

# 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 3

16. JANUAR 1930

50. JAHRGANG

### Neuere Kühlbettbauarten.

Von Max Curth in Duisburg-Hochfeld.

[Bericht Nr. 73 des Walzwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1</sup>.]

*(Anforderungen an ein leistungsfähiges Kühlbett und Mängel bisheriger Kühlbetten. Verbesserungen an der Auflaufrinne und Querbeförderung des Walzgutes. Beschreibung neuer Kühlbettbauarten für verschiedenes Walzgut. Anregungen für die Verbesserung des Bündelns und Erreichung genauer Walzung.)*

In den letzten Jahren sind die Fortschritte beim Bau von Kühlbetten mehrfach erörtert worden; es sei hier an den Bericht von H. Hilterhaus<sup>2</sup>) und an den Aufsatz von A. Nöll<sup>3</sup>) erinnert. Der erstgenannte Bericht gibt ein Bild vom Stand der Technik vor etwa acht Jahren. Die Zwischenzeit hat jedoch eine lebhaftere Vorwärtsentwicklung der Walzwerkstechnik, besonders eine starke Erzeugungsteigerung der Walzenstraßen gebracht, so daß vor allem bei Feineisenstraßen häufig der Zustand eingetreten war, daß die Hilfseinrichtungen hinter einer Straße die volle Ausnutzung der Erzeugungsmöglichkeit des betreffenden Walzwerkes nicht zuließen. In dem an zweiter Stelle genannten Aufsatz waren Vorschläge gemacht worden, um die Bauart der zu diesen Hilfseinrichtungen zählenden Kühlbetten den erhöhten Leistungen neuzeitlicher Walzenstraßen anzupassen. Diese Anregungen führten zu einer Reihe von neuen Ausführungen, über die im folgenden berichtet werden soll. Es ist jedoch zweckmäßig, sich vorher nochmals kurz die an ein Kühlbett zu stellenden Anforderungen zu vergegenwärtigen.

Ein Kühlbett soll die mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit und rascher Folge von der Walze oder von der umlaufenden Schere kommenden Stäbe verschiedenster Art in geeigneter Weise und Ordnung zur Kaltschere befördern und auf diesem Wege auf eine für die Weiterbehandlung der Stäbe geeignete Temperatur abkühlen. Aus dieser ziemlich einfach klingenden Forderung ergibt sich jedoch bei näherem Zusehen, entsprechend dem Walzplan der betreffenden Straße, eine Vielzahl von Be-

dingungen, die erfüllt sein müssen, wenn das Warmbett bei jedem Profil oder jeder Sorte zufriedenstellend arbeiten und die Erzeugnismöglichkeit der Straße restlos ausnutzen soll.

Die bisherigen Warmbettbauarten, bestehend aus Auflaufrinne, Rechen, Sammelplatte und Abfuhrrollgang, konnten im allgemeinen nur für einen beschränkten Teil des Walzplanes zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Die Ursache war, daß man dem Querbefördermittel, also den Rechen, die gleichzeitige Bewältigung von zwei Aufgaben zumutete,

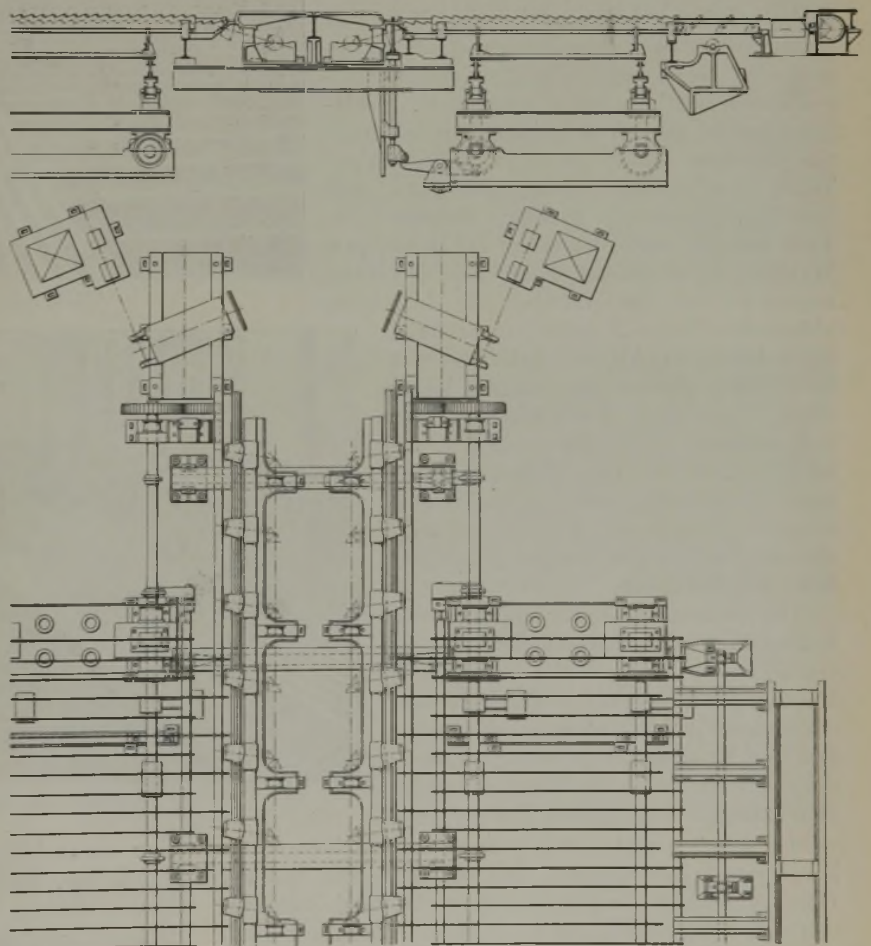


Abbildung 1. Kühlbett.

<sup>1</sup>) Vorgetragen in der 21. Sitzung des Walzwerksausschusses am 29. Oktober 1929. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>2</sup>) Vgl. St. u. E. 44 (1924) S. 777/86.

<sup>3</sup>) Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1077/83.



nämlich sowohl das Ausheben der Walzstäbe aus der Auflaufrinne als auch die Querbeförderung. Natürlich mußte unter einer solchen Forderung die ganze Anlage leiden. Ohne Rücksicht darauf, in welcher Zeitfolge die Walzenstraße die

stabes aus der Auflaufrinne und das andere nur die Querbeförderung des Stabes zu erledigen hatte.

Nachdem für das Ausheben aus der Auflaufrinne eine geeignete brauchbare Lösung gefunden war, lag der Gedanke nahe, mehrere Auflaufrinnen nebeneinander anzuordnen. Diese sollten gemeinsam auf ein Warmbett arbeiten, um eine Straße durch gleichzeitiges Walzen mehrerer Adern voll auszunutzen, selbstverständlich unter Verwendung von ebenso vielen umlaufenden Scheren.

Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß die nach den vorerwähnten Gedankengängen gebauten Kühlbetten sowohl im Betrieb als auch wirtschaftlich äußerst zufriedenstellende Ergebnisse lieferten.

Abb. 1 zeigt noch einmal einen Querschnitt durch ein übliches Kühlbett früherer Bauart. Man erkennt die Hauptbestand-

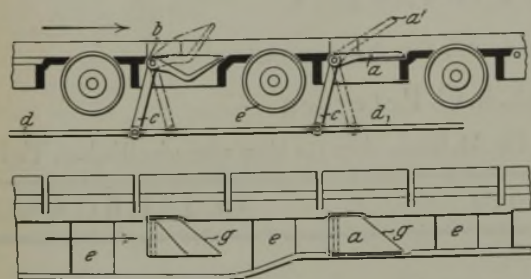


Abbildung 2. Auflaufrollgang mit Klappen.

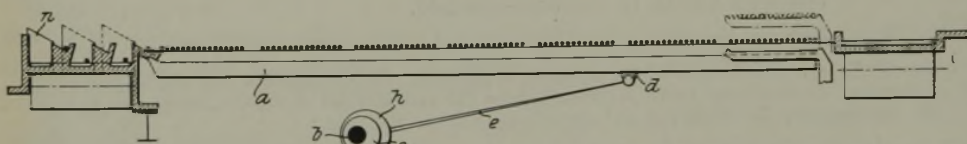


Abbildung 3. Kühlbett, Vorschlag.

Stäbe anlieferte, war man bei dem Warmbett auf einen zeitlich starren Bewegungsvorgang angewiesen, der beispielsweise für mittlere Stabeisensorten richtig bemessen sein konnte. Dahingegen wurden die auf der gleichen Straße gewalzten schweren Profile nicht ausreichend abgekühlt, und leichtere Sorten, wenn man nicht eine unwirtschaftlich niedrige Erzeugung in Kauf nehmen wollte, besonders bei mehrfacher Walzung, in schnellerer Folge von der Walze angeliefert, als das Warmbett sie einwandfrei abbefördern konnte. Außerdem entstand als Folge dieser Art des Arbeitens eine beträchtliche Menge unregelmäßig langer Stäbe — und damit Unterlängen —, hervorgerufen durch die Notwendigkeit, die in Verbindung mit dem Warmbett arbeitende umlaufende Schere nur nach einem einzigen auflaufenden Stab zu steuern, ohne Rücksicht auf die übrigen, gleichzeitig laufenden Walzadern.

Das erwähnte Arbeitsverfahren war ein Notbehelf, auf den man schließlich verzichten mußte, wenn man für die entfallenden Unterlängen keinen Absatz mehr fand oder die Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt wurde. Das Verlangen nach einer besseren Lösung dieser ganzen Fragen war daher allgemein. Die Lösung konnte jedoch nur gefunden werden durch vollständige Trennung der beiden vorerwähnten Arbeitsvorgänge, also des Aushebens und der Querbeförderung, oder anders ausgedrückt, durch Schaffung von zwei völlig unabhängig voneinander wirksamen Fördermitteln, von denen das eine nur das Ausheben des Walz-

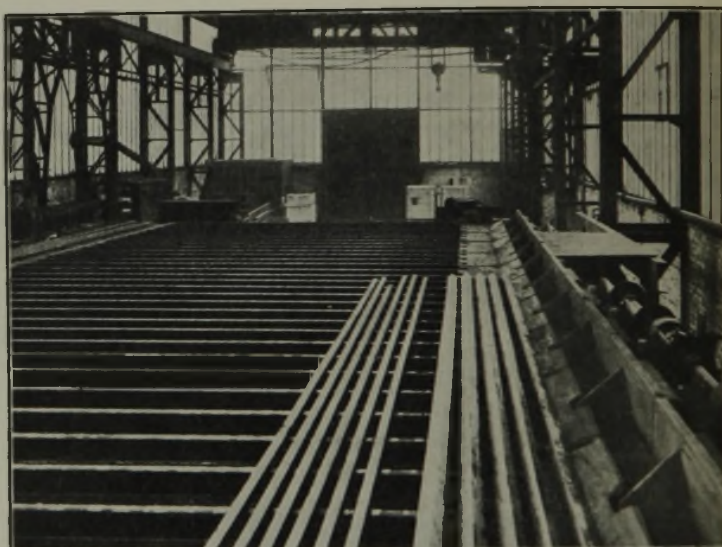


Abbildung 4. Kühlbett, Auflaufrinne.

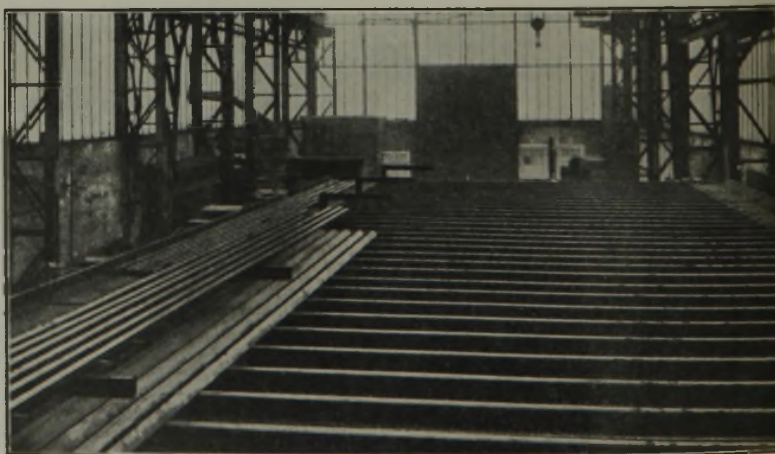


Abbildung 5. Kühlbett, Abtragewagen.

teile: Auflaufrinne, Rechen für Ausheben und Querbeförderung, Sammelplatte mit Abschiebevorrichtung und Scherenrollgang. Die Nachteile sind sofort ersichtlich. Der Rechenhub und damit die Querbeförderung ist bedingt nicht etwa durch die Abkühlungsverhältnisse, sondern durch das



Ueberheben des Walzstabes aus der Auflaufrinne auf das Warmbett. Damit liegt der ganze Bewegungsvorgang ein für allemal fest. Ein Anpassen an die Betriebsverhältnisse, je nach dem gewalzten Profil oder je nach der Stabfolge, ist nicht möglich und damit häufig ein unzuverlässiges und unwirtschaftliches Arbeiten nicht zu vermeiden.

Die bereits vorhin erwähnte Lösung für das Ausheben des Walzstabes aus der Auflaufrinne, unabhängig von der Querbeförderung, brachte die in Abb. 2 wiedergegebene Bauart. Die Abbildung zeigt einen schematischen Schnitt durch einen Auflaufrollgang. Zwischen je zwei Rollgangrollen befindensich durch ein gemeinsames Gestänge betätigte Klappen. Sie liegen üblicherweise waagrecht im Plattenbelag. Soll ein Stab aus dem Auflaufrollgang ausgehoben werden, dann werden die Klappen durch Drehen um eine Achse, die gleichläufig zur Rollenachse liegt, mehr oder weniger weit aufgerichtet, und der betreffende Stab gleitet von der vorderen schrägen Kante der Klappe seitwärts in eine Auffangtasche des Warmbettes, von wo er durch irgendein Querfördermittel unabhängig weitergeschafft werden kann.

Nachdem diese Lösung gefunden war, war der Weg frei zu einer ganzen Anzahl von weiteren, zweckmäßigen Ausführungen. Abb. 3 zeigt einen derartigen Vorschlag. Mehrere Auflaufrinnen sind nebeneinander angeordnet, um die Walzenstraße durch mehrfache Walzung ausnutzen zu können. Durch eine besondere Steuerung werden auf dem Warmbett nach einer beliebig einstellbaren Stabzahl und Stabentfernung größere Zwischenräume geschaffen und hierdurch das Arbeiten an der Schere erleichtert und damit beschleunigt. Die durch diese Steuerung geschaffenen Stabgruppen werden durch einen besonderen Abtragewagen vom Warmbett abgehoben und seitwärts zum Scherenrollgang verfahren und dort geordnet niedergelegt. Sollte an der Schere irgendeine Störung entstehen, dann kann man den Abtragewagen in angehobener Stellung festhalten. Es wird hierdurch unter ihm etwas freier Raum auf dem Warmbett geschaffen und dadurch verhindert, daß sich die Stockung sofort auf die Walzenstraße überträgt.

Die ersten nach den neuen Vorschlägen gebauten und in den folgenden Abbildungen dargestellten Warmbetten zeigen deutlich die Klappen, die soeben einen Stab auf das Warmbett ausgeworfen haben. Der Stab bleibt am Fuß der schrägen Gleitfläche zunächst auf einer Rast liegen (Abb. 4) und wird durch die beweglichen Rechen, welche durch die in der schrägen Gleitfläche sichtbaren Schlitze hindurchschlagen, auf das Warmbett übergehoben, wobei sofort die gewünschte Stabordnung und Gruppenbildung selbsttätig erfolgt.

Abb. 5 zeigt Abtragewagen und Scherenrollgang desselben Warmbettes und soll die Arbeitsweise des Abtragewagens

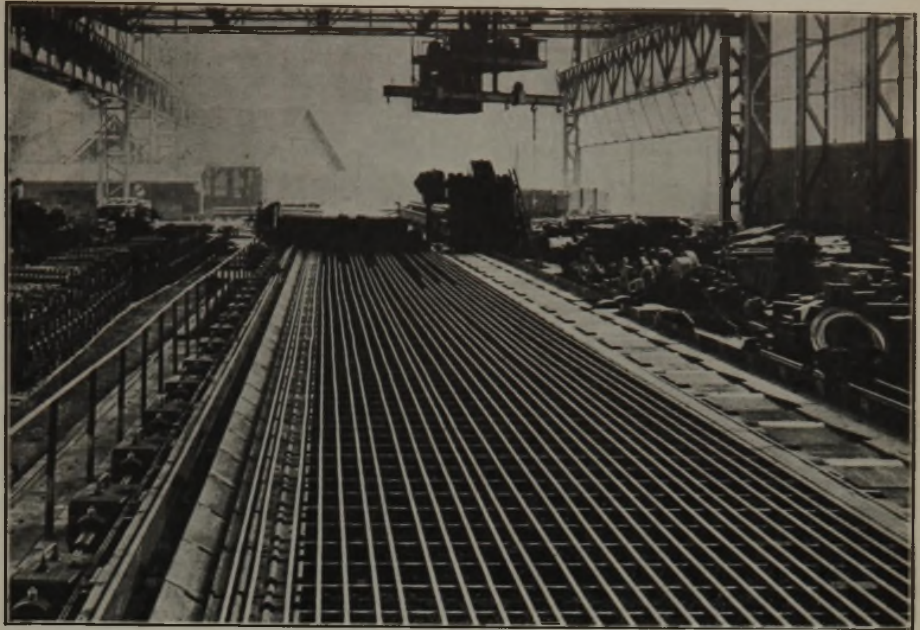


Abbildung 6. Kühlbett, Auflaufrinne.

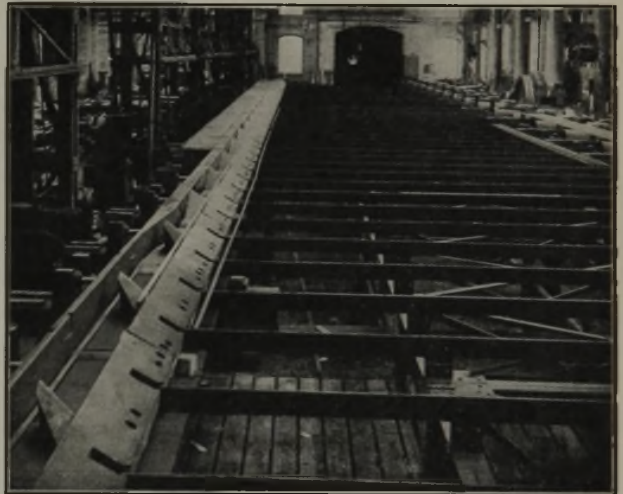


Abbildung 7. Kühlbett, Auflaufrinne.

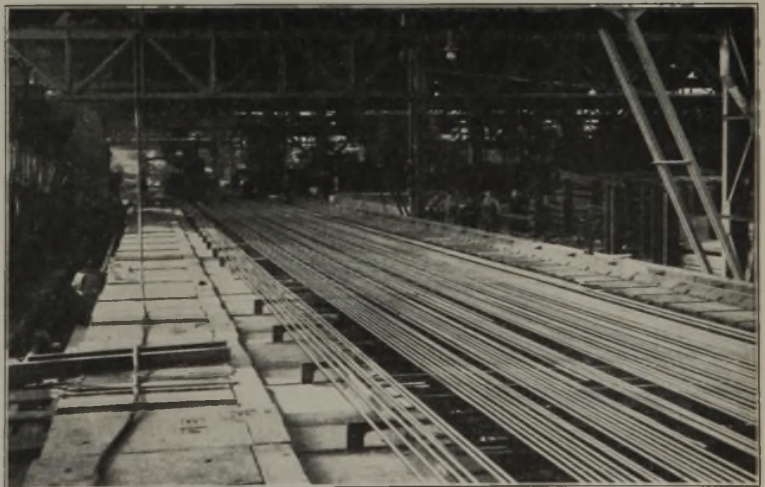


Abbildung 8. Kühlbett.

erläutern. Dieser hat eine Stabgruppe angehoben, muß aber noch warten, da der Scherenrollgang noch nicht frei ist. Jedoch kann während dieser Zeit das Warmbett weiter arbeiten und die Stäbe unter den Abtragewagen schaffen.



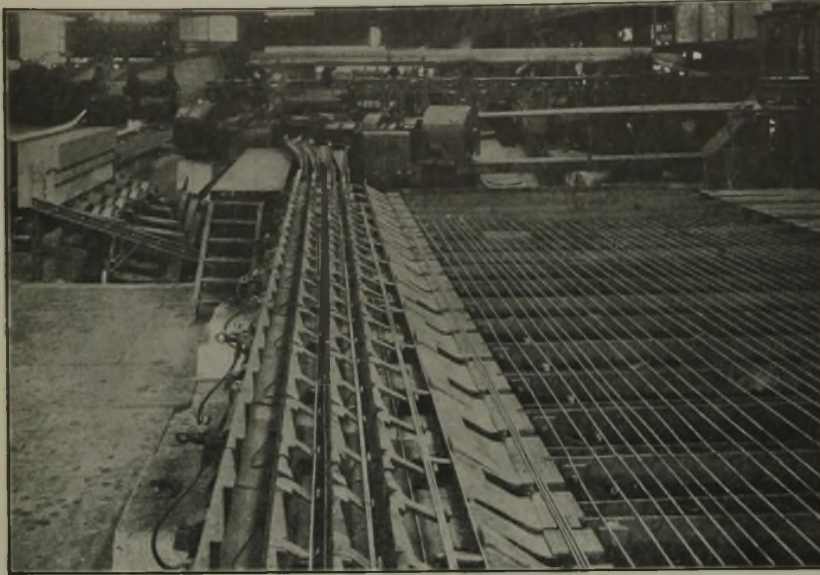


Abbildung 9. Kühlbett, Auflaufrinne.

Das Warmbett nach *Abb. 6* wurde zur gleichen Zeit gebaut. Es unterscheidet sich von dem vorher beschriebenen dadurch, daß die Stabordnung am Ende der Rechen, und zwar durch eine besondere Bauart des Abtragewagens erreicht wird.

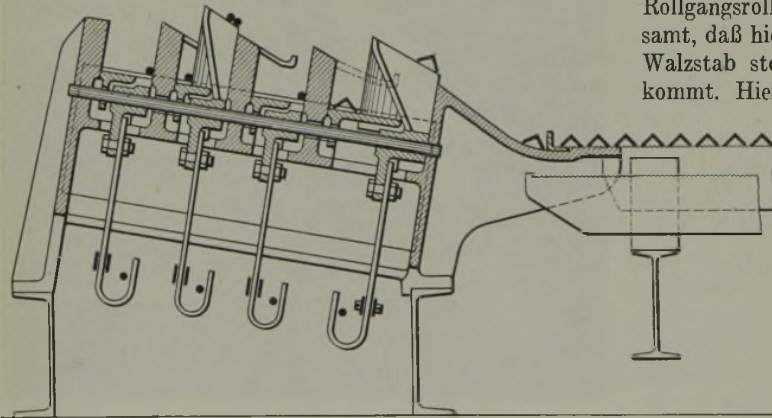


Abbildung 10. Schnitt durch die vierfache Auflaufrinne.

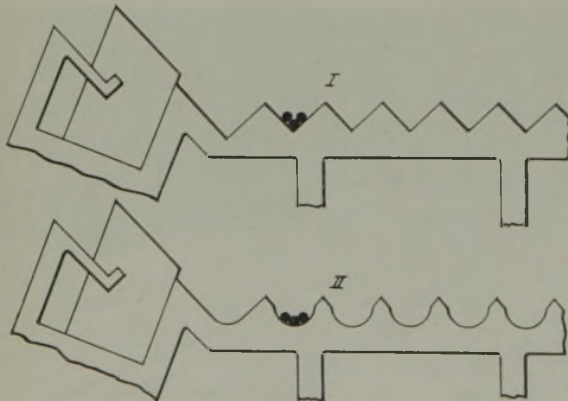


Abbildung 11. Kühlplatten.

*Abb. 7* stellt eine weitere Ausführung dar. Man erkennt besonders deutlich im Bild die Form der Auswerfklappen in der verbreiterten Auflaufrinne. Sie sind derart ausgebildet, daß, wenn sie aufgerichtet werden, schräge Flächen erscheinen, die den Stab stoßfrei an die äußere Wand des Auflaufrollganges ablenken. Im hinteren Teil des Warmbettes braucht die Verbreiterung des Rollganges nicht durchgeführt

zu werden. Die Klappen füllen die ganze Breite der Rinne aus. Auf welche Länge des Warmbettes die Verbreiterung, die dem nachfolgenden Walzstab ein stoßfreies Auflaufen ermöglicht, durchgeführt werden muß, richtet sich nach der Walzgeschwindigkeit und nach der Zeitdauer eines Klappenspiels. *Abb. 8* zeigt dasselbe Warmbett im Betrieb aufgenommen. Man erkennt wieder die Arbeitsweise des Abtragewagens.

Nachdem diese neuen Bauarten, die für mittelschwere Stabeisensorten berechnet waren, zu sehr befriedigenden Ergebnissen geführt hatten, konnte man den Umbau eines Feineisenwarmbettes vornehmen. Dieses wurde mit einer verläufigen Auflaufrinne ausgestattet und arbeitet, wie gleich vorweg bemerkt werden kann, ebenfalls sehr zufriedenstellend. Man sieht in *Abb. 9* die von den umlaufenden

Scheren zum Auflaufrollgang führenden, feststehenden Rinnen. Es ist nicht unbedingt erforderlich, sie schwenkbar zu machen. Die Klappenbewegung wird zwangsläufig nach dem Schnitt der umlaufenden Schere gesteuert. Die Klappen erheben sich zunächst nur wenig über die Oberkante der Rollgangsrollen, dann wird ihre Bewegung so weit verlangsamt, daß hierdurch der in der betreffenden Rinne laufende Walzstab stoßfrei abgebremst wird und völlig zur Ruhe kommt. Hierauf erreichen die Klappen ihre Höchststellung und geben den Stab an die Auffangtaschen der benachbarten Rinne und an das Warmbett ab. Inzwischen kann der nachfolgende Walzstab in der gleichen Rinne, die zu diesem Zweck auf eine gewisse Länge etwas verbreitert ist, neben den aufgerichteten Klappen herlaufen. Durch entsprechende Ausführung ist jede Anstoßmöglichkeit vermieden. Ferner wurde eine sinnreiche Einrichtung getroffen, die durch eine elektrische Verzögerungsschaltung verhindert, daß in zwei benachbarten Rinnen die

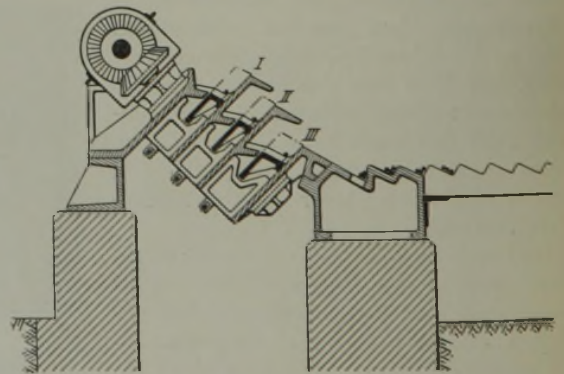


Abbildung 12. Kühlbett mit Aushebevorrichtung für drei Walzadern.

Klappen gleichzeitig Walzstäbe auswerfen. Diese Einrichtung ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, da der Fall, daß zwei Rinnen genau zur gleichen Zeit Stäbe auswerfen müssen, praktisch kaum vorkommt.

*Abb. 10* zeigt einen Schnitt durch den Auflaufrollgang eines solchen Warmbettes. Man sieht die vier Auflaufrinnen nebeneinander. Die dem Warmbett am nächsten



liegende Rinne ist für diejenigen Profile bestimmt, die nur einfach gewalzt werden, also Flach-, Winkel-, T-Eisen, stärkeres Rundeisen usw. In dieser Rinne sowie in einer anderen sind die Auswerfklappen in aufgerichteter Stellung gezeichnet. Gleichzeitig erkennt man die Bedeutung des Gefälles, welches das Abgleiten der Stäbe bewirken muß. Bei ganz dünnen Rundeisenarten ist z. B. ein etwas größeres Gefälle notwendig als bei stärkeren Rundeisen. Man erkennt bei dieser Betrachtung, daß das Gefälle der Auffangtaschen in der breiten Rinne in der Zeichnung etwas gering bemessen ist.

Die Walzstäbe müssen von den Klappen dieser Rinne nach dem Warmbett hin zweckmäßig so abglei-

gegebene Entfernung ist bereits reichlich groß bemessen. Eine Verkleinerung hat sich bei der mehrfachen Walzung als erforderlich erwiesen. Sie wurde in einfacher Weise durch aufgesetzte Gußplatten (s. Abb. 11) erzielt. Das

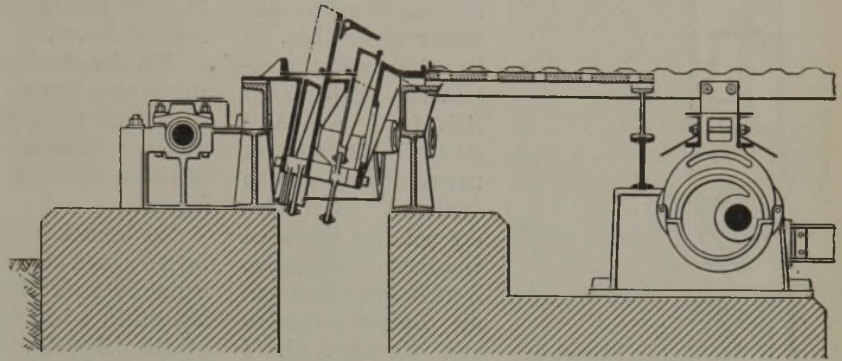


Abbildung 13. Rollgang eines gewöhnlichen Rechenkühlbettes.

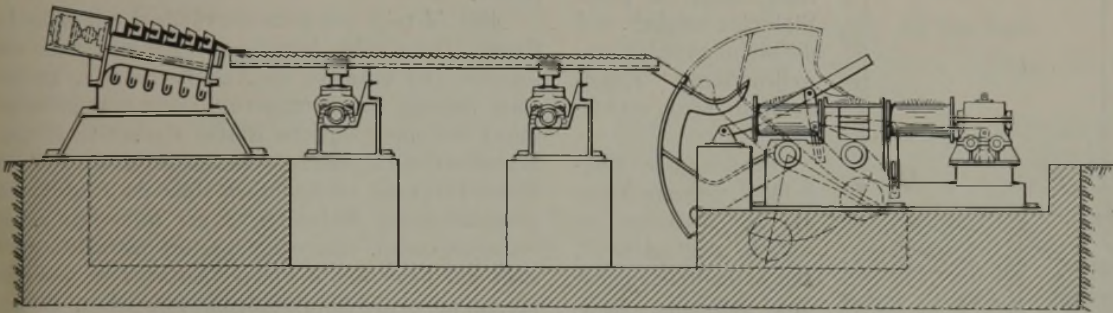


Abbildung 14. Mechanisches Exzenterkühlbett.

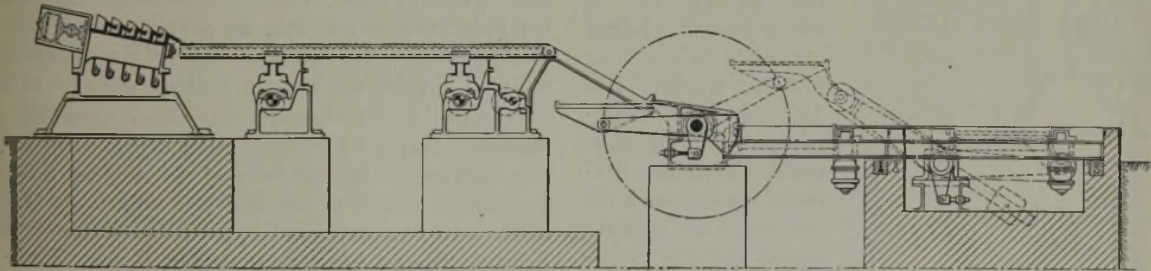


Abbildung 15. Mechanisches Exzenterkühlbett.

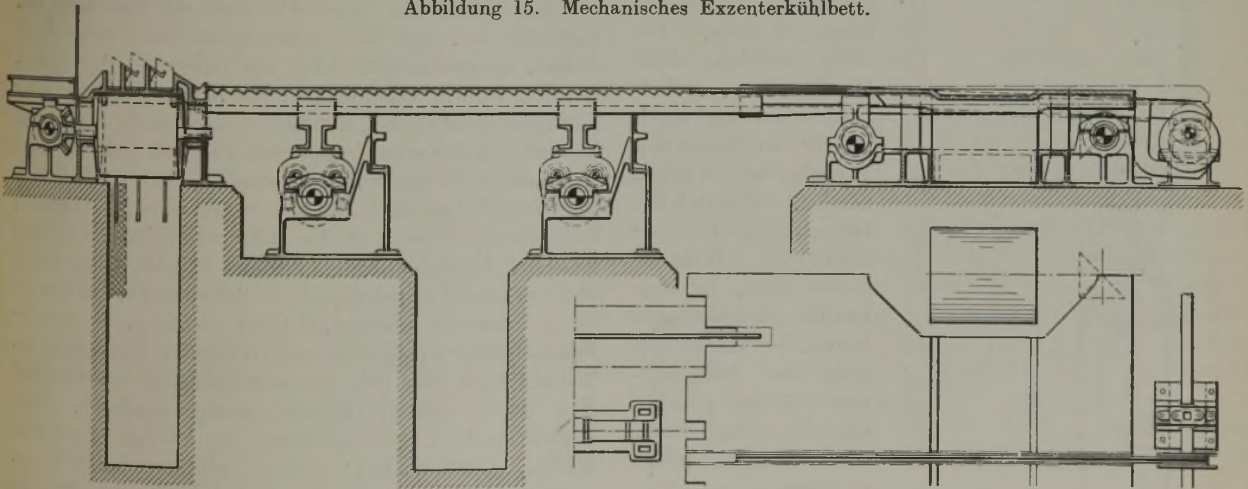


Abbildung 16. Kühlbettumbau für drei Walzadern.

ten, daß das Walzgut freigleitend nur eine kurze Strecke zurückzulegen hat, besonders bei leichten Profilen. Andernfalls tritt, infolge der auf den Belagplatten nicht überall gleichen Reibung, leicht der Fall ein, daß manche Stäbe beim Abgleiten nicht gleichmäßig geradebleiben. Die in Abb. 10 an-

Walzen mehrerer Adern brachte es mit sich, daß in den nach üblicher Art rechtwinklig ausgestanzten Zacken der gebräuchlichen Warmbettrechen oder der Gußplatten mehrere Stäbe übereinander zu liegen kamen (s. Abb. 11, I). Bekanntlich tritt beim Abkühlen warmgewalzten Werkstoffes



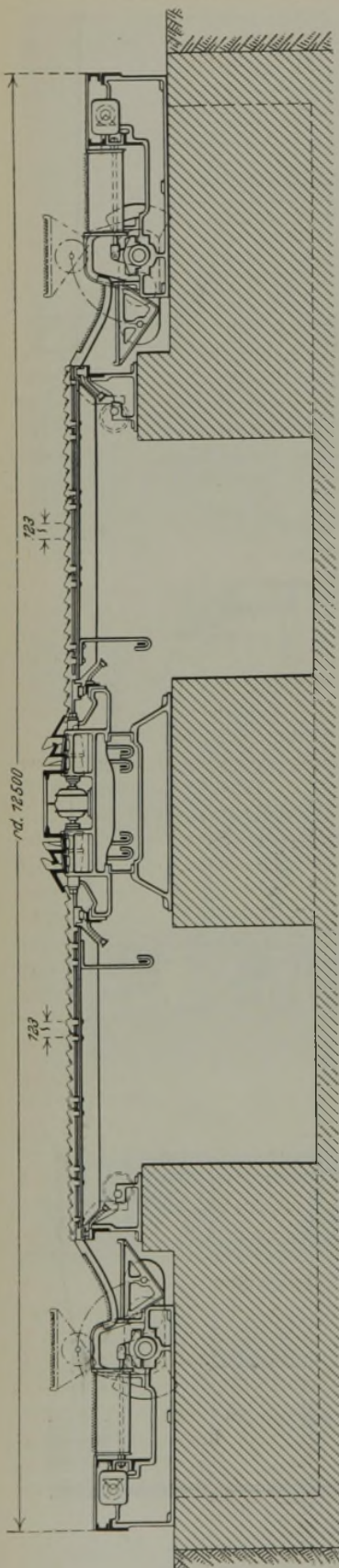


Abbildung 17.  
Doppelseitiges  
Edwards-  
Kühlbett.

ein Temperaturpunkt auf, bei dem das Eisen sich umkristallisiert und damit verbunden die sich abkühlenden Stäbe wieder ausstrecken. Es ist ohne weiteres erklärlich, daß nach *Abb. 11, I* ein Ausstrecken für den zu unterst liegenden Stab erschwert ist infolge der auf ihm liegenden anderen Walzstäbe. Zweckmäßig bildet man die Zacken etwa so aus, wie *Abb. 11, II* es zeigt. Hier ist das Ausstrecken für jeden Stab eher möglich, und die Bildung von kleinen, wellenartigen Krümmungen wird vermieden.

Eine andere Möglichkeit, mehrere Adern auf ein Warmbett zu walzen, zeigt *Abb. 12*. Der Auflaufrollgang hat drei getrennte Laufbahnen: I, II und III. Die Laufbahn III ist wieder breiter gehalten für das Walzen von Profilen u. dgl. Das Auswerfen der eingezeichneten Walzstäbe aus den einzelnen Rinnen geschieht durch die Bewegung der schwarz eingezeichneten Schieber in die strichpunktierete Stellung. Die Stäbe wandern dann über mehrere Gleitflächen auf die Kühlplatten, wo sie von den Warmbettechen erfaßt werden. Während der Bewegung der Schieber läuft der Walzstab neben ihnen in dem hierfür vorgesehenen Raum. Die starke Neigung der Rollgangsrollen ist hier gewählt, um die Schieberhöhe nicht zu groß werden zu lassen.

Den Einbau einer solchen Einrichtung in ein gewöhnliches Warmbett zeigt *Abb. 13*. Es sind nur zwei Auflaufrollen vorgesehen. Der Rollgang liegt waage-

recht. Der Schieberweg der äußeren Rinne ist größer als der bei der inneren Rinne, um das nötige Gefälle zum Warmbett zu erzielen. Auch bei diesen Bauarten sind die Schieber so ausgebildet, daß sie in angehobener Stellung dem auflaufenden Walzstab keine Anstoßmöglichkeit bieten.

Bei der Ausführung der ersten derartigen Kühlbetten wurde eine Summe wertvoller Erfahrungen, sowohl in der Bauart als auch im Betrieb gesammelt, die natürlich bei weiteren Neubauten verwertet werden konnten und der schnellen Weiterentwicklung auf diesem Gebiete zugute kamen.

Zu bemerken ist noch, daß die Bauart neuerer Kühlbetten durch die Erfindung der Elektro-Rollgangsrollen verschiedenster Bauart, infolge ihres einfachen Aufbaues, wesentlich erleichtert wurde.

Die folgenden Abbildungen zeigen noch verschiedene Vereinigungsmöglichkeiten von Exzenter- und Rechenkühlbetten.

*Abb. 14* zeigt ein Exzenterkühlbett mit sechs Auflaufrollen. Diese sollen jedoch nicht alle gleichzeitig arbeiten, sondern sind teilweise als Aushilfe gedacht, um im Falle einer Störung am Fertigerüst einen ankommenden Stab sofort auf einen anderen Kasten stecken zu können. Das Warmbett ist für eine hohe Erzeugung dünnerer Rundeisenarten bestimmt. Bekanntlich stößt die schnelle Verarbeitung derartigen Walzgutes an der Kaltschere auf gewisse Schwierigkeiten. Um ein doppeltes Warmbett mit Rücksicht auf beschränkte Platzverhältnisse zu vermeiden, ist nur ein doppelter Abfuhrrollgang vorgesehen. Für eine sehr hohe Erzeugung wäre ein doppeltes Warmbett natürlich vorteilhafter gewesen. Durch eine besondere Stabüberhebevorrichtung ist es möglich, die angesammelten Stäbe entweder auf den ersten Rollgang oder auf eine Zwischenplatte und von hier auf den zweiten Rollgang gelangen zu lassen.

In *Abb. 15* ist ebenfalls eine Sonderbauart für einen ähnlichen Fall mit fünffacher Auflaufrollen dargestellt. Im Anschluß an die Rechen befindet sich eine durch Exzenter verstellbare Sammelmulde und eine selbsttätige Stabüberhebevorrichtung, durch welche die Stäbe auf einen der beiden Scherenrollgänge niedergelegt werden können.

*Abb. 16* stellt ein Exzenterkühlbett mit dreiteiliger Auflaufrollen dar, und zwar den Umbau eines vorhandenen Bettes, bemerkenswert durch die eigenartige Abtragevorrichtung zum Scherenrollgang, eine in Amerika wegen ihrer Einfachheit häufig bei Kühlbetten angewandte Bauart. Es handelt sich um eine Gruppe von Tragleisten, die an einem Ende durch Exzenter bewegt werden. Diese sind abwechselnd um  $180^\circ$  versetzt. Am andern Ende sind die Tragleisten freileitend auf einer in der Höhe verstellbaren Unterlage gelagert. In diesem Falle ebenfalls Exzenter. Man hat es also mit einer Doppelgruppe von Schwingrechen zu tun, die es je nach der Höheneinstellung gestatten, die auf der Sammelplatte angekommenen Walzstäbe mit einem beliebigen Hub über den Scherenrollgang zu befördern und dort durch Höhenverstellung wieder abzulegen. Diese äußerst praktische Einrichtung, in Amerika unter dem Namen „shuffle board“ bekannt, wird dort häufig in vergrößerter Form unmittelbar als Kühlbett gebraucht. Sie gestattet es, Stäbe beliebig eng aneinander zu legen und wird deshalb vielfach auch in Edeldahlwalzwerken benutzt.

*Abb. 17* zeigt einen vollkommenen Entwurf für hohe Leistung, und zwar ein doppelseitiges Kühlbett mit Schwingrechen Bauart Edwards mit zweifachen Auflaufrollgängen, einstellbaren Sammelmulden und einfachen Abtragevorrichtungen.

(Schluß folgt.)



# Das Wachsen von Gußeisen nach dem Stande der bisher vorliegenden Forschungsergebnisse.

Von Peter Bardenheuer in Düsseldorf.

[Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.]

Bericht Nr. 158 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute\*).

Die Vorgänge des Wachsens: a) Zerfall des Eisenkarbids, b) Oxydation der Bestandteile. Die Beeinflussung des Wachsens durch die Beschaffenheit des Werkstoffs: a) Gefügeaufbau, b) chemische Zusammensetzung.

Eine bleibende Volumenvergrößerung von Gußeisen kann durch Vorgänge sehr mannigfacher Art hervorgerufen werden; ihr Verlauf wird daher auch durch die verschiedensten Umstände, wie chemische Zusammensetzung und physikalische Beschaffenheit des Werkstoffs, Art und Druck der umgebenden Atmosphäre sowie namentlich auch durch die Temperatur, beeinflußt. Wie die praktische Erfahrung und auch die Ergebnisse planmäßiger Forschungsarbeiten zeigen, findet ein Wachsen bereits in starkem Maße bei Temperaturen statt, die wesentlich unterhalb des Perlitpunktes liegen. Da die Perlitbildung und -auflösung selbst mit einer erheblichen Volumenänderung verbunden ist, so empfiehlt es sich nicht, bei der Erforschung der Wachstumsvorgänge die Versuchstemperatur über den Perlitpunkt hinaus zu steigern, da die Vorgänge, die bei niedrigen und bei hohen Temperaturen das Wachsen bedingen, zwar grundsätzlich gleich sind, jedoch zum Teil nur bei Temperaturen unterhalb des Perlitpunktes ungestört beobachtet werden können. Ferner ändert sich das Verhältnis der Anteilnahme der einzelnen Vorgänge an der Volumenänderung mit der Temperatur ganz wesentlich, so daß das Verhalten eines Werkstoffs bei mäßiger Temperatur, z. B. bei der des überhitzten Dampfes, auf Grund von Versuchsergebnissen, die bei Temperaturen oberhalb des Perlitpunktes gewonnen sind, nicht beurteilt werden darf. Bei der Feststellung der Versuchsbedingungen zur Untersuchung des Verhaltens von Gußeisen bei erhöhter Temperatur läßt sich ein langes Erhitzen bei mäßiger Temperatur durch ein kurzes bei sehr hohen Temperaturen nicht ohne weiteres ersetzen.

Nach dem Ergebnis der bedeutendsten neueren Untersuchungen über das Wachsen des Gußeisens ist als die Ursache des Wachsens der Zerfall des Zementits in seine Elementarbestandteile im Zusammenhang mit einer Oxydationswirkung von Gasen anzusehen. Diese Anschauung wird namentlich in den Arbeiten von H. F. Ruge und H. C. H. Carpenter<sup>1)</sup>, T. Kikuta<sup>2)</sup>, P. Oberhoffer und E. Piwowarsky<sup>3)</sup>, O. Bauer und K. Sipp<sup>4)</sup>, E. Piwowarsky und H. Esser<sup>5)</sup>, J. H. Andrew und H. Hyman<sup>6)</sup>, J. H. Andrew und R. Higgins<sup>7)</sup>, F. Wüst und O. Leihener<sup>8)</sup> und J. W. Donaldson<sup>9)</sup> vertreten. Der Zementitzerfall

ist als der ursprüngliche Vorgang anzusehen, der eine Gefügeauflockerung bewirkt und dadurch den zweiten Vorgang, das Wachsen durch Oxydation, begünstigt, da die oxydierenden Gase entlang den erbreiterten Graphitblättchen oder durch die bei der Auflockerung entstandenen feinen Risse in das Gußstück leichter eindringen können. Die beiden Vorgänge sollen hier getrennt behandelt werden.

## I. Die Vorgänge des Wachsens.

### Volumenvergrößerung durch Zerfall des Eisenkarbids.

Durch Erhitzen kann das Eisenkarbid der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen in seine Elementarbestandteile zerlegt werden; im Gefüge treten dabei an Stelle des Zementits Ferrit und Graphit oder Temperkohle auf. Dieser Vorgang ist mit einer Volumenzunahme verbunden, die sich aus der Raumgröße der einzelnen Bestandteile durch einfache Rechnung ermitteln läßt. Unter Annahme der spezifischen Gewichte: Eisenkarbid = 7,72 [Mittel aus den von F. Wever (7,82) und dem von A. Westgren und G. Phragmén (7,62) gefundenen Werten], Eisen = 7,86, Graphit = 2,10, berechnet sich die Volumenzunahme beim Zerfall des Eisenkarbids zu 16,23 % entsprechend einer Längenzunahme von rd. 5,4 %. Die Ausscheidung von 1 % Graphit oder Temperkohle hat demnach 2,43 % Volumen- und 0,81 % Längenzunahme zur Folge. Das lineare Wachsen eines rein perlitischen Gußeisens (mit 0,9 % gebundenem Kohlenstoff) durch Karbidzerfall kann hiernach also im Höchsthalle 0,73 % betragen.

C. Benedicks und H. Löfquist<sup>10)</sup> stellten eingehende theoretische Erörterungen über die Volumenänderung bei wiederholter Erhitzung und Abkühlung einer zylindrischen Gußeisenprobe an. Nach ihrer Ansicht findet bei wiederholtem Erhitzen ein merkliches Wachsen nur nach Ueberschreiten des  $Ac_1$ -Punktes statt. Zeitliche Unterschiede im Verlauf der mit Volumenänderung verbundenen Vorgänge in der Außen- und Innenschicht bei der Erhitzung und Abkühlung haben, abgesehen von dem durch den fortschreitenden Karbidzerfall bedingten Wachsen, Ribildung in der Umgebung der Graphitblättchen und damit eine bleibende Raumzunahme zur Folge. Besondere Bedeutung wird dem Umstand beigemessen, daß bei wiederholtem Erhitzen die Verkürzung infolge des Lösens von Graphit im  $Ac_1$ -Punkt schneller abnimmt als die Ausdehnung durch die Graphitausscheidung im Punkte  $Ar_1$ . Auch Benedicks und Löfquist schreiben das weitere Wachsen der Oxydation des aufgelockerten Gefüges zu.

W. Schwinning und H. Flöbner<sup>11)</sup>, die das Wachsen einer Anzahl von Gußeisenproben in  $42 \times 3$  h bei  $550^\circ$ , in  $17 \times 3$  h bei  $600^\circ$  und in  $32 \times 3$  h bei  $650^\circ$  verfolgten,

<sup>10)</sup> J. Iron Steel Inst. 115 (1927) S. 603/39; Jernk. Ann. 111 (1927) S. 353/87; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1408/10.

<sup>11)</sup> Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 103; in St. u. E. 47 (1927) S. 1075/9.

\* Sitzung des Unterausschusses für Gußeisen am 21. Juli 1929. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> J. Iron Steel Inst. 80 (1909) S. 29/143; vgl. St. u. E. 29 (1909) S. 1748/9.

<sup>2)</sup> Science Rep. Tohoku Univ. 11 (1922) S. 1/18; s. a. Rev. Mét. 19 (1922) Extr., S. 579/87.

<sup>3)</sup> St. u. E. 45 (1925) S. 1173/8.

<sup>4)</sup> Gieß. 15 (1928) S. 1018/26 u. 1047/60.

<sup>5)</sup> Gieß. 15 (1928) S. 1265/70.

<sup>6)</sup> Foundry 55 (1927) S. 65/7.

<sup>7)</sup> J. Iron Steel Inst. 112 (1925) S. 167/89; vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 114/5.

<sup>8)</sup> Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 10 (1928) S. 265/81; vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 366/7.

<sup>9)</sup> Foundry Trade J. 35 (1927) S. 143/6 u. 167/71.



kommen zu dem Schluß, daß das Wachsen hauptsächlich auf den Zerfall des perlitischen Zementits zurückzuführen ist. Zur Beobachtung der Vorgänge, die nach Gefügeauflockerung infolge des Karbidzerfalles einsetzen, hat offenbar in keinem Falle die Versuchsdauer ausgereicht. Der langsame Beginn des Wachsens bei der niedrigsten Versuchstemperatur wird der Umwandlung des Perlitaufbaues zugeschrieben. Zu dieser Annahme von zwei verschiedenen Vorgängen beim Wachsen durch Karbidzerfall liegt eine Notwendigkeit nicht vor; auch geht die angenommene Perlitumwandlung aus den mitgeteilten Gefügebildern nicht hervor. Der langsame Beginn des Wachsens bei 550° läßt sich zwanglos durch die träge Einleitung des Karbidzerfalles bei der verhältnismäßig niedrigen Temperatur erklären.

Nach bisher unveröffentlichten Versuchsergebnissen des Verfassers läßt sich unter Versuchsbedingungen, welche die übrigen Einflüsse, die auch ein Wachsen zur Folge haben, ausschließen, z. B. durch Erhitzen der Proben im Vakuum, das Wachsen durch Karbidzerfall einwandfrei verfolgen. An 26 Gußeisenproben verschiedener Zusammensetzung, die insgesamt 120mal, und zwar jedesmal 8 oder 8½ h lang im Vakuum auf 500° erhitzt und auf Raumtemperatur abgekühlt wurden, konnte festgestellt werden, daß die erreichte Volumenzunahme in der Mehrzahl der Fälle mit dem aus der Zerlegung des Eisenkarbids theoretisch berechneten Wachsen nahezu übereinstimmt; Werte, die um einen nennenswerten Betrag darüber hinausgehen, wurden in keinem Falle beobachtet. Für den Verlauf des Wachsens unter den hierbei eingehaltenen Versuchsbedingungen ist es kennzeichnend, daß bis zu 30 Erhitzungen von 8 oder 8½ h (insgesamt 250 h) der Werkstoff fast unverändert bleibt; erst bei weiterem Erhitzen setzt der Karbidzerfall mit einer entsprechenden Volumenzunahme sprunghaft ein und ist nach 48 Erhitzungen (insgesamt 400 h) fast beendet. Bei Fortsetzung der Behandlung bis zu 120 Erhitzungen (1000 h) wird die Volumenzunahme nur noch langsam gesteigert. Die gleichen Versuche wurden mit einigen Proben aus Schleudergußrohren, die nahezu weiß erstarrt und nachher ausgeglüht waren, durchgeführt; das Gefüge zeigte nur Ferrit und Graphit. Bei diesen Proben konnte durch die Versuche ein Wachsen kaum noch erreicht werden. Zu entsprechenden Ergebnissen kam C. Pardun<sup>12)</sup> bei Versuchen mit geglühten Schleudergußrohren. Durch eine 435stündige Glühung bei 300 bis 400° änderten sich die Abmessungen dieser Rohre überhaupt nicht, während gewöhnliche Graugußrohre bei der gleichen Behandlung ein deutliches Wachsen zeigten.

Ein weiteres sehr bezeichnendes Beispiel für das Wachsen durch den Zerfall des Eisenkarbids brachten Wüst und Leihener<sup>9)</sup>. Sie führten Parallelversuche mit je drei Proben durch, die in einem Falle einem Gußblock entnommen und im anderen Falle durch Umschmelzen des gleichen Werkstoffs im Vakuum erhalten waren. Alle Proben wurden 50mal je 12 h bei 600° in neutraler Packung unter Luftabschluß geglüht. Die Proben aus dem Gußblock wiesen Längenzunahmen von 4,5, 2,54 und 1,88 % auf, während die im Vakuum umgeschmolzenen ein Wachsen von nur 0,153, 0,313 und 0,153 % zeigten; die letzten Werte entsprechen mit großer Annäherung der aus dem Karbidzerfall errechneten Längenzunahme. Die metallographische Prüfung der Proben zeigte, daß nach 50 Glühperioden das gesamte Eisenkarbid zerfallen war. Eine Fortsetzung der Glühung

der im Vakuum erschmolzenen Proben bis zu 80 Glühungen, also 960 h, hatte ein weiteres Wachsen nicht mehr zur Folge.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß unter Versuchsbedingungen, die fremde Einflüsse ausschließen, bei Temperaturen weit unterhalb der Perlitumwandlung eine Volumenzunahme des Gußeisens erfolgt, die ausschließlich dem Zerfall des Eisenkarbids zuzuschreiben ist. Die Größe dieser Volumenzunahme stimmt mit dem theoretisch berechneten Wert innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler überein.

Ueber die Mindesttemperatur, oberhalb der ein Wachsen durch Eisenkarbidzerfall auftritt, liegen genaue Angaben bisher nicht vor. Nach eigenen Beobachtungen an einer Heißdampfmaschine, die bei einer Dampftemperatur von 350 bis 375° nach siebenjährigem Betrieb durch Wachsen zerstört worden war, zeigten die Teile, die mit dem Frischdampf in Berührung gekommen sind, im Gefüge an Stelle des Perlits nur noch Ferrit und Temperkohle, während die übrigen Teile des gleichen Gußstücks, die im Betrieb nicht wesentlich erhitzt worden sind, vorwiegend Perlit im Gefüge zeigten. Der angeführte Fall aus dem Betriebe schließt nicht aus, daß bei Temperaturen unterhalb 350° der Zerfall des Eisenkarbids eintreten kann, wenn auch die Geschwindigkeit des Vorganges bei niedriger Temperatur nur gering ist.

Volumenvergrößerung durch Oxydationsvorgänge.

Die Oxydation der Bestandteile des Gußeisens hat Raumvergrößerungen zur Folge, die weit erheblicher sein können, als sie der Zerfall des Eisenkarbids verursacht. Daher kommt es, daß bei längerem Erhitzen von Gußstücken in einer oxydierenden Atmosphäre Volumenzunahmen beobachtet wurden; diese betragen oft ein Vielfaches von den Werten, die durch den Zerfall des Eisenkarbids allein zu erreichen sind.

Für diese Oxydation kommen zunächst die im Eisen vorhandenen oder die bei höherer Temperatur durch Reaktion darin entstandenen Gase in Frage. Nach Rugan und Carpenter<sup>1)</sup> kommt den im Werkstoff gelösten Gasen eine große Bedeutung zu. R. R. Kennedy und G. J. Oswald<sup>13)</sup> fanden, daß unter gleichen Versuchsbedingungen Gußeisenproben, die mit 0,25 % Ti desoxydiert waren, nur um etwa den halben Betrag wuchsen als der nicht desoxydierte Werkstoff der gleichen Zusammensetzung. Sie erklären diese Unterschiede daraus, daß der zu den Oxydationsvorgängen, die das Wachsen bewirken, benötigte Sauerstoff in dem nicht oxydierten Eisen größtenteils schon vorhanden ist, während er bei den desoxydierten erst von außen eindringen muß, bevor das Wachsen in vollem Umfange einsetzen kann.

Weitere Aufschlüsse über die Volumenvergrößerung durch die Wirkung der im Werkstoff vorhandenen Gase gibt die Untersuchung von Wüst und Leihener<sup>8)</sup>, die in neutraler Atmosphäre unter Ausschluß der Außenluft bei 600° glühten. Die oxydierende Wirkung der äußeren Atmosphäre wurde dabei vollkommen ferngehalten, da eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes in keinem Falle stattfand. Der Gesamtbetrag der Längenzunahme wurde bestimmt und gleichzeitig der Betrag berechnet, der sich aus dem Zerfall des Eisenkarbids ergab. Der Unterschied zwischen den beiden Werten muß in der Hauptsache der Wirkung der in den Proben enthaltenen Gase zugeschrieben werden. Nach dem Ergebnis der Mehrzahl dieser Versuche ist die gesamte Volumenzunahme um ein Mehrfaches größer als die durch Eisenkarbidzerfall mögliche. Während nach 50 Glühungen

<sup>12)</sup> Sitzungsbericht des Unterausschusses für Gußeisen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute vom 8. März 1927.

<sup>13)</sup> Trans. Am. Foundrymen's Ass. 34 (1927) S. 871/80; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 140/1.



von je 12 h bei 600° bei vielen Eisensorten der Karbidzerfall vollständig ist, deuten die Ergebnisse darauf hin, daß bei Fortsetzung der Versuche alle Proben weiter gewachsen sein würden.

Die Wirkung der gelösten Gase wurde von Wüst und Leihener noch an Hand von folgenden Versuchen gezeigt. Aus zwei Blöckchen von 30 und 100 mm Dmr. aus dem gleichen Guß wurden aus der Mitte Proben genommen und denselben Glühungen, wie bereits beschrieben, unterworfen. Nach 50 Glühungen war die Probe aus dem dünneren Blöckchen trotz der wesentlich feineren Graphitbildung fast um das Doppelte gewachsen als die aus dem dickeren; die Mengen des bei den Glühungen zerlegten Eisenkarbids waren in beiden Fällen annähernd gleich. Der Unterschied wird dadurch erklärt, daß bei der schnelleren Abkühlung im 30-mm-Blöckchen eine größere Menge Gase zurückgehalten wird als im 100-mm-Blöckchen.

Weiter wurde von Parallelproben gleicher Beschaffenheit ein Teil durch 55 h langes Glühen bei 450 bzw. durch 12 h langes Glühen bei 400° im Vakuum entgast und darauf bis 50 Perioden von je 12 h geglüht. Trotz des anfänglichen Zusammenfallens der erhaltenen Kurven der Längenänderung betragen nach 50 Glühungen die gefundenen Werte der im Vakuum vorbehandelten Proben in der Mehrzahl der Fälle nur etwa die Hälfte derjenigen der nicht behandelten. Auch aus diesen Versuchen geht die Bedeutung der im Werkstoff enthaltenen Gase für das Wachsen mit aller Deutlichkeit hervor.

Th. E. Hull<sup>14)</sup> hält die eingeschlossenen gasförmigen Bestandteile des Gußeisens für den Hauptgrund beim Wachsen. Neben einer Oxydation des Eisensilizids nimmt er ein Freiwerden der Gase unter Druck als Ursache des Wachsens an.

Ueber die Einwirkung einer oxydierenden Atmosphäre auf das Wachsen liegen im Schrifttum sehr zahlreiche Beobachtungen vor. Die meisten dieser Versuche sind bei Temperaturen oberhalb des Perlitpunktes durchgeführt worden, so daß sich dabei außerordentlich starke Volumenvergrößerungen ergeben hatten. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen dringen die oxydierenden Gase hauptsächlich entlang den Graphitadern in den Werkstoff ein und oxydieren hier sowohl den Graphit selbst als auch die metallischen Gefügebestandteile. Bereits in der ersten im Schrifttum bekanntgewordenen Untersuchung über das Wachsen von Gußeisen von A. E. Outerbridge jun.<sup>15)</sup> wurde nach wiederholtem Erhitzen von Gußstücken auf 800° Raumvergrößerung von mehr als 40 % festgestellt. Rugan und Carpenter<sup>1)</sup> kamen zu ähnlichen Ergebnissen; sie beobachteten nach 99maligem Erhitzen (je 4 h) auf 850 bis 900° eine Vergrößerung des Volumens bis zu 37,5 % bei einer Gewichtszunahme von 8,6 %. Namentlich die Gewichtszunahme weist mit aller Deutlichkeit auf die starke Oxydation des Werkstoffs hin. Die späteren, unter ähnlichen Bedingungen durchgeführten Untersuchungen konnten diese Tatsachen nur noch bestätigen.

Je nach der Oxydierbarkeit der einzelnen Bestandteile finden die gleichen Vorgänge auch bei tieferen Temperaturen statt, wenn auch bei den Temperaturen, die heute im Betrieb der Heißdampfmaschinen erreicht werden, diesem Einfluß nur geringe Bedeutung beizumessen ist. Nach eigenen Beobachtungen konnte bei einer nach siebenjährigem Betrieb durch Wachsen zerstörten Heißdampfturbine eine Oxyda-

tionswirkung durch Wasserdampf an der vom Frischdampf (350 bis 375°) berührten Oberfläche nur bis zu einer Tiefe von 1 bis 2 mm metallographisch nachgewiesen werden. Der Zerfall des Eisenkarbids reichte dagegen über den ganzen Querschnitt dieser Teile.

Wüst und Leihener<sup>8)</sup> setzten eine Anzahl von Graugußproben verschiedener Zusammensetzung 5182 h (mit fünfzehn Unterbrechungen) überhitztem Dampf von 330° und einer Pressung von 19 atü aus. Im ungünstigsten Falle wurde eine Längenzunahme von 2,064 % beobachtet; bei der Hälfte der Proben lagen die erreichten Werte unter 0,1 %. Im allgemeinen waren bei dieser Untersuchung die Proben am stärksten gewachsen, die auch schon beim Erhitzen unter Luftabschluß bei 600° die größte Längenzunahme gezeigt hatten. Eine stärkere Oxydationswirkung konnte in keinem Falle festgestellt werden, so daß anzunehmen ist, daß die bei den verhältnismäßig niedrigen Temperaturen beobachteten Längenzunahmen nur zum kleinsten Teil auf die Oxydation der von außen einwirkenden Gase zurückzuführen sind.

## II. Die Beeinflussung des Wachsens durch die Beschaffenheit des Werkstoffs.

### Einfluß des Gefügeaufbaues.

Wie in den vorhergehenden Ausführungen dargelegt wurde, ist die durch den Karbidzerfall hervorgerufene Gefügeauflockerung für das Wachsen von außerordentlicher Bedeutung. Es wurde gezeigt, daß der durch Oxydationsvorgänge in dem aufgelockerten Gefüge erreichbare Betrag der Volumenzunahme den durch den Karbidzerfall verursachten um ein Mehrfaches übersteigen kann. In ganz entsprechender Weise ist es für die Neigung des Gußeisens zum Wachsen entscheidend, ob der Werkstoff von vornherein dicht oder ob sein Gefüge durch grob ausgebildeten Graphit aufgelockert ist.

Rugan und Carpenter<sup>1)</sup> zeigten, daß weißes Eisen gegenüber grauem, graphithaltigem nur sehr wenig Neigung zum Wachsen besitzt. Dilatometerversuche von Oberhoffer und Piwowsky<sup>3)</sup> bestätigten diese Beobachtung. Im grauen Gußeisen ist, wie W. Campbell und J. Glassford<sup>16)</sup> sowie A. Lévi<sup>17)</sup> feststellten, das Wachsen von der Größe der Graphitblättchen abhängig; nach E. Piwowsky<sup>18)</sup> verbürgt ein niedriger Siliziumgehalt keineswegs ein geringes Wachsen, wenn der Graphit grob ausgebildet ist.

Sehr eingehend wurde die Beeinflussung des Wachsens durch den Gefügeaufbau von Wüst und Leihener<sup>8)</sup> untersucht. An einer großen Anzahl Proben verschiedener Zusammensetzung konnten sie feststellen, daß die Ausbildung des Graphits für das Wachsen von entscheidender Bedeutung ist. Aus ihrer Untersuchung geht einwandfrei hervor, daß ganz allgemein der Betrag des Wachsens um so kleiner ist, je feiner die Graphitbildung. Der überragende Einfluß der Graphitbildung läßt sogar den der chemischen Zusammensetzung zurücktreten; diese ist für das Wachsen hauptsächlich nur insofern von Bedeutung, als sie auf die Graphitbildung einwirkt. Einen ähnlichen Einfluß wie die Zusammensetzung hat die Abkühlungsgeschwindigkeit des Gußstücks. An Proben aus einer Reihe von Gußblöcken wurde gezeigt, daß sowohl in neutraler Atmosphäre bei 600° als auch im überhitzten Dampf von 330° die langsamer abgekühlten Proben aus der Blockmitte mit dem gröberen Graphit erheblich stärker wachsen als die Proben aus den schneller abgekühlten äußeren Blockschichten mit einem feiner ausgebildeten Graphit.

<sup>16)</sup> Mitt. Intern. Verb. Materialprüf. Technik 6 (1912) Bd. II; vgl. St. u. E. 32 (1912) S. 2181.

<sup>17)</sup> Fonderie mod. 19 (1925) S. 147/56 u. 168/70.

<sup>18)</sup> Gieß.-Zg. 23 (1926) S. 379/85 u. 414/21.

<sup>14)</sup> Foundry Trade J. 26 (1922) S. 412/4.

<sup>15)</sup> J. Franklin Inst. 157 (1904) S. 121/40; Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 35 (1905) S. 223/44; vgl. St. u. E. 24 (1904) S. 407/10.



Nach J. E. Hurst<sup>19)</sup> wird das Wachsen in erster Linie durch die Anwesenheit von Graphit in Blättchenform veranlaßt; ein schmiedbarer Guß mit Temperkohle in Nesterform wächst überhaupt nicht, weil den Gasen kein glatter Weg geschaffen ist.

Bauer und Sipp<sup>4)</sup>, die die Abhängigkeit des Wachsens von der chemischen Zusammensetzung untersuchten, fanden mit zunehmendem Siliziumgehalt neben einem stärkeren Wachsen einen gröber ausgebildeten Graphit; das Umgekehrte beobachteten sie bei steigendem Mangengehalt. In einer Grundmasse, die vorwiegend aus Perlit besteht, erblicken sie insofern einen Vorteil, als beim Erhitzen auf Temperaturen unterhalb des Perlitpunktes der Perlit erst körnig wird und dann erst zerfällt. Im Gefüge bereits vorhandener Ferrit soll ebenso wie der Graphit den Karbidzerfall begünstigen. Der letzten Auffassung gegenüber muß man daran erinnern, daß bei gleicher Menge und Ausbildung des Graphits ein ferritischer Werkstoff weniger wächst als ein perlitischer, weil durch die Abspaltung des Kohlenstoffs aus dem Perlit der primäre Vorgang des Wachsens, die Gefügeflockung, stattfindet, während ein ferritisches Gußeisen bei feiner Graphitausbildung eine nur sehr geringe Neigung zum Wachsen zeigt.

Piwoarsky und Esser<sup>5)</sup> kommen in einer neueren Arbeit zu dem folgenden Ergebnis. Zunehmende spezifische Dichte begünstigt die Volumenbeständigkeit durch Behinderung des Karbidzerfalls und des Gaszutritts zum Inneren des Gußstücks. Feiner, temperkohleartig ausgebildeter Graphit behindert den Gasaustausch zwischen Gußstück und Atmosphäre und damit auch das Wachsen.

Die Ansichten der verschiedenen Forscher über den Einfluß des Gefügeflockens auf das Wachsen des Gußeisens führen hiernach zu dem Ergebnis, daß die Ausbildung und die Verteilung des Graphits von hervorragender Bedeutung für das Wachsen sind und daß ganz allgemein das Gußeisen die geringste Neigung zum Wachsen zeigt, das am wenigsten von groben Graphitblättchen durchsetzt ist.

#### Einfluß der chemischen Zusammensetzung.

Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die Vorgänge des Wachsens macht sich in verschiedener Richtung geltend, und zwar erstreckt sich dieser Einfluß namentlich auf die Beständigkeit des Eisenkarbids, die Korngröße, die Graphitausbildung sowie auf die chemische Widerstandsfähigkeit des Werkstoffs gegenüber der Einwirkung oxydierender Gase. Im folgenden soll der Einfluß der einzelnen Legierungselemente auf das Wachsen des Gußeisens der Reihe nach besprochen werden.

Die im Schrifttum vorliegenden Ansichten hierüber gehen vielfach weit auseinander. Dies ist wohl vor allem auf die von den einzelnen Forschern benutzten Versuchsbedingungen zurückzuführen, unter denen namentlich die Zeitdauer, auf die die Beobachtungen sich erstrecken haben, eine wichtige Rolle spielt. Außerdem sind vielfach andere Einflüsse, wie z. B. Gefügeflockung und Graphitverteilung, bei der Untersuchung der Einwirkung einzelner Elemente auf das Wachsen unbeachtet geblieben, so daß eine einwandfreie und eindeutige Auswertung der Versuchsergebnisse nicht möglich ist.

Die Höhe des Kohlenstoffgehaltes ist sowohl für die Neigung zum Karbidzerfall als auch für die Menge und Form des Graphits maßgebend. Die Neigung zum Zerfall des Eisenkarbids, die in untereutektoiden Stählen überhaupt nicht und in übereutektoiden nur selten (Schwarzbruch)

festzustellen ist, nimmt mit steigendem Kohlenstoffgehalt zu und ist besonders in übereutektischen Legierungen sehr groß. Je höher der Kohlenstoffgehalt ist, desto mehr Graphit scheidet sich aus, da im grauen Gußeisen bei normaler Abkühlung gewöhnlich nur rd. 0,9 % C in gebundener Form zurückbleibt. Unter der gleichen thermischen Behandlung der Schmelzung wird der Graphit in einer so größeren Form ausgeschieden, je höher der Kohlenstoffgehalt ist. Hiernach wird also sowohl der ursprüngliche Vorgang des Wachsens durch Karbidzerfall als auch das Wachsen durch Oxydationsvorgänge um so stärker gefördert, je höher der Kohlenstoffgehalt ist. J. W. Donaldson<sup>20)</sup> fand bei Gußeisenproben mit 1,21 bis 1,31 % Si und 0,89 bis 1,06 % Mn, die er 25 × 8 h auf 450 und in einem zweiten Falle auf 550° erhitze, eine starke Zunahme des Eisenkarbidzerfalls zwischen 2,71 und 3,08 % C. Die Ursache schreibt er mit dem Kohlenstoffgehalt zunehmenden Graphitvergrößerung zu. H. Jungbluth<sup>21)</sup> untersuchte den Einfluß des Kohlenstoffs bei 500° in Luft und in Kohlensäure, und zwar führte er sowohl Pendelversuche (bis zu 500 Pendelungen von je 1 h) und Dauerglühungen bis zu 2500 h durch. Außer den Längenänderungen wurde auch die Gewichtszunahme bestimmt. Bei der niedrigen Temperatur von 500° konnte ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Höhe des Kohlenstoffgehaltes und der Längenänderung oder der Gewichtszunahme nicht beobachtet werden. In den meisten Fällen gibt das Gefügebild die Aufklärung dahin, daß die Ausbildung des Graphits einen stärkeren Einfluß auf das Wachsen ausübt als der Kohlenstoffgehalt. E. H. Schulz und E. Scheil<sup>21)</sup>, die den gleichen Werkstoff Dauerglühungen bis zu 3000 h bei 600° aussetzten, fanden in zwei nebeneinanderlaufenden Versuchsreihen mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt ein Ansteigen des Wachsens und der Gewichtszunahme.

Das Silizium begünstigt ganz allgemein die Graphitausbildung; im gewöhnlichen Gußeisen nimmt mit ansteigendem Siliziumgehalt, aber unter sonst gleichen Verhältnissen sowohl die Graphitmenge als auch die Größe der einzelnen Blättchen zu. Durch das Silizium kann demnach das Wachsen durch den Zerfall des Eisenkarbids und damit auch die Gefügeflockung begünstigt werden. Ferner ist die Oxydation des Siliziums mit einer stärkeren Volumen-zunahme verbunden als die des Eisens. Nach der Ansicht der meisten Forscher soll Silizium ebenfalls wegen der leichteren Oxydierbarkeit des siliziumhaltigen Ferrits das Wachsen begünstigen. Zur Nachprüfung dieser Auffassung wurden sowohl mit unsilizierten als auch siliziumreichen Stahlproben vergleichende Zunderungsversuche angestellt, und zwar wurden dazu einmal Bleche von etwa 0,5 mm Stärke und einmal etwa 25 mm starke Stäbe verwendet; diese entstammten ein und derselben Schmelze, die eine Probe enthielt 4,0 % Si, die andere war siliziumfrei. Die Zunderungsversuche wurden bei 900 und 1000° durchgeführt. In allen Fällen zeigte es sich im Gegensatz zu der allgemein vertretenen Auffassung, daß durch den Siliziumgehalt die Zunderung des ferritischen Eisens ganz erheblich vermindert wird.

Der stärkste Einfluß des Siliziums auf das Wachsen ist jedoch immerhin in der Begünstigung der Graphitausscheidung zu suchen. Rugan und Carpenter<sup>1)</sup> fanden bei Versuchen, die bei 850 bis 900° durchgeführt wurden, mit ansteigendem Siliziumgehalt ein zunehmendes Wachsen, wenn die Proben an der Luft erhitzt wurden. Dagegen

<sup>20)</sup> Foundry Trade J. 39 (1928) S. 299/303 u. 315/8.

<sup>21)</sup> Sitzungsbericht des Unterausschusses für Gußeisen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute vom 31. Juli 1929; eine umfassendere Veröffentlichung wird folgen.

<sup>19)</sup> J. Iron Steel Inst. 98 (1918) S. 199/203; vgl. St. u. E. 39 (1919) S. 881.



zeigte bei Vakuumversuchen die Probe mit dem höchsten Siliziumgehalt überhaupt kein Wachsen, während die Probe mit dem niedrigsten Siliziumgehalt eine Volumenzunahme von 11,1 % aufwies. Die erste Probe hatte ein sehr dichtes, die letzte ein sehr lockerer Gefüge.

Die Forscher, die in den letzten Jahren den Einfluß des Siliziums auf das Wachsen untersucht haben, namentlich K. Sipp und F. Roll<sup>22)</sup>, Bauer und Sipp<sup>4)</sup> und Donaldson<sup>20)</sup>, stimmen darin überein, daß unter den Legierungselementen des Gußeisens das Silizium das Wachsen am stärksten beeinflusst. Als wenig wachsendes Gußeisen werden daher Legierungen mit sehr niedrigen Siliziumgehalten vorge schlagen; z. B. empfiehlt H. C. H. Carpenter<sup>23)</sup> eine Legierung mit 0,5 % Si bei 2,5 % C und 1,5 % Mn, E. Asch<sup>24)</sup> gibt die gleichen Werte an, und Sipp und Roll<sup>22)</sup> treten für eine Legierung mit weniger als 1 % Si bei mäßigem Kohlenstoffgehalt ein.

Die angeführten Feststellungen über den Einfluß des Siliziums auf das Wachsen sind durch Versuche bei hoher Temperatur ermittelt worden. Nach der Untersuchung von Bauer und Sipp<sup>4)</sup> ist eine deutliche Beeinflussung des WachSENS durch Silizium bei 450° (40 Glühungen von 4 h) noch nicht vorhanden. Donaldson<sup>20)</sup> fand nach 25 × 8 h Erhitzung auf 450 bzw. 550° einen mit ansteigendem Siliziumgehalt zunehmenden Karbidzerfall. Ein stärkerer Zerfall tritt bei der 450°-Glühung oberhalb 1,24 % Si und bei der 550°-Glühung oberhalb 1,10 % Si ein. Bei einer 200stündigen Erhitzung (25 × 8 h) auf 550° tritt ein stärkeres Wachsen (über 0,15 % Volumenzunahme) erst ein, wenn der Siliziumgehalt 1,5 % übersteigt. Nach Wüst und Leihner<sup>8)</sup> zeigte sich bei Versuchen in überhitztem Dampf (5182 h bei 330°) keine Abhängigkeit des WachSENS vom Siliziumgehalt. Die gefundenen Unterschiede konnten allein durch die Ausbildung des Graphits erklärt werden. Jungbluth<sup>21)</sup> fand bei 500° in Luft und in Kohlensäure weder bei den Pendelversuchen (500 × 1 h) noch bei den Dauerglühungen (2500 h) einen deutlichen Einfluß des Siliziumgehaltes. In den bei 600° in Luft von Schulz und Scheil<sup>21)</sup> durchgeführten Versuchsreihen (3000 Glühstunden) nahm der Betrag des WachSENS mit ansteigendem Siliziumgehalt zu; die Gewichtszunahme ließ dagegen keine deutliche Abhängigkeit vom Siliziumgehalt erkennen.

Bei höheren Versuchstemperaturen, 650 und 850°, stellten Bauer und Sipp<sup>4)</sup> mit ansteigendem Siliziumgehalt zunehmendes Wachsen fest, und zwar war hiernach der Einfluß des Siliziums um so stärker ausgeprägt, je höher der Kohlenstoffgehalt der Legierung war.

Im grauen Gußeisen wirkt das Mangan dem Einfluß des Siliziums auf den Karbidzerfall entgegen; es hemmt also die erste Phase des WachSENS. Wie F. Wüst und K. Meißner<sup>25)</sup> zeigten, hat das Mangan eine Verfeinerung des Gefügeaufbaues und damit auch eine feinere Graphitverteilung zur Folge. Aus diesen Gründen besteht allgemein die Auffassung, daß das Mangan der Volumenzunahme durch Eisenkarbidzerfall entgegenwirkt.

Eingehende Versuche über die Beeinflussung des WachSENS durch den Mangangehalt wurden zuerst von Carpenter<sup>23)</sup> angestellt, doch erstreckten sich diese auf siliziumarmes weißes Eisen mit 2,25 bis 2,66 % C und 0,406 bis 0,58 % Si. Bei einer Steigerung des Mangangehaltes von 0,54 auf 1,64 % ging bei gleicher Wärmebehandlung der Betrag des

WachSENS von 7,49 auf 0,13 % zurück. Andrew und Higgins<sup>7)</sup> untersuchten das Wachsen von Proben mit über 4,0 % C, 1,30 bis 1,52 % Si und 0,036 bis 5,45 % Mn durch Dilatometermessungen bei 21 aufeinander folgenden Erhitzungen auf 900°. Dabei ergab sich, daß die Proben mit hohem Mangangehalt stärker wuchsen als die manganärmsten Proben. Sie erklären diese Beobachtung durch die leichtere Oxydation der Zerfallserzeugnisse des Mangankarbids.

Kennedy und Oswald<sup>13)</sup> fanden in zwei Gußeisenproben mit

|     | C    | Si   | Mn   | P    | S     |
|-----|------|------|------|------|-------|
|     | %    | %    | %    | %    | %     |
|     | 3,54 | 2,19 | 0,51 | 0,52 | 0,080 |
| und | 3,41 | 2,39 | 1,51 | 0,61 | 0,068 |

keine deutliche Beeinflussung des WachSENS durch den Mangangehalt nach einer Glühung von 50 × 3 h bei 850° in Gußspänen.

Bauer und Sipp<sup>4)</sup> untersuchten den Einfluß des Mangans ebenfalls bei verhältnismäßig kurzen Glühzeiten (40 × 4 h) bei 450, 650 und 850°. Sie stellten fest, daß der die Volumenvergrößerung fördernde Einfluß des Kohlenstoffs selbst bei hohen Siliziumgehalten unterdrückt wird. Bei diesen Versuchen ist die kurze Dauer zu beachten, während der in allen Fällen hauptsächlich ein Karbidzerfall möglich war, die Oxydation jedoch noch nicht in vollem Maße einsetzen konnte, so daß die Ergebnisse sich vor allem nur auf den ersten Abschnitt des WachSENS erstrecken. Nach Donaldson<sup>20)</sup> nimmt bei einer Glühbehandlung bis zu 25 × 8 h bei 450 oder 550° der Karbidzerfall mit ansteigenden Mangangehalten (von 0,52 bis 2,43 %) gleichmäßig ab. Die Volumenzunahme wird jedoch gleichzeitig namentlich bei längerer Glühdauer mit dem Mangangehalt größer. Der Versuchswerkstoff hatte rd. 3,2 % C, 1,5 % Si und 0,7 % P. Nach den Pendelversuchen und Dauerglühungen bei 500° von Jungbluth<sup>21)</sup> ist eine deutliche Beeinflussung der Längenänderung sowie der Gewichtszunahme durch Mangan nicht festzustellen. Glühversuche bei 600° mit dem gleichen Werkstoff von Schulz und Scheil<sup>21)</sup> ergeben eine deutliche Verminderung des WachSENS und auch der Gewichtsabnahme mit erhöhtem Mangangehalt. Wie schon erwähnt, erstrecken sich diese Versuche auf eine Gesamtdauer von 3000 h.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen über den Einfluß des Mangans auf das Wachstum lassen sich dahin zusammenfassen, daß das Mangan infolge der Erschwerung einer reichlichen Graphitabscheidung bei hohem Siliziumgehalt sowie durch Verfeinerung des Graphits zwar verzögernd auf die Volumenvergrößerung einwirkt, sie aber weder verhindern noch verringern kann.

Der Phosphor tritt im grauen Gußeisen als Eisenphosphideutektikum auf, das in den meisten Fällen keinen gebundenen Kohlenstoff mehr enthält. Auf den ersten Teilvorgang des WachSENS, den Karbidzerfall, hat der Phosphor praktisch keinen Einfluß. Da das Phosphideutektikum die Mischkristalle teilweise umschließt, so erschwert es das Eindringen oxydierender Gase. Ein hoher Phosphorgehalt kann somit zur Verminderung des WachSENS beitragen.

Carpenter<sup>23)</sup> stellte bei Proben mit rd. 4,0 % C, 1,1 % Si, 0,2 % Mn, 0,015 % S und ansteigenden Phosphorgehalten von 0,013 bis 0,858 % eine Verzögerung des WachSENS durch Phosphor fest. Kennedy und Oswald<sup>13)</sup> fanden bei Gußeisenproben mit rd. 3,0 % C, 2,9 % Si und 0,55 % Mn nach 50 Erhitzungen von je 3 h auf 850° bei einem Phosphorgehalt von 1,56 % nur etwa die halbe Volumenzunahme wie bei einer Probe mit 0,60 % P und sonst gleicher Zusammensetzung. Die phosphorreiche Probe zeigte im Gegensatz

<sup>22)</sup> Gieß.-Zg. 24 (1927) S. 229/44 u. 280/4; s. a. G. Meyersberg: Perlitguß (Berlin: J. Springer 1927) S. 68/95.

<sup>23)</sup> J. Iron Steel Inst. 83 (1911) S. 196/229; vgl. St. u. E. 31 (1911) S. 866/7; 33 (1913) S. 1280/1.

<sup>24)</sup> Z. techn. Phys. 4 (1923) S. 471/3.

<sup>25)</sup> Ferrum 11 (1913/14) S. 97/112.



zu der phosphorärmeren nach dem Versuch keine Oberflächenrisse. Im Gegensatz hierzu schreibt Hull<sup>14)</sup> dem Phosphor eine Begünstigung des Wachsens zu, weil er für das Rissigwerden des Werkstoffs verantwortlich sei. Die gleiche Ansicht, daß Phosphor das Wachsen begünstige, vertreten auch J. E. Hurst<sup>26)</sup> und E. Schüz<sup>27)</sup>. Nach Donaldson<sup>20)</sup> erschwert Phosphor den Karbidzerfall; mit zunehmendem Phosphorgehalt (0,20 bis 1,06 %) wird die Volumenzunahme bei wiederholter Erhitzung (bis zu  $25 \times 8$  h bei 450 bis 550°) fortlaufend geringer. Jungbluth<sup>21)</sup> stellte unter den bereits genannten Versuchsbedingungen bei 500° einen deutlichen Einfluß des Phosphorgehaltes auf die Längenänderung und die Gewichtszunahme nicht fest. Bei 600° dagegen ergab eine Versuchsreihe von Schulz und Scheil<sup>21)</sup> eine Abnahme des Wachsens mit steigendem Phosphorgehalt, während eine andere Versuchsreihe eine Beeinflussung des Wachsens durch den Phosphorgehalt nicht erkennen ließ.

Durch Schwefel wird das Wachsen nach Carpenter<sup>23)</sup> (Versuche bei hoher Temperatur und in oxydierender Atmosphäre) erschwert, nach Schüz<sup>27)</sup> und E. Piwowarsky<sup>28)</sup> (Versuche in überhitztem Wasserdampf) begünstigt. Im allgemeinen wird der Einfluß des Schwefels auf das Wachstum als gering angesehen.

Nach der übereinstimmenden Ansicht aller Forscher begünstigt Nickel die Graphitausscheidung und damit auch das Wachsen. Untersuchungsergebnisse hierüber liegen namentlich von Andrew und Heyman<sup>6)</sup> sowie Kennedy und Oswald<sup>13)</sup> vor. E. Piwowarsky und W. Freitag<sup>29)</sup> stellten durch Nickelzusatz eine Erschwerung des Wachstums fest, wenn der dadurch erhöhte Einfluß auf die Graphitausscheidung durch eine entsprechende Verminderung des Siliziumgehaltes ausgeglichen wurde. Ferner fanden sie, daß Nickelgehalte bis zu 3,0 % die Graphitausbildung in hochwertigem, stark überhitztem Gußeisen nicht merklich beeinflussten.

Ein Chromgehalt erhöht die Beständigkeit des Karbids und erschwert somit das Wachsen. Im Schrifttum werden zur Verminderung oder zur Verhütung des Wachsens Chromgehalte von 0,4 bis 0,5 % empfohlen; bei höheren Chromgehalten ist die Gefahr des Weißwerdens sehr groß.

Der Einfluß des Titans auf das Wachstum liegt mehr in der Desoxydationswirkung als in seiner Eigenschaft als Legierungselement begründet. Durch die Desoxydation des Gußeisens mit Titan tritt, wie Kennedy und Oswald<sup>13)</sup>

gezeigt haben, eine starke Verzögerung des Wachsens ein; leider erstreckten sich die Versuche über eine nur kurze Dauer ( $25 \times 3$  h bei 850°). Es ist mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen, daß bei einer weiteren Ausdehnung der Versuche ein Unterschied im Wachsen der desoxydierten und nicht desoxydierten Proben nicht mehr hervortreten würde.

#### Zusammenfassung.

An Hand der wichtigsten der im Schrifttum bisher vorliegenden Forschungsergebnisse wurde eine Uebersicht über die Vorgänge des Wachsens von Gußeisen und ihre Beeinflussung durch die physikalische Beschaffenheit des Werkstoffs gegeben.

Das Wachsen wird durch eine Reihe von nebeneinander laufenden Vorgängen hervorgerufen, vor allem durch den Karbidzerfall und durch Oxydation. Der ursprüngliche Vorgang des Wachsens, der Zerfall des Zementits, ist einwandfrei nur bei Versuchen im Vakuum zu verfolgen; die dabei erreichten Volumenzunahmen entsprechen den theoretischen, aus dem Karbidzerfall berechneten Werten. Ein vollkommen ferritisches Gußeisen wächst im Vakuum nicht. Eine weitere Volumenzunahme tritt durch Oxydation der Gefügebestandteile des Gußeisens ein; sie kann ein Mehrfaches von der durch Karbidzerfall bewirkten betragen. Die Oxydation erfolgt entweder durch die im Werkstoff vorhandenen oder sich bildenden Gase oder durch die von außen eindringende Atmosphäre. Die Oxydation wird namentlich durch die mit dem Karbidzerfall verbundene Gefügeflockung begünstigt. Während ein Wachsen durch Karbidzerfall mit merklicher Geschwindigkeit bereits bei 300 bis 400°, also bei den Temperaturen des überhitzten Dampfes beobachtet wird, tritt ein stärkeres Wachsen durch Oxydationsvorgänge gewöhnlich erst bei höheren Temperaturen ein; eine Ausnahme hiervon machen nur Werkstoffe mit sehr lockerem Gefüge. Je dichter ein Gußeisen, je feiner und gleichmäßiger die Verteilung und je geringer die Menge des Graphits ist, desto geringer ist im allgemeinen das Wachsen.

Die chemische Zusammensetzung ist für das Wachsen hauptsächlich nur insofern von Bedeutung, als dadurch die Neigung des Werkstoffs zur Ausscheidung von Graphit sowie dessen Form und Verteilung beeinflusst wird. Bei der Auswertung von Versuchen über den Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf das Wachsen ist vor allem die Versuchsdauer zu berücksichtigen, da nur nach einer hinreichend langen Versuchsdauer beurteilt werden kann, ob durch eine bestimmte Aenderung der Zusammensetzung eine Einschränkung des Wachsens oder nur seine anfängliche Verzögerung erreicht wird.

<sup>26)</sup> Engg. 102 (1916) S. 97; vgl. St. u. E. 37 (1917) S. 211.

<sup>27)</sup> St. u. E. 44 (1924) S. 1052/3.

<sup>28)</sup> Gieß. 13 (1926) S. 481/4.

<sup>29)</sup> Gieß. 15 (1928) S. 1193/1200.

## Versuche über Temperaturverteilung, Wärmeabgabe und Verbrennungsverlauf in einem neuzeitlichen Kohlenstaubkessel.

Von Erich Kuhn in Düsseldorf.

[Mitteilung aus der Wärmestelle des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1)</sup>.]

Erst durch die Entwicklung des Durchflußpyrometers ist es verhältnismäßig einfach, bei der Bestimmung von Gastemperaturen den Strahlungseinfluß der Umgebung auszuschalten, d. h. die wahren Gastemperaturen zu messen. Die Kenntnis der Höhe der wahren Gastemperaturen und ihrer Verteilung in der Brennkammer eines Dampfkessels

gibt vor allem die Mittel, Aufschluß über die Art der Wärmeabgabe an die Heizflächen zu gewinnen.

Der untersuchte kohlenstaubgefeuerte Kessel von 1200 m<sup>2</sup> Heizfläche und 36 atü Dampfdruck hat eine luftgekühlte Brennkammer, in der an 36 Stellen Messungen vorgenommen wurden.

Ueber den Querschnitt des ausgebrannten Flammenstromes bleiben die wahren Gastemperaturen, abgesehen von den Randschichten, nahezu unveränderlich, während die

<sup>1)</sup> Auszug aus Mitt. Nr. 133 der Wärmestelle. Die Mitteilung ist im vollen Wortlaut erschienen im Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 441/58 (Gr. D: Nr. 54).



Temperaturverteilung über dem Querschnitt der sich entwickelnden Flamme erheblichen Schwankungen unterworfen ist.

Vergleichsmessungen mit einem gewöhnlichen Thermoelement zeigen Abweichungen bis zu 490°. Daraus erhellt die Bedeutung einer einwandfreien Bestimmung der wahren Gastemperaturen durch das Durchflußpyrometer.

Die mit einem Glühfadenpyrometer ermittelten Oberflächentemperaturen der Brennkammerwände decken sich im allgemeinen fast mit den wahren Gastemperaturen an den betreffenden Meßstellen. Die Gasstrahlung in der Brennkammer ist also so stark, daß der Wärmefluß in den Brennkammerwänden trotz der Luftkühlung keine wesentliche Senkung der Oberflächentemperaturen hervorrufen kann. Die optisch gemessenen Flammentemperaturen liegen nur etwas tiefer als die wahren Gastemperaturen an den anvisierten Stellen der Flamme. Daraus ergibt sich, daß der Schwärzegrad der Flamme nur wenig kleiner als 1 ist.

Außer den wahren Gastemperaturen sind noch für die Beurteilung der Verbrennung die theoretischen Flammentemperaturen an den einzelnen Meßpunkten von Belang. Diese lassen sich aus der Gasanalyse errechnen und geben die Temperatur an, die das Gas in der betreffenden Zusammensetzung haben müßte, wenn keine Wärme nach außen abgegeben worden wäre. Das Verhältnis von wahrer Gastemperatur zu theoretischer Gastemperatur ist bekanntlich der pyrometrische Wirkungsgrad. Aus diesem läßt sich unter Berücksichtigung der mit der Temperatur veränderlichen spezifischen Wärme das Verhältnis des wirklichen Wärmehaltes des Gases zum Wärmehalt bei theoretischer Gastemperatur ableiten. Es zeigt sich, daß dieses Verhältnis der Wärmehalte über die Flammenquerschnitte in der Brennkammer und auch in den einzelnen Kesselzügen unverändert bleibt. Damit ist man in der Lage, bis zu den

jeweils erreichten Querschnitten die dem Abgasstrom entzogenen Wärmemengen zu berechnen. Es entfallen auf die Strahlungsheizflächen etwa 33 %, auf das erste Rohrbündel 29 % und auf den Ueberhitzer 18 % der Dampfleistung, während die restliche Leistung von 20 % auf 71 % der Kesselheizfläche erzeugt wird.

Mit den an die Heizflächen übergehenden Wärmemengen und den entsprechenden Gastemperaturen sind auch die Wärmeübergangszahlen bestimmt. Diese decken sich bei hohen Gastemperaturen unter Berücksichtigung der Gasstrahlung gut mit den nach den neuesten Formeln errechneten Wärmeübergangszahlen. Bei niedrigen Gastemperaturen, also in den letzten Kesselzügen, ergibt die Rechnung höhere Wärmeübergangszahlen als der Versuch, was wohl auf Verstaubung der in Betracht kommenden Heizflächenteile zurückzuführen ist.

Zur Untersuchung des Verbrennungsvorganges wurden Geräte entwickelt, die es gestatten, die Flammengeschwindigkeit zu bestimmen und Staubproben aus der Flamme zu entnehmen. Der Gehalt der abgezogenen Staubproben an flüchtigen Bestandteilen und Asche erlaubt die getrennte Berechnung der aus dem eingeblasenen Staub herausgebrannten flüchtigen Bestandteile und des „festen“ Kohlenstoffs, d. h. des Kohlenstoffs, der noch in der verkokten Kohle enthalten ist.

Es wurde festgestellt, daß der Staub seine flüchtigen Bestandteile vollständig abgeben kann, ohne daß von dem „festen“ Kohlenstoff etwas verbrennt. Man muß also entgegen früheren Anschauungen annehmen, daß erst eine vollständige Entgasung des Staubes und Verbrennung der gebildeten Gasmengen stattfindet, bevor der „feste“ Kohlenstoff brennt. Damit ist auch eine Erklärung der gleichzeitig durchgeführten Gasanalysen gegeben, die nicht auf brennende Kohle, sondern auf brennendes Koksgas schließen lassen.

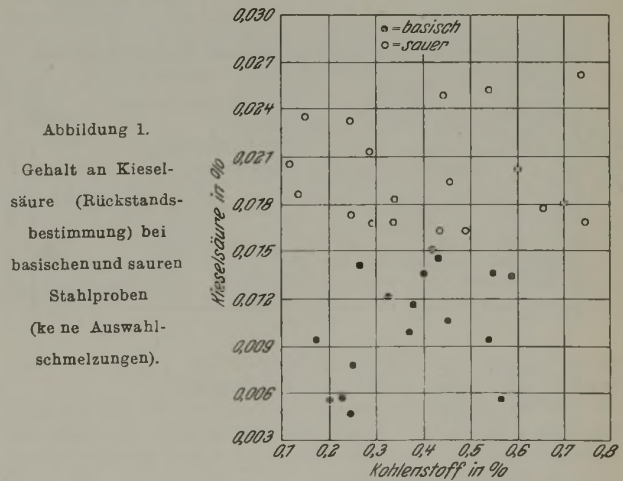
## Umschau.

### Wie ist der basische Stahlschmelzofen gegenüber dem sauer zugestellten metallurgisch zu bewerten?

Nach G. Tammann sind Silikatschmelzen bei hohen Temperaturen mehr oder weniger stark dissoziiert. H. Salmang konnte diese Auffassung erweitern, indem er feststellte, daß nur Silikatschmelzen eines geringeren Säuregrades, als er etwa dem Metasilikat entspricht, bei Temperaturen bis etwa 1600° merklich, und zwar mit zunehmendem Basengehalt zunehmend dissoziieren. Als Basen gelten einwandfrei nur Kalziumoxyd, Eisen- und Manganoxydul. Tonerde muß in Siemens-Martin-Schlacken offenbar den Säuren gezählt werden. Die Magnesia wechselt bei höheren Temperaturen zu den Säuren hinüber. Eisenphosphat neigt zur Dissoziation und wird über kohlereicheren Eisen- oder Stahlbädern leicht reduziert. Durch einen großen Ueberschuß freier Eisenoxyde kann es jedoch weitgehend gebunden bleiben. Diese Erkenntnisse im Zusammenhang mit den Beobachtungen über den Aufbau erkalteter Schlacken (Arbeiten von J. H. Andrew, J. Hyslop, H. Schneiderhöhn, P. M. Macnair, J. H. Witney, R. Back und anderen) lassen unter Auswertung von Betriebsbeobachtungen die Ableitung zu, daß die Schlacke basischer Stahlschmelzöfen in der Hauptsache aus weitgehend dissoziierten Kalksilikaten und mehr oder weniger dissoziierten Kalk- und Silikophosphaten besteht<sup>1)</sup>. Diese oxydischen Grundstoffe sind alsdann das Lösungsmittel für eine Reihe teils basischer (FeO, MnO), teils neutraler (MgO) bis saurer (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Oxyde oder deren Mischkristalle und Verbindungen. Bei oxydierender Flamme bilden sich in den oberen Schlackenschichten die höheren Oxydstufen des Eisens und voraussichtlich auch des Mangans. Unter Anwendung des Massenwirkungsgesetzes und des Nernstschen Verteilungssatzes lassen sich nunmehr die Vorgänge der Entphosphorung, Entschwefelung und der Desoxydation qualitativ recht gut verfolgen und mit den Beobachtungen des Großbetriebes in Einklang bringen; so zeigt z. B. die von H. Schenck<sup>2)</sup> entwickelte Formel für die Entphosphorung

$$\eta_p = \frac{[\text{FeO}]^5 \cdot [\text{CaO}]^3}{K_p}$$

(p = Proportionalitätsfaktor der Entphosphorung, K<sub>p</sub> = Gleichgewichtskonstante der Kalkphosphatabscheidung) eine weitgehende Anpassung an die aus der Schlackenkonstitution abgeleiteten Folgerungen, wobei sie auch den Einfluß der Temperatur und der Schlackenzusammensetzung auf den Grad der Phosphorabscheidung zum Ausdruck bringt. Die Anwesenheit „freier“



die Phosphorabscheidung bedingender Oxyde des Eisens und Mangans muß, wie sich mit Hilfe der physikalischen Chemie leicht ableiten läßt, den Vorgang der Entschwefelung und Des-

<sup>1)</sup> E. Piwowsky: Gieß. 16 (1929) S. 685/93.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 483/97 (Gr. B: Stahlw.-Aussch. 134).



oxydation behindern, der sich auf basischem Herd nur im Elektrofen mit seiner neutralen oder reduzierenden Atmosphäre hinreichend durchführen läßt.

Im Gegensatz zum basischen Herdschmelzofen, der sich als ein „selbsttätig wirkender Oxydationsofen“ kennzeichnen läßt, kann sich der saure Ofen als ein „selbsttätig wirkender Desoxydationsofen“ auswirken, wenn er metallurgisch richtig geführt wird. Da die saure Schlacke im allgemeinen über dem Säuregrad des Metasilikats liegt, also kaum dissoziiert ist, bei Anwesenheit größerer Manganoxydulmengen in der Schlacke ferner eine starke „Inaktivierung“ des durch schwache Dissoziation bei höheren Temperaturen gegebenenfalls frei gewordenen Eisenoxyduls eintritt, so ist der osmotische Druck der Sauerstoffdiffusion entgegengesetzt wie beim basischen Ofen, d. h. der letzte hat die Richtung: Schlacke → Bad. Hinzu kommt bei höheren (über etwa 0,30 % C) Kohlenstoffgehalten des Bades der Einfluß der Siliziumreduktion aus dem Quarzherd, der zur Bildung säurereicher, im Eisenbade kaum löslicher, aber sehr dickflüssiger und daher wenig auftriebsfähiger Silikate führt. Trotz im allgemeinen geringerer Anteile gelösten Sauerstoffs ergeben daher saure Stähle meistens größere Mengen Kieselsäureeinschlüsse bei der Rückstandsanalyse (Abb. 1). Inwieweit diese Beobachtung in Beziehung steht zu den den sauren Stählen nachgesagten besonderen Eigenschaften (Fragen der Bearbeitbarkeit, des Verschleißes, der Neigung zu Warmrißbildung usw.), wäre noch zu klären. Für eine Entphosphorung oder Entschwefelung kommt die saure Schlacke bei ihrer Armut an freien Basen und ihrer geringen Löslichkeit für Sulfide nicht in Frage.

Das sogenannte Steigen der Blöcke nach anfänglich ruhigem Vergießen scheint auf eine Gasentwicklung gemäß

$$K' = \frac{p_{CO} \cdot [Fe]^4}{[Fe_2C] \cdot [FeO]}$$

zurückzuführen zu sein, wenn im Erstarrungsgebiet durch die Kristallisation des Eisens  $[Fe]^4$  der Wert rechts der Gleichung schneller abzunehmen droht als der Wert für  $K'$ .

E. Piwowarsky.

**Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb<sup>1)</sup>.**

**Neues Feinblechwalzwerk.**

Das von E. J. Ross beschriebene<sup>2)</sup> Feinblechwalzwerk der Continental Steel Corp. zu Kokomo, Ind., kann jährlich etwa 50 000 t hochwertige Bleche wie Wagenkastenbleche für Kraftwagen, ferner Schwarz- und Hochglanzbleche, Mattbleche usw. erzeugen.

Aus Abb. 1 ist die Anordnung der Ofen und Walzgerüste, Länge und Breite der Hallen und Tragkraft der Krane ersichtlich. Der Antriebsmotor von 1500 PS für Drehstrom von 2200 V und 60 Perioden treibt durch eine doppelte Pfeilradübersetzung die Walzenstraße an. Zwei einfache und zwei doppelte kontinuierliche Ofen dienen zur Erwärmung der Platinen, ferner sind sechs Sturzenwärmöfen und drei doppelkammerige Kistenglühöfen, in

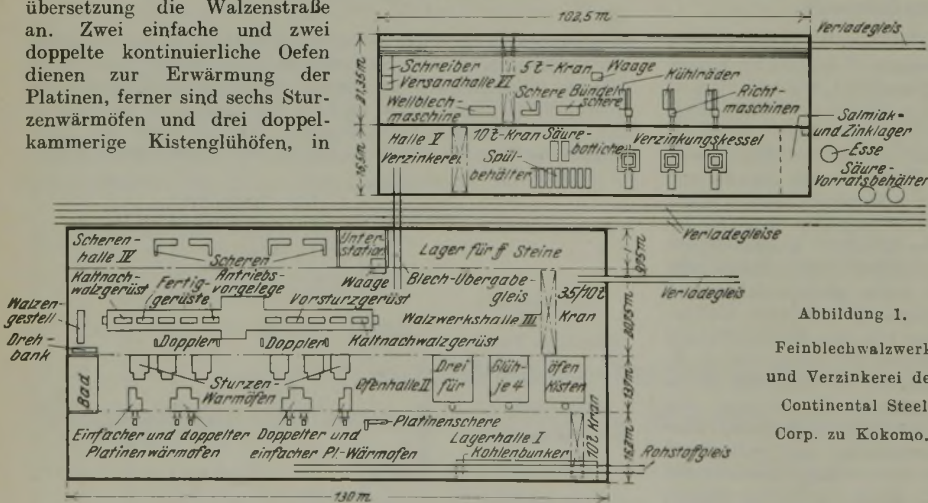


Abbildung 1.  
Feinblechwalzwerk  
und Verzinkerei der  
Continental Steel  
Corp. zu Kokomo.

die die Kisten auf gußeisernen Kugeln befördert werden, vorhanden; alle Ofen werden mit Kohle geheizt.

Die Platinen werden an anderer Stelle des Werkes auf einer besonderen Straße hergestellt; die Platinenstäbe gelangen auf Eisenbahnwagen in die Halle I und werden dort auf einer Schere in kurze Längen geschnitten.

Die auf Eisenbahnwagen ankommende Kohle wird in der Halle I in einen zwölf Ladungen fassenden unterirdischen Bunker aus Beton entladen.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 1457.

<sup>2)</sup> Iron Trade Rev. 85 (1929) S. 779/83.

Zwischen den Sturzenwärmöfen ist genügend Platz vorhanden, um die Platinen von den Stoßöfen zu den Vorsturzgerüsten zu bringen.

Zum Doppeln der Bleche sind vier durch Dampf angetriebene Doppler vorgesehen. In der Scherenhalle stehen vier Scheren mit Messern von 4 m Länge. Nach dem Schneiden werden die Bleche auf einem Querförderwagen in die Halle V gebracht, von wo sie entweder in die Verzinkerei oder nach Halle VI zum Versand gelangen. Ungefähr 75 bis 80 % der Bleche werden verzinkt. In der Verzinkerei sind eine Beizmaschine und drei durch Oel gefeuerte Verzinkungskessel, ferner zwei Säurebehälter und acht Spülbehälter vorhanden.

Vor und hinter den Walzgerüsten ist der Hüttenflur etwas erhöht und mit wassergekühlten Belagplatten versehen; ebenso ist für gute Lüftung gesorgt.  
H. Illies.

**Beobachtungen über das Verhalten von Schienen im Betrieb.**

M. L. Lubimoff<sup>1)</sup> berichtet über einige Beobachtungen, die an Schienen unter völlig gleichen Beanspruchungen im Ablauf von etwa 30 Jahren gewonnen wurden. Die Versuchsschienen — insgesamt 190 — stammten zu gleichen Teilen aus sechs russischen Walzwerken, sie wurden unter genauer Einhaltung der gleichen Bedingungen in einer geraden Versuchsstrecke mit 1,5 mm auf 1 m Steigung zwischen Petersburg und Moskau auf Holzschwellen verlegt und in größeren Zeitabschnitten genau untersucht. Das Profil wurde mit der Vorrichtung von Koslowski gemessen, mit der durch Abtasten des Kopfes der eingebauten Schiene das genaue Profil auf Papier übertragen werden kann.

Im ersten Versuchsabschnitt 1889 bis 1904 erfolgten vier Messungen, deren Endergebnis mit den Angaben über die Herkunft, die chemische Zusammensetzung und die Ergebnisse des Zugversuches in *Zahlentafel 1* mitgeteilt ist. In der Zeit von 1889 bis 1904 mußten drei Schienen infolge Bruches und Rißbildung in Kopf und Fuß ausgebaut werden. Außer den in *Zahlentafel 1* mitgeteilten Ergebnissen wurden folgende Feststellungen gemacht:

1. Die größte Höhenabnahme des Kopfes betrug 3,75 mm oder 0,079 mm je 1 Mill. t Fördergewicht.
2. Die größte Abnahme der Kopfbreite wurde zu 2,25 mm oder 0,05 mm für 1 Mill. t bestimmt.
3. Die stärkste Verquetschung der Kopfbreite war 3,5 mm oder 0,073 mm für 1 Mill. t.
4. Unter den 190 Schienen zeigten 80,5 % eine Höhenabnahme unter 0,052 mm je 1 Mill. t, 19 % waren ohne jeden Verschleiß und 31 % ohne jede Verquetschung.

Die Messungsergebnisse des zweiten Abschnittes von 1904 bis 1918 wurden während der russischen Revolution durch Brand vernichtet. Die Schienen wurden im Jahre 1918 beim Ausbau der Versuchsstrecke zum Teil zu anderen Zwecken verwendet, so daß die endgültigen Messungen nur an 90 Versuchsschienen durchgeführt werden konnten. Die Untersuchung bestand in einer Auswahl der mehr oder weniger unbrauchbaren Schienen und in genauen Messungen des Kopfes sämtlicher Schienen an sechs verschiedenen Stellen. Die als unbrauchbar ausgeschiedenen elf Schienen zeigten stärkere Verquetschungen oder einseitige Abnutzung des Kopfes und der Flanken, zum Teil leichte Verbiegungen und in einem Fall Abblätterung der Lauffläche. Das Gesamtfördergewicht der zweiten Versuchszeit wurde auf der Grundlage des ersten Abschnittes berechnet; für beide Versuchsabschnitte ergab sich ein Gesamtfördergewicht von 96 Mill. t.

Die Messungen an den 90 Schienen hatten folgende Ergebnisse:

1. 12 % mußten als unbrauchbar für die weitere Verwendung ausgeschieden werden.
2. Ohne eine Spur von Verquetschung oder Verschleiß waren 27 %.
3. Eine Verquetschung des Kopfes von 0,1 bis 0,7 mm zeigten 47 %.
4. Eine starke Verquetschung von 5 bis 9 mm fand sich bei 11 %.

<sup>1)</sup> Rev. Mét. 26 (1929) S. 231/7.



Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse an Schienen.

| Gruppe                           | Lieferwerk         | Chemische Zusammensetzung |         |        | Streckgrenze <sup>1)</sup><br>kg/mm <sup>2</sup> | Zugfestigkeit<br>kg/mm <sup>2</sup> | Streckgrenzenverhältnis | Verschleiß<br>in mm je 1 Mill. t |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------|---------|--------|--|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|                                  |                    | C<br>%                    | Mn<br>% | P<br>% |  |                                     |                         |                                  |
| A                                | Demidoff           | 0,65                      | 0,38    | 0,076  | 36,30  | 43,40                               | 0,83                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 37,50  | 65,60                               | 0,57                    | 0,036                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 32,25  | 58,25                               | 0,55                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | 0,63                      | 0,39    | 0,075  | 37,45  | 57,90                               | 0,64                    | 0,042                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 43,00  | 56,70                               | 0,75                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | 0,51                      | 0,41    | 0,073  | 40,85  | 61,95                               | 0,66                    | 0,021                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 39,50  | 63,25                               | 0,62                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | 0,39                      | 0,45    | 0,092  | 33,15  | 60,70                               | 0,54                    | 0,026                            |
|                                  | Briansk            | 0,51                      | 1,06    | 0,07   | 38,90  | 79,15                               | 0,49                    | 0,042                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 44,65  | 77,95                               | 0,57                    | 0,021                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 34,80  | 62,70                               | 0,55                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | 0,47                      | 0,63    | 0,06   | 39,05  | 74,50                               | 0,52                    | 0,042                            |
|                                  | "                  | 0,46                      | 1,12    | 0,07   | 42,60  | 74,40                               | 0,57                    | 0,026                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 46,30  | 82,50                               | 0,56                    | 0,026                            |
| Pouilloff<br>Usine de<br>Bankowa | 0,77               | 1,16                      | 0,08    | 41,85  | 92,65  | 0,45                                | 0,036                   |                                  |
| B                                | Beloselsky         | 0,32                      | 0,39    | 0,08   | 23,90  | 56,50                               | 0,42                    | 0,073                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 34,85  | 64,10                               | 0,52                    | 0,079                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 28,80  | 56,10                               | 0,51                    | 0,079                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 30,00  | 63,45                               | 0,48                    | 0,063                            |
|                                  | "                  | 0,28                      | 0,13    | 0,06   | 27,20  | 53,00                               | 0,51                    | 0,063                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 30,10  | 53,95                               | 0,55                    | 0,063                            |
|                                  | Nouvelle<br>Russie | —                         | —       | —      | 37,80  | 72,85                               | 0,52                    | 0,063                            |
|                                  | "                  | 0,49                      | 0,36    | 0,08   | 33,55  | 74,05                               | 0,45                    | 0,063                            |
|                                  | "                  | —                         | —       | —      | 36,95  | 66,90                               | 0,55                    | 0,063                            |
|                                  | "                  | 0,44                      | 0,82    | 0,115  | 37,90  | 73,50                               | 0,51                    | 0,130                            |
| Usine de<br>Bankowa              | 0,52               | 0,87                      | 0,04    | 38,00  | 79,40  | 0,48                                | 0,063                   |                                  |

<sup>1)</sup> Von Lubimoff als Elastizitätsgrenze bezeichnet.

Der größte Verschleiß betrug 9 mm absolut oder 0,09 mm für 1 Mill. t Fördergewicht. Dieser Wert entspricht also etwa dem, der als üblich für steigungsfreie und in großen Krümmungen verlegte Strecken gilt. Im Durchschnitt lag der spezifische Verschleiß jedoch wesentlich niedriger und erreichte mit 0,007 mm je 1 Mill. t nur den 14. Teil des zulässigen Wertes.

Zusammenfassend läßt sich über die in Zahlentafel 1 mitgeteilten Beziehungen zwischen der Zusammensetzung, den Ergebnissen der technologischen Prüfung und dem Verschleiß im Betrieb kurz folgendes sagen: Die Schienen der Gruppe A mit sehr geringem Verschleiß haben einen Kohlenstoffgehalt von 0,39 bis 0,77 %, die der Gruppe B mit stärkerem Verschleiß einen Kohlenstoffgehalt von 0,28 bis 0,52 %, sind also im Durchschnitt etwas weicher gehalten. Der Mangengehalt streut sehr stark und läßt klare Schlüsse über seine Wirkung auf den Verschleißwiderstand nicht zu. Bemerkenswert im Zusammenhang mit eigenen Untersuchungen über den Schienenwerkstoff ist, daß der Phosphorgehalt bei den Schienen der Gruppe A zwischen 0,06 und 0,092 %, bei denen der Gruppe B zwischen 0,04 und 0,115 % liegt und im Mittel bei beiden Gruppen 0,075 % beträgt. Die Ergebnisse sind also eine Bestätigung für die deutschen Feststellungen<sup>1)</sup>, daß ein Phosphorgehalt bis zur Grenze von 0,08 % auf den praktischen Verschleißwiderstand der Schienen eher günstig als schädlich einwirkt.

Für die Schienen der Gruppe A liegt die Streckgrenze — von Lubimoff als Elastizitätsgrenze bezeichnet — zwischen 32 und 46 kg/mm<sup>2</sup>, für die Gruppe B zwischen 24 und 38 kg/mm<sup>2</sup>, während die Zugfestigkeit für beide Gruppen in ziemlich weiten Grenzen streut. Klare Beziehungen zwischen dem Ergebnis des Zugversuches und der Höhe des praktischen Verschleißes sind somit nicht zu erkennen. Nach Ansicht des Verfassers scheinen jedoch zwischen dem Streckgrenzenverhältnis und dem praktischen Verschleiß gewisse Gesetzmäßigkeiten zu bestehen, denn die Schienen der Gruppe A zeigen ein Streckgrenzenverhältnis im Mittel von 0,59, die der Gruppe B von 0,50. Der Verfasser leitet aus dieser Feststellung den Schluß ab, daß man für Strecken mit erhöhter Beanspruchung Schienen mit mindestens 40 kg/mm<sup>2</sup> Streckgrenze verwenden sollte.

H. Buchholtz.

#### Fortschritte auf dem Gebiete der feuerfesten Baustoffe.

(Halbjahrs-Uebersicht Oktober 1928 bis März 1929.)

Ueber Fortschritte auf dem Gebiete der feuerfesten Baustoffe wird in Zukunft hier etwa halbjährlich zusammenfassend berichtet werden, und zwar sollen die Uebersichten besonders die ausländischen Veröffentlichungen behandeln. Ueber die einzelnen Beiträge kann naturgemäß nur in gedrängter Form berichtet

<sup>1)</sup> Vgl. E. H. Schulz u. A. Wimmer: St. u. E. 49 (1929) S. 385/7.

werden; es bleibt vorbehalten, einzelne, für den Eisenhüttenmann besonders wichtige Arbeiten gesondert ausführlich zu besprechen.

#### 1. Rohstoffe.

G. Gehlhoff, H. Kalsing, K. Litzow, M. Thomas<sup>1)</sup> behandeln die Eigenschaften feuerfester Tone für die Glasindustrie. Untersuchung verschiedener Tone durch chemische, rationelle und Schlamm-Analyse. Bestimmung von Biegefestigkeit, Porosität, Raumgewicht, Segerkegel-Schmelzpunkt, Druck- und Erweichungstemperatur, thermische und chemische Widerstandsfähigkeit. Bestimmung des Einflusses von Zusätzen von Eisenoxid und Feldspat auf die Druckerweichungstemperatur der Tone.

Die eigenartige Beobachtung, daß manche feuerfeste Rohstoffe durch wiederholtes Erhitzen vorübergehend eine höhere Feuerfestigkeit erlangen als bei der erstmaligen Erhitzung, wird von H. B. Henderson und J. H. Caldwell<sup>2)</sup> ohne Angabe einer befriedigenden Erklärung durch Versuche bestätigt.

W. Cohn<sup>3)</sup> gibt eine Uebersicht über die Verfahren zur zahlenmäßigen Feststellung der für den plastischen Zustand von Ton und keramischen Massen kennzeichnenden Größen.

Ueber Festigkeitseigenschaften des Systems Ton—Wasser berichtet O. Bartsch<sup>4)</sup>. Aenderung des Formänderungswiderstandes durch Zusätze von Verflüssigungsmitteln und die Abhängigkeit von der Tonkonzentration.

D. R. Irving und W. F. Dietrich<sup>5)</sup> bestimmten Zusammenhänge zwischen der Bildsamkeit, bestimmt nach Talwarkar-Parmelee (Torsionsprobe), Grubenfeuchtigkeit, Anmachwasser, Trocken- und Brennschwindung und Bruchfestigkeit im getrockneten Zustand von kalifornischen und einigen anderen amerikanischen Tönen.

J. Robitschek<sup>6)</sup> stellt in betriebsmäßig durchgeführten Untersuchungen den Einfluß der Wasserstoffionen-Konzentration auf verformbare Tonmassen fest; vermutete Beziehungen zwischen letzterer und der Bruchfestigkeit, der Bildsamkeit und der Verarbeitbarkeit.

N. L. Bowen und R. W. G. Wykoff<sup>7)</sup> berichten über die Dissoziation durch Wärme von Dumortierit — von der Zusammensetzung  $8\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$  — aus Clip, Arizona. Es wurde nachgewiesen, daß nach vier Stunden Glühen bei 950 und 1100° das Gefüge des Dumortierits nicht verändert wird, und daß beim Erhitzen auf 1200 oder 1500° der entstehende Hauptbestandteil Mullit ist. Möglicherweise verwendbar als Rohstoff als Grundlage für feuerfeste Stoffe auf Grund seines höheren Tonerdegehaltes. Dadurch wahrscheinlich Vorteile gegenüber Sillimanit, Andalusit und Zyanit.

Die Röntgenuntersuchung von zwei China-clays durch T. N. McVay und C. L. Thompson<sup>8)</sup> ergab als Hauptbestandteil das Mineral Kaolinit. Beim Erhitzen bei 650° Zerfall. Erst bei 950° Bildung von Mullit. Daneben Bildung einer kristallinen Phase, wahrscheinlich aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bestehend. Oberhalb 1225° ist Cristobalit nachweisbar. Durch Röntgenuntersuchung keine Aufklärung der exothermen Reaktion bei 900°.

Hyslop und Rooksby<sup>9)</sup> stellten durch röntgenographische Untersuchung der Umwandlung des Kaolins fest:

1. Bei 550° entsteht eine kristalline  $\alpha$ -Phase.
2. Bei 870° löst sich das  $\alpha$ -Kaolingitter auf unter Bildung von  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  und Sillimanit.
3. Oberhalb 1060° verschwindet  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Es entsteht kein  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Das beweist, daß der 870°-Punkt nicht von einer  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Umwandlung begleitet ist. Auch die Anwesenheit von Sillimanit unterhalb 1060° zeigt dasselbe. Oberhalb 1060° Mullitbildung.

Zur Erklärung der Verwandtschaft zwischen Sillimanit und Mullit wird von W. H. Taylor, Manchester<sup>10)</sup>, der Aufbau von Sillimanit bestimmt: Grundzelle orthorhombisch ( $a = 7,43 \text{ \AA}$ ,  $b = 7,58 \text{ \AA}$ ,  $c = 5,74 \text{ \AA}$ ), enthält vier Moleküle  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ . Raumgruppe als  $V_h 16$  bestimmt. Ähnlichkeit zwischen Sillimanit und Mullit in den optischen und röntgenographischen Eigenschaften durch die Möglichkeit hervorgerufen, daß Al-Atome durch Si-Atome zu ersetzen sind, ohne die Anordnung der O-Atome wesentlich zu stören. Anwendung für den Betrieb, Ersatz des

<sup>1)</sup> Glastechn. Ber. 9 (1928) S. 489/531.

<sup>2)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) Nr. 11, S. 795/802.

<sup>3)</sup> Keram. Rdsch. 37 (1929) Nr. 4, S. 51; Nr. 5, S. 69.

<sup>4)</sup> Ber. D. Keram. Ges. 10 (1929) Nr. 3, S. 146.

<sup>5)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 12 (1929) Nr. 1, S. 14/29.

<sup>6)</sup> Keram. Rdsch. 36 (1928) Nr. 45, S. 839/41; Nr. 46, S. 859/61.

<sup>7)</sup> J. Wash. Acad. Science 17 (1926) Nr. 7, S. 178/89; vgl. Ceram. Abstr. 8 (1929) Nr. 3, S. 200/1.

<sup>8)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) Nr. 12, S. 829/41.

<sup>9)</sup> Trans. Ceram. Soc. 27 (1927/28) Nr. 4, S. 299/302.

<sup>10)</sup> Kristallographie 68 (1928) Nr. 6, S. 503/21.



Siliziums durch Aluminium bei Kaolin und anderen Verbindungen wird besprochen.

## 2. Ofenbau und Betrieb.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten keramischen Ofenarten, ihrer Baustoffe sowie Betriebszahlen gibt S. R. Hind<sup>11)</sup>.

Einen Ueberblick über hochfeuerfeste Ofenfutter gibt K. Heinrich<sup>12)</sup> unter Berücksichtigung der Anforderungen an künstliche und natürliche Steine, Crummendorfer Quarzschiefer, Stampmassen, Mörtel.

Aus dem Bestreben, einen Teil des teuren Quarzits in kalkgebundenen Silikasteinen durch billigen Sand zu ersetzen, entstand eine Arbeit von W. Hugill und W. J. Rees<sup>13)</sup>. Hauptsächlich soll der Sandzusatz als Ersatz für Feinmehl die Mahlkosten verringern. Es wird der Einfluß des Zusatzes von Sand und der Körnung auf Dichte, Porosität sowie Druck- und Bruchfestigkeit und ein Zusatz von 10 % Sand als oberste Grenze angegeben.

Feuerfeste Steine für Regeneratoren müssen nach A. T. Green<sup>14)</sup> neben hohem Widerstand gegen chemischen Angriff und schroffen Temperaturwechsel vor allem gute Wärmespeicherfähigkeit und gute Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit haben. Die diesbezüglichen Eigenschaften der bekannten feuerfesten Steine und einiger Sondersteinarten werden ausführlich besprochen.

A. Schack<sup>15)</sup> berechnet auf theoretischem Wege den Einfluß des Staubbelauges in Regeneratoren auf die Wärmeübertragung. Für die Verschlechterung ist allein der Unterschied der zeitlich mittleren Steinoberflächentemperaturen in der Gas- und Windperiode  $t_g - t_s$  maßgebend. Die Formeln für die Berechnung werden angegeben, desgleichen eine Abbildung, welche die Kennwerte abzugreifen gestattet. Auch bei Regeneratoren mit verschieden langer Dauer der Gas- und Windperiode wird für den durch Staubbelaug verursachten Temperaturunterschied eine Gleichung mitgeteilt. Der Einfluß des Staubbelauges auf die Wärmeübertragung in Regeneratoren ist nach diesen Feststellungen sehr beträchtlich.

Den gegenwärtigen Stand der Betriebsüberwachung in der deutschen feuerfesten Industrie schildert H. Knuth<sup>16)</sup> im Auftrage des Ausschusses für Betriebsüberwachung bei der Deutschen Keramischen Gesellschaft.

Die Entwicklung im Koksofenbau beschreibt K. Falk<sup>17)</sup>. Nach einer Anleitung über grundsätzliche Erwägungen zur Wahl der Abmessungen der Ofenkammern und über die Wichtigkeit gleichmäßiger Wandbeheizung werden Baueinheiten und Vorzüge, Wärmeverbrauchszahlen und Betriebserfahrungen mit dem Hinselmannschen Gruppenzug-Regenerativ-Koksofen für wahlweise Beheizung angegeben.

Die Anforderung an Koksofensteine in England, ferner die Wichtigkeit und die Wirkung eines Wärmeschutzes an Koksofen schildert G. M. Gill<sup>18)</sup>.

In einer kurzen Abhandlung weist W. Miehler<sup>19)</sup> darauf hin, daß trotz des weitgehenden Überganges zu Silikasteinen als Baustoffen für die Ofenkammern auch heute noch viel Koksöfenganz aus Schamottesteinen erbaut werden. Es handelt sich dabei vorzugsweise um quarzhaltige Schamotte mit guter Feuerstandfestigkeit und Raumbeständigkeit bei hohen Temperaturen; für die Kammersohle sollen zweckmäßig sehr hart gebrannte Steine verwendet werden. Für den Unterbau und die Wärmespeicher kommen Schamottesteine in noch größeren Mengen in Frage.

Im Zusammenhang damit steht ein Hinweis<sup>20)</sup> von anderer Seite, daß sich Schamottesteine gegen Temperaturwechsel im Betrieb sehr gut verhalten, dagegen gegen Salzanfressung weniger brauchbar sind als Silikasteine.

Als Ergebnis einer Rundfrage des Vereins deutscher Gießereifachleute gibt E. Kothny<sup>21)</sup> eine Übersicht über die Haltbarkeit der Zustellung der Lichtbogenöfen bei verschiedenen Betriebsverhältnissen und über die Haltbarkeit des Ofendeckels bei verschiedener Ausführung, gemessen nach Schmelzstunden. Meist wird Silika verwandt, während Sonderrohstoffe im allgemeinen

noch zu teuer sind. Es wird festgestellt, daß eine Abhängigkeit der Haltbarkeit von nasser oder trockener Mauerung von der Verwendung von Zwischenlagen nicht besteht. Eine bessere Haltbarkeit hat sich durch Verstärkung der Gewölbe bei Steinlängen von mehr als 250 mm erzielen lassen.

## 3. Prüfverfahren und Einrichtungen.

Als Beitrag zur chemischen Untersuchung von feuerfesten Stoffen beschreiben E. F. Lundell und J. J. Hoffmann<sup>22)</sup> ein Prüfverfahren für Bauxit und feuerfeste Erzeugnisse von hohem Tonerdegehalt und ein Schnellbestimmungsverfahren für Tonerde nach Schilderung der üblichen Fehlerquellen.

Ein analytisches Schnellverfahren zur Bestimmung von Glüh- und Abrauchverlust mit Flußsäure, Tonerde, Tonerde und Eisenoxyd, Gesamtkieselsäure mittels Ultrafiltration und Alkalien beschreibt K. Pfefferkorn<sup>23)</sup>.

W. Raymond und E. B. Read<sup>24)</sup> vergleichen Bestimmungsverfahren von Eisenoxyd und Titansäure. Sie empfehlen als Schnellverfahren Anschluß mit Fluß- und Schwefelsäure, Lösen in Salzsäure, Fällung mit Ammoniak, Aufschließen der geglähten Oxide mit Bisulfat und weitere Bestimmung wie üblich.

Die Verwendung von o-Oxychinolin zur Bestimmung der Tonerde in feuerfesten Rohstoffen und Steinen, die von F. L. Hahn und K. Vieweg<sup>25)</sup> sowie von R. Berg<sup>26)</sup> angegeben wurde, prüften W. Miehler und P. Koch<sup>27)</sup> nach mit dem Ergebnis, daß die Werte zwar rasch zu gewinnen sind und befriedigend untereinander übereinstimmen, jedoch höhere Werte ergeben als die üblichen Prüfverfahren.

Zur schnellen Durchführung der Sedimentationsanalyse haben C. J. van Nieuwenberg und W. Schoutens<sup>28)</sup> unter Benutzung des Schöneschen Schlammapparats eine Einrichtung geschaffen, bei der die Messung der Fallgeschwindigkeit durch einen eingehängten Schwimmer mit Zeigerübertragung erfolgt.

J. Grenness<sup>29)</sup> gibt ein Verfahren für die Untersuchung der Korngrößen in Tonsuspensionen. Das sog. Pelometer besteht aus einem aräometerähnlichen Schwimmer, der in 10 cm Tiefe unterhalb der Wasseroberfläche eine waagrechte Scheibe trägt. In aufgewirbelten Tonsuspensionen lagern sich die höher schwimmenden Teilchen auf dieser Scheibe ab, belasten sie und veranlassen ein tieferes Eintauchen des Schwimmers, was an einer Gradeinteilung abgelesen wird. Eine einfache Einrichtung, bestehend aus einer unten mit einem Glaslöfl verschließbaren Glasröhre, gestattet eine beliebige Wassersäule zu entnehmen, so daß deren feste Bestandteile bestimmt werden können. Mit einem Siebsatz wird die Menge der gröberen Teilchen bestimmt. Es gelingt so, ein genaueres Bild über die Stufen der Teilchengröße zu erhalten als mit den üblichen Schlämmerverfahren.

Die Untersuchungsverfahren zur Feststellung der Zähflüssigkeit von Gießmassen beschreibt W. Cohn<sup>30)</sup>.

Zur schnellen Bestimmung des spezifischen Gewichtes feuerfester Steine für Betriebszwecke wurde von E. Kühn<sup>31)</sup> eine neue Einrichtung, das „Volumenoskop“, entwickelt. Das Verfahren beruht auf der Messung der Luftverdrängung und gestattet in der Stunde mehr als 30 Bestimmungen auszuführen. Neben dem spezifischen Gewicht kann auch das Gesamtvolumen und der Porenraum ermittelt werden.

M. Rabinowitsch und N. Fortunatow geben ein Verfahren an zur angenäherten Bestimmung der absoluten Größe von Poren in porösen Stoffen<sup>32)</sup>. Die Lösung dieser schwierigen Frage, die auch Easter<sup>33)</sup> neuerdings bearbeitete, gelang ihnen unter Zugrundelegung von Arbeiten von W. Bachmann<sup>34)</sup>, R. Zsigmondy<sup>35)</sup> und J. S. Anderson<sup>36)</sup>: Ueber dem Flüssigkeitsspiegel eines kapillaren Zylinders ist die Dampfspannung stets kleiner als die Sättigungsspannung über dem Flüssigkeitsspiegel eines nichtkapillaren Gefäßes. Der Krümmungsradius des Meniskus und die Dampfspannung über ihm sind um so kleiner, je kleiner der Kapillarenradius ist. Die Verfasser geben einen Weg an zur

<sup>22)</sup> Ber. D. Keram. Ges. 9 (1928) Nr. 12, S. 613/7.

<sup>23)</sup> Sprechsaal (1929) Nr. 1, S. 1/4.

<sup>24)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) Nr. 12, S. 845/50.

<sup>25)</sup> Z. anal. Chem. 71 (1927) S. 122/30.

<sup>26)</sup> Z. anal. Chem. 71 (1927) S. 369/80.

<sup>27)</sup> Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 103, S. 2057/8; Nr. 104, S. 2076/7.

<sup>28)</sup> Ber. D. Keram. Ges. 10 (1929) Nr. 1, S. 2.

<sup>29)</sup> Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 88, S. 1747/9.

<sup>30)</sup> Keram. Rdsch. 37 (1929) Nr. 11, S. 179.

<sup>31)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 1, S. 5.

<sup>32)</sup> Z. angew. Chem. 41 (1928) Nr. 45, S. 1222/6.

<sup>33)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) S. 764/8.

<sup>34)</sup> Z. anorg. Chem. 100 (1917) Nr. 1, S. 1/76.

<sup>35)</sup> Kolloidchemie, 4. Aufl. (Leipzig: Otto Spamer 1922.)

<sup>36)</sup> Z. phys. Chem. 88 (1914) S. 191.

<sup>11)</sup> Trans. Ceram. Soc. 28 (1929) Nr. 1, S. 27; Nr. 3, S. 148/64.

<sup>12)</sup> Gieß.-Zg. 25 (1928) Nr. 17, S. 508/13.

<sup>13)</sup> Trans. Ceram. Soc. 28 (1929) Nr. 2, S. 62/4.

<sup>14)</sup> Iron Coal Trades Rev. 67 (1928) Nr. 3163, S. 533/4; vgl. Tonind.-Zg. 53 (1929) S. 58.

<sup>15)</sup> Z. techn. Phys. 9 (1928) Nr. 10, S. 390/8.

<sup>16)</sup> Ber. D. Keram. Ges. 10 (1929) Nr. 1, S. 25/32.

<sup>17)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 2, S. 15/21.

<sup>18)</sup> Trans. Ceram. Soc. 28 (1929) Nr. 1, S. 7/17.

<sup>19)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 2, S. 26.

<sup>20)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 2, S. 26.

<sup>21)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 1, S. 1/3.



praktischen Bestimmung der zuletzt genannten Kenngröße. Von den untersuchten Körpern kommen für uns die Werte für einen bei 900° gebrannten Kaolin und für bei 1410° gebranntes Hartporzellan in Frage.

Ein neues Dilatometer, auf dem Spiegelableseverfahren beruhend, zur Bestimmung der Wärmeausdehnung keramischer Körper wird von T. Yoshioka<sup>37)</sup> angegeben. Gleichzeitig werden die gebräuchlichen Dilatometer beschrieben. Auf ihre eigentümlichen Fehler wird hingewiesen.

Eine neue selbstschreibende Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeausdehnung fester Körper ist von W. Cohn<sup>38)</sup> entwickelt worden. Sie gestattet die Ausdehnungskurven fester Körper bis über 800° C auf photographischem Wege aufzunehmen, so daß auch kleine Unregelmäßigkeiten, die sich sonst der unmittelbaren Beobachtung entziehen könnten, wahrgenommen werden können.

Auf der letztjährigen Tagung des Forschungsheims für Wärmeschutz, e. V., München, in Hannover am 3. und 4. Dezember 1928 berichtete E. Raisch<sup>39)</sup> über eine neue Versuchsanordnung zur Bestimmung des Wärmeleitvermögens von feuerfesten Steinen und Wärmeschutzsteinen bis 1000°. J. S. Cammerer berichtete über Meßfehler bei Anwendung des Wärmeflußmessers auf Wärmeschutzanlagen mit Blechverkleidung, ihre Gesetzmäßigkeit und die Maßnahmen zu deren Vermeidung. Es wird eine Abdeckung der Bleche auf etwa 2 bis 3 m Länge mit dünnem Papier und die Verwendung von Schutzstreifen mit genügender Breite empfohlen. Eine einseitige Bestrahlung durch etwa in der Nähe befindliche heiße Körper ist zu vermeiden.

Zur Frage der Temperaturmessung mit optischen Pyrometern im keramischen Brennbetrieb gibt W. Fischer<sup>40)</sup> einige Hinweise mit der Folgerung, daß die Anwendung der optischen Pyrometer im Brennbetrieb gewisse Schwierigkeiten bietet, und daß Messungen mit solchen Instrumenten niemals vom Brenner ausgeführt werden sollen. Eine allgemeine Anwendung bietet infolge der hohen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten keine Vorteile gegenüber den Segerkegeln.

Das Verhalten keramischer Erzeugnisse bei schroffen Temperaturschwankungen und chemischen Angriffen prüft V. Skola<sup>41)</sup> in ähnlicher Weise wie H. R. Goodrich<sup>42)</sup> durch Feststellung der mechanischen Druckfestigkeit vor und nach einer oder mehrmaliger Abschreckung bei bestimmten Temperaturen. Der Eintritt einer fühlbaren Herabsetzung der Druckfestigkeit nach mehrmaliger Abschreckung gilt als Maß für die Temperaturwechselbeständigkeit des Steines.

Eine neuartige, vielleicht aussichtsreiche technologische Prüfung des Schlackenangriffs von R. K. Hursh und Ch. E. Grigsby<sup>43)</sup> benutzt einen drehenden Ofen, in den die zu prüfenden Steine so nebeneinander eingebaut werden, daß sie wiederholt und in stets gleicher Weise von der Gaspreßluftflamme getroffen werden. Die Schlacke wird als Staub mit der Flamme eingeblasen. Temperatur und Gaszusammensetzung können leicht geprüft werden. Wie in der Praxis fließt die Schlacke dauernd über die Steinfläche herunter. Der entstehende Volumenverlust wird bestimmt.

Eine amerikanische Arbeit von Ferguson<sup>44)</sup> über Vorrichtungen zur Prüfung feuerfester Stoffe auf Widerstand gegen Schlackenangriff wird von W. Cohn<sup>45)</sup>, ergänzt durch einige weitere Schrifttumsstellen, wiedergegeben. Sämtliche Prüfverfahren des Schlackenangriffs werden kritisch einander gegenübergestellt. Der Verfasser glaubt aber die endgültige Lösung der Verschlackungsfrage bis zur völligen Kenntnis aller Drei- und Mehrstoffsysteme, die beim Berühren von Steinen mit Schlacken auftreten können, verschieben zu müssen. (In der Praxis wird man allerdings schon vorher Wege zur vergleichenden Prüfung des Schlackenangriffs finden müssen.)

Ueber die Anwendung der Röntgenstrahlen zur Untersuchung keramischer Produkte bringt in anderem Zusammenhang H. Becker-Rose eine Schrifttumszusammenstellung<sup>46)</sup>. Als bemerkenswerte Feststellungen werden aufgeführt, daß beim Brennen von Kaolin bei etwa 600° eine Umwandlung eintritt, die

auch eine entsprechende Veränderung im Röntgenbild zur Folge hat. Diese ist vielleicht auf die Bildung einer anderen Modifikation der Tonsubstanz zurückzuführen. Eine wesentliche Veränderung des Gitter-Spektrums gegen 1000° ist festgestellt, aber noch nicht mit Sicherheit gedeutet. Mehrere Untersuchungen beschäftigen sich mit der Frage, ob sich beim Brennen von Kaolin über 1000° Mullit oder Sillimanit bildet.

#### 4. Eigenschaften feuerfester Steine, Bewährung im Betrieb.

A. E. MacGee<sup>47)</sup> untersucht fünf feuerfeste Glaswannensteine verschiedener Herstellung auf ihre physikalischen Eigenschaften nach teilweise neuen Untersuchungsverfahren, die in einer früheren Arbeit des Verfassers bereits beschrieben sind<sup>48)</sup>. Als weitgehend von der Zusammensetzung abhängig ergaben sich für folgende Eigenschaften die angegebenen Näherungswerte: Druckfestigkeit bei Raumtemperatur 492 bis 884 kg/cm<sup>2</sup>, Porosität 20%, scheinbarespezifisches Gewicht 2,6, Youngscher Elastizitätsmodul 52 725 bis 70 300 kg/cm<sup>2</sup>, Bruchfestigkeit, als Bruchmodul 101,2 bis 146,2 kg/cm<sup>2</sup>, Stoßfestigkeit 2,4 bis 3,2 · 10<sup>6</sup> cm g/s ausgedrückt als Kraft, linearer Wärmeausdehnungskoeffizient zwischen 30 und 850°: 5,0 bis 9,0 · 10<sup>-6</sup>. Die meisten der aufgeführten Eigenschaften bzw. Kenngrößen sind weiter oben<sup>45)</sup> näher erläutert.

Der Widerstand gegen Absplittern kann bei Versuchskörpern, die in Zusammensetzung und Gefüge nicht grundsätzlich verschieden sind, aus den Werten der Wärmeausdehnung, Elastizität und Bruchfestigkeit errechnet werden.

Hochkieselsäurehaltige Wannensteine haben außerordentlich hohe Ausdehnungskoeffizienten, besonders bei etwa 230°, verursacht durch die Modifikationsänderung der Kieselsäure.

Körper, die äußerst widerstandsfähig sind gegen Absplittungseinflüsse, haben folgende kennzeichnende Eigenschaften: Niedrigen und gleichförmigen Betrag der Wärmeausdehnung, niedrigen Youngschen Elastizitätsmodul, hohe Temperaturleitfähigkeit und Unempfindlichkeit gegen Ermüdung in der Wärme.

Die Zerstörung der Hochofensteine durch Kohlenstoffablagerung wurde im Forschungsinstitut der General Refractories Company fortlaufend geprüft<sup>49)</sup>. Eisen ist als Eisenoxyd, Magnetit, Fayalit und in Form von Mischkristallen in feuerfesten Tonen vorhanden. Von den verschiedenen Eisenmineralien in feuerfesten Steinen sind Eisensilikate und Eisentonerdesilikate unschädlich, während die drei Eisenoxyde und metallisches Eisen, wie festgestellt wurde, Kohlenstoff abscheiden. Wichtig für die Abscheidung sind Zeit und Temperatur. 450° und 8 h Versuchsdauer genügen in jedem Fall zur Herbeiführung einer Zerstörung. Entsprechende Maßnahmen in der Steinherstellung sollen erreichen lassen, daß der gesamte Eisengehalt im fertigen Stein in unschädlicher Form vorliegt. Zur Prüfung werden alle Steinlieferungen in einem elektrischen Ofen mit Temperaturregler 200 h einer Temperatur von 425 bis 485° in reinem Kohlenoxyd ausgesetzt. Diese strenge Prüfung soll die Neigung zum Zerfall im Betrieb mit genügender Sicherheit erkennen lassen.

Auf die Anforderungen, die an neuzeitliche feuerfeste Stoffe gestellt werden, geht A. T. Green<sup>50)</sup> näher ein. Das Verhalten von Silika-, Schamotte-, Magnesit-, Sillimanit-, Karborundum-, Alundum- und Chromit-Steinen in industriellen Betrieben, insbesondere im Siemens-Martin-Ofen und in elektrischen Schmelzöfen wird an Hand verschiedener Eigenschaften der einzelnen Steinarten besprochen.

Eine Untersuchung von Gittersteinen in den Kammern von Wassergaserzeugern von C. W. Parmelee, A. E. R. Westman und W. H. Pfeiffer<sup>51)</sup> gibt Laboratoriums- und Großzahluntersuchungen sowie eine Schrifttumszusammenstellung über Kammersteine. Die Hauptzerstörungen in Wassergaserzeugern werden durch Kohlenstoffabscheidung verursacht. Steine aus Siliziumkarbid haben sich gut bewährt, während feuerfeste Ueberzüge unwirtschaftlich waren. Am besten erwies sich die Herstellung der untersten Lagen aus feuerfesten Steinen, der Zwischenlagen aus Siliziumkarbid und der obersten aus hitzebeständigen Metalllegierungen (Chrom, Nickel, Eisen).

Mit dem Verhalten von Magnesitsteinen in metallurgischen Oefen befaßt sich ein ziemlich allgemein gehaltener Bericht<sup>52)</sup>. Auf die geringe Feuerstandfestigkeit und die Empfindlichkeit gegen schroffen Temperaturwechsel wird erneut hingewiesen.

<sup>37)</sup> J. Jap. Ceram. Assoc. 35 (1927) S. 568. Trans. Ceram. Soc. 28 (1929) Nr. 1, Abstr. S. 7.

<sup>38)</sup> Z. techn. Phys. 10 (1929) Nr. 3, S. 103/6.

<sup>39)</sup> Feuerungstechn. 17 (1929) Nr. 5, S. 58.

<sup>40)</sup> Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 99, S. 1975/6.

<sup>41)</sup> Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 101, S. 2018/20.

<sup>42)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 10 (1928) Nr. 10, S. 784/94; vgl. Tonind.-Zg. (1928).

<sup>43)</sup> Univ. Ill. Bull. 26 (1928) Nr. 5.

<sup>44)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) S. 90.

<sup>45)</sup> Chem. Fabrik (1929) Nr. 7, S. 75/7; Nr. 8, S. 88/9.

<sup>46)</sup> Chem. Fabrik (1929) Nr. 19, S. 229.

<sup>47)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) Nr. 13, S. 858/67.

<sup>48)</sup> J. Am. Ceram. Soc. 10 (1927) Nr. 8, S. 569/78.

<sup>49)</sup> Iron Age 123 (1929) Nr. 7, S. 480/2.

<sup>50)</sup> Ind. Chem. 4 (1928) Nr. 46, S. 484/9.

<sup>51)</sup> Univ. Ill. Bull. Nr. 179 (1928).

<sup>52)</sup> Feuerungstechn. 17 (1929) Nr. 5, S. 57. Techn. mod. 20 (1926) S. 596/7.



Durch Verringerung des Kieselsäuregehaltes im Rohmagnetit mittels elektromagnetischer Aufbereitung soll sich die Feuerstandfestigkeit erhöhen lassen.

Einen größeren Bericht über die thermischen Eigenschaften feuerfester Steine gibt J. F. Hyslop<sup>53</sup>). Die Wichtigkeit der spezifischen Wärme, der Wärmespeicherfähigkeit, der Wärme- und der Temperaturleitfähigkeit wird besprochen und darauf hingewiesen, daß die besondere Bedeutung einer dieser Eigenschaften von Fall zu Fall von der Art der Verwendung der Steine abhängt. Der Einfluß der Porosität auf das Wärmeleitvermögen wird erneut hervorgehoben.

Easter<sup>54</sup>) weist in einer Arbeit erneut auf den Einfluß hin, den die Ausbildung der Poren und die Gasdurchlässigkeit auf das Wärmeleitvermögen von feuerfesten Steinen und Wärmeschutzsteinen ausüben. Mit einer von A. E. R. Westman und W. H. Pfeiffer<sup>55</sup>) beschriebenen Versuchsanordnung bestimmt er die Gasdurchlässigkeit einiger feuerfester Steine und Wärmeschutzsteine. Seine Ergebnisse stimmen mit den Werten anderer Forscher gut überein. Auf Grund von theoretischen Annahmen errechnet Easter mit Hilfe des Poiseuilleschen Gesetzes aus seinen Versuchswerten die Radien der den Poren äquivalenten Zylinderkapillaren und die Anzahl der Kapillaren für 1 cm<sup>2</sup> Steinfläche. Er sucht auf diese Weise über die Porenausbildung und -verteilung in einem Stein ein Bild zu bekommen. Dieses mit Hilfe der Kenntnis der Gasdurchlässigkeit mögliche Verfahren kann aber nur dann mit einiger Sicherheit angewandt werden, wenn der zu beurteilende Stein keine eingeschlossenen Poren enthält.

A. E. R. Westman<sup>56</sup>) berichtet über die Wärmeausdehnung von Schamottesteinen im Temperaturgebiet von 20 bis 900°. Es wurden 20 Schamottesteine mit Tonerdegehalten von 22 bis 45 % sowie in einem Falle ein Tonerdestein mit 75 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untersucht. Die Messung erfolgte mit einer neuartigen, einfachen Versuchseinrichtung, die näher beschrieben ist. Die Längenänderungen der Probekörper werden durch einen Quarzglasstempel auf eine geeichte Meßdose übertragen, die die unmittelbare Ablesung dieser Werte gestattet. Neben den Ausdehnungswerten werden auch die anderen kennzeichnenden Eigenschaften der Steine sowie ihr Ursprung und ihre Herstellungsart angegeben. Eine petrographische Untersuchung der Proben ergibt den Gehalt der Proben an freiem Quarz, eine rechnerische Betrachtung den Gehalt an freier Kieselsäure und Cristobalit. Diese Ergebnisse werden mit den Werten der Ausdehnungsmessungen verglichen. Bei mindestens 18 der untersuchten 20 Proben stimmen die Werte der verschiedenen Untersuchungen in thermischer, petrographischer und chemischer Hinsicht genügend überein. Es wird erwartet, daß für die Herstellung von Schamottesteinen wertvolle Fingerzeige gewonnen werden können, sobald es gelingt, die Verfahren zur Bestimmung der Umwandlungseffekte zu verbessern und ein verlässlicheres Verfahren zur Errechnung des Cristobalit- und Quarzgehaltes zu finden.

Ueber den physikalischen Aufbau von feuerfesten Stoffen unterrichtet eine Arbeit von T. S. Curtis<sup>57</sup>). Es wird gezeigt, daß die chemische Zusammensetzung hauptsächlich von Wert ist bei der Ueberwachung von Rohstoffen, der Wert des Endproduktes aber größtenteils bestimmt wird durch die zwischen Korn und Bindemittel bestehende, kristallographische Verwandtschaft. Der Arbeit sind mehrere Kleingefügebilder in natürlichen Farben beigegeben.

Auf Grund von Ausdehnungs- und Zugfestigkeitsbestimmungen an feuerfesten Baustoffen für Glashütten halten J. F. Hyslop, R. F. Proktor, N. C. Biggs<sup>58</sup>) die Zugfestigkeitsprüfung für besonders wertvoll für die Beurteilung der Betriebsbrauchbarkeit in Glashütten.

H. Hirsch<sup>59</sup>) erläutert die Bedeutung des Brenngrades von tonigen feuerfesten Stoffen für die Druckerweichungsprüfung an Hand von Beispielen.

Ueber die noch wenig untersuchten Beziehungen zwischen Druckfestigkeit und Temperatur bei feuerfesten Baustoffen hielt H. Hirsch, Berlin<sup>60</sup>), einen Vortrag auf der Hauptversammlung der Deutschen Keramischen Gesellschaft in Dresden. Mit einer bequemen Vorrichtung zur Ermittlung der Druckfestigkeit bei höheren Temperaturen wurde festgestellt, daß sich die Festig-

keit mit der Temperatur ändert. Schamottesteine haben einen Höchstwert der Druckfestigkeit bei 1000 bis 1200°, der den bei Raumtemperatur weit übersteigt. Dies scheint von noch unbekanntem Eigenschaften der Glasphase der SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gemenge abzuhängen. Silika- und Magnesit- und Tonerdesteine zeigen einen mit steigender Temperatur gleichmäßiger Festigkeitsabfall. Die Art der Herstellung und des Brandes kommt im Festigkeitsverlauf zum Ausdruck.

Die Druckfestigkeit von Schamottesteinen wird neuerdings im Zusammenhang mit der Normung der Prüfverfahren an vielen Stellen nachgeprüft. Ueber die Ergebnisse der Gemeinschaftsuntersuchung des wissenschaftlichen Fachausschusses des Bundes deutscher Fabriken feuerfester Erzeugnisse berichtet O. Groot-hoff<sup>61</sup>). Bei der Anwendung verschiedener Ausführungsarten des Prüfverfahrens ergaben sich große Streuungen, die eine Normung besonders wünschenswert erscheinen lassen. Weitere Arbeiten des Ausschusses sind geplant.

T. N. McVay und R. K. Hursh<sup>62</sup>) verfolgten den Angriff von Kohlenasche auf Steine mit hohem Diasporgehalt, auf Schamottesteine mit viel und wenig Quarz, auf Diaspor mit Bindeton und auf Andalusitsteine. Die Verschlackungsprüfung erfolgte in einem sich drehenden Kohlenstaubofen bei 1500 bis 1600°. Durch mikroskopische Untersuchungen wurde in den Schlacken zonen Magnetit, Mullit und Glas festgestellt. Die Eindringtiefe verschiedener Schlacken war entsprechend der Porosität bei Schamottesteinen geringer als bei den Diasporsteinen. Eine Veränderung der Dauer und der Temperatur der Verschlackung beeinflusste die Reaktionsprodukte zwischen Schlacke und Stein nicht. Die Laboratoriumsergebnisse stimmen mit den Betriebserfahrungen überein.

Nach einer kurzen Aufzeichnung<sup>63</sup>) beträgt die Zunahme von Eisenoxyd in Silikarohmassen aus Metallsplintern der Aufbereitungsmaschinen nur Bruchteile von Prozenten.

Bei Untersuchungen über die Eigenschaften von gebrannten Ton-Tonerde-Mischungen bei verschiedenen Brennbedingungen stellte F. Goeth<sup>64</sup>) fest, daß durch das Verhältnis Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : SiO<sub>2</sub> = 3 : 2 (Mullit) die günstigsten Eigenschaften zu erzielen waren. Der Erweichungsbeginn konnte bis 1630° hinaufgesetzt werden. Durch Ausübung von Druck auf die Probekörper während des Brennens konnte Verdichtung und eine Zwangskristallisation erreicht werden, die günstig auf den Widerstand gegen Verschlackung einwirkten. Kaolin-Tonerde-Mischungen im Sillimanitverhältnis erweichten im Gegensatz zu Ton-Tonerde-Mischungen später als die entsprechende Mullitmischung. Die Porositätsverhältnisse wurden eingehend untersucht.

##### 5. Normen, Gütevorschriften.

Bekanntlich besteht seit 1925 ein Fachnormenausschuß für feuerfeste Baustoffe, der zunächst in zwei Unterausschüssen die Normung der Form und der Prüfverfahren in Angriff nahm. Auf dem Gebiete der Formnormung ist jetzt das erste Din-Blatt erschienen (Din 1081), das die Abmessungen der ganzen Steine, Dreiviertelsteine und Ausgleichplättchen behandelt.

Auf dem Gebiete der Normung der Prüfverfahren liegen bislang drei Normblätter fertig vor: Din 1061 über Allgemeines, Begriffsbestimmungen und Probenahme, Din 1062 über die chemische Analyse und Din 1063 über Feuerfestigkeitsbestimmung nach Segerkegeln. Abgeschlossen sind ferner die Arbeiten für Din 1064 und Din 1065, die das Erweichen bei hohen Temperaturen unter Belastung und die Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des Raumgewichtes und der Porosität behandeln, so daß diese beiden Blätter auch in kurzer Zeit erscheinen dürften. In der Bearbeitung sind noch die Blätter über Nachschwinden und Nachwachsen, die Druckfestigkeit bei Zimmertemperatur, die Bestimmung des Widerstandes gegen schroffen Temperaturwechsel und die Bestimmung des Widerstandes gegen Verschlackung. Hier bedarf es noch eingehender Gemeinschaftsarbeiten zwischen den beteiligten Verbänden, um zum Abschluß zu kommen. Daneben hat der Unterausschuß für Prüfverfahren auch bereits die Behandlung der Gütenormen in Angriff genommen. Zur Beratung stehen die Entwürfe einmal für ein Blatt, das allgemeine Grundsätze über Gütenormen entwickelt und insbesondere die Abweichungsgrenzen bei den vorgeschriebenen und festgestellten Werten festlegt, ferner für ein Blatt, das bereits die Gütenormen für Hochofensteine bringen soll. Wenn auch hier noch nicht in allen Punkten Einheitlichkeit in den Ansichten der Hersteller und der Verbraucher der feuerfesten Steine herrscht, so ist doch mit einer Verabschiedung dieser beiden Blätter in nicht

<sup>53</sup>) Blast Furnace 16 (1928) Nr. 10, S. 1357/60; vgl. Ceram. Abstr. 8 (1929) S. 37/8.

<sup>54</sup>) J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) S. 764/8.

<sup>55</sup>) J. Am. Ceram. Soc. 9 (1926) S. 626/32.

<sup>56</sup>) Univ. Ill. Engg. Exp. Stat. Bull. Nr. 181 (1928) Sept. Glastechn. Ber. 6 (1929) Nr. 11, S. 671/2.

<sup>57</sup>) J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) Nr. 12, S. 904/16.

<sup>58</sup>) Glastechn. Ber. 5 (1928) Nr. 10, S. 561/71.

<sup>59</sup>) Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 95, S. 1899.

<sup>60</sup>) Ber. D. Keram. Ges. 9 (1928) Nr. 11, S. 577/96.

<sup>61</sup>) Tonind.-Zg. 53 (1929) Nr. 21, S. 430/3.

<sup>62</sup>) J. Am. Ceram. Soc. 11 (1928) S. 868/73.

<sup>63</sup>) Tonind.-Zg. 52 (1928) Nr. 89, S. 1766.

<sup>64</sup>) Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Aachen 1928.



Zahlentafel 1. Gütevorschriften für Silikasteine für Koksöfen.

|   |  | a) Hochbeanspruchte Steine    | b) Minderbeanspruchte Steine | Zulässige Toleranz von Einzelproben (nach Normblatt Din E 1086) |
|---|--|-------------------------------|------------------------------|---|
| 1 | Chemische Zusammensetzung (SiO <sub>2</sub> ) . . . . .                            | min. 93 %                     |                              | —   |
| 2 | Feuerfestigkeit . . . . .  | min. S. K. 32/33 (etwa 1720°) |                              | — 1/2 S.K.  |
| 3 | Feuerstandfestigkeit (Erweichungsbeginn unter Belastung von 2 kg/cm <sup>2</sup> ) | min. 1600°                    | min. 1500°                   | — 30°   |
| 4 | Spezifisches Gewicht . . . . .   | max. 2,38                     |                              | + 0,02°   |
| 5 | Gesamtporosität in Vol. %  | max. 26 %                     | max. 28 %                    | + 3 %   |

allzu ferner Zeit zu rechnen. Ein Blatt für feuerfeste Steine im Siemens-Martin-Ofenbetrieb ist z. Z. in der Vorbereitung.

Unter der Überschrift „Wirtschaft und Wissenschaft in der Industrie feuerfester Erzeugnisse“ bringt H. Paulus<sup>65)</sup> eine kritische Betrachtung der Bestrebungen nach Schaffung von Gütenormen für feuerfeste Steine. Er weist auf die großen Schwierigkeiten hin, die ja zweifellos auf dem Gebiete noch vorliegen, wobei man aber seinen Schlußfolgerungen durchaus nicht in allen Fällen folgen kann. Wenn der Verfasser dabei insbesondere Bezug nimmt auf ähnliche Auslassungen im amerikanischen Schrifttum, so kann dem entgegengehalten werden, daß doch gerade in Amerika die Gütenormung sehr weit fortgeschritten ist. Dem von ihm angeführten Satz: „Gütevorschriften für feuerfeste Erzeugnisse sollten auf den tatsächlichen Betriebserfordernissen gegründet sein“ kann man sich selbstverständlich nur anschließen, und anderes als dieses wird ja von der deutschen Eisenindustrie bei den Verhandlungen im Normenausschuß auch nicht verlangt.

Über Eigenschaften und Gütevorschriften von Silikasteinen für Koksöfen berichtet in übersichtlicher Weise H. Knuth<sup>66)</sup>, wobei er insbesondere versucht, Liefervorschriften oder Gütenormen für diese Verwendung aufzustellen. Auf Grund einer Gegenüberstellung von Beanspruchungen im Koksöfen und den bestehenden Prüfungsverfahren sowie einer vergleichenden Zusammenstellung von bisher benutzten Liefervorschriften von Koksöfenbau-Firmen und Zechen, ferner auf Grund der Vorschläge von K. Endell und E. Pfeiffer<sup>67)</sup> kommt er zu dem Ergebnis, daß die in *Zahlentafel 1* angegebenen Gütevorschriften für Silikasteine für Koksöfen wünschenswert und ausreichend seien. Die Vorschriften sollen sich mit denen nach amerikanischen Vorschlägen ungefähr decken, wo Segerkegel-Schmelzpunkt, spezifisches Gewicht, Porosität und Druckerweichung zur laufenden Prüfung dienen.

#### 6. Sondersteine, neue feuerfeste Baustoffe.

E. H. Schulz und A. Kanz<sup>68)</sup> legen einen Bericht „Beiträge zur Kenntnis feuerfester Sondersteine“ vor. Es werden die Chromitsteine, Bauxit- und Korundsteine, Zirkonsteine und Karborundumsteine hinsichtlich der Rohstoffe und der Herstellung feuerfester Steine aus ihnen beschrieben. Eine Anzahl handelsüblicher feuerfester Steine der betreffenden Arten, zumeist deutscher Herkunft, wurden einer ausführlichen Laboratoriumsprüfung unterzogen. In einer großen Anzahl von Zahlentafeln und Schaubildern sind die Versuchsergebnisse mitgeteilt. Sie decken sich meist mit den Ergebnissen früherer Arbeiten, lassen aber erkennen, daß die feuerfesten Sondersteine in ihren Eigenschaften teilweise überschätzt werden, und daß sie in mancher Beziehung noch nicht so entwickelt sind, um mit Erfolg mit den gegenwärtig gebräuchlichen feuerfesten Steinarten technisch und wirtschaftlich in Wettbewerb treten zu können.

W. Obst<sup>69)</sup> gibt eine Zusammenstellung der Verfahren zur Herstellung feuerfester Sondersteine. Er berücksichtigt feuerfeste Gegenstände unter Zuschlag von Zirkonsilikat und Graphit, feuerfeste Tiegel aus Magnesiumoxyd und Graphit unter Zusatz von Bindemitteln, Wärmeschutzstoffe aus magnesiahaltigen Rohstoffen wie Dolomit, Hornblende, Magnesit (geschmolzen und zu Fäden gezogen bis 1600° brauchbar, auch säurefest), Zirkonmasse und -überzüge, gebunden mit Mineralen (Metallsalze mit Uberschuß der im Salz vorhandenen Säure, schlackenbeständig), Mikroasbest, Zirkondioxyd und Aetzkalk für Behälter, in denen starke Lichtbogen erzeugt werden (hochtemperaturbeständig),

feuerbeständige Magnesiaverbindungen aus Dolomit und Magnesiumchlorid, Mullitsteine aus Tonerdesilikaten (besonders schlackenbeständig), Schmelztiegel für Metalle und Metallegierungen mit hohem Schmelzpunkt aus kieselsäurefreien Rohstoffen, reiner Tonerde, Magnesia-Spinell und Zirkonoxyd (Firma Haldenwanger) für Zwecke, wo Ton oder Kaolin enthaltende Tiegel nicht brauchbar sind.

Ein neuer feuerfester Stoff, genannt „Frinkit“, der in der Hauptsache aus Sillimanit besteht, wird von R. L. Frink<sup>70)</sup> beschrieben. Als Bindemittel dient ein Stoff, der bei gewöhnlicher Temperatur als Zement wirkt, beim Erhitzen sich jedoch chemisch verändert und so als Bindung dient. Seine thermische Ausdehnung soll die gleiche sein wie die des Sillimanits, sein Schmelzpunkt nur um ein geringes niedriger liegen. Dem neuen feuerfesten Stoff werden folgende Eigenschaften zugeschrieben: Geringer Schlackenangriff, Homogenität, gleichmäßige Flächen, geringe Schwindung, niedrige und gleichmäßige Wärmeausdehnung bei hohen Temperaturen, niedrige Wärmeleitfähigkeit und mäßige Herstellungskosten.

Bei Besprechung der Verwendung von Schamottesteinen und anderen keramischen Erzeugnissen in der chemischen Industrie weist F. Singer<sup>71)</sup> darauf hin, daß bei der Schamotteteherstellung durch einen besonderen Zuschlag von nicht mehr nachschwindender Tonerde in Form von auf elektrischem Wege hergestelltem Korund, ferner durch Siliziumkarbid, Zirkondioxyd und andere Zuschläge Verbesserungen erzielt worden sind, die die Gebrauchsfähigkeit der Masse bis auf etwa 1900° steigern.

#### 7. Mörtel, Zemente, Formsande, Anstrichmassen.

P. B. Robinson<sup>72)</sup> empfiehlt als Mörtel für den Bau von Koksöfen für die Vermauerung von Schamottesteinen eine Mischung von Ton, Schamotte und Sand in dem Verhältnis 50 : 25 : 25, wobei in Koksöfen, bei denen ein Verschlacken gewöhnlich nicht zu befürchten ist, und Ausbesserungsmöglichkeiten vorhanden sind, auch ohne Sand gearbeitet werden kann. Für Silikasteine im Koksöfenbau wird eine Mischung von 10 % plastischem Ton, 30 % Schamotte und 60 % Ganister empfohlen. In Gaswerken soll sich eine Mischung von feingemahltem Ganister mit etwa 5 % Kalk besser bewährt haben. Tonerde und Kalk sollen nicht gleichzeitig im Mörtel vorliegen. Zur Prüfung des Mörtels wird empfohlen, zwei Steine durch eine Mörtelschicht zu verbinden und nach dem Trocknen und Brennen, wofür bestimmte Richtlinien gegeben werden, auf Quellung, Schwindung und Risse zu untersuchen. Für Retortenbaustoffe wird als zweite Prüfung außerdem eine Schlackenangriffsprüfung vorgeschlagen.

Schutzanstriche für Schamottemauerwerk werden von G. Linde<sup>73)</sup> besprochen, so die Anstrichmasse Pyroment in ihrem Verhalten bei hohen Temperaturen. Sie wird als brauchbar und wirtschaftlich bezeichnet. Pyroment soll insbesondere in Salzbadhärteöfen eine gegen das Eindringen des Salzgemisches in das Mauerwerk schützende Glasur bilden und in Feuerungskämlen jahrelang den Einwirkungen gut standgehalten haben.

J. Behr<sup>74)</sup> beschreibt Geologie, Mineralogie und Wirtschaftsgeographie der deutschen Formsandvorkommen sowie die Entstehung der Sedimente. Er gibt eine Begriffserklärung des Formsandens. Für den Verbraucher werden zweckmäßige Begrenzungen der Handelssorten und Vorschläge für gleichmäßige Lieferung gegeben.

Umfassende Formsanduntersuchungen von H. Nipper und E. Piwowarsky<sup>75)</sup> geben Aufschluß über den Einfluß von Kornform, Korngröße, Tongehalt und Feuchtigkeit eines synthetischen Sandgemisches auf dessen Standfestigkeit. Auf Grund der Zahlenangaben lassen sich die höchsten Bindefestigkeiten nach dem Wassergehalt vorausbestimmen. Die Prüfvorrichtung ist der Dotyschen Maschine ähnlich. Ferner wurde der Einfluß des Kohlenstaubzusatzes, des Trocknens der Formen und anderer Einflüsse der Praxis auf die Standfestigkeit geprüft.

F. Maske und E. Piwowarsky<sup>76)</sup> bringen einen Beitrag zur Kenntnis der Gasdurchlässigkeit von Formsanden. Es werden zwei Versuchsanordnungen beschrieben. Die beim Gießen eines Formstückes auftretenden Gasmengen sind abhängig von der Dicke des Gußstückes, der Gießtemperatur, der Art des Formsandens und von den Sandzusätzen, Kohlenstaub und Wasser.

<sup>70)</sup> Nat. Glass Budget 44 (1928) Nr. 34, S. 3. Ceram. Abstr. 8 (1929) Nr. 3, S. 195.

<sup>71)</sup> Chem. Fabrik (1928) S. 67/9.

<sup>72)</sup> Feuerfest 5 (1929) S. 13.

<sup>73)</sup> Z. V. d. I. 72 (1928) S. 1740.

<sup>74)</sup> Gieß. 15 (1928) Nr. 38, S. 945/8.

<sup>75)</sup> Gieß. 16 (1929) Nr. 10, S. 219/25; Nr. 11, S. 237/49.

<sup>76)</sup> Gieß. 15 (1928) Nr. 24, S. 559/66.

<sup>65)</sup> Feuerfest 5 (1929) S. 53.

<sup>66)</sup> Feuerfest 5 (1929) S. 21.

<sup>67)</sup> Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 91 (1926).

<sup>68)</sup> Mitt. Forsch.-Inst. Ver. Stahlw. 1 (1928) Heft 2.

<sup>69)</sup> Feuerfest 5 (1929) Nr. 1, S. 4/5



Die Abhängigkeit der Gasdurchlässigkeit von Formsand vom Wasserzusatz, von der Aufbereitung, vom Mergelzusatz, vom Quarzsand- und Kohlenstaubzusatz, vom Trocknen, Schwärzen und Einstäuben der Form wurde sowohl beim Gießen als auch durch vergleichende Laboratoriumsmessungen geprüft.

Ein Aufsatz von R. Stotz<sup>77)</sup> behandelt die Eignung der Sande für Oelkerne. Die Anforderungen an Bildsamkeit, Feuerbeständigkeit, Gasdurchlässigkeit, Festigkeit, Korngröße, chemische Zusammensetzung für diesen Sonderzweck sind zusammengestellt. Die geologischen Verhältnisse einer Grube in der Lausitz und die dortige Gewinnung von Formsand werden beschrieben.

Z. Pinski-Amberg<sup>78)</sup> stellt den Einfluß des Trocknens auf die Eigenschaften von Gebrauchssanden fest.

#### 8. Schrifttumsübersicht.

Eric J. Vickers<sup>79)</sup> gibt eine kritische Uebersicht über kolloidchemische Probleme bei Tonen und eine sehr umfassende Bibliographie.

Ueber die Fortschritte auf feuerfestem Gebiet in England in den Jahren 1926 und 1927 gibt W. Steger<sup>80)</sup> einen ausführlichen Bericht.

Ueber die feuerfesten Stoffe, die in der Metallurgie verwendet werden, über ihre Eigenschaften und über Versuche zur Bestimmung derselben berichtet P. Gilard<sup>81)</sup> eingehend.

E. Kieffer-Meiningen<sup>82)</sup> berichtet umfassend über die Fortschritte des keramischen Materialprüfungswesens in der Nachkriegszeit, wobei nicht nur neue Verfahren Erwähnung finden, sondern auch die Fortentwicklung älterer Arbeitsweisen berücksichtigt wird. Die Zusammenstellung umfaßt Rohstoffe und Fertigerzeugnisse.

Eine sehr vollständige Uebersicht über das Schrifttum wird als Beilage zu den Berichten der Deutschen Keramischen Gesellschaft<sup>83)</sup> geliefert.

Die Veröffentlichungen des American Refractories Institute von 1926/27 sind in einem Sammelbericht von Philipp<sup>84)</sup> zusammengestellt worden.

Eine Zusammenstellung des Schrifttums über Formsande, ihre Prüfung und Verwendung enthalten die Veröffentlichungen des Iron and Steel Institute<sup>85)</sup> für das Jahr 1928.

An gleicher Stelle<sup>86)</sup> findet sich eine weitere Uebersicht über das englische und amerikanische Schrifttum im Jahre 1928.

E. H. Schulz, F. Hartmann und A. Kanz.

## Aus Fachvereinen.

### American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

(Herbstversammlung vom 9. bis 13. September 1929 in Cleveland. — Fortsetzung von Seite 54.)

C. C. Furnas und T. L. Joseph, Minneapolis (Minn.), berichteten über

#### Hochofenfüllung und Stückgrößenverteilung,

wozu sie Modellversuche an einem Parry-Trichter angestellt hatten.

Der Ofengang ist im wesentlichen abhängig von der Gleichmäßigkeit der Berührung zwischen Gasstrom und den festen Bestandteilen der Begichtung. Um diese zu erreichen, ist eine gleichmäßige Stückverteilung über den Ofenquerschnitt vonnöten; an zahlreichen, selbst gut gehenden Oefen ist jedoch festgestellt worden, daß die Möllerverteilung und somit auch der Gasdurchgang außerordentlich unregelmäßig ist. Um hier eine Besserung herbeizuführen, ist eine Kenntnis der Vorgänge bei der Schüttung nötig.

Wenn auch die Modellversuche in möglichster Annäherung an die wirklichen Verhältnisse durchgeführt wurden, so waren sich Furnas und Joseph doch bewußt, daß die Ergebnisse nur einen bedingten Wert haben und nicht ohne weiteres auf im Betrieb befindliche Oefen anzuwenden sind. Gleichwohl läßt sich aus den Versuchen entnehmen, daß besonders wichtig für die

Schichtung sind der Abstand der Glocke von der Beschickungssäule, die Art der Begichtung, die Stückgröße, Mischung und Nässe des Möllers, der Winkel der Glocke und Entfernung der Glocke vom Schachtmauerwerk. Man kann folgende drei Grundsätze für die Schüttung des Parry-Trichters aufstellen:

1. die durchschnittliche Stückgröße ist in der Mitte des Ofens größer als am Rande;
2. je schneller die Begichtung vor sich geht, um so gleichmäßiger ist die Stückgröße in der Mitte und am Rande;
3. durch Vergrößerung des Abstandes der Glocke vom Schachtmauerwerk wird die Lagerung am Rande lockerer, in der Mitte dichter.

Die durchschnittliche Stückgröße der Beschickung in der Mitte des Ofens kann vermindert werden durch möglichstes Vollhalten des Ofens, durch Vergrößerung des Glockenwinkels, durch Erhöhung des Glockenhubes und der Senkgeschwindigkeit, durch Vergrößerung des Abstandes der Glocke von der Schachtwand. Durch das umgekehrte Vorgehen kann man die Stückgröße in der Mitte des Ofens vergrößern. Dasselbe läßt sich durch Aufgeben des Kokes auf die große Glocke vor dem Erz oder durch Mischen des Kokes mit dem Erz erreichen.

Die meisten amerikanischen Hochöfen sind mittelgänglich, was von Furnas und Joseph für wünschenswert gehalten wird. Bei randgängigen Oefen besteht die Möglichkeit, sie auf einem der oben angedeuteten Wege mittelgänglich zu machen. Um hier rechtzeitig eingreifen zu können, ist es für einen guten Betrieb unbedingt nötig, den Ofen ständig auf seine Temperaturverhältnisse, Gaszusammensetzung und Gasgeschwindigkeit hin zu beobachten.

Die Verfasser beschäftigen sich dann noch mit der Frage des Gichtstaubentfalles, die ja auch bei uns in Deutschland von einer überragenden Bedeutung ist. Die Ergebnisse ihrer Laboratoriumsversuche haben sie an den wirklichen Verhältnissen gut gehender Oefen überprüft. Sie sind der Ansicht, daß der Staubentfall im wesentlichen von dem Anteil der Feineren (über 1,6 mm) des Möllers abhängig ist; man sollte daher von vornherein die Erze absieben, statt sie so aufzugeben und dann den Staub zu sintern. Nach Ansicht des Berichterstatters spielt jedoch die Betriebsgeschwindigkeit eine ebenso große Rolle; daher ist auch bei den großen Oefen mit hoher Leistung der Staubentfall so gewaltig.

Daß das Brechen der Erze mit gleichmäßiger Stückgröße von großem Einfluß auf den Ofengang ist, ist wohl schon seit Jahren Gemeingut aller Hochöfner geworden. P. Geimer.

A. B. Kinzel und J. J. Egan, New York, berichteten über Versuchsergebnisse zur Bestimmung des Gleichgewichtes des Systems Eisenoxydul-Kohlenstoff im geschmolzenen Eisen.

Die Gleichgewichtskonstante  $(\text{FeO}) \cdot (\text{C}) = k$  der Reaktion  $\text{FeO} + \text{C} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}$  war bisher auf Grund der Arbeiten von A. L. Feild<sup>1)</sup> und von Herty an Hand von Betriebszahlen verschiedener Siemens-Martin-Oefen angegeben worden. Die für eine Temperatur von 1550° anfänglich benutzten Werte für  $k$  waren ziemlich hoch ( $4 \times 10^{-2}$ ), während man sich später auf einen Wert von  $0,8 \times 10^{-2}$  geeinigt hatte.

Diesem Wert haftete jedoch eine große Unsicherheit an. Um die noch vorliegenden Unklarheiten zu beheben, bestimmten die genannten Verfasser den Wert der Gleichgewichtskonstanten für 1550° versuchsmäßig. Sie benutzten hierzu einen Sarbey-Vakuumofen<sup>2)</sup>, in dem ein Molybdänblechzylinder als Widerstandsheizkörper diente. In dem Zylinder war der Tiegel aus geschmolzener Magnesia aufgestellt. Als Ausgangsstoff für die Schmelzen diente reines, im Vakuum umgeschmolzenes Elektrolytisen. Das Einschmelzen der Proben geschah nach Angabe der Verfasser bei Klebevakuu. Der Ofen konnte mit gereinigtem Kohlenoxyd, das aus Schwefelsäure und Ameisensäure entwickelt wurde, gefüllt, und die Temperatur des Ofens auf 3° genau eingehalten werden. Da die Masse des Heizkörpers gering ist, kühlte der Ofen beim Ausschalten des Stromes schnell ab. Die Temperatur fällt innerhalb 5 min von 1550 auf 800°.

Die Verfasser glauben, daß diese Abkühlungsgeschwindigkeit genügt, um das bei 1550° eingestellte Gleichgewicht während der Abkühlung festzuhalten. Bei einem Teil der Versuche wurde der Ofen nach Einschmelzen des Elektrolytiseisens mit Kohlenoxyd gefüllt und der Gasdruck mehrere Stunden auf Atmosphärendruck gehalten. Teilweise wurde das Gleichgewicht im Gasstrom eingestellt, indem ein Kohlenoxydstrom von 25 cm<sup>3</sup> je min durch-

1) Iron and Steel Technology in 1928, S. 114/41; vgl. St. u. E. 48 (1928) S. 1341/4.

2) Iron and Steel Technology in 1928, S. 303.

77) Gieß. 15 (1928) Nr. 38, S. 948/52.

78) Gieß. 16 (1929) Nr. 13, S. 285/91.

79) Trans. Ceram. Soc. 28 (1929) Nr. 2, S. 91/7; Nr. 3, S. 124/47.

80) Feuerfest 4 (1928) Nr. 10, S. 149/56.

81) Rev. univ. des mines 20 (1928) Nr. 4, S. 170/202.

82) Meßtechn. 4 (1928) Nr. 10, S. 263/75.

83) Ber. D. Keram. Ges. 9 (1928) Beilage.

84) Feuerfest 4 (1928) Nr. 11, S. 168/70; Nr. 12, S. 181/7.

85) J. Iron Steel Inst. 2 (1928) S. 314/8.

86) J. Iron Steel Inst. 2 (1928) S. 242/8.



Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse bei der Bestimmung des Gleichgewichtes von Eisenoxydul und Kohlenstoff bei 1550°.

| Lfd. Nr. | Temperatur °C | Zeitdauer min | Einsatz                         |      |      | Block |        |       | k                  | Bemerkungen        |
|----------|---------------|---------------|---------------------------------|------|------|-------|--------|-------|--------------------|--------------------|
|          |               |               | Probe                           | C %  | O %  | C %   | O %    | FeO % |                    |                    |
| 1        | 1550          | 40            | Elektrolyteisen                 | —    | —    | 0,028 | 0,0041 | 0,018 | $5 \times 10^{-4}$ | geschlossener Ofen |
| 2        | 1550          | 140           | „                               | —    | —    | 0,035 | 0,0032 | 0,014 | $5 \times 10^{-4}$ | „                  |
| 3        | 1550          | 110           | Elektrolyteisen mit Kohlenstoff | 1,67 | —    | 0,021 | 0,0037 | 0,018 | $5 \times 10^{-4}$ | „                  |
| 5        | 1550          | 110           | Elektrolyteisen                 | —    | —    | 0,021 | 0,0048 | 0,022 | $5 \times 10^{-4}$ | CO-Strom           |
| 6        | 1550          | 210           | „                               | —    | 0,11 | 0,03  | 0,0042 | 0,019 | $5 \times 10^{-4}$ | „                  |
| 7        | 1550          | 240           | „                               | —    | —    | 0,027 | 0,0051 | 0,023 | $6 \times 10^{-4}$ | „                  |

geleitet wurde. Bei zwei weiteren Versuchen wurde von einem hochgekohlten und einem stark sauerstoffhaltigen Elektrolyteisen ausgegangen. In beiden Fällen stellte sich dasselbe Gleichgewicht wie bei den übrigen Versuchen ein. Nach dem Abkühlen wurden die Schmelzen sorgfältig auf Kohlenstoff und Sauerstoff untersucht. Der Kohlenstoff wurde volumetrisch durch Verbrennung, der Sauerstoff durch das Vakuumerschmelzverfahren (Heißextraktion) als Gesamtsauerstoff bestimmt.

Die Ergebnisse der Versuche zeigt *Zahlentafel 1*, aus der hervorgeht, daß der Wert für die Gleichgewichtskonstante  $k$   $5 \times 10^{-4}$  ist. Dieser Wert ist überraschend niedrig. Ein auf Vorschlag von Herty in Anwesenheit eines Graphitstückes im Ofen oberhalb des Tiegels durchgeführter Versuch ergab denselben Wert für  $k$ . Es ist vielleicht nicht ganz von der Hand zu weisen, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit nicht groß genug war, und der Wert für  $k$  einem bei tieferer Temperatur bestehenden Gleichgewicht entspricht. Die gute Übereinstimmung der einzelnen Untersuchungen spricht nicht dagegen.

Wahrscheinlich ist der große Unterschied zwischen diesem im Laboratorium ermittelten Wert und dem von Herty an betriebsmäßigen Schmelzungen errechneten darauf zurückzuführen, daß im Siemens-Martin-Ofen das Gleichgewicht niemals richtig erreicht wird. *W. Hessenbruch.*

B. A. Rogers, Chicago, Ill., sprach über

#### Gefügeänderungen des Eisens beim $A_3$ -Punkt.

Der Verfasser berichtet über die Gefügeänderungen bei der  $\alpha \rightarrow \gamma$ -Umwandlung auf Grund unmittelbarer mikroskopischer Beobachtung. Die hierzu verwandte Heizeinrichtung wird eingehend beschrieben. In Bestätigung früherer Aussagen findet er, daß die Umwandlung von einer äußerst rasch verlaufenden Verwerfung der Oberfläche begleitet wird. Die Temperatur dieser

Gefügeänderung stimmt mit der des Haltepunktes auf der Temperatur-Zeit-Kurve überein. Bei der Erhitzung wurden im Mittel 912°, bei der Abkühlung 899° gemessen.

Der Beginn der Umwandlung äußert sich in einer Aufweitung der Korngrenzen. Gelegentlich kann auch eine Verdoppelung der Korngrenzen festgestellt werden. Nach ihrer Vollendung ist die gesamte Oberfläche verworfen und mit reliefartigen Netzzeichnungen versehen. Bei mehrfachem hintereinanderfolgendem Durchgang durch das Umwandlungsgebiet wird die Unterteilung und Zerklüftung des Gefüges vermehrt. Die Gefügeänderung verliert an Deutlichkeit, wenn dem Eisen ein Stoff zugesetzt wird, der mit ihm ein Eutektoid bildet. Auch Kobalt zeigt bei seiner Umwandlung bei 445° eine ähnlich geartete Verwerfung der Schmelzfläche. *W. Köster.*

James Aston, Pittsburgh, Pa., berichtete über

#### Fortschritte in der Schweißstahlerzeugung.

Die Ausführungen bringen gegenüber früheren Mitteilungen über das Aston-Verfahren nichts Neues<sup>1)</sup>. Bemerkenswert erscheinen vielleicht noch einige Angaben über die Herstellung und Zusammensetzung der Schlacke, in die das in einem Konverter vorgefrischte Metall eingegossen wird. Verwendung findet eine Eisenoxydul-Silikat-Schlacke, die in einem besonderen, mit Magnesit zugestellten Kippofen erschmolzen wird. Als Einsatz dient dabei gewöhnliche Schweißschlacke, Hammerschlag, Walsinter und Sand. Die Zusammensetzung ist etwa folgende: 70 bis 75 % FeO, 5 bis 10 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 bis 12 % SiO<sub>2</sub>, 2 % MnO, 2 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, MgO und andere Oxyde in Spuren. Besondere Bedeutung soll jedoch nur dem Eisensilikatgehalt zukommen.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 666/7.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 2 vom 9. Januar 1930.)

Kl. 10 a, Gr. 5, B 124 637. Koksöfen. Joseph Becker. Pittsburgh (Pennsylvania), V. St. A.)

Kl. 10 a, Gr. 15, L 70 847. Planierstangenkopf für Koksöfen. Ignaz Loeser, Essen, Olbrichstr. 7.

Kl. 18 a, Gr. 6, G 74 974. Vorrichtung zum Beschicken von Biegegeschübeln mit Hochofenkoks. Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 18 a, Gr. 18, A 52 818. Metallurgischer Ofen zum Erschmelzen von Metallen, insbesondere von Eisen und Eisenlegierungen. Eugène Astima, Paris.

Kl. 18 c, Gr. 8, K 104 868. Verfahren zum Erhöhen der Streckgrenze durch Kaltbearbeitung bei der Herstellung von Hohlkörpern aus Stahllegierungen, denen durch Vergüten eine Erhöhung der Streckgrenze nicht erteilt werden kann. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 21 b, Gr. 18, H 111 063. Elektrischer Induktionsofen zum Schmelzen oder zur Behandlung von Stoffen in Wärme. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 9—11.

Kl. 48 d, Gr. 4, C 40 852. Verfahren und Mittel zum Schutze von Eisen und Stahl gegen Rost. William Howard Cole, Paris.

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 2 vom 9. Januar 1930.)

Kl. 1 b, Nr. 1 102 460. Magnetscheider. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 b, Nr. 1 102 451. Pilgerschrittwalze und Walzdorn. Mathias Peters, Düsseldorf, Lindemannstr. 88.

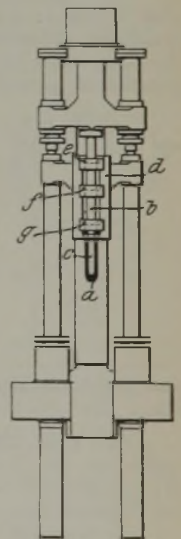
### Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 b, Gr. 12, Nr. 485 366, vom 22. September 1928; ausgegeben am 12. November 1929. Adolf Kreuser, G. m. b. H., in Hamm i. Westf. (Erfinder: Adolf Kreuser in Hamm, Westf.) *Stehende Ziehpressen (Stoßbank) zur Herstellung von Rohren aus nicht durchgehend gelochten Blöcken.*

Die Blöcke a werden über den Dorn c gesteckt und in einem Arbeitsgange mit Hilfe eines oder mehrerer in einem Halter hintereinander liegender Ziehringe gezogen. Hierbei ist der Ziehstempel c mit Ziehstempelstange b ortsfest angeordnet, und der Ziehringhalter d wird mit den Ziehringen e, f, g beim Arbeitshub von unten nach oben oder von oben nach unten über den Dorn c und das Werkstück a bewegt.

Kl. 7b, Gr. 19, Nr. 485 705, vom 8. März 1927; ausgegeben am 4. November 1929. Eumuco, A.-G. für Maschinenbau, in Schlebusch-Manfort. *Verfahren zur Herstellung von Rohrlinie- und ähnlichen Schmiedestücken.*

Ein gerades Stück Rundstange wird durch einen Stempel unter Druck von der Kopfseite her in ein geschlossenes Gesenk eingeführt



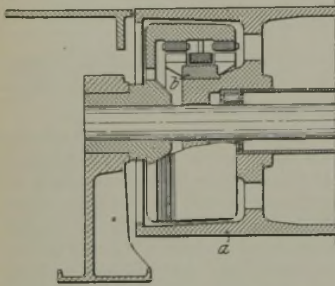
<sup>1)</sup> Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.



und im Anschluß durch die gleiche Pressung teilweise ausgehöhlt. Auf diese Weise kann eine Gratbildung auf den Flächen der Werkstücke nicht stattfinden.

**Kl. 10 a, Gr. 14, Nr. 485 895**, vom 12. August 1928; ausgegeben am 11. November 1929. Heinrich Koppers, A.-G., in Essen, Ruhr. *Verfahren zur Herstellung verdichteter Kohlekuchen für die Beschickung von Koksofen.*

Die in einer Preßvorrichtung hergestellten Einzelblöcke werden durch einen Saugheber erfaßt, an einer Laufkatze aufgehängt und über die Bodenplatte des Kohlekuchens gefahren. Dort werden sie an einer seitlichen Führungswand heruntergelassen, und so wird in steter Folge der Kohlekuchen aufgebaut.

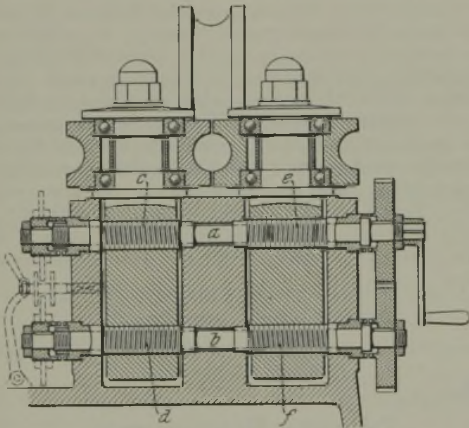


**Kl. 7 a, Gr. 24, Nr. 486 162**, vom 22. September 1925; ausgegeben am 12. November 1929. Maschinenfabrik Sack, G. m. b. H., in Düsseldorf-Rath. *Elektrischer Einzelantrieb für die Rollen von Walzwerksrollgängen.*

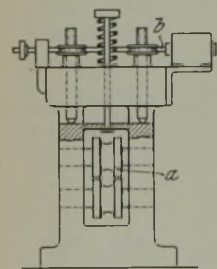
Die Rollenstirnwand trägt den Rotor b und kann so weit in das Innere der Rolle a zurück-

gesetzt sein, daß der Rotor von dem Rollenmantel ganz oder teilweise verdeckt wird.

**Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 486 171**, vom 30. November 1928; ausgegeben am 13. November 1929. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. *Anstellvorrichtung für kreuzweise hintereinander liegende Walzen.*



Durch die hohl ausgebildeten Schraubenspindeln c, d, e, f sind Wellen a, b hindurchgeführt, die mit den auf ihnen laufenden Schraubenspindelgehäusen derart gekuppelt sind, daß die Tragachsen der senkrecht gestellten Walzen einzeln oder gemeinsam gegeneinander verstellbar sind.



**Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 486 172**, vom 20. Oktober 1928; ausgegeben am 12. November 1929. Ewald Röber in Düsseldorf. *Feinverstellung der Oberwalze bei Pilgerschrittwalzwerken.*

Die Anordnung zur Grobverstellung der Oberwalze a wird dadurch zur selbsttätigen Feinverstellung dieser Walze während des Walzvorganges brauchbar gemacht, daß man durch ein vom Walzantrieb gesteuertes Schaltwerk das Hauptglied der Grobverstellung, also die Schneckenwelle b oder die Zahnstange, absatzweise im Sinne der gewünschten Lageänderung der Oberwalze bewegt.

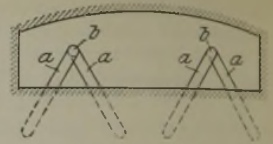
**Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 486 173**, vom 18. Dezember 1928; ausgegeben am 12. November 1929. Zusatz zum Patent 486 172. Ewald Röber in Düsseldorf. *Feinverstellung der Oberwalze bei Pilgerschrittwalzwerken.*

Die Feinverstellung wird durch einen unabhängigen Motor angetrieben; dieser wirkt auf ein entkoppelbares Getriebe ein, das zur schrittweisen Verstellung des Antriebsgliedes der Stellvorrichtung vorgesehen ist.

**Kl. 18 c, Gr. 10, Nr. 486 180**, vom 28. Juni 1927; ausgegeben am 18. November 1929. Zusatz zum Patent 387 705. Friedrich

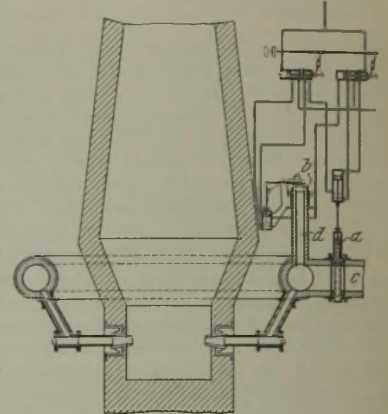
Siemens, A.-G., in Berlin. *Wassergekühlte Gleitschiene für Wärmöfen.*

Die gekühlten Stützen a sind in einem Winkel zueinander angeordnet derart, daß sie zum Teil von der einen, zum Teil von der andern Seite gegen die Schiene b geneigt sind. Hierdurch wird eine sichere Abstützung der Schienen gegen seitliche Schubkräfte erreicht.



**Kl. 18 a, Gr. 15, Nr. 486 234**, vom 21. Januar 1928; ausgegeben am 12. November 1929. Zimmermann & Jansen, G. m. b. H., in Düren, Rhld. *Vorrichtung zur Verhinderung von Explosionen in Hochofenwindleitungen durch selbsttätige Absperrung der Leitungen und selbsttätiges Öffnen eines Ventils.*

Im Falle der Gefahr wird die selbsttätige Absperrung der Windleitungen und das selbsttätige Öffnen eines Auslaßventils durch zwei getrennte, zwangsläufig naheinander, zweckmäßig von einer Zentralstelle aus geschaltete Vorrichtungen a, b herbeigeführt, von denen die eine a den Ofen gegenüber den Windleitungen c abschließt und die andere b eine Leitung d zum Austritt explosiver Gase ins Freie öffnet. Die Bestätigung der beiden Vorrichtungen ist von der zufälligen Kraft des Heißwindes oder Hochofendruckes unabhängig und wird von einer sicheren Kraftquelle gespeist.

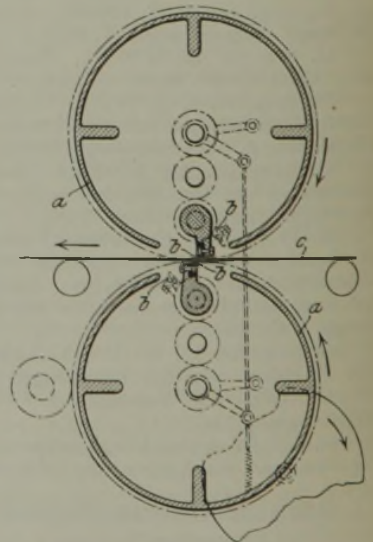


**Kl. 18 b, Gr. 14, Nr. 486 235**, vom 1. April 1926; ausgegeben am 15. November 1929. Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft in Witkowitz und Carl Salat in Mährisch Ostrau. *Herdofen nach dem Regenerativsystem, bei dem einem als einströmend arbeitenden Brenner zwei oder mehr Brenner oder Brennerköpfe zugeschaltet sind, welche die Abgase führen.*

Die Brenner oder die Brennerköpfe sind derart mit den Regeneratorkammern verbunden, daß jeder einzelne der einem Ofenkopf zugeordneten Brenner zur Einführung der Gase in den Herd dienen kann, während der oder die übrigen Kanäle derselben Ofenseite die Verbrennungsgase abführen.

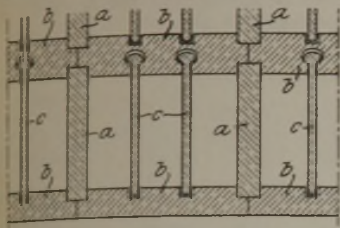
**Kl. 49 c, Gr. 13, Nr. 486 386**, vom 4. Juli 1928; ausgegeben am 23. November 1929. Amerikanische Priorität vom 10. März 1928. Johann Hahn in Cleveland E. C., Ohio, V. St. A. *Schere zum Schneiden breiter Streifen laufenden Walzgutes mit umlaufenden Messern, die an zwei sich gegenläufig drehenden Trägern angeordnet sind.*

Die Messer b werden bei der Drehung der Träger a stets in einer zur günstigsten Schneidstellung gleichlaufenden Lage gehalten, so daß gleichmäßige Abschnitte entsprechend der Umfangslänge der Träger a entstehen. Sollen Stücke geschnitten werden, die einem Vielfachen dieser Länge entsprechen, so werden die Messer vorübergehend aus der Schneidstellung während der Drehung der Trommeln ausgeschaltet, wobei eine Berührung des Walzgutes durch die Messer nicht stattfindet. Während ihrer Ausschaltung bilden die Messer mit dem Walzgut einen anderen Winkel als während der Schneidstellung.





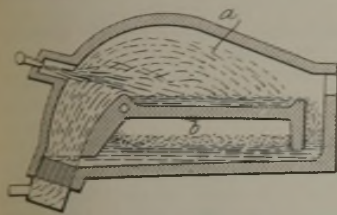
Kl. 24 c, Gr. 5, Nr. 486 441, vom 25. November 1928; ausgegeben am 16. November 1929. Poetter, G. m. b. H., in Düsseldorf. Aus Platten o. dgl. aufgebauter Wärmeaustauscher.



Die tragenden Teile a, b des Wärmeaustauschers werden aus einem, auch in größerer Wandstärke billigen, wenn auch schlechter wärmeleitenden Stoff hergestellt, während seine unbelasteten wärmeübertragenden Trennwände c aus dünnen Platten eines feuerfesten Stoffes von größerer Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden. Die frei aufgehängten dünnen Trennwände bestehen zweckmäßig aus Siliziumkarbid.

stellt, während seine unbelasteten wärmeübertragenden Trennwände c aus dünnen Platten eines feuerfesten Stoffes von größerer Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden. Die frei aufgehängten dünnen Trennwände bestehen zweckmäßig aus Siliziumkarbid.

Kl. 18 a, Gr. 18, Nr. 486 499, vom 29. März 1925; ausgegeben am 18. November 1929. Hans Christian Hansen in Berlin.



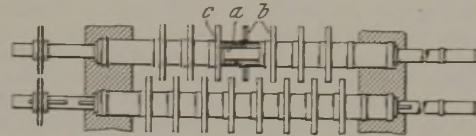
Verfahren und Vorrichtung zur Reduktion geschmolzener Erze im Flammofen.

Die geschmolzenen Erze werden mit Hilfe eines neutralen Preßgasstromes in einer Ofenanlage mit beheiztem Herd a und

einer darunter liegenden zum Reduzieren dienenden Wanne b im Kreislauf geführt. Dadurch werden die durch die Reduktion verbrauchten Wärmemengen durch Wiederverhitzung im Herdraum a schnell wieder ersetzt, und ein Dickflüssigerwerden des Erzes wird verhindert.

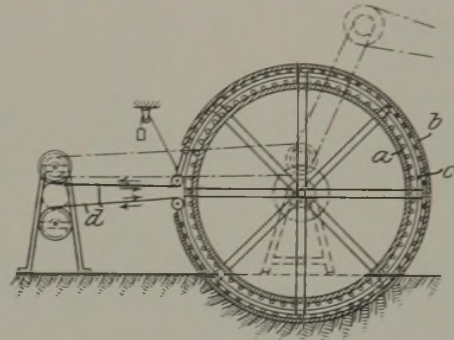
Kl. 18 c, Gr. 10, Nr. 486 500, vom 28. Juni 1928; ausgegeben am 22. November 1929. Arthur Theodore Kathner in New Cumberland, Virginia, V. St. A. Fördererelement mit hohler gekühlter Tragachse für Glüh- und Wärmöfen.

Um die Tragachse a und die darauf befindlichen Scheiben b gegen den Einfluß der Hitze zu schützen, sind Naben c vorgesehen, die im Abstände von der Tragachse liegen und derart verbunden



sind, daß eine zylindrische Tragfläche gebildet wird. Der so entstandene Zylinder kann mit einer wärmeschützenden, hitzebeständigen oder wärmeschützenden oder hitzebeständigen Packung ausgefüllt werden.

Kl. 40 d, Gr. 2, Nr. 486 662, vom 23. Dezember 1927; ausgegeben am 25. November 1929. Karl Storek in Leipzig. Vorrichtung zum Glühen von Blechbändern u. dgl.



Das Blechband d, das geglüht werden soll, wird zwischen zwei konzentrisch angeordneten Trommeln a, b über einen dazwischen liegenden ein- oder beiderseitig beheizten Trommel- oder Rollenkranz c geführt. Dadurch wird eine Einwirkung der Glühhitze auf beide Seiten des Bandes und damit eine gleichmäßige Glühwirkung erzielt.

## Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im Dezember 1929<sup>1)</sup>.

In Tonnen zu 1000 kg.

| Bezirke  | Rohblöcke   |               |                               |                            |                           |                                | Stahlguß  |        |                      | Insgesamt  |            |
|--|-------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------|--------|----------------------|------------|------------|
|  | Thomasstahl | Bessemerstahl | Basische Siemens-Martin-Stahl | Saure Siemens-Martin-Stahl | Tiegel- und Elektro-Stahl | Schweißstahl- (Schweiß-eisen-) | basischer | saurer | Tiegel- und Elektro- | 1929       | 1928       |
| Dezember 1929: 24 Arbeitstage, 1928: 24 Arbeitstage                            |             |               |                               |                            |                           |                                |           |        |                      |            |            |
| Rheinland-Westfalen  | 499 639     |               | 406 386                       | 5 972                      | 8 957                     |                                | 9 684     | 4 436  | 325                  | 935 458    | 849 957    |
| Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen   | —           |               | 22 426                        | —                          | —                         |                                | 347       | 60     | —                    | 23 409     | 32 439     |
| Schlesien  | —           |               | 30 792                        | —                          | 491                       |                                | 340       | 410    | —                    | 31 687     | 37 019     |
| Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland  |             |               | 61 801                        |                            |                           | 2 161                          | 1 929     | 825    | 1 163                | 99 180     | 104 754    |
| Land Sachsen   |             |               | 35 960                        |                            |                           |                                | 1 075     | 249    |                      | 43 244     | 43 185     |
| Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz   | 57 439      |               | 2 734                         | —                          | —                         |                                | 371       | 133    | —                    | 23 127     | 23 264     |
| Insgesamt: Dezember 1929   | 557 078     | —             | 560 099                       | 5 972                      | 9 448                     | 2 161                          | 13 746    | 6 113  | 1 488                | 1 156 105  | —          |
| davon geschätzt  | —           | —             | 7 500                         | —                          | 30                        | —                              | 515       | 1 065  | 430                  | 9 540      | —          |
| Insgesamt: Dezember 1928   | 499 409     | —             | 547 984                       | 9 916                      | 10 949                    | 3 083                          | 12 321    | 5 750  | 1 206                | —          | 1 090 618  |
| davon geschätzt  | —           | —             | 7 500                         | —                          | 30                        | —                              | 75        | 100    | —                    | —          | 7 705      |
| Durchschnittliche arbeitstägl. Gewinnung                                       |             |               |                               |                            |                           |                                |           |        |                      | 48 171     | 45 442     |
| Januar bis Dezember <sup>2)</sup> 1929: 305 Arbeitstage, 1928: 306 Arbeitstage |             |               |                               |                            |                           |                                |           |        |                      |            |            |
| Rheinland-Westfalen  | 6 632 494   |               | 6 059 617                     | 143 925                    | 140 173                   |                                | 126 996   | 61 085 | 6 007                | 13 171 484 | 11 462 415 |
| Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen   | —           |               | 358 572                       | —                          | —                         |                                | 3 974     | 1 392  | —                    | 381 708    | 380 075    |
| Schlesien  | —           |               | 520 098                       | —                          | 10 926                    |                                | 5 833     | 6 274  | —                    | 535 920    | 525 571    |
| Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland  |             |               | 751 570                       |                            |                           | 35 720                         | 29 850    | 11 660 | 16 356               | 1 291 855  | 1 344 865  |
| Land Sachsen   |             |               | 490 745                       |                            |                           |                                | 15 585    | 5 824  |                      | 582 280    | 521 670    |
| Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz   | 761 964     |               | 43 268                        | —                          | —                         |                                | 4 453     | 1 560  | —                    | 282 674    | 282 507    |
| Insgesamt: Jan./Dez. 1929  | 7 394 458   | —             | 8 223 870                     | 143 925                    | 151 099                   | 35 720                         | 186 691   | 87 795 | 22 363               | 16 245 921 | —          |
| davon geschätzt  | —           | —             | 90 000                        | —                          | 360                       | —                              | 1 340     | 1 065  | 430                  | 93 195     | —          |
| Insgesamt: Jan./Dez. 1928  | 6 548 027   | 28            | 7 360 076                     | 149 377                    | 138 163                   | 40 915                         | 175 334   | 88 500 | 16 683               | —          | 14 517 013 |
| davon geschätzt  | —           | —             | 85 500                        | —                          | 330                       | —                              | 825       | 1 200  | —                    | —          | 84 855     |
| Durchschnittliche arbeitstägl. Gewinnung                                       |             |               |                               |                            |                           |                                |           |        |                      | 53 265     | 47 442     |

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. <sup>2)</sup> Unter Berücksichtigung der Berichtigungen bis November 1929 (einschließlich).



**Die Kohlen- und Eisenerzförderung des Deutschen Reiches im Jahre 1928<sup>1)</sup>.**

Die bergbauliche Erzeugung hat sich im Jahre 1928 im allgemeinen auf dem Stande von 1927 behauptet, während die Erzeugung der übrigen Industrien, namentlich der Eisen- und Stahlindustrie, zurückgegangen ist. Der inländische Verbrauch an bergbaulichen Erzeugnissen entsprach ebenfalls dem Stande von 1927, auch in denjenigen Zweigen der bergbaulichen Uerzeugung, bei denen eine geringe Abnahme der Jahresförderung vorliegt

Zahlentafel 1. Die bergbauliche Gewinnung im Deutschen Reiche.

|                                   | 1927        | 1928        |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| Steinkohlenförderung . . . . . t  | 153 599 355 | 150 860 599 |
| Wert in 1000 R.M. . . . .         | 2 205 041   | 2 220 170   |
| Wert je t in R.M. . . . .         | 14,36       | 14,70       |
| Werke . . . . .                   | 303         | 294         |
| Arbeiterzahl . . . . .            | 542 062     | 517 642     |
| Braunkohlenförderung . . . . . t  | 150 503 914 | 165 588 097 |
| Wert in 1000 R.M. . . . .         | 423 900     | 468 603     |
| Wert je t in R.M. . . . .         | 2,82        | 2,83        |
| Werke . . . . .                   | 338         | 312         |
| Arbeiterzahl . . . . .            | 72 324      | 72 589      |
| Eisenerzförderung . . . . . t     | 6 625 536   | 6 474 825   |
| Wert in 1000 R.M. . . . .         | 65 810      | 61 228      |
| Wert je t in R.M. . . . .         | 9,93        | 9,46        |
| Berechneter Eiseninhalt . . . . t | 2 124 067   | 2 088 814   |
| Werke . . . . .                   | 180         | 187         |
| Arbeiterzahl . . . . .            | 17 770      | 16 901      |

(s. Zahlentafel 1). Der Gesamtwert der bergbaulichen Erzeugung 1928 hat gegenüber 1927 um 0,08 Milliarden R.M. oder 2,7 % zugenommen. Er betrug im Jahre 1928 3,0 Milliarden R.M. und erreichte damit den bisher höchsten Stand seit der Währungsstabilisierung.

**Kohlenbergbau.**

Die seit dem Jahre 1924 steigende Jahresförderung von Kohle (Steinkohle + Braunkohle, auf Steinkohle umgerechnet) hat auch im Jahre 1928 die des Vorjahres ein wenig übertroffen und damit den bisher höchsten Stand in der Nachkriegszeit erreicht. Noch stärker als die Erzeugung ist seit 1926 der Gesamtkohlenverbrauch des Inlandes gestiegen (s. Zahlentafel 2).

Zahlentafel 2. Kohlenförderung und -verbrauch im Deutschen Reiche<sup>1)</sup>.

|                                   | 1913 <sup>3)</sup>    | 1924    | 1925    | 1926    | 1927    | 1928    |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                   | 1000 t                |         |         |         |         |         |
| Förderung . . . . .               | 160 137               | 146 466 | 163 672 | 176 218 | 187 045 | 187 658 |
| Verbrauch <sup>2)</sup> . . . . . | 147 904 <sup>4)</sup> | 134 383 | 138 438 | 124 864 | 153 432 | 159 314 |

<sup>1)</sup> Inländische Braunkohle auf Steinkohle im Verhältnis 2 : 9, eingeführte (fast ausschließlich böhmische) Braunkohle im Verhältnis 2 : 3, Koks im Verhältnis 4 : 3 umgerechnet. <sup>2)</sup> Verbrauch berechnet aus Förderung + Einfuhr — Ausfuhr, also ohne Berücksichtigung der Haldenbestände. Bei der Ein- und Ausfuhr sind außer Stein- und Braunkohlen auch Koks, Stein- und Braunpreßkohlen berücksichtigt. <sup>3)</sup> Jetziges Gebiet. <sup>4)</sup> Nach Angaben des Jahresberichts 1928/29 des Reichskohlenverbandes.

Die Steinkohlenförderung im Jahre 1928 ist gegenüber 1927 um 2,7 Mill. t oder 1,8 % zurückgegangen. Die Abnahme der Jahresförderung ist fast ausschließlich auf den Erzeugungsrückgang in den letzten beiden Monaten des Jahres zurückzuführen, der durch die Aussperrung in der rheinisch-westfälischen Eisenindustrie verursacht wurde. Die Haldenbestände an Steinkohle wuchsen bis zum Beginn des letzten Jahresdrittels beträchtlich. Erst zu Beginn des Winters war bei verringerter Förderung eine Verminderung der Steinkohlenvorräte zu verzeichnen.

Trotz des Rückganges der Steinkohlenförderung im Jahre 1928 ist der Inlandsverbrauch an Steinkohle gegenüber dem Vorjahre um rd. 2 % gestiegen. Die Deckung des erhöhten Bedarfs erfolgte durch Vermehrung der Einfuhr bei gleichzeitig sinkender Ausfuhr. Der Rückgang der deutschen Steinkohlenausfuhr ist unter allen Ländern der Welt, deren Ausfuhr gegenüber 1927 gesunken ist, der größte. Er ist in erster Linie auf die Verdrängung der deutschen Kohle auf den nordischen Märkten durch die polnische Kohle zurückzuführen. Sowohl Polen als auch die westlichen Kohlenländer des europäischen Festlandes haben im Gegensatz zu Deutschland eine Zunahme der Kohlausfuhr zu verzeichnen. Die Mehrausfuhr der westeuropäischen Nachbarstaaten nahm zum großen Teil Deutschland auf. Auch die Einfuhr

<sup>1)</sup> Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 38 (1929) 3. Heft, S. 3 ff. — Vgl. St. u. E. 48 (1928) S. 1626.

englischer Kohle nach Deutschland ist gegenüber dem Vorjahre gestiegen. An der Zunahme des Verbrauchs ausländischer Kohle hatte Süddeutschland einen beträchtlichen Anteil. Ueber die Steinkohlenversorgung Deutschlands unterrichtet *Zahlentafel 3*.

Zahlentafel 3. Steinkohlenversorgung Deutschlands.

|   | 1927                 | 1928                 |
|---|----------------------|----------------------|
|   | 1000 t               |                      |
| Absatz der Steinkohlengruben . . . .      | 152 755              | 150 281              |
| Einfuhr <sup>1)</sup> . . . . .           | 5 334                | 7 408                |
| zusammen                                  | 158 089              | 157 689              |
| Ausfuhr <sup>2)</sup> . . . . .           | 26 878 <sup>2)</sup> | 23 895 <sup>2)</sup> |
| Inlandsversorgung <sup>1)</sup> . . . . . | 131 211              | 133 794              |
| Zunahme gegenüber 1927 . . . . .          |                      | 2 583                |

<sup>1)</sup> Ohne Berücksichtigung der Ein- und Ausfuhr von Koks und Steinpreßkohlen. <sup>2)</sup> Davon Reparationssachlieferungen 1927 = 9 155 000 t, 1928 = 10 263 000 t.

Entgegen der Abnahme der Gesamtförderung im Reiche hat, wie in den Vorjahren, die Erzeugung im Aachener Bezirk und in Oberschlesien zugenommen (s. *Zahlentafel 4*). Der Anteil dieser

Zahlentafel 4. Förderung der deutschen Steinkohlenbezirke.

| Bezirke                              | 1913 <sup>3)</sup> | 1926    | 1927    | 1928    |
|--------------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|
|                                      | 1000 t             |         |         |         |
| Niederrheinisch-Westfälischer Bezirk | 114 487            | 112 646 | 118 511 | 115 115 |
| Oberschlesischer Bezirk . . . . .    | 11 091             | 17 462  | 19 378  | 19 698  |
| Niederschlesischer Bezirk . . . . .  | 5 528              | 5 588   | 5 844   | 5 704   |
| Aachener Bezirk . . . . .            | 3 265              | 4 613   | 5 023   | 5 509   |
| Sächsischer Bezirk . . . . .         | 5 445              | 4 147   | 4 032   | 4 042   |
| Übrige Bezirke . . . . .             | 937                | 840     | 811     | 793     |
| Deutsches Reich                      | 140 753            | 145 296 | 153 599 | 150 861 |

<sup>1)</sup> Jetziges Gebiet.

Bezirke an der deutschen Kohlegewinnung ist damit weiter gestiegen. Die Erhöhung der ober-schlesischen Förderung gegen 1927 ist in der Hauptsache auf verstärkten Absatz nach der Tschechoslowakei zurückzuführen. Die Ausfuhr Oberschlesiens nach der Tschechoslowakei hat im Jahre 1928 zum ersten Male die Einfuhr von dort übertroffen. Die Zunahme der Kohlenförderung im Aachener Bezirk ist darin begründet, daß erst in den letzten Jahren dem kurz vor Kriegsausbruch aufgeschlossenen nördlichen Teil die Gruben stärker ausgenutzt wurden. Im Berichtsjahre ist die Erzeugungszunahme des Aachener Bezirks ausschließlich im Inland abgesetzt worden, während die Ausfuhr nach Belgien hinter der des Vorjahres zurückgeblieben ist. In den anderen größeren Steinkohlengebieten ist gegenüber dem Vorjahre ein Rückgang der Förderung festzustellen.

In der Rationalisierung im Steinkohlenbergbau wurden während des Jahres 1928 weitere Erfolge erzielt. Die Zahl der Betriebe und Personen (s. *Zahlentafel 5*) ist im Verhältnis stärker

Zahlentafel 5. Betriebe, Personen und durchschnittliche Betriebsgröße im Steinkohlenbergbau.

| Jahr               | Betriebe | Berufsgenossenschaftlich versicherte Personen |                           | Förderung durchschnittlich je Betrieb |             |
|--------------------|----------|---|---------------------------|---------------------------------------|-------------|
|                    |          | im ganzen                                     | durchschnittl. je Betrieb | Menge t                               | Wert 1000 M |
| 1913 <sup>1)</sup> | 285      | 490 709                                       | 1722                      | 493 871                               | 5757        |
| 1924 . . . . .     | 376      | 558 938                                       | 1487                      | 315 874                               | 5512        |
| 1925 . . . . .     | 343      | 557 087                                       | 1624                      | 386 653                               | 5549        |
| 1926 . . . . .     | 314      | 514 807                                       | 1640                      | 462 725                               | 6493        |
| 1927 . . . . .     | 303      | 542 062                                       | 1789                      | 506 929                               | 7277        |
| 1928 . . . . .     | 294      | 517 642                                       | 1761                      | 513 131                               | 7552        |

<sup>1)</sup> Jetziges Gebiet.

als die Förderung zurückgegangen. Die Mechanisierung des Abbaus und der Förderung ist weiter fortgeschritten. Nach Schätzungen des „Vereins für die bergbaulichen Interessen“ wurden im Jahre 1928 im Ruhrgebiet 88 % der Förderung mit Maschinen (Abbauhämern und Schrämmaschinen) gewonnen, gegenüber 83 % im Jahre 1927 und 67 % im Jahre 1926. Wie in den Vorjahren ist im Jahre 1928 die Durchschnittsleistung je Betrieb erhöht worden.

Die Braunkohlenförderung wie auch die Inlandsversorgung mit Braunkohle haben im Jahre 1928 die des Vorjahres um 10 % überschritten. Bei Umrechnung der Braunkohle auf Steinkohle ist ihr Anteil an der Inlandsversorgung mit Rohkohle von 20,6 % im Jahre 1927 auf 21,8 % im Jahre 1928 gestiegen.

Die Zunahme der Erzeugung entfällt vor allem auf Mitteldeutschland (s. *Zahlentafel 6*), und zwar in der Hauptsache auf den thüringisch-sächsischen Braunkohlenbezirk, dessen Förderung um 14,1 % gestiegen ist. Die Erzeugungsteigerung in den mittel-



Zahlentafel 6. Förderung der deutschen Braunkohlenbezirke.

| Bezirke                                   | 1913 <sup>1)</sup> | 1925    | 1926    | 1927    | 1928    |
|---|--------------------|---------|---------|---------|---------|
|   | 1000 t             |         |         |         |         |
| Tbiringisch-Sächsischer Bezirk . . . . .  | 30 100             | 48 913  | 48 384  | 52 890  | 60 324  |
| Niederheinischer Bezirk . . . . .         | 20 256             | 39 372  | 39 867  | 44 141  | 47 884  |
| Niederlausitzer Bezirk . . . . .          | 22 128             | 31 319  | 31 201  | 32 782  | 35 244  |
| Oberlausitzer Bezirk . . . . .            | 2 796              | 7 192   | 7 335   | 7 710   | 7 903   |
| Brannschweig-Magdeburger Bezirk . . . . . | 7 727              | 7 228   | 6 925   | 7 159   | 7 897   |
| Niederhessischer Bezirk . . . . .         | 840                | 1 654   | 1 412   | 1 643   | 1 850   |
| Oberbayerischer Bezirk . . . . .          | 948                | 1 057   | 1 149   | 1 194   | 1 274   |
| Oderbezirk . . . . .                      | 971                | 1 228   | 1 220   | 1 143   | 1 226   |
| Oberhessischer Bezirk . . . . .           | 790                | 928     | 915     | 1 038   | 1 160   |
| Oberpfälzischer Bezirk . . . . .          | 589                | 629     | 580     | 696     | 734     |
| Westerwälder Bezirk . . . . .             | 83                 | 205     | 163     | 108     | 92      |
| Deutsches Reich                           | 87 228             | 139 725 | 139 151 | 150 504 | 165 588 |

<sup>1)</sup> Jetziges Gebiet.

deutschen Gebieten ist in erster Linie auf den Ausbau der dortigen chemischen Großindustrie und der Elektrizitätserzeugung zurückzuführen. In den anderen Braunkohlenbezirken Deutschlands beträgt die Steigerung im Durchschnitt weniger als 8 %. Gegenüber der Vorkriegszeit haben unter den größeren Bezirken der niederrheinische und der Oberlausitzer Bezirk die größte Zunahme aufzuweisen.

In den letzten Jahren hat die Förderung im Tagebau, namentlich durch die Erschließung neuer Gruben, erheblich zugenommen, so daß der Anteil der unter Tage geförderten Kohle zurückgegangen ist. Er betrug in den Jahren:

|                | Anteil des Untertagebaues an der Gesamtförderung |
|----------------|--|
| 1924 . . . . . | 15,5 %   |
| 1925 . . . . . | 13,0 %   |
| 1926 . . . . . | 12,3 %   |
| 1927 . . . . . | 10,5 %   |
| 1928 . . . . . | 9,6 %  |

Obwohl die Jahresförderung gegen 1927 beträchtlich gestiegen ist, hat die Zahl der beschäftigten Personen (s. Zahlentafel 7) nur wenig zugenommen, die Zahl der Betriebe hat sich sogar verringert.

Zahlentafel 7. Betriebe, Personen und durchschnittliche Betriebsgröße im Braunkohlenbergbau.

| Jahr           | Betriebe | Berufsgenossenschaftlich versicherte Personen |                             | Förderung durchschnittlich je Betrieb |             |
|----------------|----------|---|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|
|                |          | im ganzen                                     | durchschnittlich je Betrieb | Menge t                               | Wert 1000 M |
| 1913 . . . . . | 464      | 58 947  | 127                         | 187 992                               | 414         |
| 1924 . . . . . | 444      | 93 713  | 211                         | 280 714                               | 833         |
| 1925 . . . . . | 404      | 82 023  | 203                         | 345 853                               | 964         |
| 1926 . . . . . | 364      | 76 688  | 211                         | 382 282                               | 1065        |
| 1927 . . . . . | 338      | 72 324  | 214                         | 445 278                               | 1284        |
| 1928 . . . . . | 312      | 72 589  | 233                         | 530 731                               | 1502        |

Dem entspricht eine Vergrößerung der Durchschnittsleistung je Betrieb. Gegenüber dem Vorjahre ist die durchschnittliche Fördermenge eines Betriebes um 19,2 % gestiegen.

Eisenerzbergbau.

Der Eisenerzbergbau ist im Jahre 1928 etwas hinter der Förderung von 1927 zurückgeblieben, die die Höchstförderung seit der Währungsstabilisierung war. Die durch den Streik im schwedischen Erzbergbau in der ersten Hälfte des Jahres 1928 verminderte Erzeinfuhr wurde infolge der gleichzeitig rückläufigen Roheisenerzeugung nur zum Teil ersetzt. Die Einfuhr der manganhaltigen spanischen Erze und auch der französischen Erze hat sich etwas erhöht. Dem inländischen Bergbau, der Rohstoffe von

Zahlentafel 8. Eisenerzförderung nach Bezirken.

|   | In % der Gesamtförderung | 1927 | In % der Gesamtförderung | 1928 |
|---|--------------------------|------|--------------------------|------|
|   | t                        | t    | t                        | t    |
| Siegerland-Wieder Spateisenstein-Bezirk . . . . .         | 2 341 440                | 35,3 | 2 093 991                | 32,3 |
| Peine-Salzgitter-Bezirk . . . . .                         | 1 623 226                | 24,5 | 1 692 555                | 26,1 |
| Nassauisch-Oberhessischer Bezirk (Lahn u. Dill) . . . . . | 746 304                  | 11,3 | 725 939                  | 11,2 |
| Vogelsberger Basalteisenerz-Bezirk . . . . .              | 559 620                  | 8,4  | 579 678                  | 9,0  |
| Bay., Würtbg., Bad. Bezirk                                | 552 933                  | 8,3  | 615 589                  | 9,5  |
| Taunus-Bezirk . . . . .                                   | 308 881                  | 4,7  | 232 230                  | 3,6  |
| Harzer Bezirk . . . . .                                   | 297 265                  | 4,5  | 307 605                  | 4,7  |
| Uebrigtes Deutschland . . . . .                           | 195 867                  | 3,0  | 272 238                  | 4,1  |

ähnlicher Beschaffenheit nicht zur Verfügung stellen kann, kam somit der zeitweilige Ausfall der schwedischen Erze nur wenig zugute. Die Abnahme der deutschen Eisenerzförderung entfiel in erster Linie auf den Siegerländer Bergbau (s. Zahlentafel 8), wo die Erze Gewinnung gegen 1927 um über 12 % zurückgeblieben ist. Ein Rückgang der Förderung ist auch im Lahn-Dill-Bezirk festzustellen, wo ungünstige Lagerungsverhältnisse den Ausbau der Förderung besonders stark beeinträchtigen. Die meisten anderen Fördergebiete steigerten jedoch ihre Leistung gegen 1927. Namentlich der Bergbau im Peine-Salzgitter-Bezirk hat wegen der gleichartigen Zusammensetzung seiner Erze an Bedeutung gewonnen. Bemerkenswert ist auch der Anstieg der Förderung in Bayern.

Zahlentafel 9. Eisenerzförderung nach Sorten.

|  | Menge einschließlich des natürlichen Nassegehaltes |           | Durchschnittlicher Eisengehalt nach Abzug des natürlichen Nassegehaltes |       |
|--|--|-----------|---|-------|
|  | 1927   | 1928      | 1927  | 1928  |
|  | t  | t         | %   | %     |
| Brauneisenstein unter 12 % Mangan . . . . .      | 3 234 727  | 3 360 696 | 35,00   | 35,13 |
| Brauneisenstein von 12 bis 30 % Mangan . . . . . | 310 320  | 178 354   | 23,35   | 23,56 |
| Manganerz über 30 % Mangan . . . . .             | 30   | 210       | —   | —     |
| Roteisenstein . . . . .                          | 617 860  | 671 460   | 40,21   | 39,51 |
| Spateisenstein . . . . .                         | 2 181 670  | 1 964 680 | 34,18   | 33,92 |
| Magneiseneisenstein . . . . .                    | 35 388   | 34 990    | 52,75   | 51,27 |
| Toneisenstein, Kohleneisenstein . . . . .        | 4 175  | 2 466     | 31,05   | 29,75 |
| Flußeisenstein . . . . .                         | 115 129  | 102 942   | 30,90   | 31,10 |
| Raseneisenerze . . . . .                         | 607  | 561       | 46,65   | 47,48 |
| Andere Erze . . . . .                            | 125 630  | 158 466   | 33,97   | 34,93 |
| Deutsches Reich insges. . . . .                  | 6 625 536  | 6 474 825 | 34,77   | 34,97 |

Zahlentafel 10. Betriebe, Personen und durchschnittliche Betriebsgröße im Eisenerzbergbau.

| Jahr           | Betriebe | Berufsgenossenschaftlich versicherte Personen |                             | Förderung durchschnittlich je Betrieb |             |
|----------------|----------|---|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|
|                |          | im ganzen                                     | durchschnittlich je Betrieb | Menge t                               | Wert 1000 M |
| 1913 . . . . . | 263      | 24 650  | 94                          | 27 790                                | 228         |
| 1924 . . . . . | 247      | 17 606  | 71                          | 18 045                                | 191         |
| 1925 . . . . . | 231      | 17 887  | 77                          | 25 641                                | 258         |
| 1926 . . . . . | 182      | 14 195  | 78                          | 26 337                                | 262         |
| 1927 . . . . . | 180      | 17 770  | 99                          | 36 809                                | 366         |
| 1928 . . . . . | 187      | 16 901  | 90                          | 34 625                                | 327         |

Ueber die Eisenerzförderung Deutschlands nach Sorten unterrichtet Zahlentafel 9. Die Zahl der Betriebe, beschäftigten Personen und die durchschnittliche Betriebsgröße im Eisenerzbergbau ist in Zahlentafel 10 wiedergegeben.

Großbritanniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im November 1929.

|                     | Roheisen 1000 t zu 1000 kg |           |           |         |                             | Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochofen | Flußstahl und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg |         |           |          | Herstellung an Schweißstahl 1000 t |                   |
|---------------------|----------------------------|-----------|-----------|---------|-----------------------------|--|--|---------|-----------|----------|------------------------------------|-------------------|
|                     | Hämatit                    | basisches | Gießerei- | Puddel- | zusammen einschl. sonstiges |  | Siemens-Martin-                          |         | Bessemer- | zusammen |                                    | darunter Stahlguß |
|                     |                            |           |           |         |                             |  | sauer                                    | basisch |           |          |                                    |                   |
| Januar . . . . .    | 184,4                      | 230,3     | 107,3     | 24,3    | 572,9                       | 139  | 196,2                                    | 515,4   | 65,2      | 776,8    | 12,6                               | 26,5              |
| Februar . . . . .   | 170,9                      | 214,6     | 105,2     | 16,1    | 527,9                       | 140  | 215,9                                    | 511,0   | 60,4      | 787,3    | 13,1                               | 21,9              |
| März . . . . .      | 192,3                      | 255,2     | 110,0     | 21,6    | 599,9                       | 145  | 223,3                                    | 575,0   | 75,4      | 873,7    | 13,9                               | 30,6              |
| April . . . . .     | 199,4                      | 264,5     | 113,8     | 19,9    | 621,1                       | 152  | 195,0                                    | 562,8   | 63,8      | 821,6    | 13,2                               | 28,3              |
| Mai . . . . .       | 206,7                      | 290,4     | 121,2     | 22,6    | 665,3                       | 159  | 222,4                                    | 578,4   | 56,5      | 857,3    | 14,4                               | 32,2              |
| Juni . . . . .      | 211,0                      | 281,9     | 125,4     | 23,8    | 668,3                       | 165  | 209,5                                    | 567,6   | 67,1      | 844,2    | 15,6                               | 29,6              |
| Juli . . . . .      | 211,9                      | 288,3     | 134,1     | 21,3    | 682,7                       | 167  | 189,9                                    | 562,6   | 65,2      | 817,7    | 14,7                               | 27,8              |
| August . . . . .    | 210,2                      | 284,6     | 142,4     | 27,1    | 692,9                       | 170  | 202,6                                    | 513,0   | 49,8      | 765,4    | 13,2                               | 30,6              |
| September . . . . . | 211,8                      | 289,3     | 123,1     | 23,6    | 675,2                       | 168  | 206,6                                    | 589,3   | 65,6      | 861,5    | 14,7                               | 30,2              |
| Oktober . . . . .   | 211,4                      | 304,6     | 135,5     | 22,0    | 699,7                       | 166  | 237,2                                    | 604,1   | 62,7      | 904,0    | 16,5                               | 33,4              |
| November . . . . .  | 182,0                      | 284,4     | 128,1     | 24,2    | 641,5                       | 163  | 220,0                                    | 564,0   | 44,0      | 828,0    | 16,5                               | —                 |



**Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Oktober 1929<sup>1)</sup>.**

| Erzeugnisse   | August            | Sept. | Okt.  |
|---|-------------------|-------|-------|
|   | 1929              | 1929  | 1929  |
|   | 1000 t zu 1000 kg |       |       |
| <b>Flußstahl:</b>   |                   |       |       |
| Schmiedestücke . . . . .  | 21,2              | 23,0  | 23,1  |
| Kesselbleche . . . . .  | 7,5               | 7,2   | 7,2   |
| Grobbleche 3,2 mm und darüber   | 122,8             | 122,5 | 128,5 |
| Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt . . . . .                       | 42,3              | 50,6  | 53,0  |
| Weiß-, Matt- und Schwarzbleche . . . . .                                | 50,8              | 73,6  | 72,7  |
| Verzinkte Bleche . . . . .  | 63,4              | 73,9  | 72,7  |
| Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber . . . . .                    | 45,6              | 44,4  | 52,6  |
| Schienen unter 24,8 kg je lfd. m . . . . .                              | 5,1               | 6,8   | 7,1   |
| Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .                              | 3,3               | 4,0   | 2,1   |
| Schwellen und Laschen . . . . .   | 6,1               | 5,8   | 7,0   |
| Formeisen, Träger, Stabeisen usw. . . . .                               | 175,8             | 188,8 | 200,4 |
| Walzdraht . . . . .   | 21,4              | 19,4  | 25,1  |
| Bandeisen und Röhrenstreifen, warmgewalzt . . . . .                     | 27,3              | 25,7  | 27,3  |
| Blank kaltgewalzte Stahlstreifen . . . . .                              | 4,6               | 5,0   | 5,7   |
| Federstahl . . . . .  | 6,5               | 5,9   | 6,4   |
| <b>Schweißstahl:</b>  |                   |       |       |
| Stabeisen, Formeisen usw. . . . .                                       | 18,2              | 17,0  | 20,3  |
| Bandeisen und Streifen für Röhren . . . . .                             | 5,6               | 6,3   | 6,8   |
| Grob- u. Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl . . . . . | 0,4               | 0,6   | 0,6   |

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der National Federation of Iron and Steel Manufacturers. — Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 1812.

**Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im Monat Dezember 1929.**

Die Zahl der im Betrieb befindlichen Hochofen belief sich Ende Dezember auf 162 oder 1 weniger als zu Beginn des Monats. An Roheisen wurden im Dezember 1929 653 000 t gegen 641 500 t im November 1929 und 549 000 t im Dezember 1928 erzeugt. Davon entfallen auf Hämatit 193 400 t, auf basisches Roheisen 263 900 t, auf Gießeroheisen 146 600 t und auf Puddelroheisen 25 095 t. Die Herstellung an Stahlblöcken und Stahlguß betrug 671 800 t gegen 828 000 t im November 1929 und 694 000 t im Dezember 1928.

**Rumäniens Bergbau und Eisenindustrie in den Jahren 1926 bis 1928<sup>1)</sup>.**

| Förderung oder Erzeugung an: | 1926      | 1927   | 1928   |
|------------------------------|-----------|--------|--------|
|                              | in 1000 t |        |        |
| Steinkohle . . . . .         | 302,3     | 373,4  | 397,5  |
| Braunkohle . . . . .         | 2731,3    | 2850,0 | 2629,7 |
| Eisenerz . . . . .           | 103,0     | 97,1   | 83,8   |
| Manganerz . . . . .          |           | 10,3   | 31,2   |
| Roheisen . . . . .           | 63,0      | 63,5   | 70,1   |
| Flußstahl . . . . .          | 111,6     | 130,0  | 143,5  |

<sup>1)</sup> Rum. Wirtsch.-Nachr. des Kgl. Rum. Generalkonsulats Berlin, Januar—September 1929.

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Die Lage des englischen Eisenmarktes im Dezember 1929.**

Während des Monats Dezember lag der britische Eisen- und Stahlmarkt insgesamt ruhig. Im allgemeinen herrscht sonst in der ersten Hälfte des Monats lebhaftere Geschäftstätigkeit, aber in diesem Jahre machte sich eine Zurückhaltung der Käufer bemerkbar. In der zweiten Dezemberhälfte wurde der Markt durch das Weihnachtstfest beeinflusst, so daß in der letzten Monatswoche praktisch jede Geschäftstätigkeit aufhörte. Die britischen Stahlwerke werden daher nur geringe Aufträge in das neue Jahr herübernehmen, doch ist vorauszu sehen, daß neuerlich erteilte Aufträge für Schiffsbauten eine Besserung zu Ende Januar herbeiführen werden. Die Nachfrage läßt allerdings keine Anzeichen für eine Aufwärtsbewegung erkennen. Zweifellos wird diese durch die neuerliche Arbeitergesetzgebung gehemmt, welche eine Erhöhung der Kohlenpreise und der Löhne für Ende März zur Folge hat, sowie durch neue soziale Lasten, die Ende dieses Jahres in Kraft treten. Andererseits hat die Regierung die Eisenbahnen veranlaßt, große Pläne in Angriff zu nehmen, zu deren Ausführung bedeutende Stahlmengen nötig sind. Die Stahlwerke überraschten den Markt am 18. Dezember mit einer Erhöhung ihrer Preise um 2/6 sh je t für Grobbleche, 5/— sh für Formeisen und 7/6 sh für Träger auf dem heimischen Markt und 2/6 sh für Grobbleche, 5/— sh für Formeisen und Träger für die Ausfuhr. Für Mittel- und Südwales blieben jedoch die Grobblechpreise unverändert. Es ist seit langem bekannt, daß die schottischen Werke für eine Erhöhung der Preise eintraten, aber die Mehrheit der britischen Werke war dagegen, indes zwangen sie die Ausschichten auf etwa anwachsende Gesteigungskosten zum Nachgeben. Der Umstand jedoch, daß die Preiserhöhung in kritischer Zeit vorgenommen wurde, verhinderte irgendwelchen bemerkbaren Einfluß auf den Markt. Während des ganzen Berichtsmonats war das Festlandsgeschäft in England wegen des Vorgehens der festländischen Werke, ihre Preise heraufzuschrauben und durch Berichte über Vereinbarungen, Verkaufsverbände zu begründen, gestört.

Es lagen keine Ausfuhraufträge von besonderer Bedeutung für Dezember vor, und die allgemeine Ausfuhrnachfrage war gering. Gelegentlich beklagten sich einige britische weiterverarbeitende Werke über Wettbewerb aus den Kolonien und teilweise von kanadischen Stabeisenwerken.

Da die Erzverbraucher noch über beträchtliche Lagerbestände verfügen und weitere Mengen unterwegs sind, wurden im Dezember nur wenig Geschäfte gemacht. Zu Anfang des Berichtsmonats stellte sich bestes Rubio auf 24/— sh cif, mit einer etwas gesunkenen Fracht Bilbao-Middlesbrough von 7/3 sh. Nordafrikanischer Roteisenstein kostete 23/— bis 23/6 sh cif; die Fracht betrug 7/9 sh frei Tees-Häfen. Die Preise gingen Mitte des Monats auf 23/6 sh für bestes Rubio herunter, doch hielt sich später der Preis auf 24/— sh. Die Lage änderte sich wenig; Ende des Berichtsmonats lauteten die Preise auf 23/6 für sofortige und 23/9 bis 24/— sh für spätere Lieferung, bei einer Fracht von 7/— sh Bilbao-Middlesbrough. Man verkaufte nordafrikanischen Rot-

eisenstein zu 23/— sh; bei schneller Lieferung kostete die Fracht 7/9 sh. Die Cumberland-Erzgruben waren gut beschäftigt; größere Verschiffungen wurden an der Ostküste gemacht. Die Preise lagen fest bei 19/6 bis 24/— sh, je nach dem Erzgehalt.

Der britische Roheisenmarkt blieb ruhig und lustlos. Die Cleveland-Roheisenwerke behaupteten ihre Preise auf 72/6 sh fob und frei Eisenbahnwagen. Bei diesem Preise sind den Clevelandwerken beträchtliche Auftragsmengen in Schottland entgangen infolge des Wettbewerbs von indischem Roheisen und, in geringerem Maße, wegen der Einfuhr von Festlandsroheisen. Sie behaupten jedoch, daß es die Herstellungskosten nicht zulassen, den Preis herabzusetzen. Auf den mittellänglichen Märkten herrschten ähnliche Verhältnisse. Wenn sich dort keine Vorräte ansammelten, so ist dies wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Werke in diesem Jahre früher an die Ausfuhrung der laufenden Verträge herangegangen sind, wodurch der größere Teil ihrer Erzeugung aufgebraucht wird. Neue Geschäfte wurden nur in dringenden Fällen getätigt und bestanden allgemein in kleinen Mengen. Die Preise für Mittelengland blieben unverändert auf 78/6 sh für Derbyshire-Gießeroheisen Nr. 3 und 75/6 sh für Northamptonshire-Gießeroheisen Nr. 3, frei Black-Country-Stationen. Selbstverständlich bleiben diese Preise nur bis Ende Januar in Kraft, zu welcher Zeit sie einer Nachprüfung unterzogen werden. Es bestehen jedoch beträchtliche Meinungsverschiedenheiten, ob die Werke in der Lage sein werden, ihre Preise zu erhöhen, trotz ihrer Klagen, daß die wachsenden Gesteigungskosten sie dazu zwingen. Bei Sondersorten vermochten die Hersteller Aufschläge von 1/— bis 1/6 sh zu erzielen. Nach Hämatit-roheisen bestand im Dezember stetige Nachfrage, und die Preise behaupteten sich auf 78/— sh für Lieferung in diesem Monat und 80/— sh für spätere Lieferung. Gegen Ende des Berichtsmonats wurde versucht, Festlandsroheisen mit 2,5 bis 3 % Si zu 64/6 sh fob zu verkaufen, aber selbst zu diesem Preise fanden sich nur wenig Käufer.

Für Halbzeug brach eine stillere Zeit an. Die Verbraucher waren wegen der zukünftigen Entwicklung sichtlich beunruhigt und infolgedessen abgeneigt, Bestellungen auf spätere Lieferung abzugeben. Geschäfte wurden deshalb nur über geringe Mengen zu sofortiger Lieferung eingegangen; das gleiche gilt für Festlandsware. Die Preise für britisches Halbzeug blieben unverändert auf £ 6.2.6 bis 6.5.— für Knüppel und £ 6.— bis 6.2.6 für Platinen, obgleich die Nordostküstenwerke £ 5.15.— für zwei-zöllige Knüppel und £ 5.10.— für Platinen frei Verbraucherwerk verlangten. Nur wenig ihrer Erzeugung kam auf den offenen Markt; die Nordostküstenpreise sind deshalb als nominell zu betrachten. Das Geschäft wurde gestört durch die Anstrengungen der Festlandswerke, ihre Preise durch Erzeugungseinschränkungen beizubehalten. Die britischen Verbraucher bezweifelten aber die Fähigkeit der Festlandswerke, diese Absichten durchzusetzen, und hielten sich vom Markte fern. Zu Anfang des Monats kosteten festländische sechs- bis siebenzöllige vorgewalzte Blöcke £ 4.4.—, acht- und mehrzöllige £ 4.2.6, zwei- und zweieinviertelzöllige Knüppel £ 4.10.6 bis 4.11.—, zweieinhalb- bis dreizöllige Knüppel £ 4.9.6 und vierzöllige £ 4.8.—. Festländische Platinen wurden zu £ 4.10.—



Zahlentafel 1. Die Preisentwicklung am englischen Eisenmarkt im Dezember 1929.

|                                 | 6. Dezember      |    |   |                |    |   | 13. Dezember     |    |   |                |    |   | 20. Dezember     |    |   |                |    |   | 27. Dezember     |    |   |                |    |   |
|---------------------------------|------------------|----|---|----------------|----|---|------------------|----|---|----------------|----|---|------------------|----|---|----------------|----|---|------------------|----|---|----------------|----|---|
|                                 | Britischer Preis |    |   | Festlandspreis |    |   | Britischer Preis |    |   | Festlandspreis |    |   | Britischer Preis |    |   | Festlandspreis |    |   | Britischer Preis |    |   | Festlandspreis |    |   |
|                                 | £                | sh | d | £              | sh | d | £                | sh | d | £              | sh | d | £                | sh | d | £              | sh | d | £                | sh | d | £              | sh | d |
| Gießereirohisen Nr. 3 . . . . . | 3                | 12 | 6 | 3              | 7  | 6 | 3                | 12 | 6 | 3              | 5  | 0 | 3                | 12 | 6 | 3              | 5  | 0 | 3                | 12 | 6 | 3              | 5  | 0 |
| Basisches Roheisen . . . . .    | 3                | 10 | 6 | 3              | 5  | 6 | 3                | 10 | 6 | 3              | 5  | 0 | 3                | 10 | 6 | 3              | 5  | 0 | 3                | 10 | 6 | 3              | 5  | 0 |
| Knüppel . . . . .               | 6                | 2  | 6 | 4              | 10 | 6 | 6                | 2  | 6 | 4              | 10 | 6 | 6                | 2  | 6 | 4              | 12 | 0 | 6                | 2  | 6 | 4              | 12 | 0 |
| Platinen . . . . .              | 6                | 0  | 0 | 4              | 10 | 0 | 6                | 0  | 0 | 4              | 10 | 0 | 6                | 0  | 0 | 4              | 11 | 0 | 6                | 0  | 0 | 4              | 11 | 0 |
| Walzdraht . . . . .             | 8                | 0  | 0 | 6              | 0  | 0 | 8                | 0  | 0 | 5              | 17 | 6 | 8                | 0  | 0 | 5              | 17 | 6 | 8                | 0  | 0 | 5              | 17 | 6 |
| Handelsstabeisen . . . . .      | 8                | 0  | 0 | 5              | 3  | 0 | 8                | 0  | 0 | 5              | 5  | 0 | 8                | 0  | 0 | 5              | 4  | 0 | 8                | 0  | 0 | 5              | 5  | 0 |

bis 4.11.— gehandelt. Nach Meldungen hatten die Festlandswerke Mitte Dezember ihre Preise folgendermaßen festgesetzt: acht- und mehrzöllige vorgewalzte Blöcke zu £ 4.3.—, sechs- bis siebenzöllige zu £ 4.7.—, fünfzöllige zu £ 4.10.—, zwei- bis zweieinviertelzöllige Knüppel zu £ 4.13.—, zweieinhalb- bis unter vierzöllige Knüppel zu £ 4.12.—, vierzöllige zu £ 4.11.—, schwere Platinen zu £ 4.10.— leichtere und gemischte Sorten zu £ 4.13.—. Einige bereits vor diesen offiziellen Preisen getätigte Käufe sollen um 1/— sh bis 6 d niedriger gewesen sein. Im Verlaufe des Monats war der Markt unübersichtlich; wengleich praktisch kein Geschäft zustande kam, sollen Knüppel 1/— sh unter den offiziellen Preisen verkauft worden sein. Zu Monatschluß machte sich eine gewisse Nachfrage bemerkbar, doch kam es anscheinend nicht zu Geschäftsabschlüssen.

Die Verhältnisse auf dem Markt für Fertigerzeugnisse waren während des Dezembers unregelmäßig. Während zu Beginn des Monats einige Anzeichen dafür vorlagen, daß das erwartete Kaufgeschäft früher einsetzen würde, wurde es bald ersichtlich, daß keine Wiederbelebung vor Beginn des neuen Jahres Platz greifen würde. Die Preisänderung, die am 18. Dezember, wie erwähnt, vorgenommen wurde, schien mit Hinsicht auf die flauen Marktverhältnisse, die natürlich durch die Feiertage noch betont wurden, ein ziemlich fruchtloses Beginnen. Die britischen Preise lauten wie folgt: £ 8.10.— für dünnes Stabeisen im Inland und £ 8.2.6 für die Ausfuhr, für Winkelleisen £ 8.7.6 bzw. 7.7.6 für U-Eisen £ 8.7.6 bzw. 7.7.6, für T-Eisen £ 9.2.6 bzw. 8.2.6, für Träger £ 8.10.— bzw. 7.7.6. Von diesen fielen T-Eisen, Träger, Winkel- und U-Eisen unter das britische Rabattschema für diejenigen Verbraucher, die lediglich britischen Werkstoff verwenden. Festländisches Stabeisen kostete fest £ 5.5.—, Träger £ 4.19.— für Normalprofile und £ 5.1.— für britische Normalprofile. Die Versuche der Festlandswerke nach Preisfestigung wurden jedoch gänzlich zunichte gemacht durch die Leichtigkeit, mit der die wenigen Käufer Sonderpreismöglichkeiten erlangen konnten. Verschiedene Händler sollen angeblich 1/— sh über die offiziellen Preise hinausgegangen sein, ohne daß man jedoch von Geschäftsabschlüssen gehört hätte. 3/16- und 1/4 zölliges Rund- und Vierkanteseisen kostete £ 5.11.—, 1/2 zölliges Grobblech £ 6.10.— und 3/16 zölliges £ 6.6.6; 5-mm- und dickeres Grobblech wurde zu £ 6.4.— gehandelt. Der Umfang der getätigten Geschäfte von Mitte bis Ende Dezember genügte kaum, diese Preise zu halten; es wurde wiederholt berichtet, daß diese Preisgrundlage unterschritten worden sei. Die von der Roheisengemeinschaft beschlossene 10prozentige Erzeugungseinschränkung verfehlte ihre Wirkung auf den Markt, so daß das Jahr mit einer außerordentlichen Flaue schloß. Verzinkte Bleche lagen unverändert schlecht; die Preise blieben niedrig auf £ 12.7.6 fob für 24-G.-Wellbleche in Bündeln. Mitte Dezember sollen Verkäufe in Indien um 5/— sh unter den britischen Fob-Preisen getätigt worden sein. Ebenso hörte man, daß umfangreiche Mengen belgischer verzinkter Bleche auf dem indischen Markt untergebracht worden seien. Weißbleche zeichneten sich auch im Berichtsmonat vor allen anderen Eisenzweigen aus. Die Werke sind zu 75 bis 80 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. Zwar zeigten die Preise eine leichte Schwäche, konnten sich am Monatsende jedoch auf 18/9 sh fob für die Normalkiste 20 x 14 behaupten.

Über die Preisentwicklung im einzelnen unterrichtet obenstehende Zahlentafel 1.

**Vereinigte Stahlwerke, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.** — Nach dem Bericht der Verwaltung über das erste Geschäftsquartaljahr 1929/30 (Oktober bis Dezember 1929) wurden im Vergleich zu dem vorhergehenden Vierteljahr gefördert oder erzeugt:

|                    | 1. Geschäftsquartaljahr 1929/30<br>(Oktober—Dezember 1929) |     | 4. Geschäftsquartaljahr 1928/29<br>(Juli—September 1929) |     |
|--------------------|--|-----|--|-----|
|                    | £  | sh  | £  | sh  |
| Kohle . . . . .    | 7  | 350 | 7  | 413 |
| Koks . . . . .     | 2  | 657 | 2  | 709 |
| Roheisen . . . . . | 1  | 657 | 1  | 680 |
| Rohstahl . . . . . | 1  | 705 | 1  | 695 |

Die Zahl der Arbeiter und Angestellten entwickelte sich wie folgt:

|   |               |              |
|---|---------------|--------------|
| Arbeiter:                                 | am 31. 12. 29 | am 30. 9. 29 |
| Vereinigte Stahlwerke insgesamt . . . . . | 173 852       | 176 716      |
| davon Steinkohlenbergbau . . . . .        | 86 086        | 87 085       |

|   |        |        |
|---|--------|--------|
| Angestellte:                              |        |        |
| Vereinigte Stahlwerke insgesamt . . . . . | 15 404 | 15 331 |
| davon Steinkohlenbergbau . . . . .        | 4 967  | 4 948  |

Der Umsatz mit Fremden belief sich im

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      | 1. Geschäftsquartaljahr 1929/30<br>(Oktober—Dezember 1929)<br>(vorl. Zahlen) | 4. Geschäftsquartaljahr 1928/29<br>(Juli—September 1929)<br>(endg. Zahlen) |
| auf R.M.             | 354 205 645  | 402 499 160  |
| Davon entfallen auf  |  |  |
| Abnehmer im Inlande  | 217 259 412  | 256 000 934  |
| Abnehmer im Auslande | 136 946 233  | 146 498 226  |

In den obigen Zahlen ist der Umsatz zwischen den einzelnen Abteilungen der Vereinigten Stahlwerke und der Umsatz der zum Konzern der Vereinigten Stahlwerke gehörenden Beteiligungen nicht enthalten. Die spezifizierten Auftragsbestände der Hüttenwerke und Verfeinerungsbetriebe an Eisen- und Stahlerzeugnissen, die am 31. Dezember 1929 in den Büchern der Vereinigten Stahlwerke standen, machen etwa 70,5 % des entsprechenden Auftragsbestandes im Monatsdurchschnitt des Geschäftsjahres 1928/29 aus.

**Preise für Metalle im 4. Vierteljahr 1929.**

| In Reichsmark für 100 kg<br>Durchschnittskurse Berlin | Oktober | November | Dezember |
|---|---------|----------|----------|
|   | R.M.    | R.M.     | R.M.     |
| Weichblei . . . . .                                   | 45,94   | 42,34    | 41,40    |
| Elektrolytkupfer . . . . .                            | 170,44  | 170,10   | 169,90   |
| Zink (Fre handel) . . . . .                           | 44,92   | 40,88    | 39,69    |
| Hüttenzinn (Hamburg) . . . . .                        | 387,41  | 366,69   | 364,10   |
| Nickel . . . . .                                      | 350,00  | 350,00   | 350,00   |
| Aluminium (Hütten) . . . . .                          | 190,00  | 190,00   | 190,00   |
| Aluminium (Walz- und Drahtbarren) . . . . .           | 194,00  | 194,00   | 194,00   |

**Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen-Saar.** — Die Gesellschaft erzielte im Geschäftsjahre 1928/29 einen Rohgewinn von 12 600 494 Fr. Die allgemeinen Unkosten erforderten 4 582 063 Fr. und die Abschreibungen 3 320 343 Fr., so daß ein Reingewinn von 4 698 088 (i. V. 4 821 738) Fr. verbleibt.

**Vereins-Nachrichten.**

**Verein deutscher Eisenhüttenleute.**

**Ehrungen.**

Direktor L. Plass, Frankfurt a. M., wurde in Würdigung seiner Verdienste um die Vervollkommnung der elektrischen Gasreinigung von der Technischen Hochschule Aachen die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

Professor Dr.-Ing. E. H. Junkers, Dessau, wurde in Anerkennung seiner Verdienste um die Entwicklung des Flugzeugbaues von der Technischen Hochschule München zum Ehrensenator ernannt.

Dem Dozenten im Hauptamt an der Bergakademie Clausthal, Dr. techn. A. Merz (Metallographie), ist die Dienstbezeichnung „nichtbeamteter außerordentlicher Professor“ verliehen worden.

**Aus den Fachausschüssen.**

Dienstag, den 28. Januar 1930, 15.15 Uhr, findet im großen Sitzungssaal des Eisenhüttenhauses zu Düsseldorf, Breite Str. 27, die

**Hauptversammlung der Wärmestelle Düsseldorf**  
statt.

**Tagesordnung:**

1. Bericht über das abgelaufene Geschäftsjahr.
2. Kurzvorträge aus dem Arbeitsgebiet der Wärmestelle Düsseldorf und ihrer Zweigstellen, gehalten von den Ingenieuren der Wärmestelle.



Die Vorträge betreffen u. a.: Analysentnahme während der Verbrennung — Strahlungs- und Leitungsverluste von Koksöfen — Einfluß der Stehzeit in der Kokille auf die Walztemperatur — Wärmeübergang in Walzwerksöfen — Die Bedeutung des Luftmengentransports für wärmetechnische Prozesse — Glüherversuche — Die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten an der Versuchsregenerativkammer — Beobachtungen an einem Steilrohrkessel — Temperaturmessungen im Innern von Blöcken usw.

### 3. Verschiedenes.

Die Einladungen hierzu sind am 6. Januar an die angeschlossenen Werke ergangen.

\* \* \*

Mittwoch, den 29. Januar 1930, 15.15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Breite Str. 27, die

### 17. Vollsitzung des Werkstoffausschusses

statt.

#### Tagessordnung:

1. Geschäftliches.
2. Das Oberflächenaussehen der Stähle beim Drehen. Berichterstatter: Dr.-Ing. F. Rapatz, Düsseldorf-Oberkassel.
3. Ueber den Einfluß des Stickstoffs auf die Eigenschaften des technischen Eisens. (Magnetische Alterung. Wesen der Kraftwirkungsfiguren.) Berichterstatter: Dr. phil. W. Köster, Dortmund.
4. Ueber die Untersuchung von Einschlüssen feuerfester Stoffe im Stahl unter besonderer Berücksichtigung der Prüfung im polarisierten Licht. Berichterstatter: Dr. phil. F. Hartmann, Dortmund.
5. Sonstiges.

Die Einladungen zu der Sitzung sind am 15. Januar an die beteiligten Werke ergangen.

### Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Baumgärtner, Paul*, Ingenieur, Troisdorf, Louis-Mannstaedt-Str. 37.
- Brüninghaus, Friedrich*, Dipl.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., Hörder Verein, Dortmund-Hörde.
- Corts, Hans*, Dipl.-Ing., Düsseldorf, Kreuzstr. 21.
- von Cossel, Hans*, Ober-Reg.-Rat. Bankdirektor, Deutsche Bank u. Disconto-Ges., Filiale Düsseldorf, Düsseldorf, Königsallee 45.
- Debus, Ernst*, Dipl.-Ing., Eisenw.-Ges. Maximilianshütte, Rosenberg (Oberpfalz).
- Derenbach, Heinz*, Ingenieur der Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Düsseldorf Str. 90.
- Funk, Friedrich*, Obergeringieur der Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Dickelsbachstr. 12.
- Grosser, Franz*, Dipl.-Ing., Gießereileiter der Maschinenbau-A.-G. Balcke, Frankenthal (Pfalz), Wormser Str. 35.
- Hegels, Georg*, Direktor u. Vorstand der Gienanth-Werke, A.-G., Hochstein (Pfalz), Post Winnweiler.
- Kaiser, August*, Dipl.-Ing., Duisburg, Fuldastr. 32.
- Keller, Walter*, Dipl.-Ing., Wärmeing. des Eisen- u. Stahlwerks Hoesch, A.-G., Dortmund, Münsterstr. 119.
- Klein, Georg*, Dr.-Ing., Direktor, Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Berg. Stahl-Industrie, Remscheid, Lindenstr. 53.
- Kreitz, Karl*, Dr.-Ing., Leiter der Vers.-Anstalt der Fa. Preß- u. Walzwerk A.-G., Abt. Oberbillerk Stahlwerk, Düsseldorf 10, Hüllbergstr. 25.
- Peltzer, Otto*, Dipl.-Ing., Obering., Freital 2 i. Sa., Am Pfaffengrund 4.
- Rudnik, Karl*, Dipl.-Ing., Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefelder Stahlwerk, Krefeld, Feldstr. 76.
- Schitzkowski, Georg*, Dr.-Ing., Leiter der Stahlg. der Fa. Schäffer & Budenberg, G. m. b. H., Magdeburg-Buckau, Werner-Fritze-Str. 3.
- Schneider, Alfred*, Dr.-Ing., Gleiwitz, O.-S., Schröterstr. 17.
- Schustek, Roman*, Dipl.-Ing., Stahlw.-Assistent der Deutschen Edelstahlwerke, A.-G., Krefelder Stahlwerk, Krefeld, Stephanstr. 16.
- Wawrzyniak, Carl*, Hütteningenieur, Krefeld, Frankenring 45.
- Weymerskirch, Theodor*, Walzwerkschef, Luxemburg, Außenring — Josephplatz.

#### Neue Mitglieder.

- Asche, Richard*, Obergeringieur bei der Fa. Orga-Metall A.-G., Moskau (U. d. S. S. R.).
- Babst, Bruno*, Dipl.-Ing., Eisen- u. Stahlwerk Hoesch, A.-G., Dortmund, Holzhofstr. 26.

- Dörner, Hugo*, Betriebsingenieur, Trierer Walzwerk, A.-G., Trier-Kürenz, Soternstr. 12.
- Heidsieck, Wilhelm*, Fabrikdirektor, Eisen- u. Stahlwerk Hoesch, A.-G., Dortmund, Abt. Limburger Fabrik- u. Hüttenverein, Hohenlimburg, Herrenstr. 19.
- Heine, Paul*, Dipl.-Ing., Aachen, Pontstr. 105.
- Junker, Ernst*, Dipl.-Ing., Fa. G. & J. Jaeger, A.-G., Elberfeld, Kruppstr. 98.
- Kimla, Eugen*, Dipl.-Ing., Mähr.-Ostrau (C. S. R.), Sokolstr. 38.
- Lehmann, Hans*, Dr. phil., Dipl.-Ing., Gewerkschaft Prinz Carl, Ilmenau i. Thür.
- Lütgen, Theodor*, Dipl.-Ing., Eisen- u. Stahlwerk Hoesch, A.-G., Dortmund, Unna i. W., Massener Str. 1.
- Matka, Kurt*, Härteingenieur der Rhein. Metallw.- u. Maschinenfabrik, Düsseldorf 10, Clever Str. 56.
- Modemann, Carl*, Dr.-Ing., Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen, Erikapfad 3.
- Redaelli, Ezechiele*, Dr.-Ing., Ing. der Fa. Giuseppe & Fratello Redaelli, Soc. An., Mailand (Italien), Via Serbelloni 7.
- Schmitz, Kurt*, Direktor, Vorst.-Mitgl. der Rhein.-Westf. Stahl- u. Walzwerke, A.-G., Düsseldorf, Breite Str. 29.
- Schug, Wilhelm*, Dr.-Ing., Leiter des Studienbüros der Halberghütte, G. m. b. H., Brebach a. d. Saar.
- Schultin, Alexis*, Dipl.-Ing., Leningrad (U. d. S. S. R.), Derschinskystr. 51, Wohn. 9.
- Thiry, Henry*, Paris 14 (Frankreich), 7 bis Rue du Lunain.
- Turner, Neil H.*, Dipl.-Ing., Manager of the Efficiency Dept., Frodingham Iron & Steel Co., Ltd., Scunthorpe (Lincs.), England, Oswald Road, Sunnydene.
- Wada, Kamekichi*, Ingenieur, Kamaishi-Eisenwerk, Kamaishi (Iwate), Japan, Kogiosho.
- Walch, Johann Peter*, Dipl.-Ing., Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen-Saar.

#### Gestorben.

- Rüssmann, Paul*, Direktor, Düsseldorf-Oberkassel. 11. 1. 1930.

### Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Vor einigen Tagen ist Heft 7 des dritten Jahrganges des als Ergänzung zu „Stahl und Eisen“ dienenden „Archivs für das Eisenhüttenwesen“<sup>1)</sup> versandt worden. Der Bezugspreis des monatlich erscheinenden „Archivs“ beträgt jährlich postfrei 50 RM., für Mitglieder des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 20 RM. Bestellungen werden an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, erbeten.

Der Inhalt des siebten Heftes besteht aus folgenden Einzelabhandlungen:

- Gruppe A. Dipl.-Ing. Karl Risse in Kalenborn: Herstellung und Eigenschaften von Schmelzbasalt. Ber. Schlacken Aussch. Nr. 16. (4 S.)
- Gruppe D. Erich Kuhn in Düsseldorf: Versuche über Temperaturverteilung, Wärmeabgabe und Verbrennungsverlauf in einem neuzeitlichen Kohlenstaubbekessel. Mitt. Wärmestelle Nr. 133. (18 S.)
- Gruppe E. Herbert Petersen in Düsseldorf: Ein Beitrag zur Frage der Sauerstoffbestimmung in Eisenlegierungen nach dem Wasserstoff-Reduktionsverfahren. Ber. Chem.-Aussch. Nr. 71. (14 S.)
- C. Benedicks, N. Ericsson und G. Ericson in Stockholm: Bestimmung des spezifischen Volumens von Eisen, Nickel und Eisenlegierungen im geschmolzenen Zustand. (14 S.)

Des weiteren sind folgende Berichte aus den Fachausschüssen erschienen:

- Betriebsdirektor Dr.-Ing. Erich Killing in Bobrek (O.-S.): Der Unterschied zwischen festem und flüssigem Roheiseneinsatz im Siemens-Martin-Ofen. Ber. Stahlw.-Aussch. Nr. 177<sup>2)</sup>.
- Fritz Wesemann in Gleiwitz: Vor- und Nachteile des getrennten und gemeinsamen Betriebes von Gaserzeugern in Siemens-Martin-Werken. Ber. Stahlw.-Aussch. Nr. 178<sup>3)</sup>.
- Direktor Friedrich von Holt in Georgsmarienhütte: Betriebswirtschaft auf Eisenhüttenwerken. Ber. Betriebsw.-Aussch. Nr. 38<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> St. u. E. 49 (1929) S. 1820. — <sup>2)</sup> St. u. E. 49 (1929) S. 1821/7. — <sup>3)</sup> St. u. E. 49 (1929) S. 1853/60. — <sup>4)</sup> St. u. E. 50 (1930) S. 1/13.

**Das Inhaltsverzeichnis zum 2. Halbjahresbande 1929 wird voraussichtlich dem nächsten Heft beigegeben werden.**