

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 25

22. JUNI 1933

53. JAHRGANG

### Bekämpfung der Rißbildung bei Schlackenpfannen.

Von Alfred Wilhelmi in Oberhausen (Rhld.).

[Bericht Nr. 138 des Hochofenausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1</sup>.]

*(Temperaturverlauf in der Pfannenwand bei der Erwärmung durch die eingefüllte Schlacke. Wärmespannungen, das Wachsen des Gußeisens und mechanische Biege- und Zugspannungen als Ursachen der Rißbildung. Rißbekämpfung durch Herabminderung der Erwärmung der Pfanne und Entlastung der Pfannenwand von Beanspruchung auf Zug oder Biegung. Vergleichsversuche mit einer luftisolierten Mantelpfanne und einer außengekühlten, entlasteten Korbpfanne.)*

Bei den gußeisernen Schlackenpfannen entstehen im Verlauf der Betriebszeit Risse, die vorwiegend gleichgerichtet zum oberen Rand verlaufen. Die Rißbildung vollzieht sich nicht plötzlich, sondern es entstehen zunächst auf der Innenwand, etwa 500 bis 800 mm vom Oberrand entfernt, mit dem Auge eben wahrnehmbare, feine Risse, die bereits gleichgerichtet zum Rand verlaufen. Mit der Zeit werden diese immer länger, tiefer und breiter, und schließlich bilden sich ein oder selten mehrere große Hauptrisse heraus. Sind diese bis zur Außenwand durchgedrungen und haben sie eine gewisse Größe erreicht, so wird die Pfanne unbrauchbar (Abb. 1). Die Laufzeit der Pfanne kann dabei von Werk zu Werk sehr verschieden sein. Ueber die Rißbildung an Schlackenpfannen finden sich im Schrifttum keine Veröffentlichungen.

Die Tatsache des fast immer gleichgerichteten Verlaufs dieser Querrisse legt die Schlußfolgerung nahe, daß für die Rißbildung auch stets die gleichen Ursachen verantwortlich zu machen sind. Sie hängt offenbar mit der Erwärmung der Pfanne durch die flüssige Schlacke zusammen. Man muß sich daher zunächst darüber klarwerden, wie die Erwärmung der Pfanne vor sich geht. Aus diesem Grunde wurden an einem gußeisernen Pfanneneinsatz, der in bekannter Weise von einem Blechmantel umgeben war, Temperaturmessungen vorgenommen, und zwar wurden die Wandtemperaturen vom Einlaufen bis zum Kippen der Schlacke mit Eisen-Konstantan-Elementen ermittelt. Das Ergebnis in Abb. 2 läßt folgendes erkennen.

1. Die Pfanne wird nicht gleichmäßig erwärmt: Der Pfannenrand wird weniger heiß als der Boden; Pfannenrand und Boden wiederum werden weniger hoch erwärmt als eine Zone, die etwa 500 bis 800 mm vom Oberrand entfernt liegt. Dabei wandert im Verlauf der Schlackenfüllung die Stelle der Höchsttemperatur von unten nach oben.

2. In den unteren drei Vierteln der Pfanne steigen die Temperaturlinien langsam bis zur höchsten Temperatur an; von da fallen sie jäh nach dem Pfannenrand zu ab.

3. Nach beendeter Füllung steigt die Temperatur der Pfanne noch weiter bis zum Augenblick des Kippens.

Dieser Temperaturverlauf in der Pfannenwand ist kennzeichnend und wurde bei sämtlichen Meßversuchen festgestellt.

Die Ungleichmäßigkeit der Pfannenerwärmung ist darauf zurückzuführen, daß der Boden und namentlich der Pfannenrand die Wärme rascher abzuführen vermag als der Mittelteil. Der Boden wird außerdem durch Schutt, der zum Schutze gegen einlaufendes Eisen eingebracht wird, gekühlt, während der Oberrand der Pfanne bei der Wärmeableitung geradezu als Kühlrippe wirkt.



Abbildung 1. Rißbildung bei einer Schlackenpfanne.

Obwohl die Schlackentemperatur etwa 1400 bis 1500° beträgt, erwärmt sich die Pfanne auf höchstens 650 bis 750°, da sich an der Innenseite der Pfanne eine Schale aus erstarrter Schlacke bildet, die als Wärmeschutz wirkt; vermutlich leitet erstarrte Schlacke die Wärme schlechter als flüssige. Denn je schneller die Schlacke erstarrt, je schneller sich also diese Schlackenschale an der Pfannenwand bildet, um so weniger hoch erwärmt sich die Pfanne. So wurde festgestellt, daß bei dicken, steinig, kurz erstarrenden Schlacken trotz gleicher Schlackentemperatur die Erwärmung der Pfanne um etwa 100 bis 150° niedriger ist als bei langen und dünnflüssigen Schlacken. Die Schlackenschalen an den Wandungen der Pfanne oder vielmehr der Wärmeschutz durch sie spielt bei der Uebertragung der Schlackenwärme an die Pfanne eine große Rolle. Auch die Stärke der Pfannenwand selbst ist dabei von Bedeutung. Es konnte festgestellt werden, daß bei einer

<sup>1</sup> Erstattet in der Sitzung des Arbeitsausschusses am 23. Februar 1933. — Sonderabdrucke des Berichtes sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Pfanne, deren Wandstärke versuchs halber auf 45 mm gehalten war, die Wandtemperatur an der heißesten Stelle 100 bis 150° höher lag als bei der üblichen 65 mm starken Pfanne. Die Pfannenwand muß gleich beim Beginn der Schlackenfüllung möglichst viel Wärme aus der Schlacke aufnehmen und ableiten können, damit sich möglichst schnell eine Wärmeschutzschicht aus erstarrter Schlacke bilden kann, die ihrerseits wieder den weiteren Wärmeübergang von der flüssigen Schlacke an die Pfannenwand drosselt.

Damit das Wärmeaufnahmevermögen der Pfanne voll zur Geltung kommen kann, muß die Pfanne vor dem Gebrauch vollkommen ausgekühlt sein; mit anderen Worten: Es muß möglichst viel Platz zur Aufnahme des Wärmestoßes vorhanden sein. Im Bereich des als Kühlrippe wirkenden oberen Pfannenrandes bildet sich die Schlackenschutzschicht wegen der guten Wärmeleitfähigkeit naturgemäß am schnellsten; deshalb ist dort die Erwärmung der Pfannen am geringsten. In der etwa 800 mm darunter liegenden Höchsttemperaturzone dagegen kann sich die Schlackenschale nur langsam bilden, weil dort die Möglichkeit der Wärmeabfuhr gering ist. Deshalb muß dort der Wärmeübergang und damit die Erwärmung am stärksten sein. Diese Wechselwirkung zwischen Wärmeableitung und Wandschalenbildung einerseits und Wärmeübertragung an die Pfannenwand andererseits verschärft die Temperaturverhältnisse in der Pfannenwand und gibt die Erklärung für den steilen Temperaturabfall im obersten Pfannendrittel. Dieser Temperaturabfall wird noch krasser, wenn die Pfanne nicht voll gefüllt wird, weil dann wegen vermehrter Kühlfläche die Kühlrippenwirkung des Oberrandes gesteigert wird.

Doch nicht nur in der Längsrichtung der Pfanne treten diese gefährlichen Temperatursprünge auf, sondern ganz besonders auch im waagerechten Wandquerschnitt, wie dies Abb. 3 zeigt. Zur Ermittlung dieser Temperaturunterschiede wurde die 65 mm starke Pfannenwand im Gebiet der höchsten Temperaturen (Meßpunkt 6 der Abb. 2) 30 mm und 50 mm tief angebohrt, und hier ein Eisen-Konstantan-Element mit Schrauben angepreßt. Während der Temperaturabfall von der Innenseite zur Außenseite etwa bis zur Mitte des Wandquerschnittes nur unbedeutend ist, nimmt er von da an einen steilen Verlauf. Dieser Abfall wird mit zunehmender Pfannenerwärmung gemildert.

Die Temperatursprünge in der Pfannenwand wirken sich zunächst in außerordentlich starken Wärmespannungen aus, die naturgemäß zu einem Bruch an der schwächsten Stelle führen müssen. Das ist bei der Pfanne die Höchsttemperaturzone, da ja die Festigkeit mit der Temperatur im großen und ganzen abnimmt. Da diese geschwächte Zone parallel zum oberen Pfannenrand liegt, müssen auch die Risse den gleichen Verlauf nehmen.

Die hohe Erwärmung bewirkt aber auch gefügemäßige und chemische Veränderungen des Pfannenwerkstoffes, die ihrerseits wieder die Festigkeit beeinträchtigen. Bekanntlich tritt bei der Erwärmung von Gußeisen, etwa bei 300° beginnend, ein Zerfall des Eisenkarbides unter Ausscheidung von Graphit ein. Der neugebildete Graphit braucht Platz, treibt das Gußeisen auf und bewirkt ein Wachsen<sup>2)</sup>. Dadurch tritt eine Auflockerung des Gefüges ein, die dem Sauerstoff und schwefeligen Gasen die Möglichkeit zum Eindringen gibt, wobei wiederum das Gußeisen verschlechtert wird. Je höher die Erwärmung ist

und je länger sie andauert, um so weiter gehen diese Aenderungen. Entsprechend der verschiedenen hohen Erwärmung des Pfanneneinsatzes durch die flüssige Schlacke werden diese Vorgänge in den einzelnen Zonen des Pfanneneinsatzes einen mehr oder weniger großen Umfang annehmen. In der Zone höchster Temperatur, also in der Zerstörungszone, muß ihre Wirkung am stärksten sein. Es ist bemerkenswert, daß nach Versuchen von W. Schwinning und H. Flößner<sup>3)</sup> sich die Hauptwachstumsvorgänge in dem Temperaturgebiet von 550 bis 650° abspielen. Das sind gerade die Temperaturen, die in der Zerstörungszone herrschen (vgl. Abb. 2).

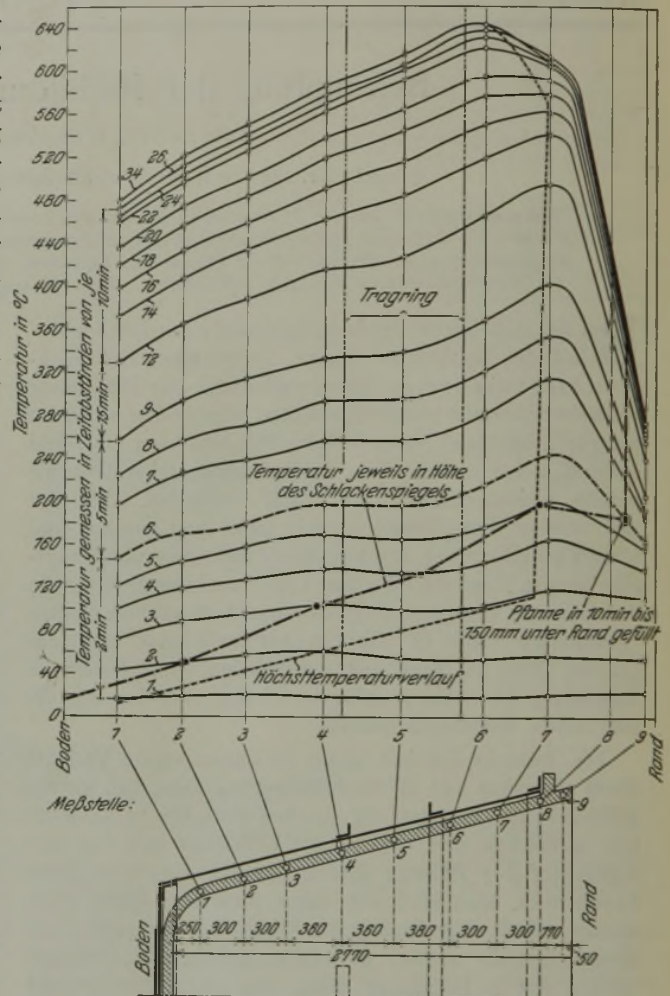


Abbildung 2. Temperaturverlauf in einer Mantelpfanne vom Einfüllen bis zum Entleeren der Schlacke.

Die Gefügeveränderungen in dieser Zone während des Betriebes gehen aus Abb. 4 hervor. An der Außenwand ist das perlitische Gefüge des ursprünglichen Gußeisens noch fast unverändert; in der Mitte des Wandquerschnittes befindet sich der Perlit bereits im Zerfall, und an der Innenwand ist von Perlit überhaupt nichts mehr wahrzunehmen. Der Karbidzerfall folgt hiernach im Wandquerschnitt dem in der Abb. 3a wiedergegebenen Temperaturverlauf. Es ist weiter zu erkennen, wie Sauerstoff in das durch den Zerfallgraphit aufgelockerte Gefüge eingedrungen ist und den Graphit verbrannt hat. Auf dem gleichen Wege ist die Schwefelanreicherung des Pfannenwerkstoffes eingetreten; die chemische Untersuchung ergab im Außenrand 0,06 % S, im Innenrand dagegen 0,145 % S. Die metallographische Untersuchung des Bodens und des untersten Pfannen-

<sup>2)</sup> Vgl. E. Piwowarsky: Hochwertiger Grauguß, die physikalisch-metallurgischen Grundlagen seiner Erzeugung (Berlin: J. Springer 1929) S. 307/23; E. Scheil: Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 61/68 (Werkstoffaussch. 185).

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1075/79 (Werkstoffaussch. 103).

drittels zeigte, entsprechend der schwächeren Erwärmung, einen geringeren Karbidzerfall. Der obere Pfannenrand war entsprechend der geringsten Erwärmung fast unverändert.

oder Biegebelastung auf die Pfannenhaltbarkeit nicht gering veranschlagen. Bei frei hängender Pfanne kann die Biegebelastung bis ein Drittel der Zugfestigkeit betragen. Ist entsprechend einer Pfannentemperatur von etwa 600° die Festigkeit auf etwa 33 % ihres ursprünglichen Wertes gesunken, so kann schon die Biegebelastung allein einen Bruch herbeiführen. Wenn man sich weiter vor Augen hält, daß z. B. ein hoch belasteter Pfannenhaken durch die verhältnismäßig geringe Zusatzbelastung eines Hammerschlages zu Bruch gehen kann, so wird es verständlich, daß beim Kippen der Pfanne das plötzliche Hinzutreten der Biegebelastung einen Riß in der geschwächten Pfannenwand auslösen kann.

Auf Grund der bisherigen Untersuchungen hat man sich das zeitliche Ineinandergreifen der bei der Pfannenzerstörung beteiligten Ursachen folgendermaßen vorzustellen. Zwei Stufen sind zu unterscheiden:

1. Die Höhe der Einzelerwärmungen, ihre Dauer und Anzahl bestimmen den Umfang des Wachsens des gußeisernen Pfannenwerkstoffes. Im gleichen Maße entstehen als Folgeerscheinung feine kurze Parallellrisse, deren Zahl mit der Anzahl der Erwärmungen zunimmt. Hand in Hand damit geht eine fortschreitende Festigkeitsverminderung des Pfannenwerkstoffes. Das Kennzeichen dieser Zerstörungsstufe sind die zahlreichen feinen Risse.

2. Ist die Festigkeitsverminderung des Pfannenwerkstoffes durch die Vorgänge der ersten Stufe so weit fortgeschritten, daß die Pfannenwand den Wärmespannungen nicht mehr standhalten kann, so entsteht in der Höchsttemperaturzone etwa bei einer besonders hohen Erwärmung ein größerer, parallel zum oberen Pfannenrand verlaufender Riß, mitunter auch zwei oder drei. Diese wenigen, aber größeren Risse sind das Kennzeichen für die zweite Zerstörungsstufe. Sie vertiefen und verlängern sich allmählich, bis sie den ganzen Pfannenumfang einnehmen. Ist eine Pfanne noch außerdem auf Zug oder Biegung belastet, so wird der Zerstörungsvorgang der zweiten Stufe beschleunigt.

Es sei noch kurz auf die senkrecht zum Pfannenrand verlaufenden Risse eingegangen. Diese Risse treten

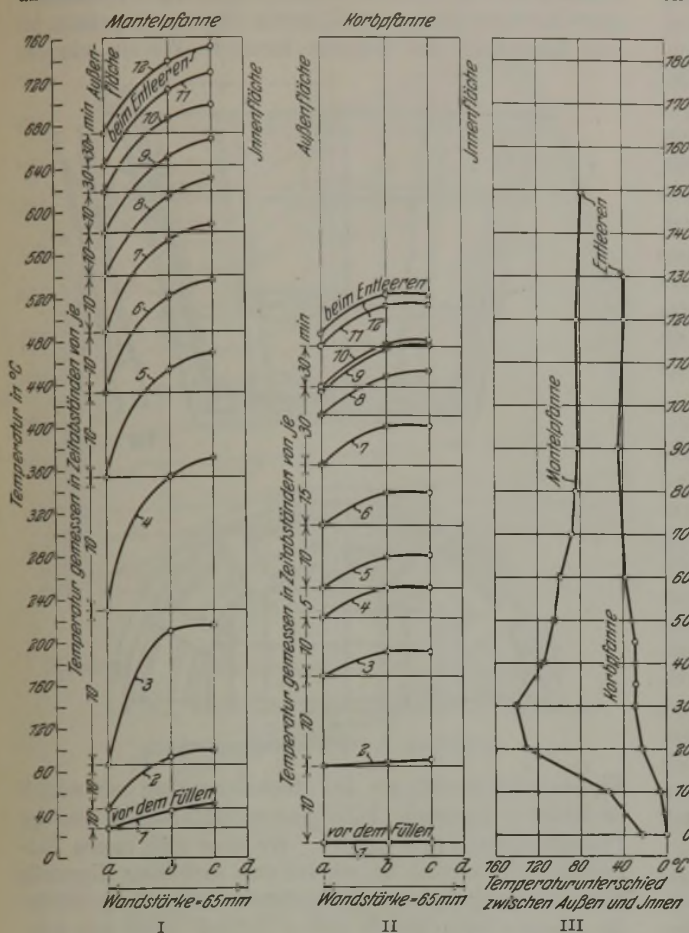


Abbildung 3. Temperaturverlauf im Wandquerschnitt (Höchsttemperaturgebiet) bei Mantel- und Korbpfanne.

Das Wachsen des Pfannenwerkstoffes verursacht im Verein mit der Gefügeauflockerung durch Zerfallgraphit und mit der chemischen Zerstörung durch Oxydierung und Sulfidierung die Bildung von vielen feinen Rissen an der Innenseite der Pfanne. Das bedingt wieder eine Festigkeitsverminderung des Pfannenwerkstoffes namentlich in der Höchsttemperaturzone, wo an und für sich schon die Wärmespannungen infolge der durch die Erwärmung verursachten Schwächung des Pfannenwerkstoffes zur Auswirkung kommen.

Als weitere Ursache für die Ribbildung kommt noch die mechanische Beanspruchung der Pfannenwand auf Zug oder Biegung in Betracht. Hängt der gußeiserne Pfanneneinsatz frei an Flanschen oder Konsolen, so müssen die Wandungen des darunterliegenden Pfannenteils die Last der eingefüllten Schlacke aufnehmen. Zu dieser Zugbelastung der Wandungen tritt beim Kippen der Pfanne noch eine Beanspruchung auf Biegung hinzu. Zu beachten ist, daß die Pfannenwand gerade dann belastet ist, wenn die Festigkeit des Pfannenwerkstoffes durch Erwärmung abgesunken ist und in der Pfannenwand selbst die Wärmespannungen groß sind. Man darf die Wirkung der Zug-

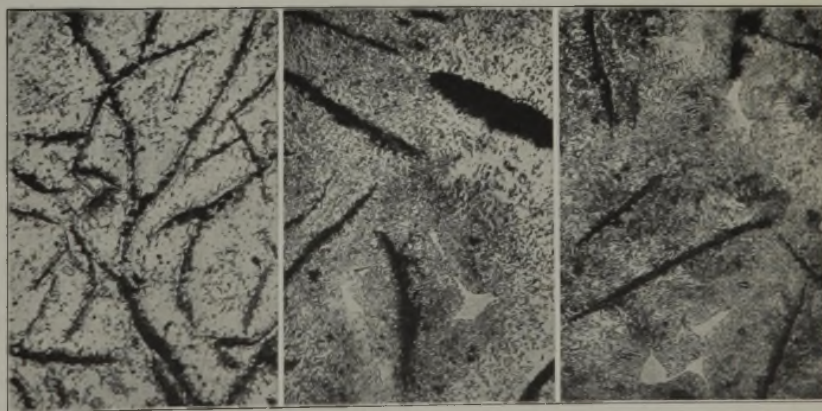


Abbildung 4. Wachstumserscheinungen in der heißesten Zone der Pfanne.

verhältnismäßig selten auf und zeigen sich fast nur an den Ausgußseiten der Pfanne. Sie müssen also mit dem Ausgießen der Pfanne in Zusammenhang stehen. Im Augenblick vor dem Kippen ist der Pfannenrand bekanntlich der am wenigsten hoch erwärmte Teil der Schlackenpfanne,

ganz besonders dann, wenn die Pfanne nicht voll gefüllt ist. Bei der Entleerung erfährt nun der gesenkte Teil des Pfannenrandes durch die heiße ausfließende Schlacke eine zusätzliche Erwärmung, während der gehobene Teil in seiner Temperatur annähernd unverändert bleibt. Durch diesen Temperaturunterschied werden im Umfang des Pfannenrandes Wärmespannungen ausgelöst, die sich nach Lage der Dinge nur in einem senkrechten Riß auswirken können. Man wird diese Rißbildung dadurch einschränken können, daß man die Pfannen nach Möglichkeit ganz voll füllt, damit die im obersten Pfannenteil entstandene Schlackenschale diesen vor Nacherwärmung beim Kippen schützt.

Zur Bekämpfung der Rißbildung gleichlaufend zum oberen Pfannenrand sind verschiedene Wege eingeschlagen worden. Zunächst ist die Beschaffenheit des Pfannenwerkstoffes zu beachten. Maßgebend ist die Ausbildung des Graphits, der möglichst fein sein soll, da dann die Festigkeit größer ist.

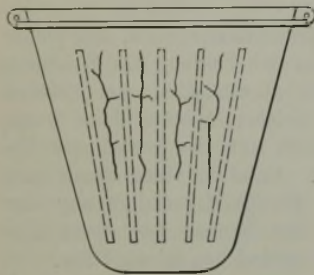


Abbildung 5. Risse bei einer Pfanne mit eingegossenen Flachstahlstäben.

Naheliegender war der Gedanke, durch Verfestigung der Pfannenwand der Rißbildung entgegenzutreten. Zu diesem Zweck wurden Flacheisen in die Pfannenwand eingegossen, um der gefährdeten Zone einen besseren mechanischen Halt zu geben. Dadurch gelang es wohl, die Querrisse einzuschränken, aber dafür stellten sich gemäß Abb. 5 Längsrissen parallel zu den eingegossenen Flacheisen ein. Der Erfolg dieser Maßnahme lief praktisch auf einen Richtungswechsel der Risse hinaus.

Ein weiterer Schritt in der Rißbekämpfung war die Teilung der Pfanne in der gefährdeten Zone (s. Abb. 6). Durch diese Teilung wollte man die gefährlichen Spannungen zwischen Ober- und Unterpfanne aufheben. Das erreichte man zweifellos, aber nicht gelang es, in den getrennten Teilen selbst Wärmespannungen zu vermeiden. Wie aus Abb. 6 hervorgeht, stellten sich sowohl im Oberteil als auch

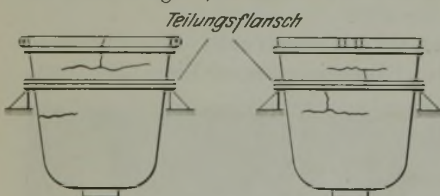


Abbildung 6. Risse bei geteilter Pfanne.

Will man die Rißbildung wirksam bekämpfen, so muß man den Hebel bei den Entstehungsursachen ansetzen. Als Hauptursache wurde einmal die hohe und ungleichmäßige Erwärmung mit ihren Folgeerscheinungen und dann die mechanische Belastung der Pfannenwand erkannt. Damit ist der Weg gewiesen, der zu beschreiten ist, und es ergeben sich demnach zur Bekämpfung der Querrisse folgende Maßnahmen:

1. möglichst weitgehende Herabminderung der Erwärmung der Pfanne und
2. vollkommene Entlastung der Pfannenwand gegen jede Zug- und Biegebeanspruchung.

Bei der Herabminderung der Erwärmung kommt es darauf an, die erste Zerstörungsstufe, also die Feinrißbildung, die lediglich durch Erwärmung bedingt ist, soweit wie möglich aufzuhalten; dann wird die zweite Zerstörungs-

stufe, also die Bildung großer Risse, falls keine Zug- oder Biegebelastungen vorliegen, von selbst eingedämmt.

Eine Einschränkung der Erwärmung kann zunächst dadurch erreicht werden, daß die Pfanne nach dem Füllen möglichst bald gekippt wird, da die Pfannentemperatur bis zum Augenblick des Kippens ansteigt. Wo ein schnelles

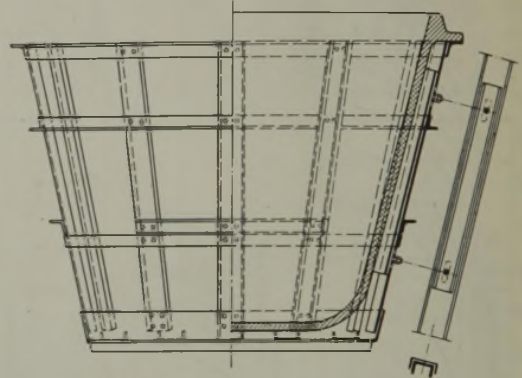


Abbildung 7. Schlackenpfannenkorb.

Kippen möglich ist, wie bei Hochofenwerken mit schnell erreichbarer Kippstelle, kann man verhältnismäßig günstige Pfannenhaltbarkeiten erzielen. Wo aber eine rasche Entleerung nicht möglich ist, wie bei weit entfernter Kippstelle oder namentlich bei der Klotzschlackenherstellung, bei der die Pfannen lange gefüllt stehen müssen, stellt sich frühzeitig Rißbildung ein.

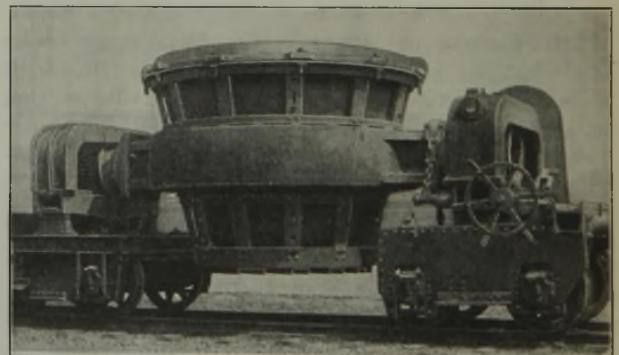


Abbildung 8. Ansicht einer Korbpfanne.

Am wirksamsten kann die Erwärmung der Pfanne durch kräftige Außenluftkühlung herabgemindert werden. Bei der üblichen Mantelumkleidung ist dies nicht möglich, da die zwischen Mantel und Pfanne befindliche Luftschicht wärmeschützend wirkt. Diese Luftschicht kann sich bei der Schlackenfüllung bis auf 450° erwärmen. Der Mantel muß also fortfallen. Mit dem Fortfall des Mantels ist wohl der Forderung einer wirksamen Außenkühlung Genüge geschehen, und Ausbildungen dieser Art wie z. B. die in Abb. 6 wiedergegebene haben auch schon bessere Haltbarkeiten ergeben; aber damit ist noch nicht die nicht minder wichtige Forderung der mechanischen Entlastung der Pfannenwände erfüllt. Bei der eben erwähnten Bauart hat die fehlende Entlastung zweifellos die im Unterteil auftretende Riß-

bildung (s. Abb. 6) begünstigt, denn hier ist die Erwärmung an und für sich weniger hoch, so daß dort Risse eigentlich nur in beschränktem Maße auftreten dürften. Dieser Nachteil kann durch die in Abb. 7 und 8 dargestellte Pfannenausbildung vermieden werden. Diese Pfanne erfüllt beide

eine Höchsttemperaturzone. Doch sind hier die Temperaturen wesentlich niedriger als bei der Mantelpfanne. Während bei der Mantelpfanne in dieser Zone Temperaturen von 650 bis sogar 750° herrschen, betragen diese Temperaturen bei der Korbpfanne höchstens 480 bis 550°. Während also bei der Mantelpfanne die in der Höchsttemperaturzone herrschenden Temperaturen in das gefährliche Gebiet der Hauptwachstumsvorgänge des Gußeisens (550 bis 650°) fallen, liegt bei der Korbpfanne die Höchsttemperaturzone unterhalb dieser Grenze. Deshalb ist bei der Korbpfanne die Feinrißbildung eingeschränkt, so daß der Pfannenwerkstoff länger seine ursprüngliche Festigkeit behält, d. h. die erste Zerstörungsstufe wird somit hinausgeschoben.

Wie die Abb. 2 und 9 zeigen, sind auch die gefährlichen Temperatursprünge im oberen Pfannendrittel bei der Korbpfanne wesentlich kleiner als bei der Mantelpfanne, und zwar 200 gegen 400°. Da auch die Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenwand bei der Korbpfanne nur etwa 40° gegen 140° bei der Mantelpfanne betragen (vgl. Abb. 3), so können bei der Korbpfanne Wärmespannungen nur in beschränktem Maße auftreten. Damit wird auch die zweite Zerstörungsstufe bei der Korbpfanne hinausgeschoben, um so mehr als auch die Pfannenwand gegen jede Zug- und Biebeanspruchung entlastet ist. Als praktische Folge dieser Maßnahmen ergab sich eine bedeutende Verlängerung der Lebensdauer der Korbpfanne gegenüber der Mantelpfanne.

Was nun die Auskühlung des Pfanneneinsatzes anbelangt, die bei der Schlackenpfanne für die Haltbarkeit genau so wichtig ist wie beispielsweise bei Stahlwerkskokillen, so ist es klar, daß die Auskühlung bei einer außengekühlten Korbpfanne viel gleichmäßiger und auch verhältnismäßig schneller vonstatten geht als bei einer Mantelpfanne, wie dies Abb. 10 verdeutlicht. Bei gesteigerter Roheisenerzeugung, die einen schnelleren Pfannen-umlauf bedingt, ist dies von Bedeutung.

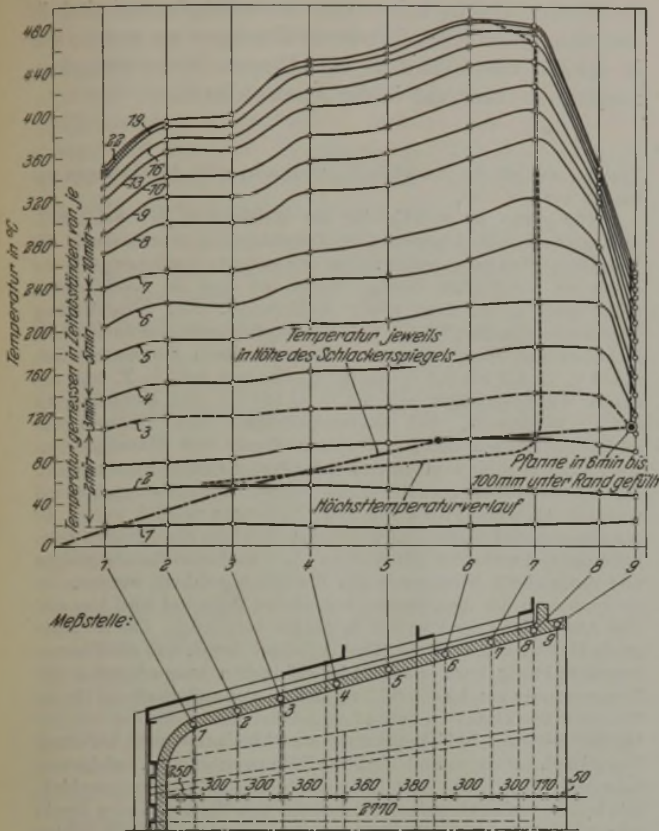


Abbildung 9. Temperaturverlauf in einer Korbpfanne vom Einfüllen bis zum Entleeren der Schlacke.

Forderungen, Kühlung und Entlastung, in vollkommener Weise. Sie besteht aus einem aus U-Eisen hergestellten Korb, der einen rostartigen Boden hat. In diesem Korb wird der Pfanneneinsatz hineingestellt, und zwar so, daß der Pfannenboden auf dem Rost fest aufsitzt. Dadurch wird zunächst den Seitenwandungen des Pfanneneinsatzes durch die senkrechten Speichen des Korbes die Belastung auf Zug abgenommen. Damit sich der Pfannenkörper beim Kippen nicht verschiebt, werden an mehreren Speichen, meistens an den überspringenden, zwischen Speiche und Pfanne lange Keile eingeschoben (Abb. 7, rechts), die durch Schrauben in ihrer Einschieblage festgehalten werden. Pfanne und Korb haben verschiedene Verjüngung, wodurch das Einschleiben von Keilen möglich wird. Durch diese Keile werden gleichzeitig die Seitenwandungen des Pfanneneinsatzes so abgestützt, daß beim Kippen eine Beanspruchung auf Biegung nicht eintreten kann. Da ferner die Pfannenwandungen vollkommen frei liegen, können sie in weitgehendem Maße von der Außenluft gekühlt werden.

Der Vorsprung der außengekühlten Korbpfanne gegenüber der luftisolierten Mantelpfanne kommt zunächst im Grad ihrer Erwärmung zum Ausdruck oder im Unterschied der beiderseitigen Außenwandtemperaturen und der beiderseitigen Wandquerschnittstemperaturen. Ein Vergleich von Abb. 9 mit Abb. 2 verdeutlicht diese Unterschiede der beiden Pfannenausbildungen. Rein äußerlich betrachtet, ähnelt das Temperaturbild der Korbpfanne dem der Mantelpfanne. Doch liegen alle Werte tiefer. Auch bei der Korbpfanne gibt es etwa 500 bis 800 mm vom Oberrand entfernt

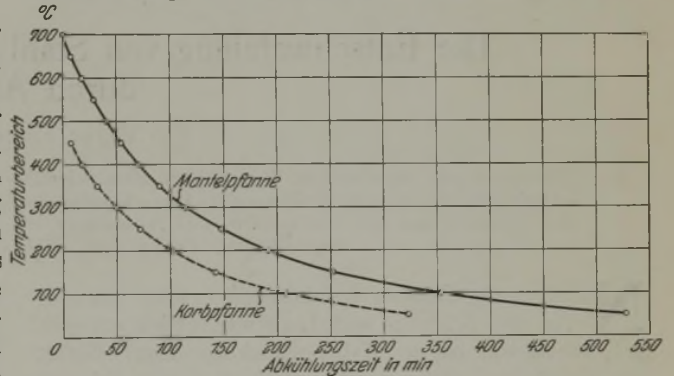


Abbildung 10. Auskühlung von Korb- und Mantelpfanne.

Bei der Betrachtung der Ribbekämpfung sei noch erwähnt, daß man vielfach die entstandenen Risse zuschweißt, um dadurch die Lebensdauer der gußeisernen Einsätze zu verlängern.

Es sei noch bemerkt, daß die Aufklärung der gefügemäßigen Veränderungen in der Pfannenwand und ihr Einfluß auf die Pfannenzerstörungen von Herrn Dipl.-Ing. H. Kauffmann, Oberbeuren, herrührt.

Zusammenfassung.

Die Ursachen der Schlackenpfannenzerstörung durch Ribbildung sind zu erblicken in der hohen und ungleichmäßigen Erwärmung mit ihren Folgeerscheinungen, nämlich im Wachsen des Pfannenwerkstoffes durch Karbidzerfall und Oxydation, wodurch die Feinrisse

entstehen, sowie in den Wärmespannungen, die bei hinreichender Schwächung der Pfannenwand durch Feinrisse wenige, aber große Querrisse verursachen. Die Auslösung der Spannungsrisse wird beschleunigt bei Zug- oder Biegebeanspruchung der Pfannenwand. Diese Ursachen der Bildung von Rissen parallel zum Pfannenrand können durch möglichst starke Außenluftkühlung der Pfanne sowie durch Entlastung der Pfannenwand von jeder Beanspruchung auf Zug oder Biegung wirksam bekämpft werden.

\*

\*

\*

In der Erörterung wurde erwähnt, daß die schnellere Auskühlung der Korbpfannen keine erhöhten Ansätze von Schlacken und deshalb keine größeren Reinigungsarbeiten als bei Mantelpfannen verursacht. Die Wirkung des Korbes ist nach Herrn Wilhelmi so zu erklären, daß sich in der kälteren Pfanne schneller eine feste Schlackenschale bildet, die sich teilweise von der Pfanne abhebt und den Wärmeübergang verschlechtert. Deshalb ist die Abkühlung des Pfanneninhaltes bei Korb- und Mantelpfannen nicht viel voneinander verschieden; die Korbpfanne bietet aus dem Grunde auch dann keine Nachteile, wenn die Schlacke etwa zu Pflastersteinen vergossen werden soll, wo man zuweilen mit einem längeren Abstehen der Pfanne vor dem Vergießen rechnen muß. Als Maßnahme zur beschleunigten Abkühlung der Pfannen wurde auch das Angießen von Nadeln oder Rippen auf der Außenfläche der Pfanne vorgeschlagen, wobei allerdings die Gußspannungen in der Pfanne erhöht werden. Bei vorhandenen Mantelpfannen könnte durch Durchlöchern des Stahlmantels für eine schnellere Auskühlung gesorgt werden.

In einem Betrieb hat man die Lebensdauer der Pfanne dadurch verlängert, daß man in der am meisten gefährdeten Zone einen Verstärkungswulst angoß. Auf einem anderen Werke hat man die Pfanne geteilt und wechselt den oberen Rand, der zuerst durch Längsrisse unbrauchbar wird, aus; dadurch hat man die Haltbarkeit bei Pfannen für Gießereischlacken auf 2900 Füllungen erhöht. Auch in anderen Betrieben hat man bemerkt, daß Längsrisse, und nicht, wie von Herrn Wilhelmi festgestellt, Querrisse, die Pfanne unbrauchbar machen. Herr Wilhelmi führt diese Riserscheinungen auf langsames Kippen der Pfanne zurück, wodurch Längswärmespannungen zwischen der heißen Ausgußseite und dem kälteren sonstigen Umfang der Pfanne entstehen. Dafür spricht, daß in einem Betriebe mit Drehen der

Beides war bei der Korbpfanne, bei der der gußeisernen Pfanneneinsatz in einem Traggerüst aus U-Eisen ruht, im Gegensatz zu der vollkommen in einen Blechpanzer eingehüllten Mantelpfanne weitgehend erreicht.

Die von Werk zu Werk häufig stark voneinander abweichenden Haltbarkeiten der Schlackenpfannen sind in den unterschiedlichen Betriebsbedingungen zu suchen, wie in der Zeit vom Füllen bis zum Kippen, in der Schlacken-zusammensetzung und in der Auskühlzeit.

Pfanne, so daß die Ausgußseite wechselt, gute Erfahrungen gemacht worden sind.

Für genau so wichtig für die Haltbarkeit der Schlackenpfannen wie die konstruktive Durchbildung wurde auch die Werkstofffrage gehalten. Das verwendete Gußeisen soll vor allem ein ferritisches Gefüge haben, so daß ein Karbidzerfall nicht möglich ist, dazu wenig Kohlenstoff. Auf verschiedenen Werken werden die Pfannen teils aus Gattierungen aus ferritischem Roheisen mit Kokillenbruch, teils aus reinem Hämatitroheisen mit 4 % C, 2,0 bis 2,2 % Si, 0,3 % Mn und 0,02 % P, teils aus einem Walzengußeisen mit 2,2 % C (20 %) und Kokillenbruch (80 %) hergestellt. Bei Gießereiroheisen- und Stahlroheisen-schlacken wurden dabei auf einem Werke mit Mantelpfannen 2000 Füllungen bis zum Auftreten der ersten großen Risse erreicht. Diese wurden dann gesäubert, mit Schraubenbolzen versehen und verschweißt, worauf nochmals 1000 Füllungen möglich waren. Zu erwähnen bleibt noch, daß in diesen Betrieben die Pfannen möglichst schnell umlaufen sollen, etwa 1½ h nach der Füllung gekippt und dann gleich wieder vor den Hochofen gefahren werden. Im Gegensatz zu der Anschauung von Herrn Wilhelmi wird hier also eine Auskühlung der Pfannen möglichst vermieden. Die trotzdem große Haltbarkeit erklärte Herr Wilhelmi damit, daß die Pfannen wegen Führung kurz erstarrender Schlacken wahrscheinlich nur Temperaturen von 450 bis 550° erreichen, also außerhalb des für das Wachsen von Gußeisen besonders gefährlichen Bereiches von 550 bis 650° bleiben. Bei Thomasroheisen-schlacken wurden auf einem Werk 1300, auf einem anderen 1600 Füllungen erreicht. Infolge weit entlegener Kippstelle und kieselreicher Thomaseisen-schlacken konnte ein dritter Hochofenbetrieb mit Mantelpfannen durchschnittlich nur 600 Füllungen erreichen. In diesem Falle zeigten Korbpfannen bei etwa verdoppelter Füllungsanzahl noch keine Risse.

## Die Entschwefelung von Stahl im kernlosen Induktionsofen durch Alkalien.

Von Heinz Siegel in Berlin\*).

(Chemische und physikalische Bedingungen beim Schmelzen im kernlosen Induktionsofen. Bedingungen für die Entschwefelung. Theoretische Erörterungen. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung. Schmelzerggebnisse bei Verwendung von Natriumsilikat als Lösungsmittel und Anwendung von Soda unter Zusatz verschiedener Reduktionsmittel, z. B. Ferrosilizium, Ferromangan, Kalziumkarbid u. a. m. Folgerungen.)

Nachdem der kernlose Induktionsofen seine Eignung für den Schmelz- und Legierungsbetrieb erwiesen hat, wendet sich bei der Weiterentwicklung dieser Ofenart das Hauptaugenmerk seiner Verwendbarkeit zum Frischen und Feinen zu. Genannt seien hier nur die Arbeiten von F. Wever und H. Neuhaus<sup>1)</sup>, O. Dörrenberg und N. Broglio<sup>2)</sup>, F. Pölzguter<sup>3)</sup> und W. Hessenbruch<sup>4)</sup>, ferner die Untersuchungen von H. Neuhaus<sup>5)</sup>, N. Broglio<sup>6)</sup> und A. G. Robiette<sup>7)</sup>, in denen neben anderem auch Fragen des Frischens und Feinens im kernlosen Induktionsofen behandelt werden. Auch die Frage der Entschwefelung ist in

der einen oder anderen Arbeit bereits angeschnitten worden, ohne daß jedoch planmäßige Untersuchungen in dieser Richtung angestellt oder bekannt geworden wären. Diese Lücke auszufüllen war der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Die Schwierigkeiten, die einer weitgehenden Entschwefelung im kernlosen Induktionsofen entgegenstehen, sind wohl vor allem darauf zurückzuführen, daß man versuchte, die für den Lichtbogen- und Niederfrequenzofen bewährten Verfahren zur Entschwefelung auch auf den kernlosen Induktionsofen zu übertragen. Wird nun schon beim Lichtbogenofen die Zustellung durch den zum Dünflüssigmachen der Schlacke erforderlichen Flußspatzusatz stark angegriffen, so ist das natürlich in noch stärkerem Maße beim kernlosen Induktionsofen der Fall, da hier der niedrigeren Schlackentemperatur entsprechend ein noch größerer Flußspatzusatz erforderlich wäre. Bedenklich würde ein derartiges Arbeiten vor allem noch dadurch, daß der Schmelzraum hier ein Tiegel ist, dessen Wandstärke aus elektrischen Gründen möglichst gering bemessen wird. Außerdem ist die Ausbesserung der fast senkrechten Wände sehr viel schwieri-

\*) Auszug aus der gleichnamigen von der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg genehmigten Dissertation.

<sup>1)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 11 (1929) S. 373/85.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 617/29 (Stahlw.-Aussch. 183).

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 513/20 (Stahlw.-Aussch. 207).

<sup>4)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 13 (1931) S. 169/81.

<sup>5)</sup> Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 689/96 (Stahlw.-Aussch. 166).

<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 605/13 (Stahlw.-Aussch. 208).

<sup>7)</sup> Iron Steel Ind. 4 (1931) S. 125/29.

ger als die eines Herdes. Benutzt man weniger Flußspat, so ist der Schlackenangriff zwar geringer, aber auch die Entschwefelung wird bedeutend schlechter. Da es nun keinen Tiegelaufbau gibt, der gegen Flußspat beständig ist, muß dieser Zusatz eben im kernlosen Induktionsofen am besten ganz vermieden werden, und damit wird es notwendig, nach einem anderen Verfahren zur Entschwefelung zu suchen. Dazu ist es wieder unerlässlich, sich über die besonderen physikalischen und chemischen Bedingungen im kernlosen Induktionsofen klarzuwerden, die im wesentlichen bestimmt sind durch die Tiegelform an Stelle der Herdform, die Badbewegung und das Fehlen des Lichtbogens, und die wie folgt zusammengefaßt werden können:

1. Die Schlackentemperatur ist geringer als die des Bades. Schlacken mit hohem Schmelzpunkt lassen sich daher nicht schmelzen.
2. Das Verhältnis von Berührungsfläche zwischen Bad und Schlacke zum Badinhalt ist ungünstig. Die verflüssigbare Schlackenmenge ist daher nur gering.
3. Die Badbewegung hebt die ungünstige Wirkung des Punktes 2 zum Teil auf. Sie sorgt für einen Konzentrationsausgleich im Bad und in der Schlacke und verhindert dadurch, daß die Diffusionsvorgänge die Geschwindigkeit der Gesamtumsetzungen nachteilig beeinflussen. Außerdem wird ein Absinken der Temperatur an der Berührungsfläche, wo dauernd Wärme an die Schlacke abgegeben wird, verhindert.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte sind die Bedingungen, die ein Entschwefelungsverfahren für den kernlosen Induktionsofen erfüllen muß, folgende:

1. Die Schlacke soll einen möglichst tiefen Schmelzpunkt haben, um recht viel Schlacke verflüssigen zu können.
2. Die Schlacke soll bei der Temperatur des Stahles ganz dünnflüssig sein, um von Diffusionsvorgängen innerhalb der Schlacke unabhängig zu sein.
3. Die Reaktionsgeschwindigkeit soll möglichst groß sein, um die günstige Wirkung der Badbewegung ausnutzen zu können.
4. Die Schlacke soll ein großes Lösungsvermögen für Sulfide haben.
5. Der Schlackenangriff soll möglichst klein sein, erheblich geringer als bei Kalk-Flußspat-Schlacken.

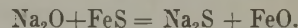
Unter den bekannten Entschwefelungsarten gibt es nun ein Verfahren, das diese Bedingungen weitgehend erfüllt, nämlich die Entschwefelung durch Alkalien. F. Bardenheuer und H. Ostermann<sup>9)</sup> haben diese Art der Entschwefelung unter den verschiedensten Bedingungen untersucht, das heißt, sie prüften z. B. den Einfluß eines Sodazusatzes im Gemisch mit verschiedenen Reduktionsmitteln, wie Ferrosilizium, Kalziumkarbid, ferner mit Kalk u. a. m. Es gelang ihnen, für Gußeisen die besten Entschwefelungsbedingungen klarzulegen. Anders ist es hingegen mit Stahl, von dessen Behandlung mit Alkalien sie sich keinen Erfolg versprechen, und zwar deshalb nicht, weil ihre Versuche gezeigt hatten, daß die Entschwefelung um so schlechter wird, je heißer das Eisen ist; der Grund für diese Erscheinung ist nach den Verfassern vor allem darin zu suchen, daß das Alkali bei den hohen Temperaturen nicht oder nur weniger zur Wirkung kommen kann, weil es zum größten Teile verdampft.

Vergleicht man nun die Ergebnisse dieser Arbeit mit den für den kernlosen Induktionsofen geforderten Bedingungen, so zeigt sich, daß die Punkte 1 bis 4 unter der Voraussetzung,

daß Silikatschlacken zur Anwendung gelangen, weitgehend erfüllt werden. Gegen eine erfolgreiche Anwendung spricht nur die Feststellung, daß die Alkalien bei höherer Temperatur verdampfen. Es mußte demnach ein Weg gesucht werden, diese Verdampfung möglichst weitgehend einzuschränken oder zu vermeiden; am zweckmäßigsten erschien der, zuerst ein Lösungsmittel für die Soda, also eine niedrigschmelzende Schlacke, am besten Natriumsilikat, auf das Bad zu geben, und in dieser Weise sind denn auch die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Versuche durchgeführt worden.

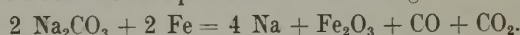
#### Theoretische Erörterungen.

Die Alkali-Entschwefelung ist bisher wie folgt formuliert worden:



Die Konzentration an (FeS) ist durch den Anfangsgehalt des Bades an Schwefel festgelegt. Es ist zu erwarten, daß mit sinkendem Schwefelgehalt die Entschwefelung sich schwieriger gestaltet. Die Konzentration an ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) hat ihre obere Grenze im Lösungsvermögen der Schlacke für Natriumsulfid. Von außen kann die Entschwefelung nur begünstigt werden durch Erhöhung der Natriumoxyd-Konzentration und Verminderung der Eisenoxydul-Konzentration in der Schlacke. Berücksichtigt man, daß karbidische Lichtbogenofenschlacken bis zu 1 % Schwermetalloxyd und Kalk-Ferrosilizium-Schlacken sogar 2 bis 3 % enthalten können, so erkennt man, daß einer weitgehenden Verringerung der Eisenoxydul-Konzentration erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen werden. Andererseits stößt aber auch die Vergrößerung der Konzentration an Natriumoxyd auf große Schwierigkeiten.

Nach den Untersuchungen von J. Johnston<sup>9)</sup> beträgt der Dissoziationsdruck der Kohlensäure in der Soda bei 975° nur 5,7 mm QS und dürfte 760 mm schätzungsweise bei 1500° erreichen. Sobald aber metallisches Eisen anwesend ist, wird die Kohlensäure nach den Beobachtungen von L. Haekspil und R. Grandadam<sup>10)</sup> schon bei 800 bis 900° frei entsprechend der Gleichung:



Demnach wird die Soda beim Eintragen in eine Schlacke von Natriumsilikat bei 1500 bis 1600° schon den größten Teil ihrer Kohlensäure verlieren. Bei der Berührung mit dem Eisenbad wird die Soda oder das Natriumoxyd zu Natrium reduziert im Sinne der obigen Gleichung, mit der Aenderung, daß an Stelle des Eisenoxyds das Oxydul wegen der höheren Temperatur entsteht und die Reaktion entsprechend heftiger verläuft.

Natürlich werden sich auch die Begleitelemente Kohlenstoff, Silizium und Mangan im Bad an der Reduktion beteiligen. Da ihre Konzentrationen im Vergleich zum vorhandenen Eisen nur sehr klein sind, dürfte diese Beteiligung nicht groß sein. Das entstehende Eisenoxydul muß reduziert werden, am besten durch Zugabe von Reduktionsmitteln zur Schlacke. Im anderen Falle wird das Bad oxydiert. Die Reduktionsmittel in der Schlacke reduzieren natürlich auch das Natriumoxyd oder die Soda. Bei einem Ueberschuß an Reduktionsmitteln wird daher die Reaktion zu heftig verlaufen, und das entstehende Natrium, dessen Siedetemperatur bei 883° liegt, wird ungenützt verdampfen. Das gleiche muß geschehen, wenn der Alkali-Ueberschuß in der Schlacke zu groß oder, anders ausgedrückt, wenn die Menge des Lösungsmittels zu gering bemessen wird. Das entweichende Natrium oxydiert sich sofort an der Luft zum

<sup>9)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 9 (1927) S. 129/49.

<sup>9)</sup> Z. physik. Chem. 62 (1908) S. 330.

<sup>10)</sup> C. R. Acad. Sci., Paris, 180 (1925) S. 68/70.

Oxyd. Große Mengen entweichenden Natriumoxyds sind daher ein Zeichen dafür, daß die Reaktion nicht in einem für die Entschwefelung günstigen Sinne geführt wird.

In Abb. 1 sind die Zustandsdiagramme der Systeme CaO-SiO<sub>2</sub> und Na<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> nach den Ergebnissen und Zusammenstellungen von C. H. Herty und Mitarbeitern<sup>11)</sup> bzw. J. d'Ans und J. Löffler<sup>12)</sup> eingezeichnet. Durch geschweifte Klammern sind für beide Systeme die Gebiete, in denen eine Entschwefelung möglich ist, gekennzeichnet.

In den übrigen Feldern ist keine Entschwefelung möglich, weil die Silikate dort sauren Charakter haben. Die angegebenen Entschwefelungsgebiete können jedoch praktisch nicht voll ausgenutzt werden. Im oberen Diagramm steigt der Schmelzpunkt mit wachsendem Kalkgehalt sehr rasch an, so daß die Schlacke zu steif wird, während im unteren

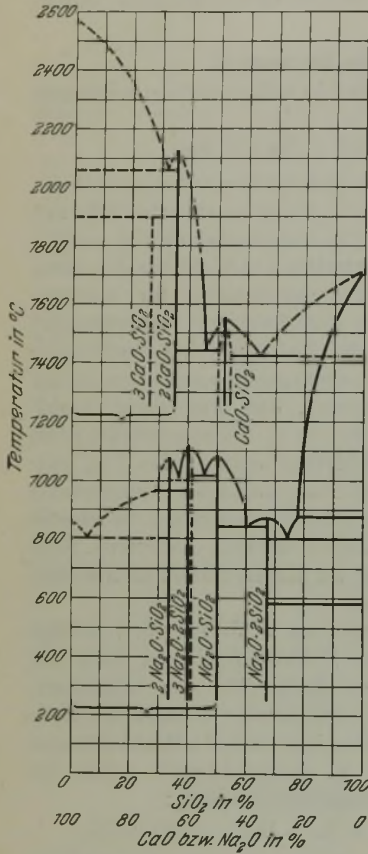


Abbildung 1. Zustandsdiagramme der Systeme CaO-SiO<sub>2</sub> und Na<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>.

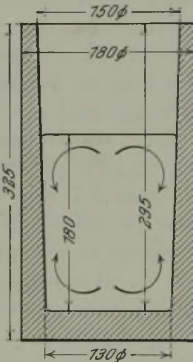


Abbildung 2. Abmessungen des Tiegels.

Diagramm der linke Teil des Entschwefelungsgebietes wenigstens für Stahl nicht ausgenutzt werden kann, weil die Menge der Kieselsäure, die in erster Linie die Menge des zur Verfügung stehenden Lösungsmittels bestimmt, zu gering wird. Für die Entschwefelung kommen also nur verhältnismäßig schmale Gebiete links der Linien 2 CaO-SiO<sub>2</sub> und Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub> in Betracht. Unter Berücksichtigung dieses Ergebnisses erkennt man aus den Diagrammen, daß die Kalkentschwefelung Temperaturen erfordert, die rd. 1000° höher liegen als bei der Alkali-Entschwefelung, und daß alkalische Schlacken erheblich mehr Kieselsäure enthalten dürfen als die Kalkschlacken. Diese Betrachtungen kommen der Wirklichkeit sehr nahe, weil Schwermetalloxydule, die den Schmelzpunkt der Kalksilikate stark erniedrigen, nicht vorhanden sein dürfen.

**Versuchsanlage.**

Für die Versuche stand eine 16-kW-Anlage für 10 000 Perioden je s zur Verfügung. Der Tiegeleinsatz betrug durchweg 20 kg. Die Tiegel bestanden aus Magnesit mit 3 % CaO (als gelöschter Kalk angewandt) und 0,5 % Kaolin als

Bindemittel<sup>13)</sup>. Die Abmessungen des Tiegels sind aus Abb. 2 zu entnehmen; die eingezeichnete Badoberfläche zeigt, daß das Verhältnis von Baddurchmesser zur Badhöhe sehr gut mit dem bei großen Oefen des Betriebes übereinstimmt. Die eingezeichneten Pfeile deuten die Richtung der Badbewegung an.

Da bei den ersten Versuchen infolge der Badbewegung die Schlacke in hohem Maße an den Tiegelwänden nach unten gezogen wurde, konnten keine gleichmäßigen, einwandfreien Versuchsergebnisse erzielt werden. Deshalb wurden die über der Badoberfläche befindlichen Spulenwindungen abschaltbar eingerichtet und auf diese Weise nach dem Einschmelzen die Badbewegung an der Oberfläche weitgehend unterdrückt. Da für die Versuche die Stärke der Badbewegung von Wichtigkeit ist, mögen auch die Maße der Spule und ihre elektrische Belastung angegeben werden. Nach dem Abschalten der oberen acht Windungen hatte die Spule noch 35 Windungen bei einer Höhe von 250 mm und einem Innendurchmesser von 220 mm. Die elektrische Belastung betrug im Höchstfalle 150 A bei 1600 V.

**Grundgedanken, Arbeitsweise und Genauigkeit der Versuche.**

Eine Reihe von Vorversuchen ergab, daß es tatsächlich möglich ist, Stahl mit alkalischen Schlacken bis auf unter 0,02 % S zu entschwefeln, wobei der Angriff dieser Schlacken auf die Zustellung ganz bedeutend geringer ist als bei Kalk-Flußspat-Schlacken. Außerdem wurde festgestellt, daß das Maß der Entschwefelung im wesentlichen festgelegt wird durch die Art und Menge der zugefügten Reduktionsmittel und die Menge des als Lösungsmittel für die Soda verwendeten Natriumsilikats. Durch diese Erkenntnisse war das Versuchsprogramm ohne weiteres gegeben.

Gleichgewichtsuntersuchungen wurden nicht durchgeführt, weil die Konzentrationen an Alkalioxyd und unbrauchtem Reduktionsmittel in der Schlacke sich sehr schnell ändert und überdies in analytischer Hinsicht wesentliche Schwierigkeiten und Umständlichkeiten eintreten. Da sich bei den Vorversuchen weiterhin ergeben hatte, daß es zur Vermeidung von Verdampfungsverlusten zweckmäßig ist, die Soda in geteilten Mengen in das bereits geschmolzene Natriumsilikat einzutragen, und es überdies naheliegend war, die Versuche so durchzuführen, daß sie dem etwa in den Betrieb einzuführenden Verfahren möglichst ähnlich waren, wurden sie folgendermaßen durchgeführt. Nach dem Einschmelzen und nachdem das Bad die gewünschte Temperatur erreicht hatte, wurde vollständig desoxydiert, aufgeschwefelt und dann das Natriumsilikat aufgegeben, das bereits nach 1,5 bis 2 min geschmolzen war; dann wurde in Abständen von 5 min die Soda im Betrage von 1/4 % des Einsatzes zuzüglich der jeweils angewandten Reduktionsmittel zugegeben. Die Probenentnahme erfolgte ebenfalls alle 5 min. Auf diese Weise war es nicht nur möglich, den Verlauf der Entschwefelung festzulegen, sondern auch gleichzeitig den Sättigungsgehalt einer Schlacke unter den jeweiligen Bedingungen festzustellen.

Bei dieser Versuchsanordnung ist es möglich, die Verdampfungsverluste so gering zu halten, daß von einer Belästigung durch Alkalioxyddämpfe nicht mehr die Rede sein kann. Durch eine Abzugsvorrichtung können diese Dämpfe, die sich vor allem beim Abschlacken und ähnlichen Arbeiten bemerkbar machen, völlig beseitigt werden. Da die Verdampfungsverluste mit sinkender Temperatur geringer werden, wurde die Versuchstemperatur möglichst tief gewählt. Weil eine Ueberhitzung des Stahles von un-

<sup>11)</sup> Min. metallurg. Invest. Bull. 47 (1930).

<sup>12)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 151 (1930) S. 11.

<sup>13)</sup> Ueber die Ergebnisse der Versuche zur Herstellung schlackenfester Tiegel wird im Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) Nr. 1, berichtet werden.



gefähr 40° erforderlich ist, um ihn vollständig dünnflüssig zu halten und von Temperaturschwankungen, bei denen er dickflüssig werden könnte, unabhängig zu sein, wurde als Versuchstemperatur, soweit nicht ausdrücklich anderes bemerkt ist, 1560° gewählt. Da infolge der dauernd bewegten Badoberfläche sich die Messung mit dem Glühfadenpyrometer sehr schwierig gestaltete, wurde das von G. Naeser<sup>14)</sup> ausgearbeitete Farbpyrometer, das eine schnellere Einstellung gestattet, benutzt. Die angegebenen Temperaturen stellen den Mittelwert von mehreren Messungen dar und beziehen sich auf den Versuchsbeginn. Eine genaue Nachprüfung der Temperatur nach dem Abschlacken war wegen der vielen kleinen Schlackenreste auf der Oberfläche und der Dämpfe nicht möglich. Da eine Abkühlung unbedingt vermieden werden mußte, ist die Temperatur eher etwas gestiegen als gesunken.

Das verwendete Natriumsilikat entsprach genau der Zusammensetzung  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ . Eine Nachprüfung des Kieselsäuregehaltes ergab 49,4 %  $\text{SiO}_2$ , der theoretische Wert beträgt 49,3 %  $\text{SiO}_2$ . Das Ferrosilizium enthielt 80,35 % Si, 0,11 % C, Spuren Mn und S; das Ferromangan 77,29 % Mn, 6,65 % C, 0,35 % Si und 0,038 % S. Als Soda wurde die handelsübliche kalzinierte Soda benutzt. Auch das ebenfalls verwendete Kalziumkarbid war technischer Herkunft; es enthielt 56,91 % Ca, 0,307 % S, bei einem Gesamt-Kohlenstoffgehalt von 14,39 % und 0,60 % freiem Kohlenstoff. Das Kalziumoxyd war gebrannter Marmor und enthielt bei 5,28 % Glühverlust 93,70 % CaO. Schwefel konnte weder als Sulfid noch als Sulfat nachgewiesen werden.

Um die Versuchsergebnisse untereinander vergleichen zu können, mußte ein bestimmter Anfangsgehalt an Schwefel gewählt werden. Weil für den Elektroofenbetrieb im allgemeinen ein besserer Schrott als für den Siemens-Martin-Ofen verwendet wird und die Schwierigkeiten der Entschwefelung mit sinkendem Schwefelgehalt steigen, wurde ein Anfangsgehalt von 0,05 % S gewählt, der mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,003$  % S eingehalten werden konnte.

Bei den Kurvenscharen, die in den Schaubildern wiedergegeben sind, wurden die einzelnen erhaltenen Kurven auf den genauen Anfangsgehalt von 0,05 % S berichtigt. Die Gehalte an Kohlenstoff und Mangan im Stahl wurden möglichst je unter 0,3 % gehalten. Der Siliziumgehalt weist größere Schwankungen auf, weil mit Ferrosilizium desoxydiert wurde und weil Silizium bei unbedecktem Badspiegel sehr rasch verbrennt. Da der Phosphorgehalt auf die Entschwefelung keinen Einfluß hat, wurde er nicht beobachtet.

Die Schlacken waren, soweit nicht ausdrücklich anderes bemerkt wird, gut dünnflüssig. Ihre Farbe war nach dem Erstarren bei guter Entschwefelung hellbraun bis hellgrau, sonst dunkelbraun bis schwarz.

#### Ergebnisse der Versuche.

##### Reihe A. Soda und Ferrosilizium.

Bei Verwendung von 200 g Natriumsilikat als Lösungsmittel ergab sich für 10 bis 20 % Ferrosilizium der angewandten Sodamenge ein geradliniger Verlauf der Schwefelabnahme (Abb. 3), und zwar steiler verlaufend mit steigendem Ferrosiliziumzusatz. Mit weiter steigendem Ferrosiliziumzusatz fiel bei besserer Anfangsent Schwefelung die in die Schlacke übergeführte gesamte Schwefelmenge, und die Versuche zeigten eine deutliche Sättigung der Schlacke. Es liegt nahe, diese Erscheinungen mit dem Kieselsäuregehalt der Schlacke in Zusammenhang zu bringen. Unter der Annahme, daß kein Natriumoxyd verdampft und das

Silizium vollständig zu Kieselsäure oxydiert wird, ergibt eine einfache stöchiometrische Ueberlegung, daß 5 g des verwendeten Ferrosiliziums 15 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  neutralisieren. Bei Verwendung von 20 g Ferrosilizium und 50 g Soda wäre demnach gar keine Entschwefelung zu erwarten. Daß sie dennoch erfolgt, ist darauf zurückzuführen, daß eine Ab-sättigung der Kieselsäure durch das basische Tiegelfutter stattfand, was durch den besonders starken Schlacken-angriff bei diesem Versuch auch durch Beobachtung be-stätigt wurde.

Wurde die Menge des Lösungsmittels auf 300 g  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  erhöht, so ergab sich schon bei Zugabe von 10 bis 20 % Ferrosilizium eine Sättigung des Entschwefelungsvorganges (Abb. 4), und zwar wurde das bessere Ergebnis mit dem geringeren Ferrosiliziumgehalt erzielt.

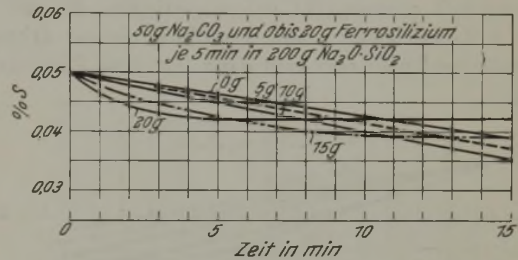


Abb. 3.

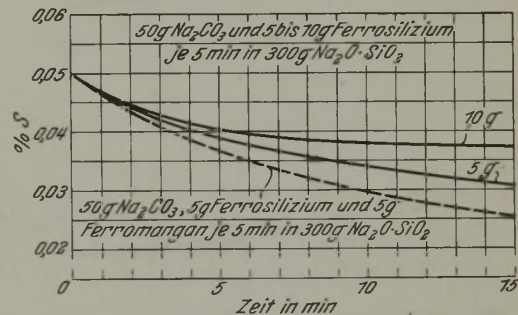


Abb. 4.

Abbildungen 3 und 4. Entschwefelung bei Zusatz von Soda und Ferrosilizium.

Die Versuchsergebnisse können nach folgenden Gesichtspunkten erklärt werden. Mit steigendem Ferrosiliziumzusatz wird der Ueberschuß an Alkalioxyd geringer, und damit muß gleichzeitig der Sättigungscharakter der Entschwefelungskurven mehr in Erscheinung treten. Andererseits wird mit steigendem Ferrosiliziumzusatz die Rückschwefelung durch Eisenoxydul stärker verhindert, und die Kurven müssen, solange noch ein ausreichender Alkalioxyd-Ueberschuß vorhanden ist, steiler verlaufen. Bei hohen Ferrosiliziumzusätzen tritt noch stets die bessere Anfangsent Schwefelung in Erscheinung. Bei geringen Zusätzen verläuft die Schwefelabnahme in flachen geraden Linien. Unterdrückt man die Verdampfungsverluste durch eine größere Menge Lösungsmittel, so verläuft die Entschwefelung von Anfang an besser, und der Sättigungscharakter der Entschwefelung tritt wieder in Erscheinung.

Die Begleitelemente zeigen einen weniger ausgeprägten regelmäßigen Verlauf, was auf die verschieden hohen Anfangsgehalte zurückzuführen sein dürfte. Während der Kohlenstoffgehalt fast unverändert blieb, war die Abnahme des Siliziumgehaltes mit steigenden Ferrosiliziumzusätzen geringer, bei hohen Zusätzen nahm er sogar etwas zu. Der Manganengehalt zeigte durchweg eine geringfügige Zunahme. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß beim Einschmelzen der Stahl im allgemeinen überfrisch ist und deshalb entstandenes Manganoxydul an der Tiegelfwand hängenblieb, das nach der Desoxydation durch Silizium im Bade zu Mangan reduziert wurde.

<sup>14)</sup> Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 464/66.

## Reihe B. Soda und Kalziumkarbid.

Nachdem einige Vorversuche ergeben hatten, daß mit Koks- oder Holzkohlenstaub keine weiße Schlacke zu erzielen ist, wurde Kalziumkarbid als Reduktionsmittel benutzt. Da das Karbid in gemahlenem Zustande in der heißen Schlacke sich unter Ausscheidung von Kohlenstoff zersetzte, wurde es in Form kleiner Körnchen von 2 bis 3 mm Dmr. angewandt, wodurch sich die Zersetzung vollständig verhindern ließ. Wegen der Körnchen und des aus dem Karbid entstehenden Kalziumoxyds waren diese Schlacken dickflüssiger als die der Versuchsreihe A. Die Verdampfungsverluste sind mit steigendem Karbidanteil gewachsen. Die Entschwefelung war zunächst mit steigendem Karbidzusatz geradlinig und steiler verlaufend (Abb. 5). Bei 30% Karbidzusatz war bei besserer Anfangsent Schwefelung das Gesamtergebnis proportional weiter gestiegen. Bei 40% war die Entschwefelung wieder geradlinig bis zur dritten Sodazugabe verlaufen und kam dann fast zum Stillstand.

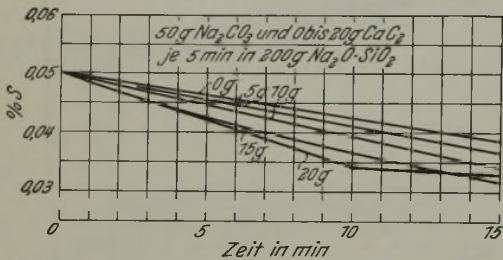


Abb. 5.

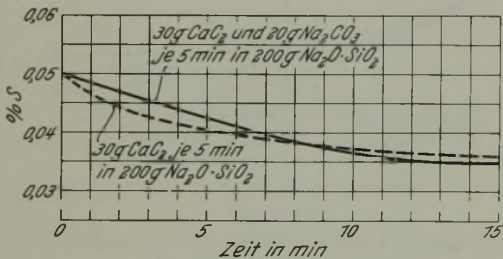


Abb. 6.

Abbildungen 5 und 6. Entschwefelung bei Zusatz von Soda und Kalziumkarbid.

Dies ist darauf zurückzuführen, daß wegen des hohen Kalziumkarbid- und Kalkgehaltes die Schlacke teigig wurde und wegen der durch die Einwirkung des Karbids auf die Soda entstehenden Gase und Dämpfe schaumig geworden war. Dadurch mußte die Reaktion natürlich zum Stillstand kommen. In einem besonderen Versuch wurde die Wirkung des Karbids allein untersucht (Abb. 6). Es ergab sich bei guter Anfangsent Schwefelung eine Sättigungskurve. Die Schlacke wurde allmählich dickflüssig und begann immer stärker zu dampfen. Das aus dem Karbid entstehende Kalziumoxyd löste sich im Silikat und ermöglichte dadurch die Reduktion des Natriumoxyds. Der Versuch, durch einen geringen Sodazusatz die Schlacke dünnflüssiger und stärker basisch zu machen, brachte keinen wesentlichen Erfolg. Die Siliziumabnahme ist mit steigendem Karbidzusatz zurückgegangen. Im allgemeinen ist eine geringfügige Aufkohlung erfolgt. Der Mangangehalt ist praktisch gleichgeblieben.

## Reihe C. Soda und Ferromangan.

Da die Schlacken dieser Versuchsreihe leicht dickflüssig wurden infolge des Manganoxyduls, wurden die Versuche bei 1570° durchgeführt. Die Entschwefelung nahm nach anfänglichen stärkeren Schwefelabnahmen allmählich einen fast geradlinigen Verlauf an (Abb. 7). Bei Anwendung von 200 g Natriumsilikat nahm die Entschwefelung mit steigendem Ferromangangehalt zuerst zu, bis bei 20% Ferro-

manganzusatz keine weitere Steigerung eintrat. Dies ist auf die stark zunehmenden Verdampfungsverluste zurückzuführen. Zur Verringerung dieser Verluste wurden noch einige Versuche mit 300 g Natriumsilikat gemacht, wobei bei gleicher Form der Entschwefelungskurven die Gesamtentschwefelung wesentlich gebessert wurde (Abb. 8). Bei 30% Ferromanganzusatz ist ein ausgeprägter Höchstwert erhalten worden.

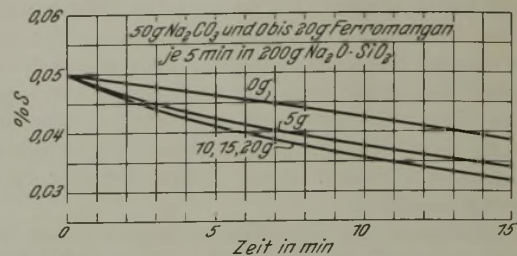


Abb. 7.

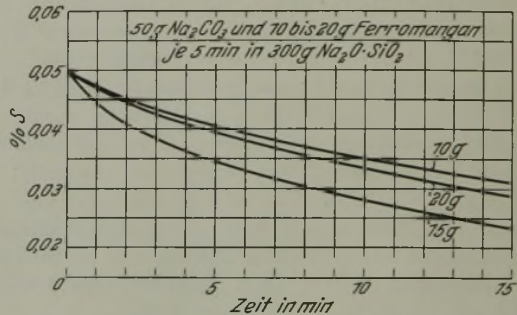


Abb. 8.

Abbildungen 7 und 8. Entschwefelung bei Zusatz von Soda und Ferromangan.

Der Kohlenstoffgehalt ist unverändert geblieben oder nur sehr wenig gesunken. Dagegen ist der Siliziumgehalt durchweg kräftig erniedrigt worden, während der Mangangehalt mit steigendem Manganzusatz stark gestiegen ist. Das Silizium und in geringerem Maße auch der Kohlenstoff haben also das Manganoxydul aus der Schlacke reduziert.

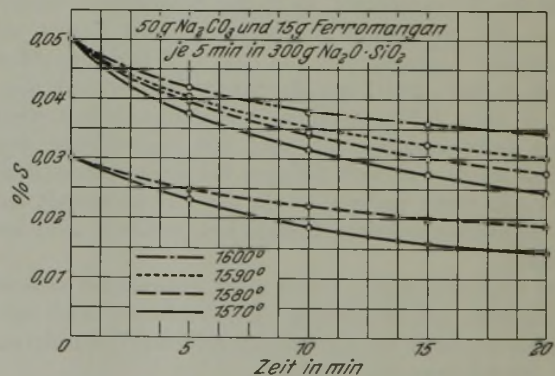


Abbildung 9. Einfluß der Temperatur auf die Entschwefelung durch Zusätze von Soda und Ferromangan.

Da bei dieser Versuchsreihe sehr gute Ergebnisse erzielt wurden, schien es angebracht, an Hand des Versuches, bei dem 300 g  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  und 15 g Ferromangan auf 50 g Soda verwendet wurden, den Einfluß der Temperatur zu untersuchen (Abb. 9). Es ist ohne weiteres zu erkennen, daß die Alkali-Entschwefelung sich mit steigender Temperatur sehr verschlechtert. Außerdem ist aus diesem Schaubild sehr gut zu sehen, wie die Entschwefelung mit sinkendem Anfangsgehalt des Schwefels sich schwieriger gestaltet. Weiterhin ist zu erkennen, daß es ohne weiteres gelingt, von über 0,05% S auf unter 0,03% S und von über 0,03% S auf unter 0,02% S mit je einer Schlacke in rd. 20 min zu entschwefeln.

Reihe D. Kalziumoxyd und Ferrosilizium.

Diese Versuchsreihe sollte eine Vergleichsmöglichkeit mit der Wirkung der Soda liefern. Deshalb wurde die 50 g Soda äquivalente Menge, nämlich 27 g CaO in Teilmengen, zugegeben. Da Kalksilikatschlacken schon ihre basischen Eigenschaften verlieren, wenn sie mehr Kieselsäure enthalten, als der Verbindung  $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  entspricht, genügt bereits eine Zugabe von 10 g Ferrosilizium, um sie sauer werden zu lassen. Ohne Ferrosiliziumzusatz ergab sich eine geradlinige Entschwefelung, deren Gesamtbetrag fast so groß war wie bei dem entsprechenden Versuch mit Soda (Abb. 10). Mit Ferrosiliziumzusatz nahmen die Kurven sofort

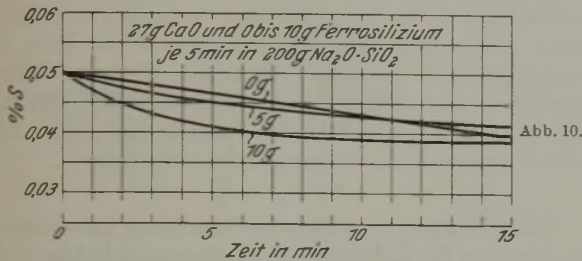


Abb. 10.

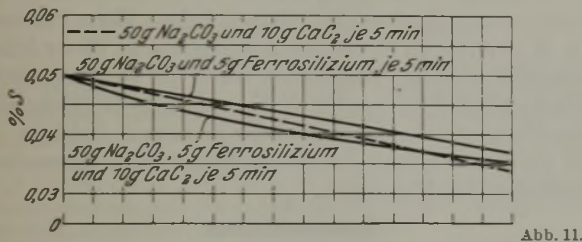
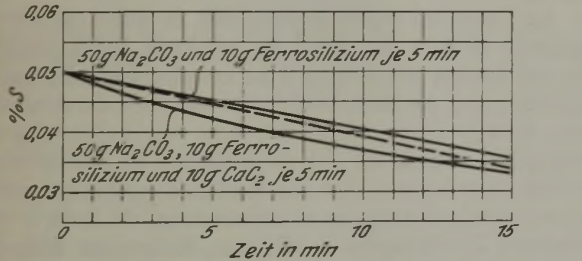


Abb. 11.



Abbildungen 10 und 11. Entschwefelung bei Verwendung verschiedener Zusätze und Ferrosilizium als Reduktionsmittel.

den Sättigungscharakter an. Die Kohlenstoff- und Mangan-gehalte blieben gleich, die Abnahme des Siliziumgehaltes wurde mit steigendem Ferrosiliziumzusatz geringer. Bei 20 % Zusatz fand sogar eine Aufsilizierung des Bades statt, wodurch geklärt wurde, weshalb dieser Versuch nicht nur die beste Anfangsent Schwefelung, sondern auch die beste Gesamtentschwefelung aufwies, nämlich die Schlacke war basischer gewesen, als zu erwarten war.

Reihe E. Soda, Ferrosilizium und Kalziumkarbid.

Weiter sollte versucht werden, die Ergebnisse der Versuche mit Soda und Karbid durch steigende Zusätze von Ferrosilizium weiter zu verbessern. Die Zusammenstellung der Entschwefelungskurven nach diesem Gesichtspunkt ergab jedoch kein übersichtliches Bild. Der Grund ist darin zu suchen, daß das Ferrosilizium als das stärkere Reduktionsmittel den Verlauf der Entschwefelung in erster Linie beeinflußt. Die Schaubilder in Abb. 11, die unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis zusammengestellt sind, lassen erkennen, daß sich die Entschwefelung insgesamt nur wenig verbessern läßt. Diese Erscheinung ist auf die großen Verdampfungsverluste zurückzuführen als Folge des zu hohen Zusatzes an Reduktionsmitteln. Mit der Verringerung des Eisen-

oxydulgehaltes ist eben auch die Natriumoxyd-Konzentration gesunken. Die Siliziumgehalte sind etwas gefallen, die Kohlenstoff- und Mangan-gehalte sind praktisch gleichgeblieben.

Reihe F. Soda, Kalziumoxyd und Ferrosilizium.

Bei den Versuchen mit Soda und Ferrosilizium ergab sich in bezug auf die Gesamtentschwefelung ein Bestwert. Um die bei höheren Ferrosiliziumgehalten eintretende Verschlechterung zu vermeiden, sollte versucht werden, durch Zugabe von 16 g CaO für einen um 5 g höheren Ferrosiliziumzusatz die zusätzlich entstehende Kieselsäuremenge

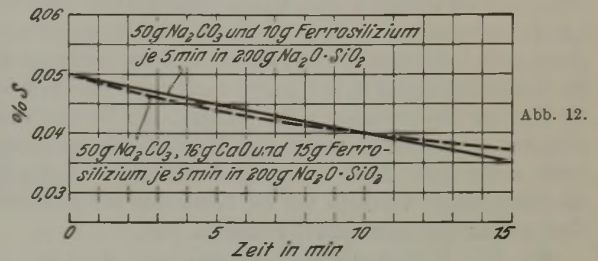


Abb. 12.

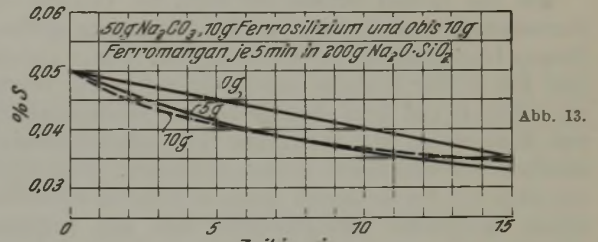


Abb. 13.

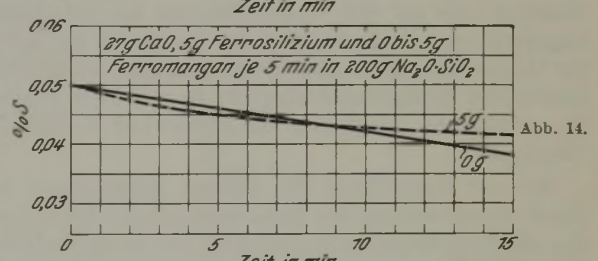


Abb. 14.

Abbildungen 12 bis 14. Entschwefelung bei verschiedenen Zusätzen und Verwendung von Ferrosilizium bzw. Ferromangan oder beiden als Reduktionsmittel.

abzusättigen. Die Entschwefelung (Abb. 12) wurde zu Beginn wenig besser, insgesamt aber schlechter. Die Ursache ist darin zu suchen, daß die Schlacke nicht dünnflüssig war und stark gedampft hat. Der Siliziumgehalt ist etwas gefallen, die Gehalte an Kohlenstoff und Mangan haben sich kaum geändert.

Reihe G. Soda, Ferrosilizium und Ferromangan.

Die Versuche ergaben, daß mit steigendem Ferromanganzusatz die Anfangsent Schwefelung sich etwas besserte (Abb. 13), während das Gesamtergebnis nur wenig verändert wurde. Auch hier muß dies auf die großen Verdampfungsverluste infolge des Ueberschusses an Reduktionsmitteln zurückgeführt werden. Während der Kohlenstoffgehalt fast gleich blieb und der Siliziumgehalt etwas fiel, ist der Mangan-gehalt mit steigenden Zusätzen angestiegen.

Bei Verwendung von 300 g Natriumsilikat konnte durch geringen Ferromanganzusatz die Entschwefelung verbessert werden (Abb. 4). Auch hier ist bei gleichem Kohlenstoffgehalt der Siliziumgehalt gesunken und der Mangan-gehalt gestiegen.

## Reihe H. Kalziumoxyd, Ferrosilizium und Ferromangan.

Die Ergebnisse der Reihe D sollten durch Vermehrung der Reduktionsmittel, ohne daß die Schlacke ihre Basizität verliert, verbessert werden. *Abb. 14* zeigt jedoch, daß das Gesamtergebnis wesentlich schlechter war. Da die Schlacke hellgrau und dünnflüssig war, muß das schlechte Ergebnis auf die Verdampfungsverluste zurückgeführt werden. Der Kohlenstoffgehalt blieb unverändert, der Siliziumgehalt fiel etwas und der Manganengehalt nahm etwas zu.

Bei der Durchführung der Versuche wurde beobachtet, daß die Entschwefelungsergebnisse sehr stark von der vorherigen Desoxydation abhängig sind. Ist die Desoxydation nicht vollständig gewesen, so sinken die Entschwefelungsergebnisse gleich ganz beträchtlich, und zwar auch, wenn mengenmäßig die Reduktionsmittel an sich ausreichend waren und lediglich die Zeit der Desoxydation nicht genügte. Die Desoxydation schreitet offensichtlich unter der Entschwefelungsschlacke nicht weiter fort. Nach diesen Beobachtungen wurden für die planmäßigen Versuche nur die Schmelzen benutzt, deren Guß vollständig einwandfrei verlaufen war.

Für den Betrieb dürften vor allem die Versuche mit Ferromangan und Ferrosilizium bei Anwendung größerer Mengen Lösungsmittel von Bedeutung sein. Der im günstigsten Fall in der Schlacke erzielte Schwefelgehalt beträgt rd. 1,3 % S und liegt damit erheblich niedriger als die von Bardenheuer und Ostermann bei Gußeisenschmelzen erzielten Schwefelgehalte in den Schlacken. Dies dürfte vor allem auf den geringeren Alkali-Ueberschuß infolge der hohen Temperatur zurückzuführen sein und außerdem vielleicht auch auf eine Verschlechterung des Entschwefelungsvorganges selbst mit steigender Temperatur auf Grund des Gesetzes der Reaktionsisochore; geht man von der oben mitgeteilten Reaktionsgleichung aus, so ergibt sich nämlich für gewöhnliche Temperatur ein exothermer Verlauf des Vorganges.

Mit der Feststellung der genauen Bedingungen der Alkali-Entschwefelung für Stahl im kernlosen Induktionsofen ist die Voraussetzung geschaffen, um dieses Verfahren in großen Oefen zu versuchen. Dabei wird es notwendig sein, das Natriumsilikat durch Zusammenschmelzen von Sand und Soda im Ofen zu erzeugen, da das fertige Silikat wegen seiner hygroskopischen Eigenschaften sich schlecht lagern läßt

und außerdem für diese Zwecke zu teuer sein dürfte. Wenn das Silikat auf dem Bade hergestellt wird, muß mit einem höheren Oxydulgehalt der Schlacke gerechnet werden. Durch gleichzeitige Zugabe von Reduktionsmitteln dürfte sich diese Schwierigkeit beheben lassen. Ob sich das Verfahren in großen Oefen ebensogut durchführen lassen wird wie im Versuchsofen, kann natürlich nicht vorausgesagt werden, zumal da — überschlägig gerechnet — mit steigender Ofengröße der Tiegelinhalt in der dritten Potenz und die Badoberfläche nur in der zweiten Potenz steigt. Dafür dürfte aber die Temperatur oberhalb des Badspiegels bei gleicher Badtemperatur in größeren Oefen höher sein, so daß eine verhältnismäßig größere Schlackenmenge verflüssigt werden kann. Außerdem kann man — besonders bei größeren Oefen — das Verhältnis von Durchmesser zur Höhe des Bades günstiger gestalten, ohne die Wirtschaftlichkeit wesentlich zu beeinträchtigen. Uebrigens läßt die gute Regelmäßigkeit der vorliegenden Versuche eine sichere Entschwefelung auch in größeren Oefen erwarten.

\* \* \*

Die Arbeit wurde im Physiko-Chemischen Laboratorium der Abteilung für Elektrochemie der Siemens & Halske A.-G., Siemensstadt, durchgeführt. Meinem Lehrer, Herrn Professor Dr. R. Durrer, sei für die rege Anteilnahme an dieser Arbeit herzlichst gedankt. Desgleichen ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. W. Esmarck für die liebenswürdige Förderung der Arbeit und der Siemens & Halske A.-G. für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel meinen verbindlichen Dank zu sagen.

### Zusammenfassung.

An Versuchen wurde gezeigt, daß es durch alkalische Schlacke möglich ist, Stahl im kernlosen Induktionsofen bis auf weniger als 0,02 % S zu entschwefeln. Es wurde gefunden, daß die Entschwefelung von Stahl durch alkalische Schlacken nur möglich ist, wenn zuerst eine Schlacke aufgegeben wird, in der sich die Soda und die entstehenden Sulfide lösen können. Um die Verdampfungsverluste weitgehend herabzusetzen, ist es zweckmäßig, die Soda in bestimmten Zeitabständen in kleineren Mengen zur Schlacke hinzuzugeben. Außer von der Sodamenge ist die Entschwefelung stark von der Menge des Lösungsmittels, für das am besten Natriumsilikat verwendet wird, und der Menge und der Art des verwendeten Reduktionsmittels abhängig.

## Umschau.

### Eisenabbrand in Walzwerksöfen.

Wiederholt wird im Schrifttum auf die Bedeutung des Eisenabbrandes in Walzwerksöfen hingewiesen. O. Lantz<sup>1)</sup> errechnet, daß bei einem Ofen mit 7 % Kohlenverbrauch die Brennstoffkosten 1,20 *R.M./t* betragen, während ein Abbrand von 2 % 2 *R.M./t* ausmacht, wenn der Stahl 100 *R.M./t* kostet. Bei hochwertigen Stählen kommt man demnach auf recht beachtliche Verlustzahlen. Untersuchungen über den Abbrand, Vorschläge zu seiner Verminderung sind mannigfach vorhanden. Ein Ueberblick über unseren Walzwerksöfenbau und -betrieb ergibt aber, daß diese Anregungen nur selten beachtet worden sind.

Es zeigt sich, daß die genaue Bestimmung des durch den Ofen verursachten Abbrandes im Betriebe auf Schwierigkeiten stößt. Der in der Monatsaufstellung als Abbrand bezeichnete Wert umfaßt den Gesamtzunderungsverlust von Ofen und Walzenstraße und ist außerdem als Restglied der Bilanz mit allen Wiegeungenauigkeiten von Ausbringen und Schrott behaftet. Betriebsmäßig ausgeführte Stichproben, über deren zweckmäßige Ausführung O. Lantz<sup>1)</sup> schreibt, kommen den wirklichen Werten am nächsten. K. Rummel<sup>2)</sup> berichtet über eine große Anzahl von

Abbrandbestimmungen an Versuchsblöckchen, die unter betriebsmäßigen Bedingungen in Stoßöfen mit Kohlenstaub- und mit Gasfeuerung auf Walztemperatur gebracht wurden. Ermittelt wurde der Abbrand in Abhängigkeit von der Endtemperatur, der Wärmzeit und der Lage des Wärmgutes im Ofen. P. Rheinländer<sup>1)</sup> hat an ferngasbeheizten Schmiedeöfen beobachtet, daß bei stark reduzierenden Flammen ein festhaftender Zunder entsteht, während bei neutralen oder leicht oxydierenden Flammen der Abbrand wohl steigt, aber leichter abspringt, so daß dieser Zustand im Schmiedebetriebe vorzuziehen ist. An Stoßöfen führte O. Richter<sup>2)</sup> genaue Abbrandbestimmungen aus; die Bezugsgröße ist wieder Wärmzeit und Ziehtemperatur. Leider fehlen bei allen Untersuchungen Angaben über die Zusammensetzung der Ofenatmosphäre. Uebereinstimmend ist außerdem festgestellt worden, daß die ermittelten Werte stark streuen, also noch Einflüsse vorhanden sein müssen, die nicht berücksichtigt wurden. Durch eine große Zahl von Messungen läßt sich demnach wohl eine für den betreffenden Ofen und die untersuchten Betriebsverhältnisse gültige Abbrandgröße ermitteln; Schlüsse auf andere Oefen oder andere Ofenbauarten sind aber nur mit großen Einschränkungen zulässig.

<sup>1)</sup> Mitt. Wärmestelle V. d. Eisenh. Nr. 72 (1925).

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 499/504 (Wärmestelle 107).

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 519/20.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 377/85 (Wärmestelle 149).

Es ist daher zu begrüßen, daß in Laboratoriumsversuchen Abbrandbestimmungen ausgeführt wurden unter möglichst enger Anlehnung an die Betriebsbedingungen. Dabei lassen sich alle Einflüsse genau ermitteln, so daß wertvolle Folgerungen für die Praxis gezogen werden können.

W. H. Blackburn und J. W. Cobb<sup>1)</sup> haben mehrere Versuchsreihen durchgeführt mit Flußstahlblech, das 3 h lang bei 1000° geglüht wurde. Verändert wurde der Brennstoff und Luftüberschuß. Es zeigt sich, daß mit steigendem Wasserstoffgehalt des Brennstoffs die Verzunderung steigt; bei Oelfeuerung ist z. B. der Abbrand doppelt so hoch wie bei einer Beheizung mit Generatorgas, das aus trockenem Koks ohne Dampfzusatz hergestellt wird. Unter den Schutzgasen, die bei einer zweiten Versuchsreihe

obachtungen bis zum Schmelzpunkt des Eisenoxyduls aus und schaffen dadurch Klarheit in dem für den Walzwerker wichtigen Temperaturbereich. Die Verfasser beschäftigen sich in jahrelangen planmäßigen Untersuchungen mit der Verzunderung des Stahles bei höheren Temperaturen und mit den Eigenschaften der dabei entstehenden Oxyde. Zunächst wurde die Einwirkung von Luft, Kohlensäure und Wasserdampf getrennt ermittelt. In vielen Versuchsreihen wurden die Einflüsse folgender veränderlicher Einflüsse festgestellt: Größe der Oberfläche, Kohlenstoffgehalt des Stahles, Strömungsgeschwindigkeit des Gases, Temperatur und Zeit. Bei der Einwirkung von Gasgemischen wurden die Gleichgewichte zwischen Fe, FeO, H<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O sowie zwischen Fe, FeO, CO und CO<sub>2</sub> für hohe Temperaturen untersucht und mit den Ergebnissen früherer Forschung in Einklang gebracht.

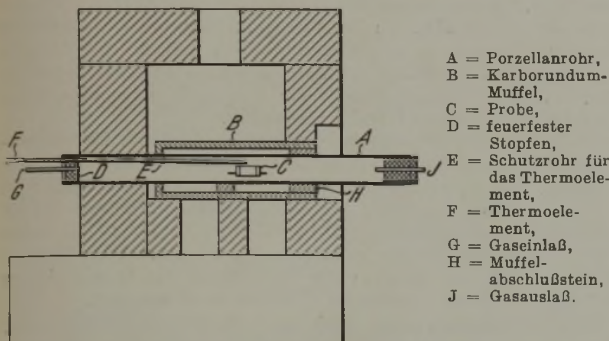


Abbildung 1. Schnitt durch den Versuchsofen.

einem Gemisch von 10% Wasserdampf, 10% Kohlensäure und 80% Stickstoff zugesetzt wurden zur Verminderung des Abbrandes, war Wasserstoff am wirksamsten, dann kamen schwere Kohlenwasserstoffe, während Kohlenoxyd und Methan nur bei großem Anteil Wirkung hatten. Freier Kohlenstoff in Form von Ruß war fast ohne Einfluß; es ist daher anzunehmen, daß die Zunder vermindere Eigenschaft der rauchenden Flammen nicht auf die Kohlenstoffteilchen, sondern auf den Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen zurückzuführen ist. Bei ihrer Zersetzung bildet sich atomarer Wasserstoff, der bekanntlich sehr stark reduzierend wirkt. Die Verfasser kommen zu dem Schluß: Zur

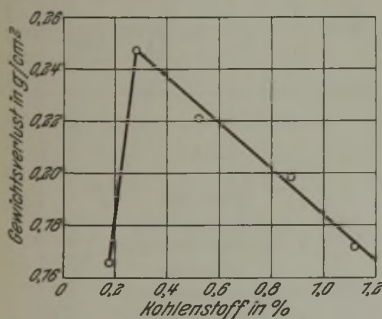


Abbildung 2. Abbrand, abhängig vom Kohlenstoffgehalt des Stahles; 40 min auf 1260° erhitzt in trockener Luft mit 0,3 m/s Strömungsgeschwindigkeit.

Verminderung des Abbrandes ist es unbedingt erforderlich, daß die mit dem Wärmgut in Berührung kommende Atmosphäre frei von Sauerstoff ist; schon Mengen von 0,5% O<sub>2</sub> ergeben eine starke Abbrandsteigerung auch dann, wenn noch unverbranntes Gas in der Flamme vorhanden ist. Gute Vormischung von Gas und Luft ist also erstes Erfordernis. Dabei kann ein geringer Gasüberschuß nützlich sein, um vorzubeugen, daß bei Schwankungen in der Zusammensetzung oder im Mischungsverhältnis freier Sauerstoff auftritt. Der Zusatz von Schutzgasen ist teuer, wenn eine nennenswerte Verminderung des Abbrandes eintreten soll.

Blackburn und Cobb beschränken ihre Versuche auf Temperaturen bis zu 1000°; die Ergebnisse lassen sich also auf alle Glühvorgänge gut anwenden, eine Extrapolation bis zu den in Tief- und Stoßöfen erforderlichen Wärmegraden ist nun nur mit großen Einschränkungen zulässig, zum Teil überhaupt unmöglich. D. W. Murphy, W. E. Jominy und W. P. Wood<sup>2)</sup> dehnen ihre Be-

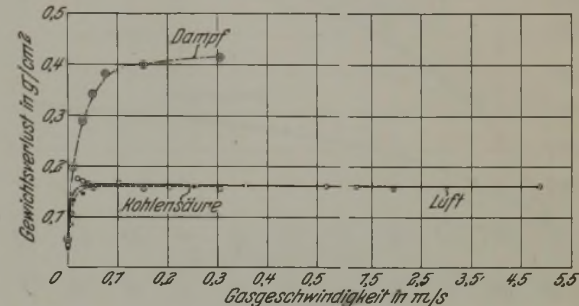


Abbildung 3. Abbrand, abhängig von der Gasgeschwindigkeit; Stahl mit 0,19% C, 40 min auf 1260° erhitzt.

Die Versuchsanordnung zeigt Abb. 1. Die Muffel wird durch Gasbrenner geheizt. Die Heizgase kommen mit der Probe nicht in Berührung; die Atmosphäre im Innern des Porzellanrohres wird aus gereinigten Gasen hergestellt. Die Stahlprobe, bei den meisten Versuchen ein abgeschmirgeltes Rundeisen von 20 mm

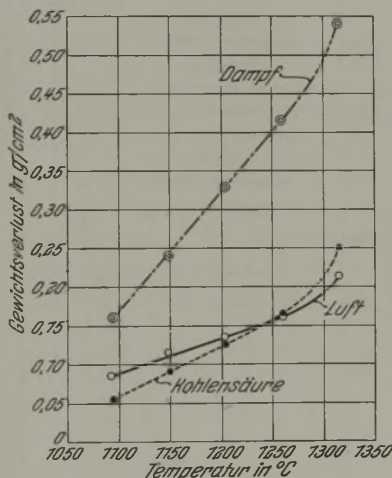


Abbildung 4. Abbrand, abhängig von der Temperatur; Stahl mit 0,19% C, 40 min geglüht, Strömungsgeschwindigkeit 0,3 m/s.

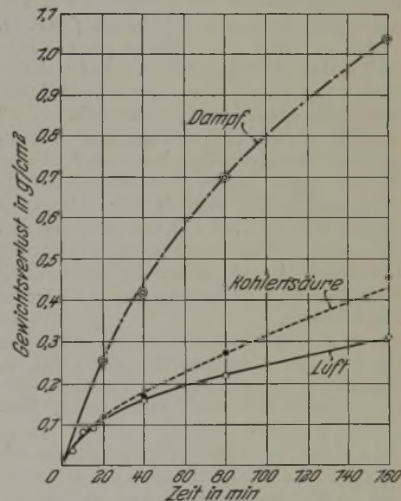


Abbildung 5. Abbrand, abhängig von der Zeit; Stahl mit 0,19% C, bei 1260° geglüht, Strömungsgeschwindigkeit 0,3 m/s.

Dmr. und 50 mm Länge, wird auf einem Drahtschiffchen eingeführt, wenn der Ofen auf die Versuchsbedingungen gebracht ist. Nach Beendigung des Versuches wird die Probe in destilliertes entgastetes Wasser geworfen. Dadurch tritt sofortige Unterbrechung der Oxydation ein, und die größte Menge des Zunders fällt ab; der Rest wird elektrolytisch abgebeizt. Durch Wägungen läßt sich der Gewichtsverlust bestimmen. Außerdem wird der abgefallene Zunder gesammelt und gewogen; die in der Beize in Lösung gegangenen Oxyde werden analytisch bestimmt und zu der übrigen Menge hinzugerechnet. Durch Blindversuche und eingehende Prüfung der Rohstoffe und der Meßgeräte wird gewährleistet, daß die Fehler sich in engen und bekannten Grenzen halten.

Die Versuche ergaben:

1. Die Verzunderung ist in den meisten Fällen nur abhängig von der Oberfläche, nicht von der Masse. Allerdings muß beachtet werden, daß die bei der exothermen Reaktion  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$  entstehende Wärmemenge abgeführt werden muß. Ist die Masse zu gering (z.B. bei dünnen Blechen), so kann ein Wärmestau an der Oberfläche eintreten, der zu Temperaturerhöhung und zusätzlicher Verzunderung führt.

<sup>1)</sup> Blast Furn. & Steel Plant 19 (1931) S. 273/76.

<sup>2)</sup> Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 18 (1930) S. 19/57; Ind. Engng. Chem. 23 (1931) S. 384/87; Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 19 (1932) S. 193/232.

2. Der Kohlenstoffgehalt des Stahles ist von Einfluß auf den Abbrand, wie aus *Abb. 2* hervorgeht. Die Verminderung des Abbrandes mit steigendem Kohlenstoffgehalt ist leicht erklärlich: Der Kohlenstoff im Stahl bildet bei der Oxydation Kohlenoxyd, das unterhalb der Zunderschicht als Schutzgas wirkt. Bemerkenswert — und durch die vorliegenden Versuche nicht erklärt — ist der Abbrandhöchstwert bei 0,28 % C. Es erscheint wünschenswert, durch weitere Versuche hier Klarheit zu schaffen; Stahl

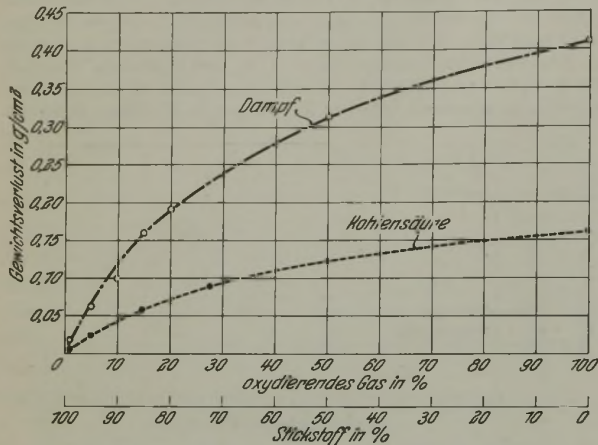


Abbildung 6. Abbrand, abhängig von Gasgemischen; Stahl mit 0,19 % C, 40 min bei 1260° geglüht, Strömungsgeschwindigkeit 0,3 m/s.

von etwa 0,3 % C zeichnet sich bekanntlich sowohl bei der Herstellung als auch bei der Weiterverarbeitung durch besondere und meistens unangenehme Eigenschaften aus.

3. Sehr beachtlich — und erstmalig festgestellt — ist der Einfluß der Gasgeschwindigkeit auf den Abbrand (*Abb. 3*). Von 0 bis 0,05 m/s (bei Dampf bis 0,15 m/s) steigt der Abbrandverlust. Bei weiterer Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit bleibt der Abbrand unveränderlich.

Da nun alle in Walzwerksöfen vorkommenden Geschwindigkeiten über diesen Werten liegen, ergibt sich daraus, daß die Strömungsgeschwindigkeit der Ofenatmosphäre ohne Einfluß auf den Abbrand ist. Diese auch von anderen Forschern bestätigte Erkenntnis (s. u.) bringt die Anschauung über die Vorgänge im Ofeninnern ein gutes Stück weiter.

4. Die Steigerung des Abbrandes mit zunehmender Temperatur zeigt *Abb. 4*. Augenfällig ist die starke Zunahme der Oxydation in höheren Temperaturen. Verglichen mit dem Zustand bei 1000° steigt der Abbrand bei 1300° im Luftstrom auf das 2<sup>1</sup>/<sub>3</sub>fache, im Dampfstrom um das 3<sup>1</sup>/<sub>3</sub>fache und im Kohlensäurestrom um das 5fache. Die Verzunderung ist bei Dampf ungefähr doppelt so hoch wie bei Luft und Kohlensäure. Die Versuche wurden bis zum Schmelzpunkt der Oxydschicht geführt. Darüber hinaus sind keine Werte festgelegt, weil durch das Abfließen des Zunders die blanke Metallfläche besonders heftig Sauerstoff aufnimmt, so daß die Reaktion unter stürmischem Verlauf zur Verbrennung führt.

5. Der absolute Betrag des Zunders steigt mit der Zeit, aber weniger schnell, wie aus *Abb. 5* hervorgeht. Das ist leicht erklärlich: Die anfänglich gebildete Oxydschicht schützt den Stahl vor weiterer Verzunderung mit zunehmender Schichtdicke. Ein vollständiger Schutz ist nicht erreichbar, weil die oxydierenden Gase durch die Oxydschicht diffundieren.

Bei Gemischen obiger Gase mit Stickstoff wird der Abbrand, dem Partialdruck entsprechend, niedriger. Mischt man nur zwei oder mehrere Gase mit Stickstoff, so bleibt der Abbrand unter dem errechneten Wert (*Abb. 6*). Die Verfasser können hierfür keine eindeutige Erklärung geben; sie glauben, daß unter der Einwirkung der verschiedenen Oxydationsmittel ein besonders dichter Ueberzug entsteht, der die Diffusion erschwert. Bei Gemischen von oxydierenden und reduzierenden Gasen ist die Bestimmung der Gleichgewichte erforderlich. Auf früheren Arbeiten aufbauend,

stellen die Verfasser die Gleichgewichtskurven für die Systeme Fe-FeO-H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O und Fe-FeO-CO-CO<sub>2</sub> bei höheren Temperaturen auf (*Abb. 7 und 8*). Die Gasgemische sind links von den Kurven reduzierend, rechts oxydierend. Eine rechnerische Zusammensetzung beider Kurven, um den Charakter der Gemische aller Gase vorzubestimmen, ist nun nicht möglich; es treten da Verwicklungen auf, anscheinend hervorgerufen durch die stärkere Wirkung des Wasserstoffs, die noch der Klärung bedürfen. In Walzwerksöfen sind die Gleichgewichtskurven praktisch nicht erreichbar, weil dazu ein zu großer Anteil an reduzierendem Gas erforderlich ist, Blackburn und Cobb sind ja zu den gleichen Schlußfolgerungen gekommen.

Der Schmelzpunkt der Oxydschicht wurde zu etwa 1370° ermittelt. Untersuchungen mit Röntgenstrahlen haben ergeben, daß das feste sowohl als auch das flüssige Oxyd dasselbe Röntgenbild zeigen; daraus kann geschlossen werden, daß die Oxyde beim Uebergang in die flüssige Phase ihre Zusammensetzung nicht ändern. Diese Erkenntnis ist für spätere Untersuchungen im Bereich des flüssigen Oxydes wesentlich.

Aus ihren Versuchen leiten die Verfasser eine Oxydationstheorie ab, die sie mit den Arbeiten früherer Forscher in Einklang bringen. Restlos geklärt sind die Vorgänge noch nicht; dazu wird es noch weiterer planmäßiger Versuche bedürfen. Ferner sind die Oberflächenbeschaffenheit und die Einflüsse anderer Legierungsbestandteile bisher außer acht gelassen worden. Auch über die Diffusionsgeschwindigkeiten der Gase durch die Oxydschichten bei höheren Temperaturen ist Genaueres nicht bekannt.

Die Untersuchungen über den Einfluß von Liegedauer, Temperatur, Gasgeschwindigkeit und Atmosphäre auf den Eisenabbrand, die W. Schroeder<sup>1)</sup> in mehr betriebsmäßiger Form durchführte, bestätigen im allgemeinen die Ergebnisse der amerikanischen Arbeiten. Auch er kommt zu dem Ergebnis, daß es für Walzwerksöfen unbedingt vorteilhaft ist, an der heißesten Stelle mit reduzierender Atmosphäre zu arbeiten.

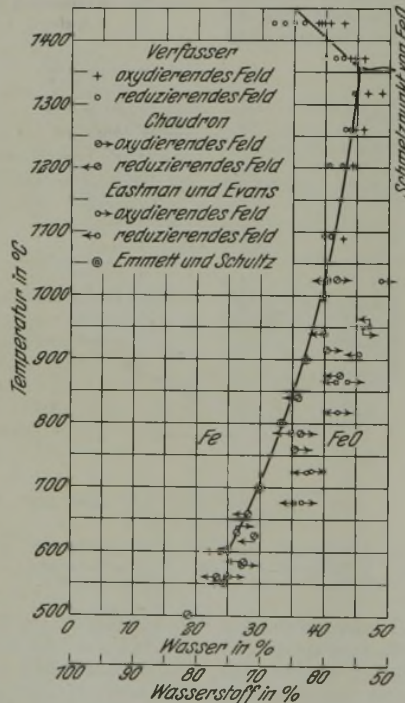


Abbildung 7. Gleichgewichte des Systems Eisen-Eisenoxydul-Wasserstoff-Wasser.

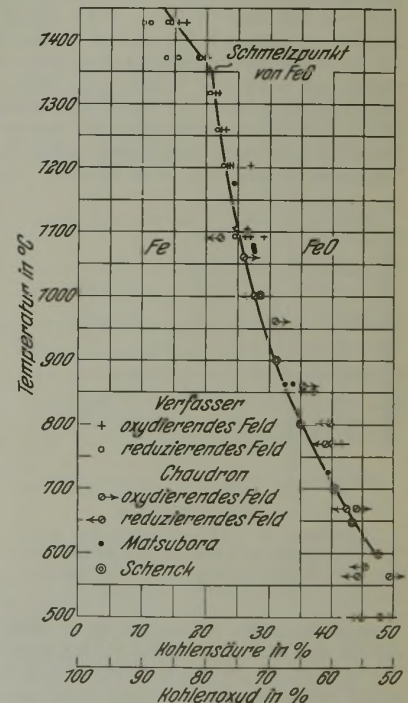


Abbildung 8. Gleichgewichte des Systems Eisen-Eisenoxydul-Kohlenoxyd-Kohlensäure.

Das Bestreben, den Abbrand zu verringern, führt im Walzwerksofenbau folgerichtig dazu, den Ofen als „Wärmemaschine“ auszubilden. Dabei wird der Ofenart der Vorrang gebühren, die diese Mechanisierung mit den einfachsten Mitteln, also mit dem geringsten Aufwand von Regel- und Ueberwachungsgeräten, erreicht.

Wilhelm Krebs.

**Gießen von Stahlblöcken durch Schleudern.**

John D. Knox<sup>2)</sup> beschreibt ein Schleudergußverfahren von H. M. Naugle und A. J. Townsend, um ringförmige Elektrostahlblöcke von möglichst hoher Gleichmäßigkeit herzustellen.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 47/54 (Wärmestelle 166).

<sup>2)</sup> Vgl. Steel 92 (1933) Nr. 11, S. 11/12 u. 26/28.

Bei der ersten Versuchsanlage wurden ringförmige Blöcke ähnlich wie unprofilierte Radreifen von rd. 100 × 100 mm Querschnitt und bei der zweiten Anlage Blöcke von 150 × 150 mm Querschnitt und etwa 3 m Dmr. hergestellt. Die hierbei gesammelten Erfahrungen wurden beim Bau der neuen Anlage der Rotary Electric Steel Co. in Detroit (Michigan) für eine Leistung von 7500 t je Monat verwertet. Die Schmelze aus einem Elektrostahlofen von 15 t Leistung wird in sieben Schleudergußmaschinen zu ringförmigen Blöcken bis zu 200 × 200 mm Querschnitt oder Brammen von 400 × 400 mm Querschnitt und 3 m Dmr. umgewandelt, aus denen Stabeisen, Streifen, Bleche, Röhren, Feinbleche usw. erzeugt werden können.

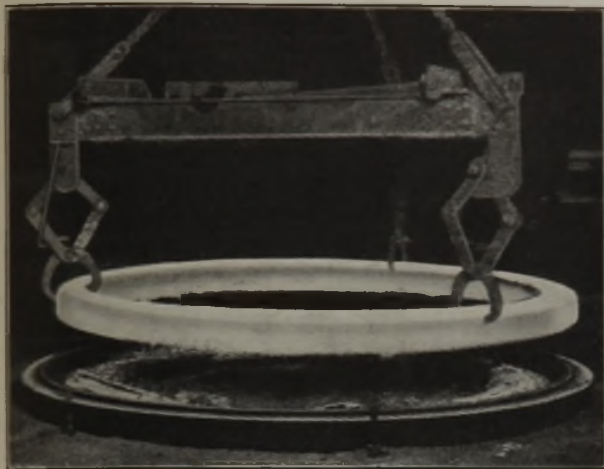


Abbildung 1. Herausnehmen des ringförmigen Stahlblockes aus der Schleuderform.

Jede Maschine hat einen umlaufenden Tisch, der auf einer senkrechten Achse angebracht ist; diese ist auf Kegelrollenlagern der Bauart Timken gelagert und kann durch einen Motor und Zahnradvorgelege rasch gedreht werden. Die Maschine steht in einer Grube und ist mit Schutzvorrichtungen versehen. Auf dem Tisch wird eine runde Schleudergußform so angebracht, daß sie leicht abgenommen werden kann. Eine wegnehmbare Brücke, die beim Gießen verwendet wird, überspannt den Tisch.

Die Schmelze wird in gewöhnlicher Weise abgestochen und unmittelbar in die Schleuderform gegossen, wobei der Tisch in schnelle Umdrehung versetzt wird. Die Drehung wird so lange fortgesetzt, bis der Stahl ganz erstarrt ist, was etwa 10 min dauert. Hierauf wird die Form entfernt, der Stahling herausgenommen (Abb. 1) und sofort in die verlangte Anzahl bogenförmiger Blöcke zerschnitten, wobei der Stahl noch eine Temperatur von etwa 1100° hat. In einem kleinen kontinuierlichen Ofen werden die Blöcke kurze Zeit nachgewärmt und dann auf einer Triostraße zu Knüppeln von rd. 100 × 100 mm oder noch geringerem Querschnitt ausgewalzt. Der Querschnitt der gegossenen Blöcke ähnelt einem Trapez; die bogenförmigen Blockstücke werden beim ersten Stich geradegestreckt und die Knüppel dann zu kaltgezogenen Stangen und Profilen weiterverarbeitet.

Vergleichende Prüfungen mit Stahl aus der gleichen Schmelzung, der sowohl nach vorstehendem als auch nach dem üblichen Verfahren durch Gießen, Vorblocken im Blockwalzwerk und Auswalzen im Fertigwalzwerk verarbeitet wurde, sollen höhere Werte zugunsten des ersten Verfahrens ergeben haben.

In wirtschaftlicher Hinsicht hat das neue Verfahren außer der Umgehung des Blockgießens und des Vorblockens in einem besonderen Blockwalzwerk noch den Vorteil, daß es mit geringen Anlagekosten, niedrigen Beträgen für Verzinsung, Abschreibung und Erneuerung besonders an den Orten angewendet werden kann, wo Schrott allein als Rohstoff für den Elektrostahlofen in Betracht kommt und die Verbraucher des Stahls in der Nähe sind. Ebenso macht es das Wiedereinschmelzen großer Mengen von Blockenden wie beim gewöhnlichen Verfahren unnötig. Beim Herstellen unlegierten Stahls kann ein besonderes Verfahren angewendet und der Verbrauch an Strom und Elektroden je Tonne erheblich vermindert werden.

H. Fey.

### Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

#### Ueber die Präzisionsbestimmung von Gitterkonstanten mit dem Rückstrahlverfahren.

Das Rückstrahlverfahren wird heute fast ausschließlich überall da angewendet, wo höchste Anforderungen an die Genauigkeit der Messung von Gitterkonstanten gestellt werden, so z. B. bei der Bestimmung von Löslichkeitsgrenzen in Misch-

krystallreihen oder bei der Messung innerer elastischer Spannungen. Für die vollständige Debye-Scherrer-Aufnahme sind die verschiedenen Aufnahme- und Auswertungsverfahren in letzter Zeit von mehreren Forschern auf ihre Genauigkeit geprüft worden. Von Franz Wever und Hermann Möller<sup>1)</sup> ist eine entsprechende Untersuchung nunmehr auch für das Rückstrahlverfahren durchgeführt worden.

Der innere Grund für die hohe Genauigkeit dieses Verfahrens liegt in der langsamen Aenderung der Sinusfunktion bei Winkeln in der Nähe von 90°. In der jetzt allgemein benutzten Versuchsanordnung, die in Abb. 1 schematisch wiedergegeben ist, werden deshalb nur die Interferenzen mit Glanzwinkeln über etwa 60° auf einem im Abstand R von der Probe senkrecht zum Röntgenstrahl aufgestellten ebenen Film aufgefangen. Die Interferenzkegel S vom Öffnungswinkel  $(\pi - 2\vartheta)$  schneiden den Film in Kreisen mit den Radien l. Mit Hilfe der Beziehungen

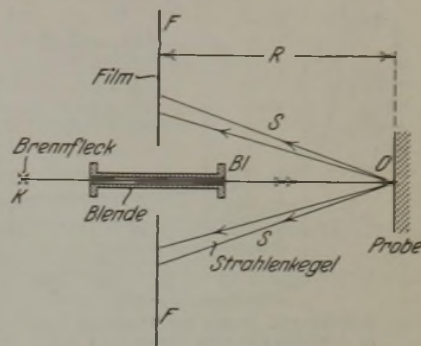


Abbildung 1. Versuchsanordnung.

$$\operatorname{tg}(\pi - 2\vartheta) = \frac{l}{R} \quad (1)$$

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \vartheta} \quad (2)$$

kann der Netzebenenabstand d aus dem Radius l des Interferenzkreises und dem Abstand R der Probe vom Film berechnet werden. Bei dieser Rechnung entsteht infolge der Meßfehler  $\Delta l$  und  $\Delta R$ , mit denen l und R behaftet sind, ein Fehler  $\Delta d$ , und zwar ergibt sich der relative Fehler zu

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{2R} \operatorname{ctg} \vartheta \cdot \cos^2 2\vartheta (\Delta l + \operatorname{tg} 2\vartheta \Delta R) \quad (3)$$

In Abb. 2 ist der relative Fehler für Aufnahmen mit scharfen, gut vermeßbaren Linien in Abhängigkeit vom Glanzwinkel und vom Fehler bei der Bestimmung des Abstandes R dargestellt. Für  $\Delta R = 0,01$  mm und Glanzwinkel von 80° wird danach z. B. eine Genauigkeit von  $2 \cdot 10^{-5}$  erreicht. Zur vollen Ausnutzung der bei scharfen Linien erreichbaren Genauigkeit der Linienabstandsvermessung ist für größte Genauigkeit der Bestimmung des Wertes R zu sorgen; bei weniger genauer Messung dieses Abstandes steigen die Fehler stark an.

Die unmittelbare Messung des Abstandes der Probe vom Film führt nun aus mehreren Gründen, besonders wegen der unvermeidlichen Filmschrumpfung, nicht zu ausreichender Genauigkeit. G. Sachs und J. Weerts<sup>2)</sup> haben deshalb auf die genaue Bestimmung des Abstandes überhaupt verzichtet und aus der Aufnahme selbst eine Berichtigung der mit dem rohen Wert des Abstandes ermittelten Gitterkonstanten durch Extrapolation auf  $\vartheta = 90^\circ$  abgeleitet. Allerdings ist dieses Verfahren nur möglich, wenn wenigstens zwei Interferenzen auf der Aufnahme vorliegen. Eine Durchrechnung der Fehlergrenzen ergab, daß dabei eine recht befriedigende Genauigkeit zu erreichen ist, wenn die benutzten Interferenzen großen Unterschied im Glanzwinkel haben. Bei zu nahe benachbarten Linien, besonders etwa bei den beiden Interferenzen eines Wellenlängendubletts, wird die Genauigkeit ungenügend. Infolgedessen ist das Verfahren in vielen Fällen, so auch bei der Gitterkonstantenbestimmung von Eisen, nicht anwendbar.

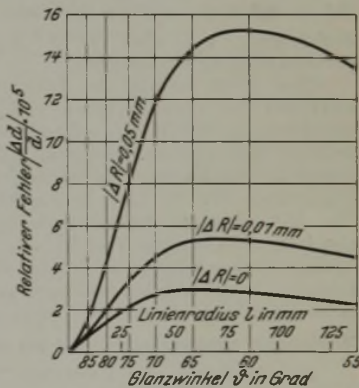


Abbildung 2. Relativer Fehler des Netzebenenabstandes für R = 50 mm in Abhängigkeit vom Glanzwinkel und vom Fehler bei der Bestimmung von R.

<sup>1)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 15 (1933) Lfg. 6, S. 59/69.

<sup>2)</sup> Z. Physik 60 (1930) S. 481/90.

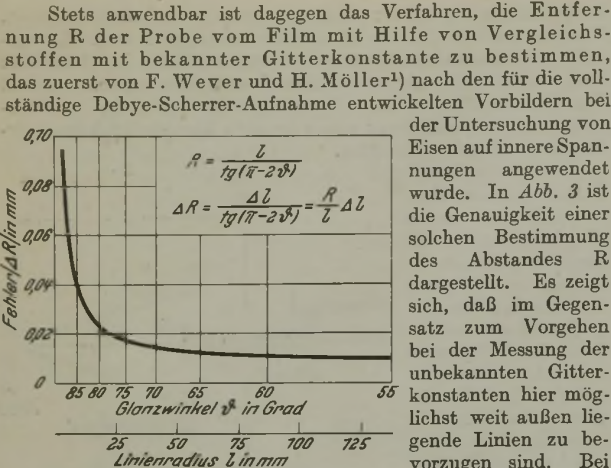


Abbildung 3. Fehler des Abstandes R in Abhängigkeit vom Glanzwinkel des Vergleichsstoffes.

Bei so genauen Messungen ist selbstverständlich der Einfluß der Temperatur stets zu berücksichtigen. Aufnahmen mit Vergleichsstoffen bieten hier den Vorteil, daß die wegen der Temperaturschwankungen anzubringenden Berichtigungen kleiner sind, weil in diesem Fall nur der Unterschied der Ausdehnungswerte von Probe und Vergleichsstoff für den Fehler maßgebend ist. Bei Aufnahmen von Eisen mit Gold als Vergleichsstoff ist eine Berichtigung von etwa  $1 \cdot 10^{-5} \text{ \AA} = 3 \cdot 10^{-6}$  je Grad Temperaturänderung anzubringen.

Eine Untersuchung der Intensitätsverteilung innerhalb der Interferenzlinien und des Einflusses der Abweichungen vom Bragg'schen Gesetz ergab, daß hierin keine weiteren Fehlerquellen bestehen. Die Intensitätsverteilung ist mit großer Annäherung symmetrisch zu dem in die Berechnungen eingesetzten Ort der Linie bei unendlich dünnem Primärstrahl. Die Abweichungen vom Bragg'schen Reflexionsgesetz führen ebenfalls nicht zu einer Verschiebung, sondern nur zu einer Verbreiterung der Interferenzen, falls die Probe hinreichend feinkristallin ist und falls bei der Begrenzung der einzelnen Kristallite keine Kristallform vor anderen bevorzugt ist. Hermann Möller.

**Einfluß der Glüh-temperatur auf die Ziehbarkeit von Stahldraht.**

Anton Pomp und Burghard Zapp<sup>2)</sup> führten mit sechs verschiedenen Stahldrähten von 4 mm Dmr., deren chemische Zusammensetzung in der folgenden Tabelle angegeben ist, die Zugfestigkeit, die Dehnung, den Formänderungswiderstand, die Ziehkraft, den Anstrengungsgrad und den Formänderungswiderstand in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für die sechs Stähle wiedergegeben. Die niedrigsten Zugfestigkeitswerte haben die Stähle A und F mit niedrigstem Kohlenstoffgehalt, die höchsten der Schnellstahl E. Umgekehrt verlaufen die Dehnungsschaulinien der sechs Stähle, mit Ausnahme des Stahles A, der im Verhältnis zur Zugfestigkeit eine niedrige Dehnung aufweist. Die Ziehkraft verhält sich ähnlich wie die Zugfestigkeit; nur der Schnellstahl E bedingt trotz seiner höheren Festigkeit keinen höheren Ziehkraftbedarf als die kohlenstoffreichen Stähle B, C und D. Infolgedessen hat er den günstigsten Formänderungswiderstand. Die übrigen Stähle weisen nur geringe Unterschiede im Formänderungs-

Stahl	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	W %	V %
A	0,10	Sp.	0,70	0,080	0,160	—	—	—	—
B	1,20	0,25	0,60	0,040	0,040	—	—	—	—
C	1,00	0,21	0,34	0,011	0,007	0,75	—	—	—
D	1,10	0,20	0,30	0,011	0,007	0,14	—	1,0	—
E	0,75	0,17	0,29	0,009	0,006	3,50	—	18,0	0,25
F	0,12	0,24	0,26	0,030	0,030	0,80	2,5	—	—

Zahlentafel 2. Glüh-temperatur und Glühdauer.

Stahl	A	B	C	D	E	F
Glühdauer . . h	4	8	8	10	10	8
Glüh-temperaturen °C	900	830	830	830	900	750
	820	780	780	780	850	700
	740	730	730	730	800	660
	640	680	680	680	750	600
	550	630	630	630	700	550

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 215/18.  
<sup>2)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 15 (1933) Lfg. 9, S. 107/18.

Zusammensetzung in Zahlentafel 1 wiedergegeben ist und die bei den aus Zahlentafel 2 zu ersiehenden Temperaturen geblüht worden waren, Ziehversuche mit Querschnittsabnahmen von 8 bis 47% je Zug aus. Die Drähte wurden auf einer Stangenziehbank bei 0,63 m/s Geschwindigkeit durch Widia-Ziehsteine mit Rüböl als Schmiermittel gezogen. Ermittelt wurden die für die jeweilige Zugabnahme erforderliche Ziehkraft, die Zugfestigkeit und Dehnung des Drahtes vor und nach dem Zuge, der Formänderungswiderstand, der Formänderungswirkungsgrad und der Anstrengungsgrad.

Es ergaben sich folgende günstigsten Glüh-temperaturen für die einzelnen Werkstoffe: Stahl A 600 bis 800°, Stahl B 630 bis 680°, Stahl C 630 bis 680°, Stahl D 630 bis 680°, Stahl E 700 bis 750°, Stahl F . . . 600°.

In Abb. 1 sind die den günstigsten Glüh-temperaturen entsprechenden Schaulinien für die Zugfestigkeit, Dehnung, den Formänderungswirkungsgrad, die Ziehkraft, den Anstrengungsgrad und den Formänderungswiderstand in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für die sechs Stähle wiedergegeben. Die niedrigsten Zugfestigkeitswerte haben die Stähle A und F mit niedrigstem Kohlenstoffgehalt, die höchsten der Schnellstahl E. Umgekehrt verlaufen die Dehnungsschaulinien der sechs Stähle, mit Ausnahme des Stahles A, der im Verhältnis zur Zugfestigkeit eine niedrige Dehnung aufweist. Die Ziehkraft verhält sich ähnlich wie die Zugfestigkeit; nur der Schnellstahl E bedingt trotz seiner höheren Festigkeit keinen höheren Ziehkraftbedarf als die kohlenstoffreichen Stähle B, C und D. Infolgedessen hat er den günstigsten Formänderungswiderstand. Die übrigen Stähle weisen nur geringe Unterschiede im Formänderungs-

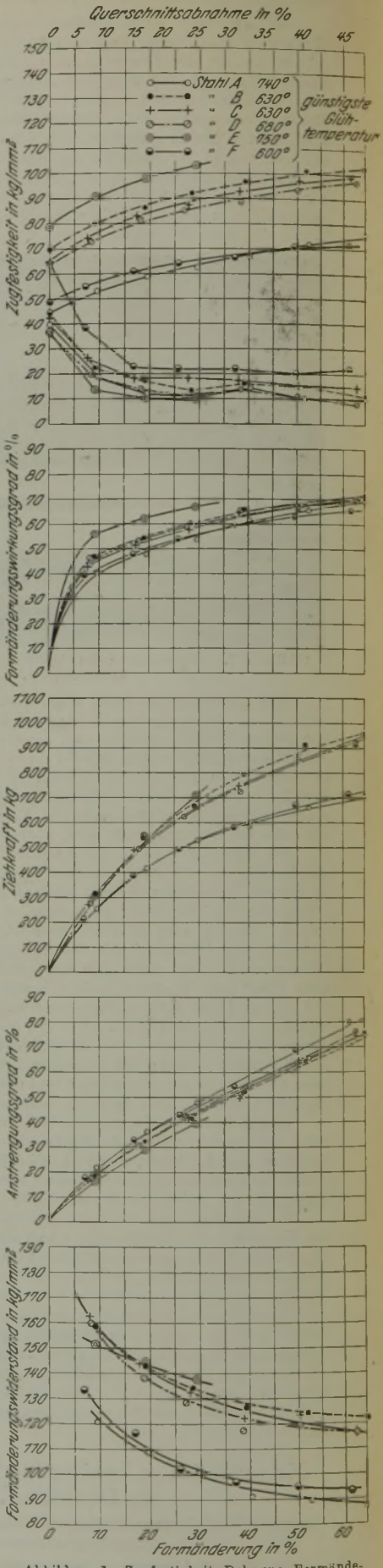


Abbildung 1. Zugfestigkeit, Dehnung, Formänderungswirkungsgrad, Ziehkraft, Anstrengungsgrad und Formänderungswiderstand in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme für die Stähle A bis F bei den günstigsten Glüh-temperaturen.



wirkungsgrad auf. Die Schaulinien für den Formänderungswiderstand liegen in gleicher Reihenfolge übereinander wie die der Ziehkraft. Zwischen den Schaulinien des Anstrengungsgrades treten nur geringfügige Abweichungen auf. Anton Pomp.

#### Werkstofftechnisches Kolloquium an der Staatlichen Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Zur Förderung des Gedankenaustausches über Werkstofffragen und die damit zusammenhängenden konstruktiven Aufgaben findet Samstag, den 24. Juni 1933, 15,15 Uhr, im Hörsaal 326 der Technischen Hochschule Darmstadt eine Aussprache statt. In einer Reihe von Kurzvorträgen mit anschließender Erörterung werden die verschiedensten Werkstofffragen behandelt. Alle beteiligten Fachkreise sind herzlich eingeladen.

### Archiv für das Eisenhüttenwesen.

#### Einfluß verschiedener Legierungselemente auf die Graphitbildung im Gußeisen.

Durch Gefügeuntersuchung und Aufnahme von Abkühlungskurven stellten Othmar v. Keil und Franz Ebert<sup>1)</sup> bei verschieden legiertem Gußeisen den Kohlenstoffgehalt fest, oberhalb dessen bei gegebener Abkühlungsgeschwindigkeit Erstarrung nach dem stabilen Eisen-Graphit-System eintritt. Dabei zeigte sich, daß alle untersuchten Legierungsmittel — Aluminium, Mangan, Nickel, Kupfer, Vanadin und Silizium — in der angegebenen Reihenfolge die Graphitbildung fördern, was wohl auf eine verstärkte Dissoziation des Eisenkarbids in der Schmelze zurückzuführen ist. Mangan und Vanadin zeigten bei bestimmten Gehalten einen ausgesprochenen Höchstwert der Graphitbildung; hier macht sich neben der verstärkten Dissoziation des Eisenkarbids die Bildung von Mangan- und Vanadinkarbid bemerkbar. Bei Legierung einer Probe mit mehreren Elementen addierte sich deren Wirkung auf die Graphitbildung.

#### Untersuchungen zur Schaffung einer Einrichtung für die Messung der Viskosität von Siemens-Martin-Schlacken.

Ernst Diepschlag und Friedrich Karl Buchholz<sup>2)</sup> besprechen zunächst die für die Bestimmung der Viskosität in Frage kommenden Meßverfahren und wählen das Torsionsverfahren nach Margules für Messungen an Siemens-Martin-Schlacken. Auf Grund der mit einer Vorversuchseinrichtung gemachten Erfahrungen und der hiermit durchgeführten Bestimmungen wird eine Anordnung für die Ermittlung der Viskosität im Betriebe entworfen und gebaut. Diese wird mit einer benetzenden und mehreren nichtbenetzenden Flüssigkeiten bekannter Zähigkeit geeicht. Die damit erhaltenen Bestimmungsergebnisse werden mitgeteilt, und dabei wird auch gleichzeitig ein Weg zur Berechnung der Werte gezeigt. Wenn auch die Eichung für die Angabe von absoluten oder relativen Werten für die innere Reibung noch nicht ausreicht, weil hier die Vergleichsmöglichkeit noch fehlt, so ist doch der Weg zur Ermittlung der Viskosität von Siemens-Martin-Schlacken gewiesen.

#### Ueber das Greifen der Walzen.

Ernst Dann<sup>3)</sup> erörtert die Gleichung für den Greifwinkel, die sich aus der Reibungszahl, dem Reibungswinkel der gleitenden Bewegung und der Kraft ableiten läßt, mit der jede der beiden Walzen dem Block widersteht. Diese Gleichung wird für die beiden Fälle entwickelt, daß die Richtung dieser Kraft die Walzenachse unter einem Winkel von 90° und bei einem Kaliber mit geeigneten Angriffsflächen der dem Berührungspunkt zukommende Krümmungshalbmesser des greifenden Kalibers die Walzenachse unter einem spitzen Winkel schneidet. Darauf werden Angaben über die Reibungszahl in ihrer Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit der Walzen gemacht. Als Vorbedingung des Durchgreifens dürfte gelten, daß die zum Durchziehen eines Blockes erforderliche Reibungskraft „Walzdruck  $\times \mu$ “ an keiner Stelle des Greifers größer sein darf, als sie durch den Druckwiderstand des Walzstoffes aufgebracht werden kann; hierbei ist das Verhältnis zwischen Mitteldruck und Höchstdruck wichtig, das bei den einzelnen Kalibern verschieden ist und durch Rechnung und Koordinatenbildung an einigen immer wiederkehrenden Kalibern ermittelt wird. Schließlich werden noch der Einfluß des Rauigkeitsgrades der Walzen und der Verlauf der Kerbung für das Greifen der Walzen erörtert.

#### Die räumliche und zeitliche Entwicklung der Verbrennung in technischen Feuerungen.

Die Beurteilung eines Verbrennungsvorganges durch Aufnahme von Temperatur-, Geschwindigkeits- und Analysen-

feldern ist nach Kurt Rummel und Hellmuth Schwiedeßen<sup>1)</sup> unzulänglich. Besonders können keine Angaben über den Zustand der Verbrennung in einem Punkt oder einer Ebene der Feuerung gemacht werden. Durch Bildung eines Begriffs für den Zustand der Verbrennung in einem Punkte (Abbrand) und Aufzeichnung der Kurven gleichen Abbrandes ist erst eine qualitative Beurteilung möglich. An Hand mathematischer Ableitungen wird ferner gezeigt, daß auch quantitative Aussagen gemacht werden können, wenn man den Abbrand in Beziehung setzt zu den von Flächen gleichen Abbrandes eingeschlossenen Räumen (Reaktionsraum). Weitere Ableitungen ermöglichen Angaben über die Geschwindigkeit, mit der die Verbrennung bis zu einem praktischen Ausbrand erfolgt (mittlere bezogene Belastung), die Brennzeit und den Brennweg. Die Ausführungen werden durch einige praktische Beispiele belegt und erläutert.

#### Zur Durchführung der technischen Spektralanalyse.

Otto Feußner<sup>2)</sup> erörtert zunächst die Voraussetzungen für reproduzierbare Spektralaufnahmen zum Zwecke der quantitativen Auswertung. Es ergibt sich, daß vor allen Dingen folgende Punkte berücksichtigt werden müssen:

1. Vermeidung wechselnder Ausblendung durch die Elektroden bei der Entladung.
2. Gleichmäßige Schwärzung der Spektrallinien auf ihrer gesamten Länge durch richtige Einstellung der Quarzkondensorlinse.
3. Bei den elektrischen Entladungen ist das Verhältnis der Kapazität zu Induktivität ausschlaggebend, sowie die Höhe der Entladespannung selbst.
4. Bei den photometrischen Auswertungen muß der Verlauf der Schwärzungslinie auf das Meßergebnis berücksichtigt sowie der Eintritt von Nebenlicht verhindert werden.

Sodann beschreibt der Verfasser eine elektrische Anlage, die die Herstellung reproduzierbarer Entladungen ermöglicht.

#### Warmsprödigkeit austenitischer Stähle.

Durch Zerreißversuche bei Temperaturen von 650 bis 1000° prüften Max Schmidt und Otto Jungwirth<sup>3)</sup> den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes und der Legierung auf die Warmsprödigkeit austenitischer Stähle. Auf Grund der mechanischen und der mikroskopischen Untersuchung wird gefolgert, daß die Warmsprödigkeit auf das verschiedene temperaturabhängige Verhalten von Korn und Korngrenze zurückzuführen ist. Vielleicht scheiden sich in dem Bereich von 600 bis 900° geringe Restmengen von Karbiden oder auch andere Stoffe aus, die dadurch die Gleitung im Korn verhindern und unter gleichzeitiger Verminderung der Korngrenzenfestigkeit spröden zwischenkristallinen Bruch herbeiführen. Ein Einfluß der Warmsprödigkeit auf die Schiedbarkeit konnte nicht beobachtet werden. Nach Warmzerreißversuchen an Proben mit hoher Anfangserwärmung und verschiedener Versuchsgeschwindigkeit kann das damit erklärt werden, daß einmal bei hoher Anfangstemperatur die Ausscheidungsvorgänge nicht in Fluß kommen, daß weiter der Formänderungswiderstand von überragender Bedeutung ist.

#### Die Anlaßhärte der Schnellarbeitsstähle.

Durch vergleichende Messungen der Härte und der magnetischen Sättigung an verschieden legierten Schnellstählen und ähnlich legierten, aber kohlenstoffarmen Werkstoffen bei Raumtemperatur und in der Wärme sowie durch dilatometrische Messungen stellten Walter Eilender, Hermann Klinar und Heinz Cornelius<sup>4)</sup> fest, daß der Austenit-Martensit-Zerfall die Ursache der Anlaßhärte der Schnellstähle mit üblichem Kohlenstoffgehalt ist. Bei den kohlenstoffarmen Versuchsliegierungen war dagegen die Härtesteigerung beim Anlassen auf Ausscheidungshärtung zurückzuführen.

#### Der Aederungsbestandteil im Ferrit.

In allen technischen Eisensorten tritt im Ferrit der „Aederungsbestandteil“ auf. Er findet sich innerhalb großer  $\alpha$ -Körner nach der  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung, auf den Korngrenzen der  $\alpha$ -Körner und auf den Gleitflächen nach Erhitzen kaltgereckter Proben. Heinrich Hanemann, Angelica Schradner und Werner Tangerding<sup>5)</sup> zeigten, daß der Aederungsbestandteil kein Körper mit bestimmter stöchiometrischer Zusammensetzung ist. Man kann ihn als metakristallinen Ferrit ansehen, der Spuren von

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 543/49 (Wärme-  
stelle 183).

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 551/57 (Chem.-  
Aussch. 93).

<sup>3)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 559/62 (Werkstoff-  
aussch. 213).

<sup>4)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 563/66 (Werkstoff-  
aussch. 214).

<sup>5)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 567/70 (Werkstoff-  
aussch. 215).

Verunreinigungen enthält. Der Aederungsbestandteil ist für die Werkstoffprüfung insofern von Wert, als seine Anwesenheit oder sein Fehlen nach Erwärmung einer Stahlprobe einen Schluß auf etwaige Kaltverformung zuläßt.

#### Betriebsorganisatorische Arbeiten im Werk Rath der Mannesmannröhren-Werke.

Gottfried Thelen<sup>1)</sup> beschreibt das Arbeitsgebiet und die Aufgabengliederung der Betriebswirtschaftsstelle sowie den Aufbau und die Durchführung betriebswirtschaftlicher Maßnahmen in einem gemischten Hüttenwerk. Das ganze Aufgabengebiet ist grundsätzlich auf den Zeitbegriff abgestellt. Dieser Zeitbegriff wirkt sich in der Arbeitsvorbereitung und der Vorkalkulation

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 571/80 (Betriebsw.-Aussch. 70).

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 24 vom 15. Juni 1933.)

Kl. 7 a, Gr. 14/01, D 84.30. Verfahren zur Herstellung von Rohren aus besonders hartem Werkstoff. Demag Akt.-Ges., Duisburg.

Kl. 7 a, Gr. 22/01, Sch 96 578. Walzgerüst mit unmittelbarem Antrieb der Walzen durch je einen Elektromotor. Schloemann Akt.-Ges., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 25, K 207.30. Vorrichtung zum Drehen von Metall- und Eisenblöcken, besonders für Walzwerksanlagen. Fried. Krupp Grusonwerk Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 c, Gr. 1, D 65 635. Richtmaschine für Bleche. Frédéric Deflandre, Sauheid/Chénée, und Joseph Snakers, Lüttich, Belgien.

Kl. 10 a, Gr. 18/01, V 26 078. Verfahren zur Herstellung von Koks unter gleichzeitiger Gewinnung von Leichtölen. Luigi Vertù und Giuseppe Pisanello, Turin, Italien.

Kl. 18 a, Gr. 4/03, D 63 328. Stichlochstopfmaschine. Dango & Diententhal, Siegen.

Kl. 18 b, Gr. 20, H 128 921. Verfahren zur Herstellung kohlenstofffreier Legierungen, wie Ferrochrom oder Chromstahl. Heraeus-Vacuumschmelze Akt.-Ges., Hanau a. M.

Kl. 18 c, Gr. 8/80, H 121 533. Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Schutzgasatmosphäre in elektrisch beheizten Oefen. Dr. Wilhelm Hammer, Freiburg i. Br.

Kl. 18 c, Gr. 9/50, P 66 714. Kühlzone für Durchlauföfen mit Hubbalkenförderung. Poetter G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 18 c, Gr. 11/20, K 55.30. Beschickungsvorrichtung. Fried. Krupp Grusonwerk Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.

Kl. 21 h, Gr. 15/03, A 63 332. Elektrischer, mittels Drehstrom betriebener Tiegelsalzbadofen. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin.

Kl. 21 h, Gr. 32/11, W 86 323. Verfahren zum Verschweißen gebrauchter, an den Stoßenden abgefahrener Schienen mittels des elektrischen Widerstandsabschmelzverfahrens. Theodor Wuppermann G. m. b. H., Leverkusenschlebusch.

Kl. 31 a, Gr. 2/40, A 64 165. Einrichtung zum Steuern der waagerechten Bewegung des Schmelzgutbehälters von Elektro-Schmelzöfen bei der Kippung. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz.

Kl. 42 k, Gr. 20/02, L 79 930. Verfahren zur Ausübung von Plus-Minus-Wechselbelastungen an Materialprüfmaschinen. Losenhäuserwerk, Düsseldorfer Maschinenbau Akt.-Ges., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 42 k, Gr. 24/02, M 119 094. Federprüfmaschine mit von der Kraftmessung getrenntem Antrieb. Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.

Kl. 48 b, Gr. 4, P 63 390. Verfahren zur Herstellung von Zinküberzügen auf Eisenteilen. Wilhelm Harold Potter, Warrington, Lancashire, England.

Kl. 67 a, Gr. 31/10, H 271.30. Herstellung von Fassonraht-Hartziehsteinen. Friedrich Heun, Herbornseelbach, Kr. Dillenburg.

Kl. 75 c, Gr. 6, V 26 231. Verfahren zum Ausschleudern von Rohren mit bituminösen Stoffen. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 24 vom 15. Juni 1933.)

Kl. 18 a, Nr. 1 265 650. Einsatz für Winderhitzer für Hochöfen u. dgl. Hermann A. Brassert, Chicago-Illinois, V. St. A.

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

in planmäßiger Arbeitsführung und der einheitlichen Gedingestellung aus. In der Betriebsüberwachung und bei der Auswertung der Gedinge- und Lohnbelege gibt der Zeitbegriff einen klaren Ueberblick über die tatsächlichen Betriebsverhältnisse. Besonderer Wert wurde auf eine planmäßige Zeitbewirtschaftung in Abhängigkeit von der Erzeugungsschwankung (Stunden-vorausschau) gelegt. Auf den Zweck und den Nutzen einer einheitlich in der Betriebswirtschaftsstelle zusammengefaßten Tarif- und Lohnpolitik wird im Zusammenhang mit den wichtigen Fragen des Gedinge- und Lohnaufbaues besonders hingewiesen.

Der Zweck der Ausführungen gipfelt darin, daß sich überall die Erkenntnis einer planmäßigen Betriebswirtschaft durchsetzt, getragen von dem Willen, ein Ziel zu erreichen: die Bewirtschaftung des Betriebes nach klaren Grundsätzen mit dem Endzweck, bei bester Leistung und größter Sparsamkeit ein gutes und preiswertes Erzeugnis auf den Markt zu bringen.

Kl. 18 c, Nr. 1 265 729. Salzbadofen mit elektrischer Widerstandsbeheizung. Otto Junker G. m. b. H., Lammersdorf, Kr. Monschau.

Kl. 18 c, Nr. 1 265 766. Vorrichtung zum gleichzeitigen Glühen, Abkühlen und Vorwärmen in Industrieöfen aller Art. Theodor Lammine, Köln-Mülheim.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 10 a, Gr. 18<sub>02</sub>, Nr. 570 752, vom 18. Oktober 1930; aus- gegeben am 20. Februar 1933. Zusatz zum Patent 547 692. Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H. in Bochum. *Verfahren zum Herstellen von metallurgischem Koks.*

Aus schlecht backender und gasreicher Kohle wird der Anteil unter 1 mm Korngröße abgesiebt, für sich entgast und der hierbei entstehende Koksgrus, gegebenenfalls nach vorherigem Waschen und Trocknen sowie entsprechender Zerkleinerung bis auf eine Korngröße zu mindestens 90% unter 0,25 mm, in Höhe von wenigstens 5% der Koksrohle vor der Verkokung wieder zugesetzt.

Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 570 758, vom 16. September 1928; aus- gegeben am 20. Februar 1933. Hoesch-Köln-Neuessen Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb in Dortmund und Pyro-Werk Dr. Rudolf Hase in Hannover (Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Klöpffer in Dortmund-Wambel). *Verfahren zur Überwachung des Hochofens.*

Um nicht reduzierte, ungeschmolzene Erzbrocken oder niedergehende Ansätze vor den Formen festzustellen, wird der Temperaturunterschied des ein- und abströmenden Formenkühlwassers durch Thermolemente, Widerstandsthermometer od. dgl. gemessen.

Kl. 42 k, Gr. 21<sub>03</sub>, Nr. 570 900, vom 18. August 1931; ausge- geben am 22. Februar 1933. Schumag, Schumacher Metall- werke Akt.-Ges. für Präzisionsmechanik und Dr.-Ing. Josef Mathar in Aachen. *Verfahren zur Bestimmung der Spannungen in Bauteilen oder fertigen Bauwerken, die während der Spannungsmessung ihren Belastungszustand nicht ändern.*

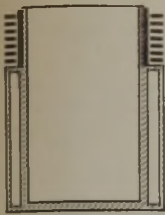
Bei aufgesetztem Dehnungsmeßgerät wird an dem zu prüfen- den und unter Spannung stehenden Körper ohne wesentliche Beeinflussung seiner Tragfähigkeit in unmittelbarer Nähe der Meßpunkte das Gleichgewicht der in dem Prüfkörper vorhandenen Gesamtspannungen durch Anbohren od. dgl. zerstört und aus der hierdurch bedingten Abstandsänderung der Meßpunkte mit Hilfe der Ergebnisse entsprechender Spannungs-Dehnungs-Eichungen auf die an der betreffenden Stelle des Prüfkörpers herrschende Spannung geschlossen.

Kl. 42 k, Gr. 23<sub>01</sub>, Nr. 570 901, vom 12. Februar 1931; ausge- geben am 21. Februar 1933. Zusatz zum Patent 521 154. René Guillery in Paris. *Ablesevorrichtung für die sich bei der Brinell- schen Kugeldruckprobe ergebenden Eindruckdurchmesser.*

Bei der Ablesevorrichtung sind zwei an die Kugel sich an- legende, um die Kugellachse schwingbare, mit einer Anzeigevor- richtung verbundene Fühler angeordnet. Unmittelbar nach Be- endigung des Prüfvorganges tritt die Ablesevorrichtung ganz selbsttätig in Tätigkeit, indem beim Erreichen des höchsten Druckes der Maschine selbsttätig eine Druckvorrichtung ausge- löst wird, deren Druckmittel auf die sich um die Druckkugel legenden Fühlhebel einwirkt.

Kl. 18 d, Gr. 1<sub>00</sub>, Nr. 570 936, vom 9. März 1930; ausgegeben am 22. Februar 1933. Zusatz zum Patent 554 685. [Vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 859.] Rudolf Schmidt & Co. in Berlin. *Warmfeste Stahllegierung.*

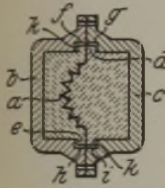
Die Legierung nach dem Hauptpatent hat 0,05 bis 0,5% C, 7 bis 10% W und 0,8 bis 3,0% Si, dagegen nach dem Zusatz- patent 0,05 bis 1,0% C, 4 bis 7% W und 0,8 bis 3,0% Si; die Härte dieser Legierung leidet nicht trotz der Temperaturbeeinflussung.



**Kl. 31 c, Gr. 13, Nr. 570 944**, vom 7. September 1929; ausgegeben am 21. Februar 1933. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke Akt.-Ges. in Messingwerk b. Eberswalde. *Verfahren zur Herstellung gegossener Metallböcke in Kokillen.*

Der untere Teil der Kokille wird von außen künstlich gekühlt und der obere Teil des gegossenen Metalls gleichzeitig durch Induktionsheizung erwärmt, um Lunkerbildung zu beseitigen.

**Kl. 31 c, Gr. 17, Nr. 570 945**, vom 23. Dezember 1930; ausgegeben am 21. Februar 1933. Fried. Krupp Akt.-Ges. Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen, Niederrhein (Erfinder: Edgar Spetzler in Rheinhausen [Niederrhein]-Friemersheim). *Verfahren und Gußform zum Gießen von Verbundstahlblöcken mit Trennblechen.*



Dem Stahlblock werden an den Berührungsstellen des Trennbleches a mit den Wänden der Gußform b, c Leisten d, e angegossen, die nach dem Erkalten des Blockes entfernt werden. Zur Bildung der Leisten wird die Form mit Aussparungen f, g, h, i versehen, die mit einem feuerfesten Futter k ausgekleidet werden. Das Trennblech kann eine Raumform haben oder zickzackförmig usw. verlaufen.

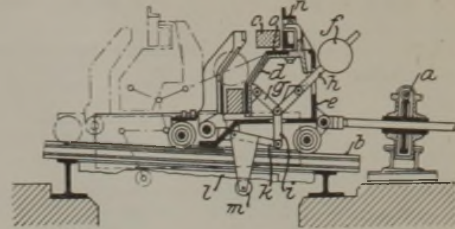
**Kl. 7 a, Gr. 17<sub>03</sub>, Nr. 570 948**, vom 13. November 1931; ausgegeben am 22. Februar 1933. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. *Verfahren zur Schmierung von Pilgerdornen.*

Zum leichten Herausziehen des Dornes aus dem Rohr werden statt Graphit leicht schmelzbare Salze, z. B. Soda, verwendet, die keine für das Beizen von Röhren hinderlichen Rückstände hinterlassen.

**Kl. 7 a, Gr. 25, Nr. 570 949**, vom 11. Juli 1931; ausgegeben am 21. Februar 1933. Fried. Krupp Grusonwerk Akt.-Ges. in Magdeburg-Buckau. *Blockkantvorrichtung für Walzwerke.*

Die Kantvorrichtung wird von einem Motor durch das Schneckenvorgelege a auf den Schienen b vor- und rückwärts geschoben. Beim Kantgleiten der Block c auf einer Führung d, die im Gehäuse e durch Gewicht f und Hebelwerk g, h, i, k so verschiebbar angeordnet ist, daß sie beim Verschieben des Gehäuses e auf den Schienen b in die punktierte Stellung durch die an der besonders gestalteten Bahn l entlang laufende Steuerrolle

m die Kantrinne entsprechend der Abnahme der Kaliberbreite verengert. Die seitliche Führungswand n der den auslaufenden Block führenden Bahn o kann in Abhängigkeit von dem quer zu

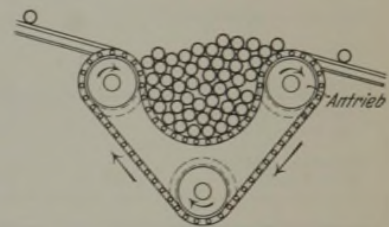


verschiebenden Rinnenteil d quer zur Walzrichtung so gesteuert werden, daß der Block die Führungsbahn o stets nach einer Seite etwas mehr als die Hälfte überragt und von selbst kantet.

**Kl. 40 d, Gr. 1<sub>90</sub>, Nr. 570 982**, vom 27. März 1929; ausgegeben am 22. Februar 1933. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges. in Düsseldorf (Erfinder: Dr.-Ing. H. Schulz und Dipl.-Ing. M. Löbbecke in Rheinhausen). *Herstellung von Hartlegierungen.*

Die Verschleißfestigkeit von Legierungen mit mehr als 2% C und bestehend aus Kobalt, Chrom und Wolfram oder ihren Äquivalenten wird dadurch erhöht, daß die Erstarrungsgeschwindigkeit beim Guß so stark verzögert wird, daß ein Teil des Kohlenstoffs in Graphit übergeführt wird. Dies kann auch dadurch erreicht werden, daß die erstarrte Legierung einer Erhitzung über 700° unterworfen und der Werkstoff, nachdem er eine Zeitlang auf dieser Temperatur gehalten worden ist, langsam abgekühlt wird.

**Kl. 67 a, Gr. 23, Nr. 571 001**, vom 12. April 1932; ausgegeben am 25. Februar 1933. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges. in Düsseldorf (Erfinder: Wilhelm Albrecht in Düsseldorf). *Verfahren zum Reinigen und Entzundern von Röhren od. dgl.*



Röhre oder andere gestreckte runde Werkstücke, wie Stäbe, werden eng aneinanderliegend mit gleichgerichteten Mittelachsen auf fortlaufend sich bewegenden Band-, Ketten- oder Seilschlingen in Umdrehung versetzt, wobei die Reibung der Werkstücke aneinander den Zunder entfernt.

## Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im Mai 1933<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Rohblöcke						Stahlguß			Insgesamt	
	Thomasstahl	Bessemerstahl	basische Siemens-Martin-Stahl	saurer Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- und Elektro-stahl	Schweißstahl-(Schweiß-eisen-)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1933	1932
Mai 1933: 25 Arbeitstage, 1932: 23 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen	176 927		317 088	6 680	6 693		7 089	3 090	588	518 155	504 975
Sieg., Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		22 120	—	—		275	215	—	22 708	15 173
Schlesien	—		17 673	—	600		100	—	—	18 172	21 946
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland			27 369	—	—		1 578	224	621	46 078	51 223
Land Sachsen	28 589		20 498	—	—		545	—	—	21 886	21 338
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz			3 271	—	—		509	335	—	15 678	11 929
Insgesamt: Mai 1933	205 516	—	408 019	6 680	7 293	—	10 096	3 864	1 209	642 677	—
davon geschätzt	—	—	—	—	300	—	—	850	—	1 150	—
Insgesamt: Mai 1932	184 657	—	416 609	3 396	7 750	1 662	8 330	2 993	1 187	—	626 584
davon geschätzt	—	—	2 000	—	—	—	—	—	—	—	2 000
Durchschnittliche arbeitstäglige Gewinnung										25 707	27 243
Januar bis Mai <sup>2)</sup> 1933: 125 Arbeitstage, 1932: 124 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen	789 319		1 327 186	24 935	35 348		33 465	13 940	2 790	2 226 983	1 956 990
Sieg., Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		94 699	—	—		1 351	—	—	98 458	53 282
Schlesien	—		73 172	—	4 121		434	1 522	—	76 282	86 412
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland			132 500	—	—		7 812	1 076	4 182	208 761	193 480
Land Sachsen	122 199		84 586	—	—		2 786	—	—	91 238	81 249
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz			5 363	—	—		1 571	1 537	—	64 172	64 043
Insgesamt: Jan./Mai 1933	911 518	—	1 717 506	24 935	39 469	—	47 419	18 075	6 972	2 765 894	—
davon geschätzt	—	—	—	—	300	—	—	850	—	1 150	—
Insgesamt: Jan./Mai 1932	843 731	3	1 473 171	19 222	25 926	8 708	42 898	16 664	5 133	—	2 435 456
davon geschätzt	—	—	10 000	—	—	—	—	—	—	—	10 000
Durchschnittliche arbeitstäglige Gewinnung										22 127	19 641

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — <sup>2)</sup> Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis April 1933 (einschl.).

**Die Leistung der Walzwerke einschließlich der mit ihnen verbundenen Schmiede- und Preßwerke im Deutschen Reich  
im Mai 1933<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.**

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	Land Sachsen	Süd- deutschland	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	1933 t	1932 t
Monat Mai 1933: 25 Arbeitstage, 1932: 23 Arbeitstage								
<b>A. Walzwerksfertigerzeugnisse</b>								
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	37 546	—	3 400		5 361		46 307	20 478
Formeisen über 80 mm Höhe . .	17 108	—	11 518		3 758		32 384	47 729
Stabeisen und kleines Formeisen .	80 276	3 103	5 616	6 947	8 682	5 474	110 098	154 105
Bandeisen . . . . .	32 584	2 034		739			35 357	20 521
Walzdraht . . . . .	52 248	4 419 <sup>2)</sup>		—		— <sup>3)</sup>	56 667	51 910
Universaleisen . . . . .	4 826 <sup>6)</sup>	—		—		—	4 826	15 133
Grobbleche (4,76 mm und darüber)	25 661	1 450	5 396		53		32 560	65 544
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	7 354	1 031	3 247		171		11 803	19 417
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	8 834	5 345	3 196		1 227		18 602	15 298
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	11 797	8 387	4 206				24 390	17 155
Feinbleche (bis 0,32 mm) . . . .	1 648	1 774 <sup>4)</sup>			—		3 422	2 978
Weißbleche . . . . .	16 773		—		—		16 773	11 567
Röhren . . . . .	35 535	—	3 439			—	38 974	27 297
Rollendes Eisenbahnzeug . . . .	6 118	—	183	671			6 972	7 022
Schmiedestücke . . . . .	9 507	779		548	492		11 326	8 360
Andere Fertigerzeugnisse . . . . .	9 022	465			176		9 663	3 485
Insgesamt: Mai 1933 . . . . .	349 128	28 624	14 890	36 190	16 337	14 955	460 124	—
davon geschätzt . . . . .	2 930	350	—	—	—	750	4 030	—
Insgesamt: Mai 1932 . . . . .	378 992	23 750	16 553	38 535	20 602	9 567	—	487 999
davon geschätzt . . . . .	1 400	—	—	—	—	—	—	1 400
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							18 405	21 217
<b>B. Halbzeug zum Absatz bestimmt</b>								
Januar/Mai 1933 . . . . .	36 870	2 120	872	910	646		41 418	—
Januar/Mai 1932 . . . . .	18 641	1 586	530	100	76		—	20 933
Januar bis Mai 1933: 125 Arbeitstage, 1932: 124 Arbeitstage								
<b>A. Walzwerksfertigerzeugnisse</b>								
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	197 313	—	15 972		31 440		244 725	239 081
Formeisen über 80 mm Höhe . .	62 637	—	41 305		13 550		117 492	188 609
Stabeisen und kleines Formeisen .	332 773	13 549	19 410	38 032	35 316	23 708	462 788	476 412
Bandeisen . . . . .	124 260	8 455		3 031			135 746	96 785
Walzdraht . . . . .	246 937	20 599 <sup>2)</sup>		—		— <sup>3)</sup>	267 536	246 459
Universaleisen . . . . .	23 294 <sup>6)</sup>	—		—		—	23 294	40 961
Grobbleche (4,76 mm und darüber)	92 185	5 553	18 421		185		116 344	146 243
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	31 470	4 059	9 859		576		45 964	47 854
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	41 973	23 141	11 945		4 789		81 848	66 741
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	47 936	35 724	19 371				103 031	66 752
Feinbleche (bis 0,32 mm) . . . .	9 444	3 437 <sup>4)</sup>			—		12 881	11 681
Weißbleche . . . . .	76 096		—		—		76 096	51 480
Röhren . . . . .	137 220	—	13 960			—	151 180	97 700
Rollendes Eisenbahnzeug . . . .	23 693	—	1 815	3 728			29 236	35 116
Schmiedestücke . . . . .	41 712	3 877		2 313	2 478		50 380	41 601
Andere Fertigerzeugnisse . . . . .	33 383	2 910			426		36 719	33 617
Insgesamt: Januar/Mai 1933 . . .	1 488 734	119 966	61 667	146 682	69 959	68 252	1 955 260	—
davon geschätzt . . . . .	11 930	350	—	—	—	750	13 030	—
Insgesamt: Januar/Mai 1932 . . .	1 396 646	93 968	67 495	148 515	70 259	60 189	—	1 837 072
davon geschätzt . . . . .	7 200	—	—	—	—	—	—	7 200
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							15 642	14 815
<b>B. Halbzeug zum Absatz bestimmt</b>								
Januar/Mai 1933 . . . . .	185 303	12 279	3 422	7 291	1 874		210 169	—
Januar/Mai 1932 . . . . .	125 047	7 947	2 428	3 982	488		—	139 892

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. <sup>2)</sup> Einschließlich Süddeutschland und Sachsen. <sup>3)</sup> Siehe Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen. <sup>4)</sup> Ohne Schlesien. <sup>5)</sup> Einschließlich Sachsen. <sup>6)</sup> Einschließlich Schlesien und Sachsen.

**Die Kohlenförderung im Ruhrgebiet im Mai 1933.**

Im Monat Mai wurden insgesamt in 25 Arbeitstagen 6 256 692 t verwertbare Kohle gefördert gegen 5 557 563 t in 23 Arbeitstagen im April 1933 und 5 640 023 t in 24 Arbeitstagen im Mai 1932. Arbeitstäglich betrug die Kohlenförderung im Mai 1933 250 268 t gegen 241 633 t im April 1933 und 238 177 t im Mai 1932.

Die Kokserzeugung des Ruhrgebietes stellte sich im Mai 1933 auf 1 370 111 t (täglich 44 197 t), im April 1933 auf 1 230 747 t (41 025 t) und 1 261 799 t (40 703 t) im Mai 1932. Die Kokereien sind auch Sonntags in Betrieb.

Die Brikettherstellung hat im Mai 1933 insgesamt 232 945 t betragen (arbeitstäglich 9318 t) gegen 211 971 t (9216 t) im April 1933 und 206 138 t (8705 t) im Mai 1932.

Die Bestände der Zechen an Kohle, Koks und Preßkohle (das sind Haldenbestände, ferner die in Wagen, Türmen und Kähnen befindlichen, noch nicht versandten Mengen einschließlich Koks und Preßkohle, letzte beiden auf Kohle zurückgerechnet) stellten sich Ende Mai 1933 auf 10,99 Mill. t gegen 11,18 Mill. t Ende April 1933. Hierzu kommen noch die Syndikatslager in Höhe von 997 000 t.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende Mai 1933 auf 206 057 gegen 206 358 Ende April 1933. Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels belief sich im Mai 1933 nach vorläufiger Ermittlung auf rd. 741 000. Das entspricht etwa 3,60 Feierschichten auf 1 Mann der Gesamtbelegschaft.

**Die Saarkohlenförderung im April 1933.**

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im April 1933 insgesamt 832 484 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 804 573 t und auf die Grube Frankenthal 27 911 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 17,81 Arbeitstagen 46 734 t. Von der Kohlenförderung wurden 67 638 t in den eigenen Werken verbraucht, 25 531 t an die Bergarbeiter geliefert, 30 562 t den Kokereien zugeführt sowie 700 665 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände vermehrten sich um 8088 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtmonats 437 391 t Kohle, 3814 t Koks und 2714 t Briketts auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im April 1933 21 473 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 48 869 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 1108 kg.

**Großbritanniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im Mai 1933.**

1933	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Rohblöcke und Stabguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Hämatit	basisches	Gießerei	Puddel	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin		sonstiges	zusammen		darunter Stabguß
							sauer	basisch				
Januar	75,8	128,0	78,0	8,4	291,2	62	109,3	319,7	22,5	451,5	9,0	12,1 <sup>1)</sup>
Februar	72,9	127,6	62,3	10,4	275,1	63	115,4	348,6	26,4	490,4	8,9	11,8 <sup>1)</sup>
März	93,1	151,4	79,3	7,9	337,5	70	131,2	423,1	32,6	586,9	11,1	15,4
April	88,7	151,9	71,0	9,8	329,9	69	118,3	376,9	22,6	517,8 <sup>1)</sup>	8,9	.
Mai	86,3	152,0	84,2	11,8	345,3	72	.	.	.	609,2	.	.

<sup>1)</sup> Berichtigte Zahl.

**Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im Mai 1933.**

1933	Roheisenerzeugung				Stahlerzeugung			
	Thomas	Gießerei	Puddel	zusammen	Thomas	Siemens-Martin	Elektro	zusammen
Januar	166 368	—	—	166 368	162 223	—	467	162 690
Februar	167 112	—	—	167 112	165 748	—	570	166 318
März	177 430	—	—	177 430	175 361	189	555	176 105
April	170 253	—	—	170 253	167 509	430	371	168 310
Mai	172 285	—	—	172 285	174 020	—	477	174 497

**Belgiens Bergwerks- und Hüttenindustrie im April 1933.**

	Marz 1933	April 1933
Kohlenförderung	2 309 920	2 028 160
Kokserzeugung	383 300	361 290
Brikettherstellung	117 950	106 180
Hochöfen in Betrieb Ende des Monats	35	34
Erzeugung an:		
Roheisen	245 750	230 450
Flußstahl	252 040	225 720
Stabguß	5 480	4 360
Fertigerzeugnissen	198 620	176 340
Schweißstahl-Fertigerzeugnissen	2 120	1 610

**Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im März 1933<sup>1)</sup>.**

	Februar 1933 <sup>2)</sup>	März 1933
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke	9,8	12,8
Kesselbleche	4,4	5,4
Großbleche, 3,2 mm und darüber	36,9	53,0
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt	37,7	40,1
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	60,7	70,1
Verzinkte Bleche	26,2	32,2
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber	24,9	36,9
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m	2,6	3,9
Rillenschienen für Straßenbahnen	1,8	1,9
Schwellen und Laschen	1,8	2,6
Formeisen, Träger, Stabeisen usw.	101,2	131,0
Walzdraht	26,0	26,0
Bandeisen und Röhrenstreifen, warmgewalzt	24,3	24,2
Blankgewalzte Stahlstreifen	5,2	6,5
Federstahl	3,9	4,9
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabeisen, Formeisen usw.	7,1	9,6
Bandeisen und Streifen für Röhren	2,2	2,4
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl	—	—

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der National Federation of Iron and Steel Manufacturers. — <sup>2)</sup> Teilweise berichtigte Zahlen.

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Die Roheisen- und Rohstahlgewinnung der Welt im Jahre 1932.**

Im Sommer des vergangenen Jahres hatte die Roheisen- und Rohstahlgewinnung der Welt ihren tiefsten Stand erreicht. *Zahlentafel 1* gibt die Weltgewinnung an Roheisen, *Zahlentafel 2* die an Rohstahl wieder. Die Roheisengewinnung der Welt kann für das Jahr 1932 auf rd. 39 Mill. t geschätzt werden. Dies sind rd. 30 % weniger als im Vorjahr und nur 40 % der Erzeugung vom Jahre 1929. Wie gewaltig die Roheisengewinnung zusammengeschrumpft ist, ergibt sich daraus, daß sie auf den Stand der Jahrhundertwende, also um mehr als dreißig Jahre, zurückgeworfen wurde. Die Welt-Rohstahlgewinnung stellte sich im Jahre 1932 auf 50 Mill. t und ging fast im gleichen Verhältnis wie die Roheisenerzeugung zurück. Sie entsprach dem Stand vom Jahre 1906. In den meisten Ländern war die Erzeugung zu Jahresbeginn geringer als gegen Jahresende. Eine besondere Ausnahme machen hierbei nur die Vereinigten Staaten. Um ein zutreffendes Bild über die monatliche Entwicklung der Eisenerzeugung zu erhalten, muß die durchschnittliche arbeitstägliche Roheisen- und Rohstahlgewinnung der Länder miteinander verglichen werden. Diese kann jedoch wegen der Verschiedenheit

der Arbeits- und Feiertage in den einzelnen Staaten der Welt ohne weiteres nicht festgestellt werden. Nur von Deutschland, Belgien, Luxemburg, Frankreich, Großbritannien, Saargebiet, Italien, Polen und den Vereinigten Staaten ist die arbeitstägliche Erzeugung bekannt und in den *Zahlentafeln 3 und 4* wiedergegeben. Bei den übrigen Ländern und bei der gesamten Welt ist daher ein Vergleich nur mit der Monaterzeugung möglich.

Die Roheisengewinnung der Welt lag zu Jahresbeginn zwischen 3,4 und 3,6 Mill. t, sank dann in den Sommermonaten auf 3,1 bis 2,9 Mill. t und stieg gegen Jahresende auf 3,2 Mill. t an. Bei Rohstahl ist eine ähnliche Entwicklung festzustellen. Die Erzeugung betrug am Anfang des Jahres 4,4 bis 4,5 Mill. t, verringerte sich in den Sommermonaten auf 4,0 bis 3,7 Mill. t und konnte sich zum Jahreschluß auf 3,9 bis 4,3 Mill. t erhöhen. Rußlands Roheisengewinnung erreichte im Monat Oktober mit 577 000 t ihren Höhepunkt. Mit Ausnahme des Monats Februar, wo die russische Erzeugung um 35 000 t von der französischen übertroffen wurde, war Rußland der größte Roheisenerzeuger Europas und nächst den Vereinigten Staaten sogar der ganzen



Welt. Diesen Platz konnte es für Rohstahl jedoch nicht behaupten. Wenn sich auch seine Erzeugung in manchen Monaten über die der anderen Hauptländer bewegte, so mußte es doch — im Jahresergebnis gesehen — seine Stellung an Deutschland abgeben. Rußland ist im Jahre 1932 der zweitgrößte Rohstahlerzeuger Europas und der drittgrößte der Welt geworden. Japan erzeugte sowohl bei Roheisen als auch bei Rohstahl im Monat Dezember das meiste.

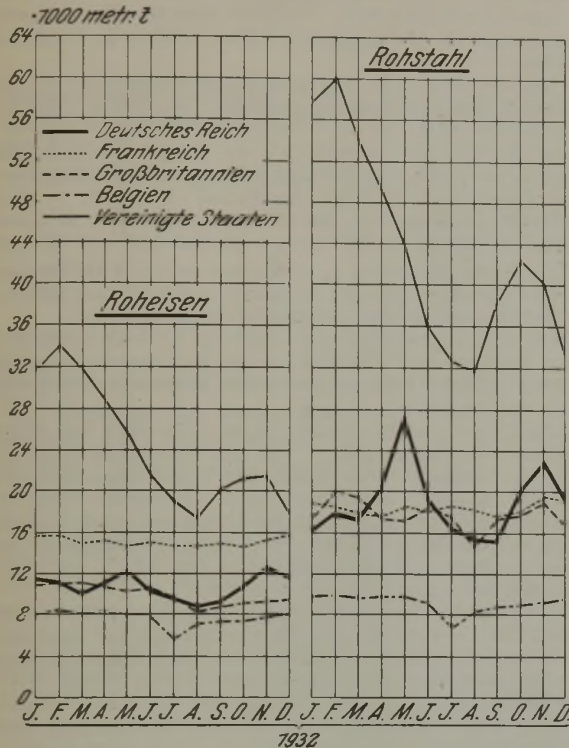


Abbildung 1. Durchschnittliche arbeitstägliche Roheisen- und Rohstahlgewinnung der wichtigsten Länder im Jahre 1932.

Abb. 1 stellt die durchschnittliche arbeitstägliche Erzeugung der verschiedenen Länder in den einzelnen Monaten des Jahres 1932 dar; der Tiefpunkt der Erzeugung hat in den Monaten August und September gelegen; seit dieser Zeit ist erfreulicherweise eine wenn auch vorläufig nur geringe Besserung der Erzeugungsverhältnisse eingetreten.

Im Deutschen Reich hatte die Erzeugung an Roheisen und Rohstahl ihren Höhepunkt im Monat Mai, ihren Tiefstand in den Monaten August und September. Daß vor allem die Rohstahlerzeugung in den Monaten April und Mai verhältnismäßig stark ansteigen konnte, ist in erster Linie auf die Bestellungen Rußlands, die beschleunigt zu erledigen waren, zurückzuführen. In Belgien war die Erzeugung im Monat Juli am niedrigsten. Seit dieser Zeit bewegte sie sich jedoch wieder aufwärts und konnte am Jahresende auf den Stand des Jahresanfangs zurückkommen. Die französische Erzeugung unterlag während der ganzen Monate durchweg keinen größeren Schwankungen. In Großbritannien wurde im Monat August am wenigsten Roheisen und Rohstahl erzeugt. Während Frankreich die englische Roheisenerzeugung erheblich überflügeln konnte, liegen die Verhältnisse bei Rohstahl ganz entgegengesetzt. England vermochte in einzelnen Monaten der französischen Gewinnung nicht nur gleichzukommen, sondern sie sogar noch geringfügig zu überschreiten. Diese Entwicklung ist besonders in den ersten Monaten des Jahres festzustellen. Im Monat August erreichte die amerikanische Roheisen- und Rohstahlgewinnung ihren niedrigsten Stand. Nachdem dann die Amerikaner ihre Erzeugung in den folgenden Monaten wieder steigern konnten, fiel sie im Dezember erneut ungefähr auf ihren Tiefstand zurück. Dieser nochmalige Rückschlag der Erzeugung ist aber nur bei den Vereinigten Staaten festzustellen.

Die Lage der österreichischen Eisen und Stahlindustrie im ersten Vierteljahr 1933. — Die Nachfrage nach Roheisen stockte in der Berichtszeit nahezu völlig. Die Donawitzer Hochofenanlage stand vom 3. Dezember 1932 an still, die Hochofenanlage in Eisenerz ruht seit dem 18. Juli 1930. Der Halbzeugbedarf hielt sich, entsprechend dem geringen Beschäftigungsstand der weiterverarbeitenden Industrie in sehr engen Grenzen. Der inländische Walzeisenmarkt war durch fortgesetzten französischen und belgischen Wettbewerb gestört. Die im Früh-

jahr übliche Belegung des Baueisengeschäftes ist gänzlich ausgeblieben. Die Ausfuhrfähigkeit war infolge der geringen Aufnahmefähigkeit der das Hauptabsatzgebiet bildenden Balkanländer sowie wegen der Devisenmaßnahmen sehr eingeschränkt. Der Eingang an Walzeisenaufträgen wies im März gegenüber den Vormonaten eine leichte Besserung auf, doch blieb die Gesamtmenge der im ersten Vierteljahr hereingenommenen Bestellungen um rd. 45 % hinter dem ohnehin schon sehr geringen Auftrags-eingang in der gleichen Vorjahrszeit zurück.

Der Absatz an Feinblechen war weiter rückgängig, und die Werke waren gezwungen, ihre Betriebe wochenlang stillzulegen. In den letzten Märztagen war eine leichte Steigerung des Bestellungseinganges zu verzeichnen, die hoffen läßt, daß der Tiefpunkt überschritten ist. Die seit langem angestrebte Inkraftsetzung der Zölle auf Feinbleche würde es den für die Erzeugung eingerichteten Werken ermöglichen, die Herstellung aufzunehmen, wodurch sich eine bessere Ausnutzung der Anlagen ergeben würde. Die Ausfuhrpreise für Feinbleche liegen unter den Gesteigungskosten. Auch der Absatz an Weißblechen war rückgängig. Der Absatz an Mittelblechen ist ebenfalls gegenüber dem Vorjahre sehr gesunken. Dasselbe kann über den Absatz an verzinkten Blechen gesagt werden.

Der Beschäftigungsgrad stellte sich bei der Eisenhüttenindustrie im ersten Vierteljahr 1933 wie folgt:

Beschäftigungsgrad (1923—1932 = 100)	Januar	Februar	März
	1933	1933	1933
Roheisen . . . . .	0	0	0
Rohstahl . . . . .	38	45	46
Walzware und Absatz von Halbzeug . . . . .	39	41	38
Auftragsbestand in % des Normalbestandes (am Monatsende) . . . . .	24	21	20

Ueber Erzeugung, Preise und Löhne geben nachstehende Angaben Aufschluß:

Erzeugung in t:	1. Vierteljahr 1933	1. Vierteljahr 1932
Eisenerze . . . . . (außer Betrieb)		103 300

Stein- und Braunkohle . . . . .	916 331	892 117
Roheisen . . . . . (außer Betrieb)		35 545
Rohstahl . . . . .	49 830	70 116
Walz- und Schmiedeware . . . . .	40 104	50 434

Inlandsverkaufspreise je t in Schilling:

Braunkohle (steirische Würfel) . . . . .	30,50	30,50
Roheisen . . . . .	162,—	162,—
Knüppel . . . . .	258,50	258,50
Stabeisen (frachtfrei Wien, einschl. WUST) . . . . .	340,50	340,50
Formeisen (frachtfrei Wien, einschl. WUST) . . . . .	361,50	361,50
Schwarzbleche (0,3 bis 2 mm) . . . . .	434,—	481,50
Mittelbleche (über 2 bis 5 mm) . . . . .	344,10	400,40

Arbeitsverdienst je Schicht in Schilling:

Kohlenbergbau: Hauer . . . . .	10,27	10,37
Tagarbeiter . . . . .	6,75	6,63
Erzbergbau: Hauer . . . . . außer Betrieb		8,48
Eisenarbeiter . . . . . außer Betrieb		11,04
Stahlarbeiter . . . . .	9,81	10,—

Zur Lage der französischen Eisenindustrie. — Das Comité des Forges de France stellt in seinem Bericht für das Jahr 1932 zunächst fest, daß die Roheisen- und Rohstahlerzeugung, die im Jahre 1931 von 801 000 t Roheisen und 745 000 t Stahl im Januar auf 543 000 t und 535 000 t im Dezember gesunken war, im Berichtsjahre nur wenig geschwankt habe; sie betrug 1932 im Monatsdurchschnitt rd. 460 000 t Roheisen und rd. 470 000 t Rohstahl. Ebenso haben sich die Preise gefestigt. Bei Gießereiroheisen P. L. Nr. 3 ab Werk Osten schwankten sie zwischen 245 und 200 Fr, bei Trägern behaupteten sie sich auf 550 Fr ab Diedenhofen und bei Handelsstabeisen auf 500 im ersten und auf 530 Fr im zweiten Halbjahr. Die Gleichmäßigkeit in der Erzeugung und die Befestigung der Preise führt der Bericht auf die im Laufe des Jahres durchgeführte Neuordnung des Verbandswesens zurück. Die Grundlage für die Neuordnung bilde das am 22. Januar 1932 zwischen den Stahlwerken abgeschlossene Rahmenabkommen, das folgende Ziele verfolge: Einführung eines Schiedsspruches für alle Fragen, die nicht freundschaftlich beigelegt werden können, besonders für die Festsetzung der Anteile, die Verteilung der Lasten und die Bestimmung der Aufpreise je nach den Verhältnissen auf den einzelnen Hüttenwerken. Weiter sehe das Abkommen die Erneuerung der Verkaufsverbände für drei Jahre vor sowie die Verpflichtung der Werke, bis zum 31. Dezember 1934 keine neuen Erzeugungszweige aufzunehmen. Schließlich seien die Saarwerke den französischen Verbänden beigetreten.

Nach diesen Gesichtspunkten ist eine Anzahl von Verkaufsverbänden neu errichtet oder bis zum 31. Dezember 1934 verlängert worden. Zunächst gilt dies für die Verkaufsverbände, die bereits einem internationalem Verbands angehören. So wurde der Schienenverband in Anlehnung an den Internationalen Schienenverband bis zum 31. März 1935 und der Walzdraht-

verband nach Erneuerung des internationalen Verbandes auf fünf Jahre bis zum 31. Dezember 1936 verlängert. Weiter nennt der Bericht den Halbzeugverband; dieser war am 1. August 1931 abgelaufen, was dann aber bis zum 31. Dezember 1932 verlängert worden. Nach seinem Zusammenbruch am 1. November 1931 ist er am 1. März 1932 mit einer Laufzeit bis 31. Dezember 1934 neuerrichtet worden. Der Trägerverband wurde am 19. Februar 1932 unter Beitritt einiger Außenseiter neuerrichtet; er gilt gleichfalls bis zum 31. Dezember 1934. Der Bandeisenverband war am 1. Mai 1932 mit Gültigkeit bis zum 31. Dezember 1934 errichtet worden, aber infolge Fehlens eines internationalen Verbandes am 1. November 1932 wieder auseinandergefallen; er ist endgültig am 3. April 1933 neuerrichtet worden. Der Stabeisenverband, gegründet am 23. Juli 1931, zerfiel am 31. Januar 1932 und wurde am 1. Mai 1933 als Alleinverkäufer bis 31. Dezember 1934 verlängert. Der Universaleisenverband wurde am 15. Juli 1932 in Kraft gesetzt und gilt bis 31. Dezember 1934. Der Grobblechverband, der am 31. März 1932 abließ, wurde bis zum 31. Dezember 1934 unter Beitritt neuer Mitglieder verlängert. Der Feinblechverband, der 1930 zusammengebrochen war, ist am 1. April 1932 neugebildet worden und gilt gleichfalls bis zum 31. Dezember 1934. Daneben gibt es noch einige Verbände in loserer Form, wie eine Vereinigung der Drahtverarbeiter, gegründet am 1. November 1930 mit einer Laufzeit bis 31. Dezember 1933, einen Schwellenverband, einen Weißblechverband seit Februar 1932 und einen Verband für verzinkte Bleche in Zusammenarbeit mit dem Feinblechverband. Ein Verband für Nägel steht kurz vor der Gründung, ebenso einer für Sonderprofile in Anlehnung an den Stabeisenverband. Verwaltungsmäßig sind die verschiedenen Verbände im Comptoir sidérurgique de France zusammengefaßt. Die Gründung eines Roheisenverbandes, wenigstens soweit phosphorreiches Gießereirohisen in Frage kommt, ist bisher nicht zustande gekommen.

Der Bericht schildert sodann den Rückgang der Roheisen- und -stahlerzeugung in der Welt und kommt auf die Maßnahmen zu sprechen, die in den einzelnen Ländern zur Aufrechterhaltung der Erzeugung im bisherigen Umfang eingeleitet worden seien, die aber für sich allein keine Befreiung aus der gegenwärtigen Lage bringen könnten. Das Gleiche gelte für die Weltwirtschaftskonferenz mit ihrer Anregung eines Zollwaffenstillstandes und eines allmählichen Abbaues der Zölle. Man dürfe eben nicht vergessen, daß der Umfang des Außenhandels besonders in Eisen und Stahl nicht stärker zurückgegangen sei als der Inlandsverbrauch der hauptsächlichsten Eisenländer. Das Comité des Forges bekennt sich daher zu der Auffassung, daß allein die Abmachungen zwischen den Unternehmern der verschiedenen Länder für die Haupterzeugungszweige aus der gegenwärtigen schwierigen Lage herausführen könnten. Die Erneuerung der Festländischen Rohstahlgemeinschaft im Frühjahr 1933 zwischen Frankreich, Belgien, Luxemburg und Deutschland und ihre Ergänzung durch die Bildung internationaler Verkaufsverbände wird in diesem Sinne lebhaft begrüßt, doch wird dabei betont, daß die Gefahr immer noch groß sei und ihre Beseitigung weitere Anstrengungen erfordere. Man dürfe nicht übersehen, daß die Erzeugungsmöglichkeit in der Welt fortgesetzt wachse. So habe in den Ver. Staaten von Amerika die Leistungsfähigkeit im Jahre 1932 um 1 450 000 t zugenommen; in Großbritannien werde ein Thomasstahlwerk von 300 000 t Leistungsfähigkeit und in Südafrika eine Anlage für die Herstellung von 150 000 t Fertigerzeugnissen errichtet; Australien baue Blech- und Röhrenwalzwerke zur Deckung des heimischen Bedarfes, Britisch-Indien neue Walzenstraßen für 70 000 t Bleche, Japan ein Röhrenwerk für 100 000 t, die Mandschurei ein Stahlwerk für 500 000 t und China im Yantse-Tal ebenfalls ein Stahlwerk für 200 000 t Erzeugung. Die europäische Eisenindustrie müsse sich daher tatkräftig der Verfolgung gemeinsamer Ziele zuwenden, wobei es namentlich notwendig sei, daß der Verkauf der gleichen Erzeugnisse im Auslande zu niedrigeren Preisen als im Inlande aufhöre. Eine derartige Zusammenarbeit sei um so dringender, als die Gesteigungskosten von Land zu Land stark schwankten, was auch durch Zölle nicht ausgeglichen werden könne, wenn diese nicht eine bisher unbekannte Höhe erreichen sollten. Die Gesundung der Eisenindustrie erfordere mithin eine Senkung der Gesteigungskosten bei gleichzeitig gesteigerter Erzeugung, denn nur so könne die Kaufkraft der Verbraucher erhöht und ein wirtschaftlicher und sozialer Fortschritt ermöglicht werden. Allerdings stoße Frankreich bei Durchführung solcher Pläne auf erhebliche Schwierigkeiten, da hier die Lebenshaltungskosten hoch geblieben und Löhne und Gehälter nicht so stark wie in andern Ländern gesunken seien. Die Eisenindustrie habe ihr möglichstes getan, durch Einführen der Kurzarbeit Entlassungen zu vermeiden. Ende 1932 seien nur 25% Arbeiter weniger beschäftigt gewesen als gegenüber der Höchstzahl 1929; allerdings habe dafür die Zahl der Kurzarbeiter 71% der Gesamtbelegschaft erreicht. Unter diesen Umständen würden eine internationale 40-Stunden-Woche

und erhöhte Löhne die französische Eisenindustrie bei einer Besserung der Weltwirtschaftslage stark benachteiligen zugunsten der Länder mit reichlichen Arbeitskräften und niedrigeren Löhnen.

Der Bericht schließt in seinem allgemeinen Teil mit der Feststellung, daß sich seit Anfang 1933 die gesamte Wirtschaftslage der französischen Eisenindustrie fühlbar gebessert habe; das komme auch in der Stahlerzeugung zum Ausdruck, die von Januar bis März um 16% gestiegen sei.

Aus den anschließenden Länderberichten seien noch folgende Angaben über die Entwicklung der Eisenindustrie in Frankreich gemacht:

Die Gewinnung von Hüttenkoks ist entsprechend der verminderten Roheisenerzeugung gesunken; sie betrug 1932 nur 75% der von 1931.

An Eisenerzen<sup>1)</sup> wurden 54% der Mengen des Jahres 1929 gefördert; der Rückgang erstreckt sich auf sämtliche Erzgebiete. Ausgeführt wurden (ohne Saargebiet) 10 061 000 t gegen 12 407 000 t im Jahre 1931. Davon gingen 9 052 000 = 90% nach Belgien-Luxemburg, der Rest nach Deutschland und Holland.

Die Eisenerzförderung Nordafrikas ist von 1 342 000 t auf 672 000 t gesunken, und zwar in Algerien von 895 000 t auf 463 000 t und in Tunis von 447 000 t auf 209 000 t.

Der Schrottvverbrauch stellte sich auf 2 206 000 t (459 000 t in den Hochofen und 1 747 000 t in den Stahlwerken) gegenüber 2 916 000 t im Jahre 1931 (639 000 t in den Hochofen und 2 277 000 t in den Stahlwerken).

Die Roheisenerzeugung<sup>2)</sup> lag um 2 662 000 t oder 32,5% unter der des Jahres 1931. Von der Gesamterzeugung von 5 537 000 t entfielen nach Sorten 78,9% auf Thomasroheisen, 3,3% auf Hämatit und phosphorarmes Roheisen, 15,4% auf Gießereirohisen und 2,4% auf Sonderroheisen; nach Bezirken 43,8% auf die Bezirke Meurthe und Mosel, Haute-Marne und Ardennen, 34,9% auf das Moselgebiet und 12,3% auf Nordfrankreich sowie den Aermelkanal-Bezirk.

Die Flußstahlerzeugung<sup>2)</sup> betrug im Jahre 1932 5 640 000 t oder 27,9% weniger als 1931. Zum ersten Male hat somit nach dem Beispiel der andern großen Eisenländer die Rohstahlerzeugung die an Roheisen übertroffen. Im einzelnen wurden erzeugt: 67,1% Thomasstahl, 29,1% Siemens-Martin-Stahl und 3,8% Elektro-, Bessemer- und Tiegelstahl. An der Thomasstahlerzeugung waren der Meurthe- und Mosel-Bezirk mit 45,5% beteiligt und der Moselbezirk mit 36,9%; von der Siemens-Martin-Stahlerzeugung entfielen 31,4% auf den Norden, 23% auf das Meurthe- und Moselgebiet sowie die anderen östlichen Bezirke, 13,8% auf Mittelfrankreich und 10,3% auf die übrigen Bezirke.

An Fertigerzeugnissen<sup>3)</sup> aus Fluß- und Schweißstahl wurden 1932 4 100 000 t hergestellt gegen 5 500 000 t im Jahre 1931.

Der Stahlverbrauch im Inlande (einschließlich Saargebiet) belief sich auf 70% gegen 67% im Jahre 1931, 71% in 1930 und 70% in 1929. Ausgeführt wurden (einschließlich Roheisen und Halbzeug) im Berichtsjahre 2 078 000 t gegenüber 3 093 000 t im Vorjahre oder 1 015 000 t weniger.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein deutscher Eisenhüttenleute.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Bonsmann, Fritz*, Dr.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., Wuragwerk, Hohenlimburg, Am Böckweg 4.  
*Krieger, Alois*, Obergeringieur, Hindenburg (O.-S.), Damaschkestr. 14.  
*Kugel, Ernst*, Dipl.-Ing., Abt.-Direktor und Leiter der Abt. Walzwerksbau der Fa. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg, Fürst-Leopold-Str. 11.  
*Kurz, Rudolf*, Ing., Hütteninspektor, Mähr. Ostrau (C. S. R.), Privozergasse 30.  
*Stein, Friedrich*, Dr.-Ing., Stahlwerkschef, Magnitogorsk (Ural), U. d. S. S. R., Ausländerbüro Magnitostroi.

#### Neue Mitglieder.

- Breidenbach, Heinrich*, Direktor der Fa. Stahlwerk Mannheim, A.-G., Mannheim-Rheinau, Rhenaniastr. 92.  
*Hartjenstein, Rudolf*, Dipl.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., Röhrenwerke, Düsseldorf-Rath, Rehstr. 13.  
*Krause, Walter*, Dr.-Ing., Fabrikdirektor der Fa. Eisen- und Hartgußwerk Concordia, G. m. b. H., Hameln (Weser), Klütstr. 9.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 564.

<sup>2)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 179.

<sup>3)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 180.