen Stückes ist die genaue Kenntnis der Härtingsbedingungen und des magnetischen Zustandes nach dem Härten erforderlich. Die mitgeteilten Ergebnisse können nicht belegen, daß unter diesen Voraussetzungen die magnetische Messung über den Behandlungszustand zuverlässigere Aus-

sagen machen kann als eine in gleichem Maße gehandhabte Bestimmung der Eindruckhärte durch zerstörungsfreie Oberflächenhärte-Prüfverfahren. Wie aus Bild 4 hervorgeht, wird eine Abschreckung von zu niedrigen Temperaturen sich dabei durch hohe Härte im gehärteten Zustand und einen Härteabfall im angelassenen, ein Abschrecken von hohen Temperaturen dagegen durch niedrige Härte im gehärteten Zustand und einen Härteanstieg im angelassenen kennzeichnen. Zu hohe Anlaßtemperaturen werden eindeutig durch das Absinken der Härte erfaßt.

Dem Verfahren könnte höchstens eine gewisse Bedeutung zukommen, wenn eine größere Anzahl von Stücken gleicher Form und gleichen Gewichtes aus demselben Stahl auf Gleichmäßigkeit des Härtingzustandes durchgeprüft werden soll. Es könnte dann eine umständlichere Schnitthaltigkeitsbestimmung auf einzelne Stücke beschränkt werden. Dazu wäre es aber zweckmäßig, die in Aussicht gestellte Fortentwicklung des Meßverfahrens durchzuführen, die das Ergebnis der magnetischen Messung unabhängig von der Form des Werkstückes macht. Hans Schrader.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 41 vom 10. Oktober 1940.)

Kl. 10 a, Gr. 4/01, B 175 208; Zus. z. Pat. 676 793. Koks-
ofenbatterie. Dr. Joseph Becker, Pittsburgh, Pa. (V. St. A.).

Kl. 18 b, Gr. 16/01, T 53 474; Zus. z. Anm. T 49 371. Ver-
fahren zur Gewinnung einer zur Ferromanganerzeugung ge-
eigneten phosphorarmen Schlacke beim Roheisenwindfrischen.
Erf.: Dr.-Ing. Eduard Herzog, Duisburg-Hamborn. Anm.:
August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, D 76 018. Behälter, insbesondere Druck-
behälter, die im Gebrauch bis etwa 350° hohe Streckgrenze bei
gleichzeitig hoher Dehnung aufweisen müssen. Erf.: Dr.-Ing.
Robert Scherer, Krefeld, und Dr.-Ing. Gerhard Riedrich, Krefeld-
Forstwald. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, B 176 369. Turbinenschaukeln. Erf.:
Dr.-Ing. Franz Rapatz, Kapfenberg. Anm.: Gebr. Böhler & Co.,
A.-G., Wien.

Kl. 48 b, Gr. 11/04, K 156 133. Verfahren zur Herstellung
eines Zinküberzuges aus Zinkchlorid bzw. zinkhaltigen Stäuben.
Erf.: Heinrich Esser, Hilden, Dr. phil. Franz Eisenstecken und
Dr. phil. Hans Roters, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisen-
forschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

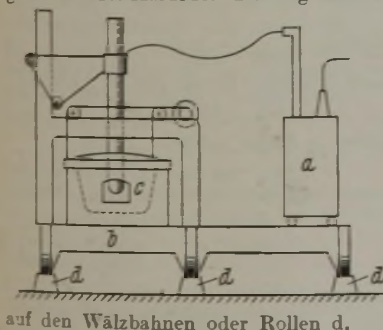
Kl. 48 d, Gr. 4/01, A 88 707. Verfahren zur Nachbehand-
lung von phosphatierten Gegenständen aus Eisen oder Zink.
Erf.: Dr. Adolf Franz, Schöneiche b. Berlin. Anm.: Aktiengesell-
schaft für Rostschutz, Berlin-Hohenschönhausen.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 40 b, Gr. 2, Nr. 690 816, vom 27. April 1934; ausgegeben
am 8. Mai 1940. Gustav Boecker und Paul Marth in
Düsseldorf. Verfahren zur Herstellung gesinterter harter Metall-
legierungen.

Der zu verwendende aus den schwer schmelzbaren Metallen
oder Metallverbindungen wie Karbiden, Siliziden, Boriden usw.
bestehende Hauptbestandteil der Hartmetalle wird mit gas-
förmigen oder in Lösung befindlichen Karbonylen der niedriger
schmelzenden Hilfsmetalle, z. B. mit Eisenkarbonyl, Nickel-
karbonyl, Kobaltkarbonyl u. a. in innigste Berührung gebracht bei
Temperaturen, die den jeweiligen Zersetzungstemperaturen der
Karbonyle entsprechen.

Kl. 21 h, Gr. 25, Nr. 690 918, vom 25. August 1938; ausge-
geben am 10. Mai 1940. Demag-Elektrostahl, G. m. b. H.,
in Duisburg. (Erfinder: Dipl.-Ing. Emil Gerlach in Duis-
burg.) Wechselstrom-
Lichtbogenofen, der zu-
sammen mit den Elek-
trodenträgern auf einer
Kippwaage ruht.



Der Transformator a steht auf der
Ofenwiege b und
nimmt teil am Kippen
der Waage mit Ofen c

Der Transformator a steht auf der
Ofenwiege b und
nimmt teil am Kippen
der Waage mit Ofen c

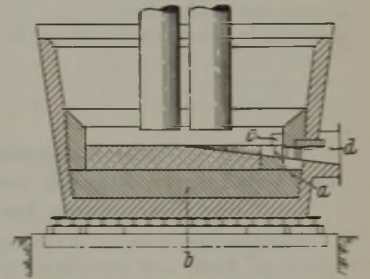
auf den Wälzbahnen oder Rollen d.

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

Kl. 40 c, Gr. 16₀₁, Nr. 690 921, vom 15. Februar 1938; aus-
gegeben am 10. Mai 1940. Siemens & Halske A.-G. in Berlin-
Siemensstadt. (Erfin-
der: Paul Sernitz in
Berlin - Siemensstadt.)

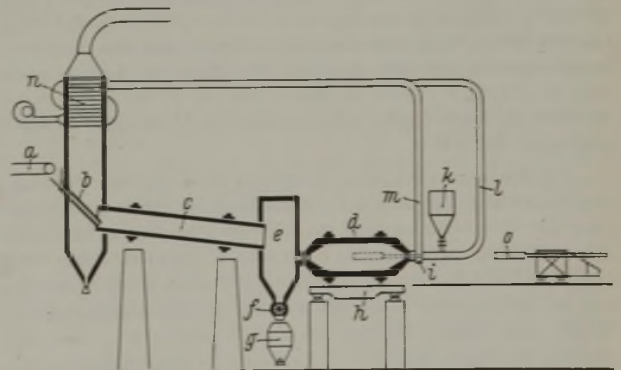
Elektrischer Lichtbogen-
Reduktionsofen mit ring-
förmiger Abstichrinne.

Das flüssige Reak-
tionsprodukt sammelt sich
in der ringförmigen Ab-
stichrinne a, die am
äußeren Umfang der Ofen-
sohle b angeordnet und
derart mit Kohlenstoff-
steinen c bedeckt wird, daß
dadurch eine Verunreinigung
durch körnigen Baustoff ver-
mieden, das Eintreten der
Schmelze aber nicht verhin-
dert wird. Zum raschen Ab-
führen der flüssigen Pro-
dukte aus dem Bereich des
Lichtbogens werden die Rinne
und die ihr benachbarten
Teile der Ofensohle zu den
Abstichöffnungen d schwach
geneigt angeordnet.



Kl. 18 a, Gr. 18₀₃, Nr. 691 073, vom 25. September 1938; aus-
gegeben am 16. Mai 1940. „Sachtleben“ A.-G. für Bergbau
und chemische Industrie in Köln. (Erfinder: Dr.-Ing. Fritz
Eulenstein in Köln und Adolf Krus in Stürzelberg über Neuß.)
Diskontinuierliches Verfahren zur unmittelbaren Erzeugung
von flüssigem Eisen oder Stahl.

Durch die Beschickungsvorrichtungen a und b wird ständig
Erz oder ein Gemisch von Erz und Kalk oder sonstigen Zu-
schlägen dem oberen Ende des Drehrohrofens c zugeführt, wo
es mit den heißen Abgasen des Reduktionsofens d sehr hoch, d. h.
bis nahe an seine Sintertemperatur, vorgewärmt und für die Re-



duktion vorbereitet wird. Hierauf gelangt es in den unteren Teil
der Kammer e, wo es durch Austragvorrichtung f in einen Kübel g
fällt. Dieser wird hochgehoben, und das Gut gelangt durch eine
Rutsche in den am unteren Ende geschlossenen Ofen d, der auf
der Drehscheibe h steht und zum Schräg- und Senkrechtstellen
eingerrichtet ist. Dem Brenner i wird der Kohlenstaub aus Bunker k
mit Hilfe der vorgewärmten Förderluft aus Leitung l zugeführt.
während Leitung m die Zusatzluft, die ebenfalls im Vorwärmer n
vorgewärmt wird, heranführt. Zum Aufgeben der Reduktions-
kohle wird Ofen d aus der Brennerstellung in die Stellung der
Beschickungsmaschine o geschwenkt, die die Reduktionskohle.

z. B. trockenen Koksgrus, im Verlauf etwa der ersten Hälfte der Schmelzdauer und vor dem Schmelzen in Teilmengen in den Ofen einführt.

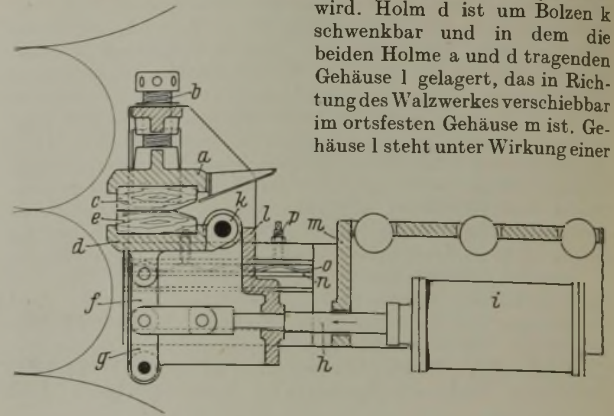
Kl. 31 c, Gr. 3, Nr. 691 087, vom 16. September 1937; ausgegeben am 16. Mai 1940. Zusatz zum Patent 684 008. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Karl Daeves in Düsseldorf, Georg Kowarsch in Düsseldorf-Lohausen, Dr. phil. Wilhelm Mühlendyck in Dortmund, Dipl.-Ing. Hans Schlumberger in Wanne-Eickel und Dipl.-Ing. Georg Speckhardt in Dortmund.) *Anstrich- und Spritzmittel für Stahlwerkskokillen.*

Die zersetzend destillierten zyklischen Rückstände der Steinkohlendestillation werden für die Verwendung als Kokillenanstrichmittel bei ihrer Herstellung gleichzeitig mit aggressiven Gasen, wie Luft, Sauerstoff, Kohlensäure, Stickstoff, Chlor, Schwefeldioxyd usw., behandelt.

Kl. 7 a, Gr. 5₀₂, Nr. 691 159, vom 9. Juni 1936; ausgegeben am 17. Mai 1940. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Walzwerk zum Auswalzen von breitem Walzgut mit einer verschiebbaren Preß- oder Klemmvorrichtung.*

Die Vorrichtung besteht aus der oberen im Holm a ruhenden durch Spindel b in der Höhe verstellbaren Backe c und der unteren im Holm d ruhenden Klemmbake e, die durch die Kniehebelwirkung der beiden Hebel f und g, hervorgerufen durch den in Richtung h wirkenden Druck der Kolbenstange des Zylinders i,

gegen Backe c hochgedrückt wird. Holm d ist um Bolzen k schwenkbar und in dem die beiden Holme a und d tragenden Gehäuse l gelagert, das in Richtung des Walzwerkes verschiebbar im ortsfesten Gehäuse m ist. Gehäuse l steht unter Wirkung einer



einstellbaren Festhaltevorrichtung, bestehend aus Reibleiste n, Feder o und Stellschraube p, die derart wirkt, daß sie nach Einführen des Walzgutes zwischen die Backen beim Vorgehen des Kolbens zunächst das Gehäuse l festhält, das erst nach Schließen der Klemmbacken gegen die Wirkung der Festhaltevorrichtung oder unter deren Ausschalten gegen das Walzwerk vorgeschoben wird.

Statistisches.

Der Außenhandel der Vereinigten Staaten von Amerika in Eisen und Eisenwaren im Jahre 1939.

Nachdem bereits im Jahre 1938 die Ausfuhr der Vereinigten Staaten an Eisen und Eisenwaren (einschließlich Schrott) mit 5 235 150 t eine Höhe erreicht hatte, die seit dem Jahre 1929 nur einmal, nämlich im Jahre 1937 mit 7 688 932 t, infolge des damaligen umfangreichen Weltbedarfs an Eisen und Stahl übertroffen wurde, konnte die Ausfuhr auch im vergangenen Jahre eine weitere Zunahme auf insgesamt 6 173 646 t erfahren. Gleichzeitig mit der Ausfuhr stieg auch die Einfuhr an Eisen und Stahl auf 320 205 t, während sie im Jahre 1938 mit 268 784 t den niedrigsten Stand seit dem Jahre 1921 erzielte.

Von der gesamten Ausfuhr an Eisen und Eisenwaren entfielen im vergangenen Jahr allein 3 634 666 t oder 59 % auf Schrott; lediglich im Jahre 1937 war die Schrottausfuhr mit 4 158 071 t höher. Hauptabnehmer für den Schrott blieb auch im Jahre 1939 Japan, dessen Bezüge von 1 404 000 t im Jahre 1938 auf 2 059 000 t stiegen. Zugenommen haben im gleichen Zeitraum auch die Lieferungen nach Großbritannien von 396 000 t auf 516 000 t und nach Kanada von 94 000 t auf 178 000 t, während die Ausfuhr nach Italien gering von 444 000 t auf 433 000 t, nach dem Deutschen Reich und den Niederlanden jedoch erheblich abnahm. So betrug die Ausfuhr nach dem Deutschen Reich im Jahre 1939 rd. 17 000 t gegenüber 235 000 t im Jahre vorher und nach den Niederlanden 55 000 t gegenüber 210 000 t.

Einzelheiten über den Außenhandel nach Erzeugnissen enthält *Zahlentafel 1*. Auffallend ist der starke Rückgang der Roheisenausfuhr auf 179 856 t im Jahre 1939. Im Jahre 1938 wurden immerhin noch 439 777 t und im Jahre 1937 sogar 794 955 t Roheisen ausgeführt. Ebenfalls stark rückläufig war im vergangenen Jahr die Ausfuhr an Eisenbahnschienen, Schiffs- und Behälterblechen sowie an Wasser-, Oel-, Gas- und anderen Behältern, während die Ausfuhr aller übrigen Erzeugnisse zum Teil sehr erheblich zugenommen hat.

Von der gesamten Eisen- und Stahlausfuhr (ohne Schrott) entfielen 1939 rd. 397 000 t (i. V. 281 000 t) auf Kanada. Damit wurde Kanada der beste Abnehmer amerikanischer Eisen- und Stahlerzeugnisse. An zweiter Stelle folgt Japan, dessen Bezug allerdings von 493 000 t im Jahre 1938 auf 206 000 t im Jahre 1939 sank. Großbritannien führte mit 166 000 t im Jahre 1939 mehr ein als im Jahre vorher mit 135 000 t. Stark ist vor allem die Ausfuhr gestiegen nach Argentinien von rd. 28 000 t im Jahre 1938 auf rd. 68 000 t 1939 und nach Brasilien von

Zahlentafel 1. Der Außenhandel der Vereinigten Staaten an berg- und hüttenmännischen Erzeugnissen in den Jahren 1938 und 1939.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1938	1939	1938	1939
	in t zu 1000 kg			
Steinkohlen	496 917	530 058	11 247 828	12 863 700
Koks	122 682	128 733	441 392	535 147
Briketts	12 531	1 219	15 142	11 409
Bunkerkohlen	—	—	1 226 892	1 339 448
Eisenerz	2 156 476	2 451 385	579 741	1 140 942
Manganerz	521 854	668 336	—	—
Schrott	24 842	29 964	3 051 579	3 634 666
Roheisen	34 145	41 119	439 777	179 856
Ferromangan, Ferrosilizium usw.	40 118	75 251	1 459	7 076
Roßblöcke	865	845	170 349	219 202
Eisenbahnschienen	3 679	7 910	83 945	60 037
Schienenverbindungsstücke, Laschen und Unterlagsplatten	—	—	7 445	8 957
Weichen und Kreuzungen	—	—	1 671	2 041
Schienenanegel, -bolzen, -mütern, -schrauben	—	—	3 912	5 552
Formstahl (structural iron and steel)	40 258	40 165	—	—
Formstahl, nicht bearbeitet	—	—	84 548	117 312
Formstahl, bearbeitet	—	—	38 123	37 748
Stabstahl: Moniereisen	1 557	2 403	22 017	48 205
Anderer Stabstahl	20 078	18 712	130 770	163 013
Stabstahl einschließlich Vorblöcke (slabs, blooms)	513	947	1 376	879
Bandstahl, warm gewalzt	—	—	37 569	63 714
Bandstahl, kalt gewalzt	26 549	24 050	25 993	26 665
Röhrenstreifen	—	—	60 641	83 000
Walzdraht (wire rods)	5 364	10 863	22 640	31 953
Bleche (ausschließlich verzinkte, verzinnte und Schiffsbleche)	6 504	1 457	421 519	541 947
Schiffs- und Behälterbleche	—	—	22 105	6 809
Verzinkte Bleche	—	—	77 175	112 743
Weißbleche und verbleite Bleche	110	101	164 049	315 993
Röhren und Verbindungsstücke aus schmiedbarem Eisen	29 571	31 055	103 918	170 348
Kesselröhren	—	—	12 425	15 410
Eisenbahnräder und Achsen (car wheels and axles)	—	—	21 254	28 327
Guß- und Schmiedestücke (castings and forgings)	4 312	1 497	17 091	24 588
Walzwerkserzeugnisse insgesamt	139 360	140 005	1 530 536	2 084 443
Runddraht	1 711	2 550	—	—
Glatter Draht (plain wire)	—	—	24 398	32 751
Flacher Draht und Stahl in Streifen	2 735	3 203	—	—
Verzinkter Draht	—	—	26 263	28 678
Stucheldraht	12 727	15 493	34 483	54 190
Sonstiger Draht und Drahtwaren	3 563	3 203	15 602	23 625
Wasser-, Oel-, Gas- und andere Behälter	—	—	38 225	29 194
Drahtstifte, sonstige Nägel	7 722	7 427	26 380	32 775
Bolzen, Schrauben, Mütern	215	120	8 186	9 000
Konstruktionen, Dachsparren, Fensterrahmen, Spundwandisen	—	—	5 858	10 506
Weiterverarb. Erzeugnisse insges.	28 674	31 996	179 395	220 719
Gußröhren und Verbindungsstücke	1 646	1 870	32 404	46 886
Eisen und Eisenwaren insgesamt (einschl. Schrott und Roheisen)	268 784	320 205	5 235 150	6 173 646

rd. 78 000 t auf rd. 152 000 t. Getrennt nach Erdteilen belief sich die Ausfuhr im Jahre 1939 (1938) wie folgt: Europa 606 000 (441 000) t = 24,0 (20,2) %; Amerika 1 181 000 (782 000) t = 46,5 (35,8) %; Asien und Ozeanien 656 000 (881 000) t = 25,8 (40,3) %; Afrika 95 000 (140 000) t = 3,7 (3,7) %.

Die Zunahme der Einfuhr im Jahre 1939 ist hauptsächlich auf erhöhte Bezüge an Eisenlegierungen zurückzuführen, und zwar wurden an Eisenlegierungen im vergangenen Jahre

75 251 t eingeführt gegenüber 40 118 t im Jahre 1938. Erheblich gestiegen ist weiter die Einfuhr u. a. bei Eisenbahnschienen und bei Walzdraht, während sich bei Blechen und bei Guß- und Schmiedestücken größere Abnahmen ergeben. Aus Belgien kamen im Jahre 1939 74 700 t gegenüber 77 421 t im Jahre vorher. Deutschland lieferte in beiden Jahren je rd. 50 000 t, davon entfielen im Jahre 1939 25 712 t auf Röhren und 10 536 t auf Stacheldraht. Stark gestiegen ist vor allem die Einfuhr aus Kanada von 21 881 t auf rd. 53 000 t.

Wirtschaftliche Rundschau.

Ungarns Bergbau und Eisenindustrie.

Durch das Friedensdiktat von Trianon hatte Ungarn gewaltige Gebietsverluste erlitten, die sich besonders folgenschwer auch insofern erwiesen, als mit ihnen große Einbußen an Kohlen, Eisenerzen und sonstigen Bodenschätzen verbunden waren. Inzwischen ist es Ungarn im Zuge der Neuordnung Südosteuropas gelungen, rd. 68 000 km² mit 4,1 Mill. Einwohnern zurückzugewinnen. Von der ehemaligen Tschecho-Slowakei erhielt es im ersten Wiener Schiedsspruch vom 2. November 1938 die oberungarischen Gebiete mit den Städten Neuhäusl, Lewenz, Lutschenetz, Uzhorod und Munkacs zurück. März/April 1939 erfolgte die Rückgliederung der Karpatho-Ukraine, und der zweite Wiener Schiedsspruch vom 30. August 1940 erbrachte den Gewinn von Nordsiebenbürgen.

Allerdings hat sich, vom Standpunkt der Berg- und Hüttenindustrie aus gesehen, für Ungarn dadurch nicht viel geändert. Auch in der jetzigen neuen Gestalt gehört es zu den erz- und mineralarmen Ländern. Zwar verfügt es auch heute noch über Eisen-, Gold-, Silber-, Zink-, Blei- und Kupfererzvorkommen, aber es handelt sich meist um Lagerstätten von geringerer Bedeutung. So findet man Kupfererz mit einem gewissen Gehalt an Gold und Silber bei Reesk im Bezirk Salgótarján am Mátragebirge, wo auch eine staatliche Grube in Betrieb ist. Gleichfalls gold- und silberhaltig ist ein anderes Kupfererzvorkommen, das des Lahocaberges (Grube Mátrabánya). Mit der Rückgliederung Nordsiebenbürgens erhielt Ungarn auch einige Goldvorkommen. Groß ist dagegen der Reichtum des Landes an Bauxit. Während Ungarn bis zum Ausgang des Weltkrieges keinen Aluminiumerzbergbau hatte, ergaben umfangreiche und sorgfältige Untersuchungen in den Jahren 1923 bis 1925 das Vorhandensein großer Bauxitvorräte in Transdanubien, deren Gesamtmenge auf etwa 250 Mill. t zu schätzen ist. Das wertvollste dieser Vorkommen ist das von Gant im Vertes-Gebirge. Erwähnenswert sind noch das Vorkommen von Halimba im Bakony-Gebirge, das Vorkommen am Harsany-Berg im Komitat Baranya und das in der Umgegend von Sümeg. Gefördert wurden 1938 521 363 t, womit Ungarn in Europa an zweiter Stelle steht hinter Frankreich und vor Jugoslawien und Italien.

Von seinem früheren Besitz an Kohlen und Eisenerzen ist ihm an Steinkohlen nur der Bezirk von Fünfkirchen (Pecs) geblieben, während die Kohlenlager der Gebiete von Petrosany und Karasch-Severin (Anina) an Rumänien fielen. Im ganzen hat Ungarn rd. 75 % seiner Steinkohlenförderung eingebüßt. Die Folge davon ist, daß Steinkohle in stärkerem Umfange eingeführt werden muß, um den Bedarf der Industrie sicherzustellen, und das gleiche gilt für Koks. Die Steinkohle wird größtenteils aus Polen, der Koks aus dem Ostrau-Karwiner Bezirk oder von der Ruhr eingeführt. An Braunkohlen wiegt der Verlust leichter, obwohl er an sich hoch ist; er betrifft im wesentlichen das an Südslawien abgetretene Gebiet der Berghauptmann-

schaft Agram und den an Rumänien gefallenem Bezirk von Zalátna, während die Braunkohle von Nagybánya an Ungarn zurückgefallen ist. Der Förderverlust an Braunkohle kann insgesamt mit 10 % angesetzt werden.

Einschneidend sind auch die Verluste, die Ungarns Eisenerzbergbau betroffen haben. Die Erzbezirke Zips und Sohl im slowakischen Erzgebirge nebst einem Teil des Komitats Gömör kamen an die Tschecho-Slowakei (jetzt Slowakei). An Rumänien gingen verloren die Eisenerze im Becken von Temes und die Erze von Karasch-Severin (Krasso-Szőreny), namentlich aber die Brauneisensteinlager des Hunyader Komitats (Hunedoara-Eisenmarkt), die größten, über die Ungarn verfügte. Behalten hat Ungarn von seinem früheren nordwestlichen Erz-



Bild 1. Kohle- und Erzvorkommen sowie Standorte der Eisenindustrie in Ungarn und Rumänien.

besitz nur die minder wichtigen Vorkommen von Spateisenerzen in Abany-Torna, von Brauneisenstein im Komitat Borsod und die wertvollen Spate von Vashegy. Inzwischen hat sich der Besitz an Eisenerzen durch die erwähnte Rückgliederung der oberungarischen, siebenbürgischen und karpatoukrainischen Gebiete wieder vergrößert.

In Eisenerzen ist Ungarn daher gleichfalls erheblich auf das Ausland angewiesen. Die Förderung, die 1929 noch 252 000 t betragen hatte und bis 1933 auf 50 000 t zurückgegangen war, stieg 1938 zwar wieder auf 370 000 t, es mußten aber noch 419 000 t eingeführt werden, namentlich aus der ehemaligen Tschecho-Slowakei und Jugoslawien. Das führende ungarische Unternehmen, die Rimamurány-Salgó-Tarjánier Eisenwerks-A.-G., kann aus seinen eigenen in der Slowakei gelegenen Gruben das Eisenerz laut Staatsvertrag zu günstigen Frachten und ausfuhrzollfrei beziehen. An Rohstoffen bezieht Ungarn außerdem ansehnliche Mengen Schrott, so im Jahre 1937 etwa 60 000 t.

Das alte Ungarn hatte eine bis in das 14. Jahrhundert zurückreichende Eisenindustrie, die sich namentlich seit dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts kräftig zu entwickeln begann. Der unglückliche Ausgang des Weltkrieges hat einen weiteren Aufstieg zunächst unterbrochen, da mit den erwähnten Verlusten an Kohle und Eisenerzen gleichzeitig auch ein großer

Teil der Stahl- und vor allem der Hochofenwerke verloren-gingen.

Ungarn verfügt gegenwärtig über drei Eisen- und Stahlwerke. Die Rimamurány-Eisenwerke haben ihre Hauptbetriebe in Ozd. Hier befinden sich ein Hochofenwerk mit 4 Hochofen und einer jährlichen Leistungsfähigkeit von 1,5 Mill. t, ferner ein Stahlwerk mit 14 Siemens-Martin-Oefen und einer jährlichen Leistungsfähigkeit von 2 Mill. t sowie ein Walzwerk mit Block-, Schienen-, Universal-, Stab-, Träger- und Blechstraßen; weiter gehören ihnen ein Stahlwerk in Salgotarjan mit Kaltwalzwerk, Drahtzieherei und Stiftefabrik und ein Walzwerk in Nadasd zur Herstellung von Feinblechen und verzinkten Blechen. Die Stahl- und Metallwerke Manfred Weisz in Tschepel bei Budapest haben ein Stahlwerk, ein Walzwerk, ein Röhrenwalzwerk und eine Drahtzieherei in Betrieb. Die Königl. Ungarischen Eisen-, Stahl- und Maschinenfabriken verfügen über ein Eisen- und Stahlwerk in Diögyör im Borsoder Becken, wo Elektrostahl, Stahlguß und Halbzeug (Vorblöcke, Knüppel und Platinen) hergestellt werden. Die Erzeugungsfähigkeit dieser drei Werke übersteigt den Inlandsbedarf, so daß beträchtliche Walzzeugmengen ausgeführt werden, hauptsächlich nach den Balkanstaaten. An der Ausfuhr sind besonders die Rimamurány-Werke beteiligt.

Gefördert oder erzeugt wurden im Jahre 1939 (in 1000 t):

Steinkohle, Braunkohle und Lignit	10 625
Eisenerz	370 ¹⁾
Roheisen	413
Flußstahl	733.

Erzbewirtschaftung in Lothringen und Luxemburg. — Die lothringisch-französisch-luxemburgischen Erzgebiete sind in drei Bezirke eingeteilt worden. Der lothringische Erzbezirk hat seinen Sitz in Metz, der französische in Longwy und der luxemburgische in Luxemburg. In jedem dieser Bezirke wurde eine Erzlieferungs-Gemeinschaft eingerichtet, welche die Erzgruben umfaßt. Diese allein dürfen den Handel mit den von ihnen geförderten Erzmengen betreiben. Jede der zu den Liefergemeinschaften gehörenden Erzgruben ist mit einer bestimmten Menge an den Erzlieferungen beteiligt, die nach Deutschland, Belgien und Luxemburg gehen. Die Erzlieferungen finden zu festgesetzten Höchstpreisen statt. Für die nächste Zukunft ist mit einer weiteren Erhöhung der Förderung zu rechnen.

¹⁾ 1938; einschl. der im Oktober 1938 rückgegliederten oberungarischen Gruben.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Fachausschüsse.

Mittwoch, den 6. November 1940, 15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

160. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Betriebswirtschaftliche Maßnahmen zur Leistungssteigerung in der Eisenhüttenindustrie. Bericht-erstatte: Dr. R. Risser, Duisburg-Hamborn, und Dipl.-Ing. Schütte, Duisburg-Hamborn.
2. Der zwischenbetriebliche Vergleich bei Konzernbetrieben. Bericht-erstatte: Dipl.-Kfm. W. Grenz, Düsseldorf.
3. Aussprache.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Benad, Heinz*, Dr.-Ing., Baidonhütte A.-G., Kattowitz (Oberschles.); Wohnung: Königshütter Str. 81. 34 015
- Blinde, Wilhelm*, Direktor, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 62—64; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Lindenallee 26. 22 015
- Dalmer, Peter*, Direktor, Elsässische Maschinenbau A.-G., Mülhausen (Elsaß); Wohnung: Tiergartenstr. 50. 38 280
- Dinslage, Alexander*, Direktor, Oberingenieur, Böhmische Metallwerke Robert Zinn, Engels & Co. A.-G., Warnsdorf (Sudetenland); Wohnung: Zittau (Sachs.), Innere Weberstr. 12. 30 025
- Eßmann, Theodor*, Hütteningenieur, Gustloff-Werke, Waffenwerk Suhl, Abt. Werkstoffprüfung, Suhl; Wohnung: Kellerstraße 8. 37 093
- Fischer, Hans*, Dr.-Ing., techn. Leiter des Metallwerkes Olsberg G. m. b. H., Essen-Katernberg; Wohnung: Essen, Folkwangstr. 5. 34 053
- Hämmerle, Rudolf*, Dr. techn., Ing., Inhaber der Fa. Wiener Blechballagenfabrik Rudolf Hämmerle, Wien X/75, Friesenplatz 9; Wohnung: Wien VI/56, Gumpendorfer Str. 10/12. 39 383
- Haupt, Georg*, Dr. phil. nat., Abteilungsleiter, Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken, Forschungsanstalt, Lübeck-Schlutup; Wohnung: Lübeck, Ruhleben 11. 37 148
- Hecht, Herbert*, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Lignose Sprengstoffwerke G. m. b. H., Techn. Abt., Schönebeck (Elbe); Wohnung: Schönebeck (Elbe) 3, Bornstr. 5 (b. Rochow). 40 027
- Heinrich, Heinz*, Dipl.-Ing., Gebr. Böhler & Co. A.-G., Kapfenberg (Steiermark); Wohnung: Leoben (Steiermark), Glacis Nr. 15. 36 159
- Hemscheidt, Hermann*, Ingenieur i. R., Saarbrücken 2, Graf-Johann-Str. 10. 08 034
- Hoffstadt, Heinrich*, Dipl.-Ing., Reichswerke A.-G., für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Immendorf über Braunschweig. 35 228

- Jung, Jacob*, Dipl.-Ing., Direktor, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Wohnung: Braunschweig, Memeler Str. 29. 36 196
- Landt, Walter*, Dipl.-Ing., Ruhrstahl A.-G., Henrichshütte, Hattingen (Ruhr); Wohnung: Adolf-Hitler-Platz 3. 35 304
- Moritz, Helmut*, Dipl.-Ing., Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Richthofenstr. 57. 33 089
- Ochel, Willy*, Dipl.-Ing., Direktor, Elsässische Maschinenbau A.-G., Mülhausen (Elsaß); Wohnung: Sierenzerstr. 2. 38 314
- Schimz, Karl*, Dr.-Ing., berat. Ingenieur, Berlin-Halensee, Paulsborner Str. 91, III r. 27 242
- Szeless, Ladislaus*, Dipl.-Ing., Rimamurány-Salgo-Tarjánier Eisenwerks-A.-G., Budapest (Ungarn), Nador utca 36, II. 28 173

Gestorben:

- Figge, Helmut*, Stahlwerksassistent, Düsseldorf-Oberkassel. * 6. 10. 1911, † 6. 10. 1940. 39 022
- Fischnich, Peter*, Ingenieur i. R., Völklingen (Saar). * 14. 12. 1877, † 29. 9. 1940. 13 020
- Klockner, Peter*, Dr.-Ing. E. h., Geh. Kommerzienrat, Duisburg. * 9. 11. 1863, † 5. 10. 1940. 90 006
- Klotz, Karl*, Ingenieur, Peine. * 26. 10. 1894, † 6. 10. 1940. 20 065
- Schulte, Hermann*, Kommerzienrat, Berlin. * 8. 5. 1851, † 1. 7. 1940. 89 007

Eisenhütte Südost,

im NS.-Bund Deutscher Technik, Fachgruppe Bergbau und Hüttenwesen.

Die Eisenhütte Südost veranstaltet vom 21. bis 26. Oktober 1940 in der Hochschule zu Leoben einen

Lehrgang für zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

bei dem in zahlreichen Vorträgen und Übungen das gesamte Gebiet der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung erschöpfend behandelt wird. Einzelheiten sind von der Geschäftsführung der Eisenhütte Südost, Montanistische Hochschule Leoben, zu erfragen.

Samstag, den 26. Oktober 1940, 17 Uhr, findet im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule in Leoben ein

Vortragsabend der Eisenhütte Südost

statt mit folgender Tagesordnung:

- Die spektralphotometrische Untersuchung von Eisen und Nichtisenmetallen. Bericht-erstatte: Reg.-Bergrat Dipl.-Ing. Hans Pinsl, Leiter der Versuchsanstalt der Luitpoldhütte, Amberg.
- Bedeutung und Umfang der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Bericht-erstatte: Professor Dr.-Ing. Rudolf Berthold, Leiter der Reichs-Röntgenstelle am Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

An die Vorträge schließt sich um 20 Uhr eine zwanglose Zusammenkunft in der Bürgerstube des Grand Hotels in Leoben an.